STUDI PENJADWALAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BENDUNG PLTA SION KECAMATAN PARLILITAN KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN MENGGUNAKAN *MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016*

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

FACHRULIA TIMIKASARI

NIM. 145060401111019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENJADWALAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BENDUNG PLTA SION KECAMATAN PARLILITAN KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN MENGGUNAKAN *MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016*

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

FACHRULIA TIMIKASARI
NIM. 145060401111019

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 10 Agustus 2018

Mengetahui, Ketua Jurusan Teknik Pengairan	Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.	**Ir. Suwanto Marsudi, MS.**
NIP. 19610131 198609 2 001	**NIP. 19611203 198603 1 004**

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang -undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Agustus 2018

Mahasiswa,

METERAI TEMPEL
TGL. 20
054E5AFF267976920
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Fachrulia Timikasari
NIM. 145060401111019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id

TURNITIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 97 /UN10.F07.14.11/TU/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

FACHRULIA TIMIKASARI

Dengan Judul Skripsi :

STUDI PENJADWALAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BENDUNG PLTA SION KECAMATAN PARLILITAN KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 15 AGUSTUS 2018

Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS
NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Very Dermawan, ST.,MT
NIP. 19730217 199903 1001

repository.ub.ac.id

Sesungguhnya Disamping Kesulitan Akan Ada Kemudahan. Maka Apabila Telah Selesai Urusanmu Lanjutkan Pada Yang Lain.

(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Fachulia Timikasari, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Studi Penjadwalan Konstruksi Bendung PLTA Sion Kecamatan Parlilitan Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara dengan Menggunakan Microsoft Project Manager 2016.* Dosen Pembimbing: Ir. Suwanto Marsudi, MS.

Bendung PLTA Sion merupakan suatu bangunan yang berfungsi untuk meninggikan tataran muka air di sungai Aek Simonggo, sehingga air sungai bisa di sadap untuk memutar turbin di *powerhouse*. Dalam pelaksanaan Bendung PLTA Sion terdapat berbagai jenis pekerjaan, oleh karena itu diperlukan suatu penjadwalan yang baik untuk pengaturan penggunaan sumber daya, waktu pelaksaaan, dan biaya konstruksi secara efektif dan efisien dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

Dalam studi ini, lingkup kerja yang dianalisis adalah pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion. Pekerjaan yang akan dikaji hanya pekerjaan sipil. Sebelum membuat jadwal proyek, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan metode pelaksanaan dari setiap pekerjaan, kemudian dilakukan analisis kebutuhan sumber daya. Setelah menganalisis kebutuhan sumber daya yang akan digunakan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion maka dilakukan perhitungan produktivitas alat, produktivitas pekerja, serta kebutuhan material yang digunakan sesuai dengan spesifikasi teknis. Langkah selanjutnya menganalisis Harga Satuan Pekerjaan, setelah menganalisis harga satuan pekerjaan maka didapatkan Rencana Anggaran Biaya dengan cara mengalikan Harga Satuan Pekerjaan dengan volume setiap pekerjaan. Kemudian dilakukan estimasi durasi pekerjaan. Setelah didapatkan durasi dari setiap pekerjaan maka dilanjutkan dengan menentukan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Setelah itu menganalisis rencana kerja pelaksanaan proyek yang meliputi perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan proyek, dan kebutuhan sumber daya dengan menggunakan dua alternatif. Alternatif yang akan dilakukan pada studi ini yaitu menambah durasi jam kerja dan menambah jumlah alat berat. Kemudian dilakukan penjadwalan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*. Hasil dari penjadwalan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* adalah kebutuhan sumber daya per waktu, kurva S, dan jadwal pelaksanaan. Setelah itu dilakukan eveluasi kembali rencana kerja kerja berdasarkan perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan pekerjaan, dan kebutuhan sumber daya. Apabila waktu pelaksanaan proyek tidak mengalami percepatan maka membuat ulang rencana kerja. Tetapi apabila waktu pelaksanaan proyek mengalami percepatan maka dilanjutkan pada tahap berikutnya.

Berdasarkan hasil penjadwalan, pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan durasi 654 hari didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp.272.415.246.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Lima Belas Juta Dua Ratus Empat Puluh Enam Ribu Rupiah). Setelah dilakukan percepatan jadwal proyek menggunakan alternatif penambahan jam kerja, didapatkan jadwal proyek dengan durasi 512 hari didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 275.231.147.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Lima Miliar Dua Ratus Tiga Puluh Satu Juta Seratus Empat Puluh Tujuh Ribu Rupiah). Sedangkan percepatan jadwal proyek dengan alternative penambahan alat berat dengan durasi yang sama didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 272.583.413.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Delapan Puluh Tiga Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah). Berdasarkan hasil tersebut maka alternative yang dipilih untuk percepatan jadwal pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion adalah alternative dengan penambahan alat berat.

Kata Kunci : Penjadwalan, Jam Kerja, Alat Berat, *Microsoft Project Manager 2016.*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

Fachrulia Timikasari, *Water Resources Enginnering Departmen, Faculty of Enginnering, Brawijaya University, July 2018, Study of Scheduling Construction on Sion Hydropower Weir at Humbang Hasundutan Districs North Sumatera Utara Province Using Microsoft Project Manager 2016. Academic Supervisor:* Ir. Suwanto Marsudi, MS.

Sion Hydropower Plants Weirs is a building that serves to elevate the water level in Aek Simonggo River, so that river water can be tapped to play turbines in the powerhouse. In the implementation of the Sion Hydropower Plants Weir there are various types of work, therefore a good scheduling is required for the efficient and effective use of resources, timing and construction costs by using Microsoft Project Manager 2016.

In this study, the scope of work analyzed is the construction of the Sion Hydropower Plants Weir. The work to be studied is only civil works. Before creating a project schedule, the first step should be to determine the implementation method of each work, then analyze the needs of resources. After analyzing the resource requirements that will be used in the construction of Sion Hydropower Plants Weir, determination of equipment productivity, worker productivity, and material requirements are used in accordance with technical specifications. The next step is to analyze the unit cost, then the budget plan is obtained by multiplying the unit cost by the volume of each work. After that, doing the estimated duration of the work then continued by determining the interdependence relationship between works. Afterwards analyze the project implementation work plan which includes the estimated time, project implementation budget, and resource requirements using two alternatives. The alternatives that will be done in this study is increasing the duration of working hours and adding the number of heavy equipment. Then scheduling using Microsoft Project Manager 2016. The results of scheduling using Microsoft Project Manager 2016 are resource requirements per time, S curve, and implementation schedule. After that re-evaluated work plan based on estimated time, budget implementation of work, and resource needs. If the project's time does not experience acceleration then re-create the work plan. But if the project implementation time is accelerated then proceed at a later stage.

Based on the scheduling result, the budget plan for the construction of the Sion Hydropower Plants Weir is Rp.272.415.246.000,00 (Two Hundred Seventy Two Billion Four Hundred Fifteen Million Two Hundred Forty Six Thousand Rupiah) with a duration of 654 days. After the acceleration of the project schedule using an alternative to the addition of working hours, the budget plan costs Rp. 275,231,147,000.00 (Two Hundred Seventy Five Billion Two Hundred and Thirty One Million One Hundred Forty Seven Thousand Rupiah) with a duration of 512 days. While the acceleration of the project schedule with the alternative of adding heavy equipment with the same duration is Rp. 272.583.413.000,00 (Two Hundred Seventy Two Billion Five Hundred Eighty Three Million Four Hundred Thirteen Thousand Rupiah). Based on these results, the alternative chosen for the acceleration of the Sion Hydropower Plants Weir construction schedule is an alternative with the addition of heavy equipment.

***Keywords**: Scheduling, Working Hours, Heavy Equipment, Microsoft Project Manager 2016.*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadirat-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **"Studi Penjadwalan Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion Kecamatan Parlilitan Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara dengan Menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*"** dengan baik dan lancar.

Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala pertolongan-Nya.
2. Bapak Ir. Suwanto Marsudi, MS. sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan-masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi.
3. Bapak Dr.Ir. Pitojo Tri Juwono, MT. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan serta saran.
4. Bapak Dr.Runi Asmaranto, ST., MT. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan serta saran.
5. Bapak Jadfan Sidqi Fidari, ST., MT. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan serta saran.
6. Kedua orang tua serta seluruh keluarga atas segala do'a dan pengorbanannya yang telah memberikan dorongan dan semangat dalam penyusunan laporan skripsi ini.
7. Herlambang Ariftriawan yang telah membantu dalam proses menyelesaikan laporan skripsi ini.
8. Semua teman-teman KBMP khususnya angkatan 2014 yang banyak membantu dalam proses menyelesaikan laporan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap bahwa laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi instansi terkait dan semua pembaca.

Malang, Agustus 2018

Penyusun

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja di kosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN xi

RINGKASAN xiii

SUMMARY xv

BAB I PENDAHULUAN 1
- 1.1. Latar Belakang 1
- 1.2. Identifikasi Masalah 2
- 1.3. Rumusan Masalah 2
- 1.4. Batasan Masalah 2
- 1.5. Tujuan 3
- 1.6. Manfaat 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
- 2.1. Pengertian Manajemen Proyek 5
  - 2.1.1. Proyek 5
  - 2.1.2. Manajemen Proyek 6
- 2.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan 7
- 2.3. Metode Pelaksanaan Bendung 8
- 2.4. Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja 10
- 2.5. Produktivitas Alat Berat 12
  - 2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat 12
  - 2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat 15
- 2.6. Produktivitas Pekerja 25
- 2.7. Durasi pekerjaan 26
- 2.8. Biaya Pelaksanaan Proyek 27
  - 2.8.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*) 27
  - 2.8.2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) 28
- 2.9. Analisis Harga Satuan Pekerjaan 28
- 2.10. Alokasi Sumber Daya Terpakai 30
- 2.11. Logika Ketergantungan Pekerjaan 31
- 2.12. *Network Planning* (Perencanaan Jaringan Pekerjaan) 32
  - 2.12.1. Definisi *Network Planning* 32
  - 2.12.2. Manfaat *Network Planning* 33
  - 2.12.3. Dasar-Dasar *Network Planning* 33
- 2.13. Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek 34
  - 2.13.1. *Network Diagram* 35
- 2.14. Meratakan Penggunaan Sumber Daya 43

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.15. Penerapan Program Komputer dalam Proyek Konstruksi 44
2.15.1. Microsoft Project Manager 2016 44
2.15.2. Penggunaan Microsoft Project Manager 2016 45
2.15.3. Kelebihan dan Kekurangan *Microsoft Project Manager 2016* 46

BAB III METODOLOGI 49
3.1. Kondisi Daerah Studi 49
3.2. Kondisi Geologi 51
3.3. Lingkup Pekerjaan 52
3.4. Metode Pengumpulan Data 54
3.5. Metode Analisis Data 57
3.6. Diagram Alur Pengerjaan Skripsi 58
3.7. Diagram Alur Penggunaan *Microsoft Project 2016* 59
3.8. Tapak Situasi Bendung 60
3.9. Tapak Situasi *Powerhouse* 60

BAB IV PEMBAHASAN 63
4.1. Metode Pelaksanaan 63
4.1.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Persiapan 63
4.1.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bendung 64
4.2. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 66
4.3. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek 67
4.3.1. Perhitungan Volume Pekerjaan 67
4.3.2. Perhitungan Produktifitas Alat 70
4.3.3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan 83
4.3.4. Analisis Perhitungan Rencana Anggaran Biaya 87
4.3.5. Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan 94
4.3.6. Logika Ketergantungan Pekerjaan 94
4.3.7. Analisis Kebutuhan Sumber Daya 97
4.4. Penjadwalan Proyek dengan Program *Microsoft Project Manager 2016* 113
4.4.1. Penyusunan Jaringan Kerja 113
4.4.2. Optimasi Jadwal Proyek 119
4.5. Analisis Percepatan Jadwal Proyek 132
4.5.1. Alternatif Percepatan Durasi Proyek 134
4.5.1.1. Percepatan Jadwal Dengan Penambahan Jam Kerja 134
4.5.1.2. Percepatan Jadwal Dengan Penambahan Alat Berat 143
4.5.2. Analisis Kegiatan Setelah Durasi Proyek Dipercepat 151
4.5.2.1. Analisis Kegiatan Setelah Penambahan Jam Kerja 151
4.5.2.2. Analisis Kegiatan Setelah Penambahan Alat Berat 161
4.6. Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah Dipercepat 173

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 175
5.1. Kesimpulan 175
5.2. Saran 176

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah atau Bahan Berbutir	13
Tabel 2.2.	Faktor Efisiensi Alat	14
Tabel 2.3.	Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Alat	14
Tabel 2.4.	Faktor Bucket (*bucket fill factor*) (Fb) untuk *Excavator*	16
Tabel 2.5.	Faktor Konversi Galian (Fv) untuk Alat *Excavator*	16
Tabel 2.6.	Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) *Excavator*	16
Tabel 2.7.	Faktor Efisiensi Alat *Dump Truck*	17
Tabel 2.8.	Kecepatan *Dump Truck* dan Kondisi Lapangan	18
Tabel 2.9.	Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) *Motor Grader*	22
Tabel 2.10.	Faktor *Bucket* (F_b) untuk *Wheel Loader*	23
Tabel 2.11.	Kapasitas Alat pada Beberapa Jenis Bahan	25
Tabel 4.1.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Bendung PLTA Sion	68
Tabel 4.2.	Harga Satuan Pekerjaan pada Bendung PLTA Sion	84
Tabel 4.3.	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion	88
Tabel 4.4.	Estimasi Durasi Pekerjaan dan Hubungan Ketergantungan Pekerjaan	95
Tabel 4.5.	Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pek. Konstruksi Bendung PLTA Sion	101
Tabel 4.6.	Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif	132
Tabel 4.7.	Perhitungan Upah Kerja Lembur	135
Tabel 4.8.	Analisis Durasi Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja	137
Tabel 4.9.	Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat	145
Tabel 4.10.	Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat	151
Tabel 4.11.	Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja	153
Tabel 4.12.	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja	155
Tabel 4.13.	Penambahan Alat Berat Setelah Kegiatan Dipercepat	161

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.14. Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan pada Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat 166
Tabel 4.15. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat 167
Tabel 4.16. Perbandingan Biaya Waktu Normal dengan Waktu Dipercepat. 173
Tabel 5.1. Perbandingan Rencana Aggaran Biaya dan Waktu. 176

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Tiga Kendala Sasaran Proyek (*Triple Constraint*)	6
Gambar 2.2.	*Concrete Vibrator*	15
Gambar 2.3.	*Excvator*	15
Gambar 2.4.	*Dump Truck*	17
Gambar 2.5.	*Vibrator Roller*	18
Gambar 2.6.	*Water Tanker*	19
Gambar 2.7.	*Concrete Mixer*	19
Gambar 2.8.	*Air Compressor*	20
Gambar 2.9.	*Motor Grader*	21
Gambar 2.10.	*Wheel Loader*	23
Gambar 2.11.	Tronton	23
Gambar 2.12.	*Tandem Roller*	24
Gambar 2.13.	*Tamper*	25
Gambar 2.14.	Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA	36
Gambar 2.15.	Potongan Jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF	37
Gambar 2.16.	Perhitungan Maju	38
Gambar 2.17.	Perhitungan Maju	38
Gambar 2.18.	Perhitungan Mundur	38
Gambar 2.19.	Perhitungan Mundur	39
Gambar 2.20.	Model Node PDM	39
Gambar 2.21.	Perhitungan Maju pada PDM	41
Gambar 2.22.	Perhitungan Mundur pada PDM	41
Gambar 2.23.	Contoh Bagan Balok (*Barchart*)	42
Gambar 2.24.	Tampilan Awal Microsoft Project Manager 2016	45
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Studi	50
Gambar 3.2.	Peta Lokasi Bendung PLTA Sion dan *Powerhouse*	51
Gambar 3.3.	Pasir Lempungan Pelapukan Batu Pasir Tufaan yang Terdapat pada Sal.	52
Gambar 3.4.	Batupasir Tufaan yang Tersingkap Sepanjang Sungai Aek Simonggo	52
Gambar 3.5.	Diagram Alur Pengerjaan Skripsi	58

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 3.6. Diagram Alur Pengerjaan *Microsoft Project 2016* 59
Gambar 3.7. Tapak Bendung Dilihat dari Hilir 60
Gambar 3.8. Tapak *Powerhouse* 61
Gambar 4.1. Membuat Lembar Kerja Baru 113
Gambar 4.2. Penyusunan Kalender Kerja Proyek 114
Gambar 4.3. Menentukan Tanggal Dimulainya Proyek 115
Gambar 4.4. Penyusunan Jaringan Kerja 117
Gambar 4.5. Sumber Daya yang dibutuhkan Selama Proyek 118
Gambar 4.6. Menugaskan *Resource* ke *Task Name* 118
Gambar 4.7. Grafik Dump Truck Sebelum Optimasi 119
Gambar 4.8. Grafik Dump Truck Setelah Optimasi 120
Gambar 4.9. Grafik Excavator Sebelum Optimasi 120
Gambar 4.10. Grafik Excavator Setelah Optimasi 121
Gambar 4.11. Grafik Compressor Sebelum Optimasi 121
Gambar 4.12. Grafik Compressor Setelah Optimasi 122
Gambar 4.13. Grafik Concrete Mixer Sebelum Optimasi 122
Gambar 4.14. Grafik Concrete Mixer Setelah Optimasi 123
Gambar 4.15. Grafik Water Tanker Sebelum Optimasi 123
Gambar 4.16. Grafik Water Tanker Setelah Optimasi 124
Gambar 4.17. Grafik Motor Grader Sebelum Optimasi 124
Gambar 4.18. Grafik Motor Grader Setelah Optimasi 125
Gambar 4.19. Grafik Tandem Roller Sebelum Optimasi 125
Gambar 4.20. Grafik Tandem Roller Setelah Optimasi 126
Gambar 4.21. Grafik Tamper Sebelum Optimasi 126
Gambar 4.22. Grafik Tamper Setelah Optimasi 127
Gambar 4.23. Grafik Concrete Vibrator Sebelum Optimasi 127
Gambar 4.24. Grafik Concrete Vibrator Setelah Optimasi 128
Gambar 4.25. Grafik Wheel Loader Sebelum Optimasi 128
Gambar 4.26. Grafik Wheel Loader Setelah Optimasi 129
Gambar 4.27. Grafik Vibrator Roller Sebelum Optimasi 129
Gambar 4.28. Grafik Vibrator Roller Setelah Optimasi 130
Gambar 4.29. Grafik Tronton Sebelum Optimasi 130
Gambar 4.30. Grafik Tronton Setelah Optimasi 131
Gambar 4.31. Grafik Dump Truck Setelah Penambahan Alat Berat 162

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 4.32. Grafik Compressor Setelah Penambahan Alat Berat 162
Gambar 4.33. Grafik Vibrator Roller Setelah Penambahan Alat Berat 163
Gambar 4.34. Grafik Concrete Vibrator Roller Setelah Penambahan Alat Berat..... 163
Gambar 4.35. Grafik Motor Grader Setelah Penambahan Alat 164
Gambar 4.36. Grafik Excavator Setelah Penambahan Alat 164
Gambar 4.37. Grafik Tandem Roller Setelah Penambahan Alat 165
Gambar 4.38. Grafik Water Tanker Setelah Penambahan Alat Berat..... 165
Gambar 4.39. Grafik Concrete Mixer Setelah Penambahan Alat Berat 166

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Harga Satuan Upah, Bahan, dan Sewa Alat Provinsi Sumatera Utara	177
Lampiran 2	Gambar Detail Desain Konstruksi Bendung PLTA Sion	178
Lampiran 3	Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bendung PLTA Sion	179
Lampiran 4	Jadwal dan Kurva "S" Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion	180

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat karena energi listrik mempunyai berbagai fungsi dan mudah untuk dikonversikan menjadi energi lain, sehingga menyebabkan permintaan akan penyediaan listrik juga sangat besar. Usaha terbaik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat adalah dengan meningkatkan energi terbarukan. Berdasarkan data Rencana Umum Penyediaan Listrik (RUPL) PLN tahun 2013-2022, PLN memproyeksikan konsumsi listrik di tanah air pada tahun 2022 mencapai 386 TWh atau tumbuh rata-rata 8,2% per tahun. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi sumber daya alam besar di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Saat ini pemanfaatan tenaga air belum optimal (hanya 6% dari potensi yang ada). Untuk merealisasikan rencana PLN tersebut pemerintah mengembangkan salah satu potensi tenaga air di Sumatera Utara yaitu pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion yang terletak di Kecamatan Parlilitan, Kabupaten Humbang Hasundutan.

Bendung PLTA Sion merupakan suatu bangunan yang berfungsi untuk meninggikan tataran muka air di sungai Aek Simonggo, sehingga air sungai bisa di sadap untuk memutar turbin di *powerhouse*. Dalam pelaksanaan Bendung PLTA Sion terdapat berbagai jenis pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, pekerjaan bangunan bendung, pekerjaan kolam pengendap pasir, pekerjaan saluran penghantar, pekerjaan *surge tank*, pekerjaan gedung sentral dan tail race, pekerjaan sarana prasarana, serta pekerjaan jalan inspeksi. Dengan adanya berbagai jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan pada konstruksi Bendung PLTA Sion maka proyek ini dikategorikan sebagai proyek berskala menengah yang melibatkan banyak instansi didalamnya.

Dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion mempunyai batasan waktu, artinya proyek tersebut harus selesai sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Untuk mencapai target waktu diperlukan suatu penjadwalan yang baik untuk pengaturan penggunaan sumber daya, waktu pelaksaaan, dan biaya konstruksi secara efektif dan efisien.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1.2. Identifikasi Masalah

Pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion merupakan salah satu proyek yang dikategorikan sebagai proyek berskala menengah dan memiliki kompleksitas yang cukup tinggi, baik dari segi sumber daya yang digunakan maupun dari segi jenis pekerjaan. Selain itu pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion juga memilliki batasan waktu dan biaya dimana dalam pelaksanaannya tidak boleh melebihi waktu dan biaya yang telah ditentukan, oleh karena itu dibutuhkan suatu penjadwalan yang baik untuk mengatasi berbagai masalah yang mungkin terjadi.

Pada studi ini akan dilakukan penjadwalan dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016.* Program ini berfungsi untuk mengatur ketergantungan antar kegiatan yang melibatkan banyak faktor pendukung sehingga diperoleh penjadwalan yang efektif dari segi waktu dan efisien dari segi biaya dengan tetap memperhatikan kualitas sesuai spesifikasi teknis proyek tersebut.

1.3. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang dan identifikasi masalah maka didapatkan rumusan masalah sebagi berikut :

1. Berapakah jumlah Rencana Anggaran Biaya untuk pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion ?
2. Berapakah jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan *Program Microsoft Project Manager 2016*?
3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* ?
4. Bagaimana perbandingan analisis dua alternatif penjadwalan dalam pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* ?

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya pembahasan yang keluar dari pokok kajian maka dilakukan pemberian batasan masalah agar lebih fokus pada analisis yang dilakukan. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lingkup kerja yang dianalisis adalah pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion.
2. Data yang dianalisis merupakan data sekunder proyek yang meliputi data kontrak, data perencanaan, dan data harga satuan.
3. Data yang digunakan merupakan data hasil perhitungan PT. Citra Multi Energi (CME).
4. Dalam studi ini ada dua alternatif yang akan dilakukan yaitu dengan menambah durasi jam kerja dan menambah jumlah alat berat.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. Studi ini ditinjau dari segi waktu pelaksanaan, sumber daya dan biaya.
6. Biaya yang diperhitungkan adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung.
7. Pekerjaan yang akan dikaji merupakan pekerjaan yang terkait secara langsung pada pembangunan konstruksi Bendung PLTA Sion.
8. Tidak membahas mengenai analisis ekonomi bangunan.
9. Pekerjaan yang dianalisis hanya pekerjaan sipil.
10. Studi penjadwalan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016.*

1.5. Tujuan

Tujuan dari studi penjadwalan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jumlah Rencana Anggaran Biaya untuk pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion.
2. Mengetahui jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan *Program Microsoft Project Manager 2016*.
3. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016.*
4. Membandingkan dua alternatif penjadwalan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016.*

1.6. Manfaat

Manfaat dari studi penjadwalan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan referensi dalam menyelesaikan masalah-masalah pengolahan manajemen suatu proyek.
2. Dapat dijadikan referensi untuk mengevaluasi dan menilai perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek.
3. Dapat dijadikan referensi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, biaya kerja, dan waktu kerja dalam pelaksanaan proyek.
4. Dapat dijadikan referensi dalam penerapan dan pengembangan penjadwalan suatu proyek menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja di kosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Manajemen Proyek

2.1.1. Proyek

Proyek adalah kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999,p.2)

Dari pengertian diatas dapat dilihat bahwa ciri-ciri pokok proyek adalah sebagi berikut :

1. Memiliki tujuan khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan yang telah ditentukan.
3. Bersifat sementara, dalam arti waktunya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

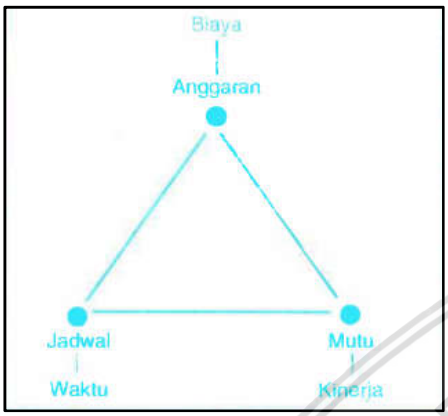
Tahapan proyek konstruksi dimulai dari munculnya prakarsa pembangunan, yang selanjutnya ditindaklanjuti dengan survei dan seterusnya hingga konstruksi benar-benar berdiri dan dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan fungsionalnya. Suatu proyek dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu tahap awal, tahap menengah, dan tahap akhir untuk menjaga kesesuaian hubungan pada kegiatan operasional pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Tahap awal dimulai dari pembentukan ide, lingkup pekerjaan, dan tim manajemen proyek. Tahap menengah mencakup dasar, proses kegiatan, dan hasil. Sementara tahap akhir melingkupi persetujuan dan penyerahterimaan proyek sebagai hasil akhir produk kepada pemilik atau penyandang dana. Hal tersebut terintegrasi menjadi bentuk siklus kehidupan proyek yang mencakup *What* (teknik apa yang dilakukan), *When* (kapan deliverables dicapai dan bagaimana ditinjau, divalidasi), *Who* (siapa yang terlibat), dan *How* (bagaimana mengontrol dan menyetujui) (Widiasanti & Lenggogani, 2013,p.26).

Dalam proses mencapai tujuan suatu proyek ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering disatukan sebagai sasaran proyek.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999,p.1).

1. Anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
2. Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.
3. Mutu produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.



Gambar 2.1. Tiga Kendala Sasaran Proyek (*Triple Constraint*)
Sumber: Soeharto (1999,p.3)

Ketika batasan tersebut saling berhubungan, artinya apabila ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, apabila ingin menekan biaya maka harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

2.1.2. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek agar proyek yang dilaksanakan tepat waktu, biaya, dan mutu (I.ervianto,2002).

Tujuan Manajemen Proyek adalah sebagia berikut :

1. Mengelola Risiko

   Dalam mencapai keberhasilan pelaksanaan proyek pasti ditemui kendala yang dapat mengganggu proses berjalannya suatu proyek, namun bukan berarti tidak dapat dikelola. Dengan adanya manajemen proyek risiko yang mungkin terjadi dapat diatasi.
2. Memaksimalkan Potensi Tim

   Kualitas sumber daya manusia membawa peran penting dalam melaksanakan proyek. Manajemen proyek membimbing setiap individu agar dapat menjalankan perannya dengan maksimal, mampu membuat perencanaan yang baik serta memiliki kemampuan dalam mengelola proyek.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Menciptakan Perencanaan yang Tepat

   Manajemen proyek mengarahkan pada perencanaan yang tepat melingkupi seluruh proses awal hingga akhir dengan memaksimalkan kualitas dan kapabilitas.

4. Memanfaatkan Peluang

   Manajemen proyek sangat membantu mengelola sebuah peluang untuk dimanfaatkan bagi perkembangan perusahaan tanpa mengurangi nilai utama yang ingin dicapai perusahaan.

5. Mengelola Integrasi

   Membuat proyek tetap konsisten dan tetap berada pada jalur yang dibutuhkan penggabungan antara sistem, proses bisnis, dan organisasi. Kelangsungan antara 3 elemen tersebut membuat kunci dari nilai sebuah proyek tetap terjaga, sehingga tujuannya dapat tercapai. Manajemen proyek berperan penting dalam mengidentifikasi dan mempertahankan integrasi.

Dalam suatu rangkaian kegiatan proyek konstruksi, ada suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut akan melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik langsung maupun tidak langsung. Semakin banyak pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi, maka potensi terjadinya konflik akan semakin besar sehingga dapat dikatakan proyek konstruksi memiliki konflik yang cukup tinggi.

2.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode merupakan suatu hal yang penting untuk diperhatikan dalam proses konstruksi bangunan untuk mencapai tujuan. Dengan penentuan metode yang tepat, suatu proyek konstruksi dapat mengejar target keuntungan dari sisi biaya dan waktu tanpa mengurangi kualitas. Jika dihubungkan dengan *cost and time reduction*, metodepun bisa menjadi suatu stimulus atau bahkan dapat menjadi katalisator dari beberapa komponen didalam suatu proyek.

Untuk menentukan metode pelaksanaan umumnya yang dijadikan sebagai dasar pertimbangan adalah tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Sedangkan untuk melakukan *time reduction* dengan biaya yang optimal serta kualitas yang tidak dikurangi pada kegiatan proyek tertentu dan diasumsikan sumber daya yang dimiliki tidak terbatas maka digunakan beberapa metode yang efektif sebagai berikut :

1. Penambahan sumber daya

   Penambahan sumber daya merupakan metode yang paling umum untuk mempercepat pelaksanaan proyek dengan menambahkan tenaga kerja dan alat berat. Tetapi alternatif

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ini harus diperhatikan dan dipertimbangkan dengan baik karena hubungan antara ukuran pekerja dan perkembangan proyek bukan hal yang bersifat linier.

2. Dilakukan lembur

   Kegiatan lembur otomatis harus dijadwalkan setelah penambahan tenaga kerja dan alat berat agar lebih produktif. Namun dengan dilakukannya lembur harus diperhatikan batasan kemampuan yang dapat dilakukan oleh manusia, karena ketika tingkat kelelahan pekerja sudah cukup tinggi, maka dapat mengurangi produktivitas pekerjaannya.

3. Menbangun tim proyek inti

   Para professional diizinkan untuk memusatkan perhatian mereka hanya pada suatu proyek tertentu, sehingga diharapkan dengan fokus yang ada ini akan dapat meningkatkan kekompakan timnya dan yang paling penting adalah mempercepat penyelesaian proyek.

Selama proses pelaksanaan manajemen proyek mengkoordinasikan semua komponen dari suatu proyek, melibatkan sejumlah tanggung jawab yang meliputi :

a. Mengawasi pekerjaan apakah pekerjaan sudah dilaksanakan sesuai rencana
b. Memberikan umpan balik kepada orang yang mengerjakan proyek
c. Bernegoisasi untuk bahan suplai dan pelayanan
d. Memecahkan perbedaan diantara orang-orang yang terlibat didalam proyek, dimana tanggung jawab itu memerlukan bermacam-macam keterampilan.

2.3. Metode Pelaksanaan Bendung

Bendung merupakan suatu bangunan yang berfungsi untuk meninggikan tataran muka air sungai dan membendung aliran sungai. Bendung dibangun secara melintang sungai, sehingga air sungai bisa di sadap untuk mengalirkan air ke daerah yang diinginkan. Bangunan pengelak merupakan bagian dari bendung yang dibangun didalam air. Pekerjaan sebuah bendung harus mempertimbangkan syarat-syarat yang diperlukan selama pelaksanaan. Ada dua metode yang dapat dipertimbangkan dalam pengerjaan bendung yaitu pelaksanaan di dasar sungai dan pelaksanaan di tempat kering.

a. Pelaksanaan di dasar sungai

   Selama pelaksanaan berlangsung sungai harus dibelokkan, sehingga sebagian dari sungai tersebut harus dikeringkan atau semua aliran sungai dibelokkan melalui saluran pengelak.

b. Pelaksanaan di tempat kering

   Dalam beberapa kasus metode pelaksanaan ini banyak digunakan. Bangunan dibuat diluar dasar sungai kemudian sungai tersebut dielakkan sesudah pelaksanaan selesai.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pembelokan aliran sungai setelah pembuatan bendung selesai akan dilakukan dengan tanggul penutup. Tanggul tersebut akan dibangun sedekat mungkin dengan mulut sodetan untuk mengurangi beda muka air pada tanggul penututp selama pelaksanaan.

Berikut adalah langkah-langkah metode pelaksanaan bendung :

1. Langkah pertama pembangunan bendung dimulai dengan pembuatan saluran pengelak disebelah sungai.
2. Penggalian tanah untuk pengerjaan saluran pengelak dan pembuatan bangunan pengelak untuk mengalihkan aliran sungai. Setelah sungai dialihkan lokasi bendung dapat dikeringkan melalui proses dewatering.
3. Dilanjutkan dengan pekerjaan galian tanah menggunakan excavator dan hasil galiannya akan diangkut kedalam dump truck untuk dibuang ke disposal area atau disimpan sebagai persediaan untuk material timbunan sesuai dengan jenis dan spesifikasi tanah.
4. Apabila selama proses penggalian ditemukan lapisan tanah keras maka akan dilakukan galian batu.
5. Kemudian dipilih metode *drilling and blasting* yaitu pada permukaan batuan dibuat pola *blasting*, setelah itu dibuat lubang dengan rock drill atau *canal drilling* untuk diisi sejumlah bahan peledak dan detonator sebagai pemicunya.
6. Hasil galian dikumpukan dengan excavator dan diangkut ke disposal area.
7. Galian batuan dengan *blasting* biasanya sulit untuk membentuk dasar galian yang rapi sesuai *rock line excavation* yang ada dalam *shop drawing*.
8. Setelah itu membentuk dan merapikan galian batu dengan menggunakan *giant breaker* yang dipasangkan pada excavator.
9. Pekerjaan yang harus dilakukan sebelum pekerjaan beton pondasi bendung adalah *finishing* permukaan batuan dengan membersihkan semua *loose* material dan menutup permukaan dengan *splash grouting. Splash grouting* adalah campuran semen pasir dan air yang disiramkan ke permukaaan batuan.
10. Selanjutnya adalah pekerjaan beton untuk pondasi, tubuh bendung, kolam olakan (*stilling basin*), *piers* serta *column*.
11. Terjadi pergesekan di permukaan bendung dengan air sungai dimana diasumsikan terdapat batuan lepas, ranting dan pohon, oleh karena itu perlu dilapisi dengan *steel fibre concrete.*
12. Setelah bangunan utama terlaksana dilanjutkan dengan bangunan lantai apron dan lantai *stilling basin* yang diikuti pekerjaan *backfill* dengan material terseleksi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

13. Jembatan pelayanan dibuat terpisah di fabrikasi karena menggunakan *precast prestressed concrete*, yang dikeluarkan dengan metode *launching trus*.
14. Pembuatan *piers* dan *hoist deck* merupakan pekerjaan yang paling berat sehingga memerlukan ketelitian dan akurasi yang tinggi agar penggabungan dengan pekerjaan pintu tidak banyak ditemui kesulitan.
15. Penentuan penggunaan perancah bekisting di lantai *hoist room* perlu penanganan khusus.
16. Pekerjaan apron dan *stilling basin* bukan merupakan pekerjaan kritis namun dapat dilaksanakan parallel dengan pekerjaan bendung sesuai kapasitas penyediaan beton per hari.
17. Pembuatan *piers* dam kolom menggunakan *climbing formwork* dengan dua tipe yaitu untuk lengkung dipakai bekisting baja dan untuk yang lurus digunakan bekisting kayu dan *plywood.*
18. Terdapat dua jenis beton yang harus dilaksanakan bersama yaitu antara beton biasa dan beton campuran pada tahap pelaksanaan pengecoran beton untuk *piers* agar terhindar dari sambungan dingin .
19. Digunakan kawat yang ditahan dengan besi beton atau *wire mesh* agar kedua jenis beton tidak tercampur.
20. Dilakukan pengecoran secara bergantian dalam waktu yang relatif bersamaan antara *steel fibre concrete* dan beton biasa.
21. Stelah itu dilanjutkan dengan pengecoran bagian-bagian pada elevasi diatasnya sesuai dengan ketinggian *climbing formwork.*
22. Untuk dinding bangunan *hoist room* yang awalnya adalah beton biasa, dilakukan inovasi menjadi kolom dan balok rangka baja dengan dinding *precast prestressed panel* (*hollow core wall*) untuk dinding maupun plat atap.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam metode pelaksanaan bendung adalah :

- Memaksimalkan penggunaan material galian untuk timbunan
- Dilakukan *stripping* dahulu pada permukaan humus atau top soil sebelum dilaksanakan timbunan agar tidak terjadi *settlement.*

2.4. Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja dapat didefinisikan sebagai suatu perencanaan, kebijakan dan pengambilan keputusan dari suatu organisasi atau perusahaan agar lebih memperhatikan keselamatan pekerjanya (Silalahi & Silalahi, 1995).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Sebagai dasar untuk manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, semua perusahaan yang berkonsultasi dengan para pekerja terkait harus menyiapkan, menerbitkan dan memelihara suatu kebijakan yang dengan jelas menguraikan sifat bahaya serta langkah-langkah yang mereka maksudkan untuk mencegah atau mengurangi efek bahaya dan kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan. Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja memegang peranan penting dalam upaya pencegahan kecelakaan yang terjadi pada proyek konstruksi. Top Manajemen merupakan pihak yang memiliki kemampuan dan tanggung jawab dalam mengendalikan seluruh lingkungan proyek dan seluruh sumber daya yang digunakan.

Menurut Silalahi & Silalahi (1995), seperti tertulis dalam Undang-Undang No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, mewajibkan seorang pemimpin perusahaan melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Mensosialisasikan semua peraturan dan regulasi yang dibuat manajemen menyangkut K3.
2. Memasang penjelasan untuk mempromosikan K3 di tempat kerja.
3. Menyediakan perlengkapan keselamatan yang dibutuhkan bagi setiap orang yang ada ditempat kerja.
4. Melakukan pemeriksaan secara berkala terhadap kesehatan badan, kondisi mental, dan kemampuan fisik pekerja sesuai dengan pekerjaan yang dilakukannya.
5. Memberikan penjelasan kepada para pekerja baru mengenai kondisi dan bahaya yang dihadapi di tempat kerja, penggunaan perlengkapan keselamatan dan cara maupun sikap aman dalam melaukan pekerjaan.
6. Melakukan bimbingan yang berhubungan dengan pencegahan kecelakaan, pemberantasan kebakaran, dan P3K kepada seluruh pekerja.
7. Memenuhi dan mentaati semua syarat dan ketentuan yang berlaku.

Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah bagian penting dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan dan prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan dalam pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan dalam kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian resiko yang berkaitan dengan kegiatan guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (Peraturan Menteri No. PER-05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja).

Sesuai dengan Peraturan Menteri No. PER-05/MEN/1996, tujuan dan sasaran dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah menciptakan sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur-unsur manajemen, tenaga kerja

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

serta kondisi lingkungan kerja dalam rangka mencegah ataupun mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sehingga tercipta tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

2.5. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat adalah batas kemampuan alat berat untuk bekerja dalam satuan waktu (m^3/jam). Hubungan antara tenaga yang dibutuhkan, tenaga yang tersedia dan tenaga yang dapat dimanfaatkan sangat berpengaruh pada produktivitas suatu alat berat. Tujuan pemakaian alat berat itu sendiri adalah untuk mempermudah para pekerja dalam mengerjakan pekerjaannya.

Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi pada lapangan agar dapat berproduksi seoptimal dan seefesien mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat adalah sebagai berikut :

- Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemadatan tanah, galian tanah, dan penempatan beton.
- Kondisi lapangan yang mencakup keadaan tanah dan keterbatasan lahan.
- Letak daerah atau lokasi yang meliputi keadaan cuaca, temperatur, dan topografi.
- Jadwal rencana pekerjaan yang digunakan.
- Keberadaan alat yang dikombinasikan dengan alat yang lain.
- Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi.
- Kemampuan suatu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

Alat-alat berat mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu proyek. Dalam setiap pengoperasian alat berat dibutuhkan biaya yang cukup besar sehingga alat-alat berat pada proyek harus dimanfaatkan seoptimal dan seefisien mungkin. Adapun keuntungan-keuntungan dengan menggunakan alat-alat berat, antara lain :

1. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaian.
2. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia. Karena alasan efisiensi,keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
3. Dengan menggunakan alat berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat

Kapasitas operasi dari suatu mesin konstruksi dinyatakan dalam m^3/jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan per siklus dalam satu jam.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. Faktor Konversi Volume Tanah

Banyaknya volume tanah yang dapat dikerjakan tergantung dari keadaan tanah tersebut. Apakah tanah tersebut dalam keadaan asli (belum pernah dikerjakan dengan alat berat), apakah tanah lepas yang terkena pengerjaan alat berat atau apakah tanah tersebut telah dipadatkan. Faktor konfensi tergantung dari tipe tanah dan pengerjaannya.

Tabel 2.1.
Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah atau Bahan Berbutir

Jenis Tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	A	1,00	1,11	0,95
	B	0,90	1,00	0,86
	C	1,05	1,17	1,00
Tanah liat berpasir	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,80	1,00	0,72
	C	1,10	1,39	1,00
Tanah liat	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,70	1,00	0,63
	C	1,11	1,59	1,00
Tanah campur kerikil	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91
	C	093	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	0,10
Pecahan cadas atau batua lunak	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00
Pecahan granit atau batuan keras	A	1,00	1,70	1,31
	B	0,59	1,00	0,77
	C	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	A	1,00	1,75	1,40
	B	0,59	1,00	0,80
	C	0,71	1,24	1,00
Bahan hasil peledakan	A	1,00	1,80	1,30
	B	0,56	1,00	0,72
	C	0,77	1,38	1,00

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013,p.53)
Keterangan : A = Tanah asli; B = Tanah lepas; C = Tanah padat

2. Efisiensi Kerja Alat

Dalam proses perencanaan produktivitas per jam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat itu sendiri dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor satuan. Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Efisiensi kerja tergantung pada

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat.

Tabel 2.2.
Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Baik	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,62	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013,p.25)
Keterangan : Angka dalam warna biru tidak disarankan hal ini dikarenakan efisiensi berdasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum. Untuk efisiensi setiap alat bisa berbeda.

3. Faktor Lain yang Mempengaruhi Produksi Peralatan

   Faktor lain yang mempengaruhi produksi alat tidak hanya dari faktor alat itu sendiri, namun ada banyak faktor diluar alat yang berpengaruh.

Tabel 2.3.
Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Alat

No	Tipe Faktor	Faktor Konversi
1	Faktor Peralatan • Untuk peralatan yang baik (lama) • Untuk peralatan yang rusak ringan	 0,90 0,80
2	Faktor Operasi • Untuk operator kelas I • Untuk operator kelas II • Untuk operator kelas III	 1,00 0,80 0,70
3	Faktor Material (bahan) a. Faktor Kohesif • Non kohesif • Kohesif b. Faktor Konversi Material	 0,60 – 1,00 0,75 – 1,10 (Tabel 2.1)
4	Faktor Manajemen dan Sifat Manusia • Sempurna (60/60) • Baik (55/60) • Sedang (50/60) • Buruk (45/60)	 1,00 0,92 0,82 0,75
5	Faktor Cuaca • Baik • Sedang	 1,00 0,80
6	Faktor Perlengkapan	Sesuai dengan jenis alat

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 2.3.
Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produktivitas Alat

No	Tipe Faktor	Faktor Konversi
7	Faktor Kondisi Lapangan • Berat • Sedang • Ringan	 0,70 0,80 1,00

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013)

2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Berdasarkan Analisis awal dari kontrak terdapat beberapa alat berat yang akan digunakan pada Bendung proyek PLTA Sion, antara lain :

1. Concrete Vibrator

Gambar 2.2. Concrete Vibrator
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.138)

Kapasitas produksi/jam, untuk pengupasan dapat dihitung dengan rumus :

$Q = q \ x \ F_a \ m^2$ ..... (2-1)

Keterangan :

Q = Kapasitas produktifitas (m^3/jam)

q = Kapasitas *concrete vibrator* (m^3/jam)

F_a = Faktor efisiensi *concrete vibrator*

2. Excavator

Gambar 2.3. Excvator
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.17)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; F_b \; x \; F_a \; x \; 60}{T_1 \; x \; F_v} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}2)$$

Keterangan :

V = Kapasitas *Bucket* (m^3)

F_b = Faktor *Bucket*

F_a = Faktor efisiensi alat

F_v = Faktor konversi (kedalaman < 40%)

T = Waktu siklus (menit)

T_1 = Lama menggali, memuat (menit)

T_2 = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

Tabel 2.4.
Faktor Bucket (*bucket fill factor*) (Fb) untuk *Excavator*

Kondisi Operasi	**Kondisi Lapangan**	**Faktor Bucket (Fb)**
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	0,9 – 1,0
Sulit	Batu pecah hasil	0,8 – 0,9

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

Tabel 2.5.
Faktor Konversi Galian (Fv) untuk Alat *Excavator*

Kondisi galian (Kedalaman galian/kedalaman galian maksimum)	**Kondisi membuang, menumpahkan *(dumping)***			
	Mudah	**Normal**	**Agak sulit**	**Sulit**
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40-75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

Tabel 2.6.
Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) *Excavator*

Kondisi Operasi	**Faktor Efisiensi**
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurag	0,67
Kurang	0,58

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.36)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. *Dump Truck*

Gambar 2.4. Dump Truck
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.163)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; F_a \; x \; 60}{D \; x \; T_s} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}3)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi *Dump Truck* (m^3/jam)

V = Kapasitas bak (ton)

F_a = Faktor efisiensi alat

F_k = Faktor Pengembangan bahan

D = Berat isi material (lepas,gembur) (ton/m^3)

V_1 = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

V_2 = Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

T_s = Waktu siklus (menit)

T_1 = Waktu muat (menit)

Q_{Ecv} = Kapasitas produksi *Excavator (*m^3/jam), bila kombinasi dengan alat *Excavator.* Bila melayani alat lain seperti Wheel Loader, AMP dll digunakan Q yang sesuai.

T_2 = Waktu tempuh (menit)

T_3 = Waktu tempuh kosong (menit)

T_4 = Waktu lain-lain (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

Tabel 2.7.
Faktor Efisiensi Alat *Dump Truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
Buruk	0,70

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.35)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 2.8.
Kecepatan *Dump Truck* dan Kondisi Lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan (km/jam)
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.35)

4. Vibrator Roller

Gambar 2.5. Vibrator Roller
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{(be\ x\ v\ x\ 1000) x\ t\ x\ F_a}{n}\ m^3 \quad \text{(2-4)}$$

Keterangan :

b_e = Lebar efektif pemadatan ($b-b_0$) (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

b_0 = Lebar overlap (m)

t = Tebal pemadatan (m)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

F_a = Faktor efisiensi alat (kondisi baik)

1000 = Perkalian dari km ke m

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. *Water Tanker*

Gambar 2.6. Water Tanker
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produktivitas per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{A \; x \; F_a \; x \; 60}{Q_{Keb} \; x \; T_s} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}5)$$

Keterangan :

A = Kapasitas tangki air (m^3)

F_a = Faktor efisiensi alat

Q_{keb} = Kebutuhan air/ m^3 tanah (m^3)

V = Kecepatan berpindah (km/jam)

L = Jarak layanan (km)

Q_1 = Debit penyiraman (lt/detik)

Q_2 = Debit pengisian (lt/detik)

T_1 = Waktu penyiraman (menit)

T_2 = Waktu pengisian (menit)

T_3 = Waktu pengambilan air (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

6. *Concrete Mixer*

Gambar 2.7. Concrete Mixer
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.72)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; F_a \; x \; 60}{1000 \; x \; T_s} \quad \text{(2-6)}$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m^3/jam)

V = Kapasitas mencampur (m^3)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

T_1 = Lama waktu mengisi (menit)

T_2 = Lama waktu mengangkut (menit)

T_3 = Lama waktu kembali (menit)

T_4 = Lama waktu menumpahkan dll (menit)

7. *Air Compressor*

Gambar 2.8. Air Compressor
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Alat ini digunakan sebagai sumber tenaga berbentuk udara bertekanan tinggi untuk *Jack Hammer*, *Rock Drill*, *Concrete Breaker* untuk penghancuran. Digunakan pula untuk membersihkan area yang akan dikerjakan.

Air compressor dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{1 \; x \; F_a \; x \; 60}{5} \; m^3 \quad \text{(2-7)}$$

Untuk *Jack Hammer*, kebutuhan udara per jam dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; 60}{F_a} \; m^3 \quad \text{(2-8)}$$

Untuk membersihkan permukaan per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; 60}{F_a} \; m^2 \quad \text{(2-9)}$$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Keterangan :

F_a = Faktor efisiensi alat

5 = Asumsi kapasitas produksi pemecahan 1 m^2 luas permukaan (menit/m^2)

1 = Asumsi luas 1 m^2 diperlukan pemecahan selama 5 menit

60 = Perkalian 1 jam ke menit

V = Kapasitas konsumsi udara (m^3/menit)

8. *Motor Grader*

Gambar 2.9. Motor Grader
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.26)

a. Untuk pekerjaan perataan hamparan :

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{L_h \, x \, \{n(b-b_0) + b_0\} \, x \, F_a \, x \, 60}{N \, x \, n \, x \, T_s} \; m^2 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}10)$$

Keterangan :

L_h = Panjang hamparan (m)

b_0 = Lebar overlap (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

n = Jumlah lintasan (lintasan)

N = Jumlah pengupasan tiap lintasan (lintasan)

v = Kecepatan rata-rata (km/jam)

b = Lebar pisau efektif (m)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

T_1 = Waktu 1 kali lintasan (menit)

T_2 = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 2.9.
Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) *Motor Grader*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran, grading	0,6
Penggalian (trenching)	0,5

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.37)

b. Untuk pekerjaan perataan hamparan padat :

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{L_h \, x \, \{n(b-b_0) + b_0\} \, x \, F_a \, x \, 60 \, x \, t}{N \, x \, n \, x \, T_s \, x \, F_k} \, m^2 \quad \text{(2-11)}$$

Keterangan :

F_k = Faktor pengembangan bahan

t = Tebal hamparan padat (m)

c. Untuk pekerjaan pengupasan (grading)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{L_h \, x \, \{n(b-b_0) + b_0\} \, x \, F_a \, x \, 60 \, x}{N \, x \, n \, x \, T_s} \, m^2 \quad \text{(2-12)}$$

Keterangan :

L_h = Panjang hamparan (m)

b_0 = Lebar overlap (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

n = Jumlah lintasan (lintasan)

N = Jumlah pengupasan tiap lintasan (lintasan)

v = Kecepatan rata-rata (km/jam)

b = Lebar pisau efektif (m)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

T_1 = Waktu 1 kali lintasan (menit)

T_2 = Lain-lain (menit)

T_s = Waktu siklus (menit)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

9. *Wheel Loader*

Gambar 2.10. Wheel Loader
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014, p.40)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; F_h \; x \; F_a \; x \; 60}{T_s} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}13)$$

Keterangan :

V = Kapasitas *bucket* (m^3)

F_b = Faktor *bucket* (Lihat pada tabel)

F_a = Faktor efisiensi alat (Lihat pada tabel)

T_s = Waktu siklus (menit)

Tabel 2.10.
Faktor *Bucket* (F_b) untuk *Wheel Loader*

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader	Track Loader
Mudah	1,0 – 1,1	1,0 – 1,1
Sedang	0,85 – 0,95	0,95 – 1,1
Agak sulit	0,80 – 0,85	0,90 – 1,0
Sulit	0,75 – 0,80	0,8 – 0,9

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.39)

10. Tronton

*Gambar 2.11.*Tronton
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V \; x \; F_a \; x \; 60 \; x \; 1000}{T_s} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}14)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m^3/jam)

V = Kapasitas muat (ton)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

11. Tandom Roller

Gambar 2.12. Tandem Roller
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Kapasitas produksi per jam dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{(b_e \; x \; v \; x \; 1000) \; x \; t \; x \; F_a}{n} \; m^3 \quad \text{.....} \quad (2\text{-}15)$$

Keterangan :

b_e = Lebar efektif pemadatan = b-b_0 (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

b_0 = lebar overlap (m)

t = Tebal pemadatan (m)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

F_a = Faktor efisiensi alat

1000 = Perkalian dari km ke m

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

12. Tamper

Gambar 2.13. Tamper
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2014)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

Tabel 2.11.
Kapasitas Alat pada Beberapa Jenis Bahan

Jenis Pemadat Statis	**Rock Fill**	**Sand, Gravel**	**Silt**	**Clay**
	T (m) / Q (m^3/jam)			
Vibrating Plate Compactor (kg)				
50 – 100		0,15 / 15		
100 – 200		0,20 / 20		
400 – 500		0,35 / 35	0,25 / 25	
600 - 800	0,50 / 60	0,50 / 60	0,35 / 40	0,25 / 20
Vibrating Tamper (rammer)				
75		0,35 / 10	0,25 / 8	0,20 / 6
Double Drum Roller				
600 – 800				
Vibrating Plate Compactor				
1200 - 1500		0,20 / 80	0,15 / 50	0,10 / 30

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013, p.43)

2.6. Produktivitas Pekerja

Produktivitas tenaga kerja dinyatakan sebagai Orang Jam (OJ) atau Orang Hari (OH) yang diperlukan untuk menghasilkan suatu satuan pekerjaan tertentu. Kekompakan tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaannya merupakan salah satu faktor kelancaran berjalannya suatu proyek. Dalam pekerjaan suatu proyek ada beberapa kegiatan yang tidak bisa dilakukan hanya dengan tenaga manusia dan membutuhkan bantuan alat berat. Produktivitas pekerja untuk pekerjaan yang tidak membutuhkan alat berat sudah ditetapkan dalam peraturan menteri pekerjaan umum No.11/PRT/M/2013 berdasarkan pekerjaan yang akan dikerjakan tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum. Sedangkan produktivitas pekerja yang membutuhkan alat berat harus dilakukan perhitungan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

karena produktivitas pekerja bergantung pada produktivitas alat berat. Untuk menentukan produktivitas pekerja dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q_t = T_k \, x \, Q \quad \text{(2-16)}$$

$$Q_p = \frac{Q_t}{T_k \, x \, P} \quad \text{(2-17)}$$

Keterangan :

Q_t = Produksi per hari (m^3)

Q_p = Produktivitas pekerja (m^3/jam)

Q = Besar kapasitas produksi alat yang menentukan tenaga kerja (m^3/jam)

T_k = Jumlah jam kerja

P = Jumlah pekerja yang diperlukan (orang)

2.7. Durasi pekerjaan

Setiap aktivitas dikenai durasi, durasi pekerjaan adalah jumlah waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan satu aktivitas. Durasi ini dinyatakan dengan menggunakan satuan jam, hari kerja, hari kalender, minggu atau bulan. Estimasi durasi pekerjaan merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk dapat memperkirakan lamanya suatu penyelesaian pekerjaan selama penyelenggaraan proyek, untuk selanjutnya menjadi salah satu dasar dalam menentukan analisis sumber daya dan biaya. Durasi dari masing-masing pekerjaan akan menentukan lama penyelenggaraan proyek secara keseluruhan.

Lama kegiatan dinyatakan dengan kuantitas dalam satuan hari yang merupakan hari kerja atau hari kalender. Namun tidak menutup kemungkinan untuk digunakannya satuan lainnya seperti jam, minggu, atau bulan. Secara umum durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan cara membagi kuantitas (volume) pekerjaan dengan produktivitas sumber daya persatuan waktu yang dipakai.

$$Durasi = \frac{kuantitas\ (volume)}{produktivitas} \quad \text{(2-18)}$$

Durasi pekerjaan pada proyek konstruksi bergantung pada hal-hal berikut :

a. Jumlah pekerjaan
b. Jenis pekerjaan
c. Jenis dan jumlah sumber daya yang tersedia untuk digunakan
d. Apakah pekerjaan akan diselesaikan dalam satu shift atau banyak shift
e. Lingkungan yang mempengaruhi pekerjaan
f. Metode konstruksi
g. Batas waktu proyek
h. Siklus pekerjaan konstruksi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

i. Cuaca dan dampak lapangan pada produksi
j. Kegiatan yang dapat dilakukan bersamaan
k. Kualitas Pengawasan
l. Pelatihan dan motivasi tenaga kerja
m. Tingkat kesulitan pekerjaan

Durasi pekerjaan merupakan suatu perkiraan. Tidak perlu penting apakah durasinya tepat, yang lebih dipentingkan adalah bahwa durasi yang dibuat untuk setiap aktivitas harus masuk akal. Jika seluruh durasi masuk akal, dan jalur kritis dibuat dari banyak kegiatan maka variasi dalam durasi aktivitas akan mempengaruhi aktivitas-aktivitas tersebut sehingga durasi proyek menjadi lebih akurat. Untuk memastikan durasi yang masuk, para pembuat jadwal proyek harus bekerja sama dengan estimator proyek dan pengawas proyek. Selain durasi, kegiatan-kegiatan pada penjadwalan konstruksi biasanya disertai dengan sebuah deskripsi yang akan membantu dalam pembacaan jadwal.

2.8. Biaya Pelaksanaan Proyek

2.8.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan atau kuantitas suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut (*Unit Cost*).

Yang termasuk biaya langsung adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan lahan (*Site preparation*)

   Pekerjaan ini terdiri dari *clearing grubbing*, menimbun dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain. Disamping itu juga pekerjaan-pekerjaan seperti membuat pagar, jalan, dan jembatan.
2. Pengadaan peralatan utama

   Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar *desain-engineering* harus disiapkan seperti generator dapur, regenerator, reaktor dan lain-lain.
3. Biaya merakit dan memasang peralatan utama

   Pekerjaan ini meliputi struktur penyangga, pengecetan dan isolasi.
4. Pemasangan pipa

   Pekerjaan ini terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antar peralatan, dan lain-lain.
5. Alat listrik dan instrument

   Pekerjaan ini terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi dan instrument.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

6. Pembangunan direksi keet

   Pembangunan ini meliputi gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi *(control room),* dan bangunan sipil lainnya.

7. Fasilitas pendukung seperti *utility* dan *offsite*

   Pekerjaan ini meliputi pembangkit uap, pembangkit listrik, fasilitas air pendingin, tangka dan dermaga.

2.8.2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) adalah semua biaya tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya tidak langsung ditetapkan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Yang termasuk biaya tidak langsung antara lain :

1. Gaji dan pengeluaran lain bagi tenaga administrasi, tim penyedia, dan manajemen proyek.
2. Biaya pengadaan fasilitas sementara untuk pekerja, seperti perumahan atau asrama sementara, penyediaan air listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
3. Kendaraan dan peralatan konstruksi termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, dan suku cadang.
4. Pengeluaran umum seperti *small tools*, penggunaan sekali pakai misalnya kawat las.
5. Laba kontijensi untuk memenuhi atau menutupi hal-hal yang belum pasti.
6. *Overhead* yang meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidaknya kontrak yang di tanda tangani. Misalnya biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, telepon, dan komputer.
7. Pajak pungutan atau sumbangan, biaya perjanjian, asuransi, berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atas operasi perusahaan.

2.9. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis Harga Satuan Pekerjaan merupakan metode dalam memperkirakan pekerjaan berdasarkan harga satuan dilakukan jika angka yang menunjukkan volume total pekerjaan belum dapat ditentukan dengan pasti, tetapi biaya per unitnya telah dapat dihitung (Soeharto, 1999, p.141).

Harga satuan dasar yang digunakan harus sesuai dengan asumsi pelaksanaan atau penyediaan yang aktual (sesuai dengan kondisi lapangan) dan mempertimbangkan harga setempat. Dari data kuantitas dan jenis pekerjaan dapat ditentukan semua komponen atau sumber data yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen yang terlibat tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Analisis harga satuan pekerjaan secara umum akan memperhitungkan tiga sumber biaya yang dikeluarkan yaitu bahan, upah, dan alat.

1. Harga Satuan Bahan

Biaya bahan atau material terdiri dari biaya pembelian material biaya transportasi, biaya penyimpanan material dan kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material.

Untuk menghitung harga bahan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

- Bahan sisa atau bahan yang terbuang
- Harga *loco* atau *franco*
- Harga yang memenuhi syarat bestek
- Cara pembayaran kepada penjual

2. Harga Satuan Upah Pekerja

Harga satuan upah tenaga kerja bertujuan untuk mendapatkan banyak tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu satuan volume pekerjaan tertentu beserta besarnya biaya yang dibutuhkan. Biaya pekerjaan ini dibedakan atas :

- Upah harian, upah yang dibayar per satuan waktu. Sementara untuk menentukan besarnya upah dipengaruhi oleh jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan lain-lain.
- Upah borongan, upah yang dibayar tergantung pada hasil negosiasi atau kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atau kelompok kerja atas satu atau lebih item pekerjaan. Besarnya upah ini tergantung dari besarnya volume pekerjaan yang dikerjakan.
- Upah berdasrkan produktivitas, besarnya upah ini tergantung banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam waktu tertentu. Upaya mengejar banyaknya pekerjaan ini tentunya harus tetap memenuhi kualitas pekerjaan yang diisyaratkan.

Besarnya harga satuan untuk satu satuan (*unit*) pekerjaan adalah dengan mengalihkan kuantitas alat yang dibutuhkan dengan harga satuan (per jam atau per hari) untuk alat yang digunakan.

Untuk menghitung upah pekerja hal yang harus diperhatikan adalah :

- Upah pekerja dibedakan dalam upah harian, borongan per unit volume atau borongan keseluruhan untuk daerah-daerah tertentu
- Faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerja para pekerja

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Jika pekerja atau mandor tidak berasal dari daerah sekitar lokasi proyek maka akan berpengaruh pada ongkos transportasi dari daerah asal pekerja ke lokasai proyek, penginapan, gaji ekstra dan lain sebagainya
- Undang-undang mengenai perburuhan yang berlaku perlu diperhatikan.

3. Harga Satuan Alat

Harga satuan alat digunakan untuk menentukan kuantitas alat berat yang diperlukan untuk menggerakkan satu satuan (*unit*) volume pekerjaan dan juga menentukan besarnya biaya yang harus ditentukan. Harga satuan alat ada dua jenis yaitu harga satuan per jam dan harga satuan per hari. Besarnya harga satuan alat untuk satuan pekerjaan adalah dengan mengalikan kuantitas alat yang dibutuhkan dengan harga satuan (per jam atau per hari) untuk alat yang digunakan. Nilai dari harga satuan untuk masing-masing sumber daya pada item pekerjaan tambahan akan menyesuaikan dengan memperhitungkan faktor indeks yang berlaku pada tahun yang bersangkutan. Indeks harga merupakan harga perbandingan antara harga pada waktu (tahun tertentu) terhadap harga pada waktu (tahun) yang digunakan sebagai dasar.

Untuk menghitung biaya peralatan hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Memperhatikan biaya keluar masuk peralatan yang di sewa, upah pekerja dalam menjalankan peralatan, bahan baku dan biaya operasi kecil
- Memperhatikan bunga investasi, depresiasi,reparasi besar, pemeliharaan dan ongkos mobilisasi

Jadi Analisis harga satuan pekerjaan merupakan Analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah biasa satuan (*unit*) volume pekerjaan tertentu yang harus dikeluarkan. Besarnya harga satuan pekerjaan didapat dengan menjumlahkan seluruh biaya yang meliputi biaya bahan,upah tenaga kerja dan peralatan.

2.10. Alokasi Sumber Daya Terpakai

Dalam suatu kegiatan proyek konstruksi tenga kerja merupakan bagian dari sumber daya proyek yang langsung terlibat dalam pekerjaan fisik proyek tersebut (Soeharto,1999).

Jumlah dan macam tenaga kerja yang dibutuhkan pada tiap-tiap pekerjaan berdasarkan pada jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk satu satuan pekerjaan, yang besarnya disusun berdasarkan pada durasi pekerjaan. Untuk bahan atau material yang diperlukan untuk tiap pekerjaan didasarkan atas spesifikasi teknis yang ada. Sedangkan sumber daya peralatan yang dialokasikan didasarkan pada hasil produksi dari tiap-tiap peralatan untuk masing-masing pekerjaan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.11. Logika Ketergantungan Pekerjaan

Setelah menentukan durasi dan kegiatan selanjutnya harus membuat penjadwalan jaringan kerja yang mengatur hubungan antar kegiatan-kegiatan agar setiap aktivitas terhubung dalam satu penjadwalan yang didasarkan pada logika ketergantungan. Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan ketergantungan suatu kegiatan dengan yang lainnya pada pelaksanaan proyek. Pada pekerjaan tertentu hubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya tidak ada saling ketergantungan.

Semua aktivitas kegiatan dalam suatu proyek dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis yang akan membentuk suatu jaringan rangkaian pekerjaan (*Network Diagram*) yang berisi lintasan-lintasan peristiwa dan kegiatan. Beberapa langkah dalam penyusunan daftar ketergantungan adalah sebagai berikut :

1. Setiap kegiatan didefinisikan
2. Estimasi kebutuhan sumber daya seperti biaya pengadaan bahan dan alat yang diperlukan serta kebutuhan tenaga kerja
3. Estimasi durasi (lama pelaksanaan)
4. Pembuatan daftar kegiatan proyek
5. Pemberian nomor dan nama pada setiap kegiatan yang digunakan dalam penyajian jaringan kerja
6. Mengidentifikasi semua kegiatan yang harus selesai sebelum kegiatan yang ditinjau dimulai
7. Mengevaluasi setiap kegiatan sebelum selesai
8. Membuat daftar ketergantungan kegiatan-kegiatan proyek dan diagram jaringan kerja berdasarkan daftar ketergantungan tersebut.
9. Memperbaiki daftar ketergantungan serta diagram kerja yang dihasilkan dari langkah-langkah diatas, jika ada ketidaksesuaian.

Terdapat 3 kemungkinan hubungan logis yang dapat terjadi dalam beberapa kegiatan, antara lain :

1. Hubungan sebelumnya (*predecessor*)

   Hubungan sebelumnya terjadi ketika sebuah aktivitas harus selesai terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dimulai.
2. Hubungan setelahnya (*successor*)

   Hubungan setelahnya terjadi setelah selesainya suatu aktivitas.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Hubungan tak tergantung

   Hubungan tak tergantung yaitu hubungan kegiatan yang tidak didahului atau mendahului kegiatan lainnya. Mulai dan selesainya kegiatan atau aktivitas independent ini tidak tergantung dengan mulai atau selesainya kegiatan atau aktivitas lain.

2.12. *Network Planning* (Perencanaan Jaringan Pekerjaan)

2.12.1. Definisi *Network Planning*

Network Planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu pekerjaan yang lain, serta pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan pekerja bisa digeser ke pekerjaan yang lain demi efisiensi.

Dalam penyusunan *Network Planning* pada suatu proyek yang harus dilakukan adalah :

1. Interventasi kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam proyek serta logika ketergantungan satu sama lain. Dengan mengetahui dua hal tersebut serta menggunakan simbol-simbol dari kegiatan dan peristiwa, maka rencana mendetail yang merupakan sebuah jaringan yang sudah didapatkan dari gambar.
2. Peninjauan unsur waktu dibuat perkiraan berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan mengenai jangka waktu penyelesaian tiap-tiap kegiatan kemudian dihitung kapan waktu terjadinya tiap-tiap dari permukaan sampai akhir proyek tersebut.

Data yang diperlukan untuk menyusun *Network Planning* antara lain :

a. Urutan pekerjaan yang logis

   Pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.

b. Target waktu penyelesaian setiap pekerjaan

   Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman, jika proyek tersebut baru pertama kali dikerjakan maka akan diberi kelonggaran waktu.

c. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan

   Hal ini berguna jika pekerjaan-pekerjaan yang ada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek cepat selesai.

d. Sumber daya

   Tenaga, alat, dan bahan yang diperlukan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.12.2. Manfaat *Network Planning*

Manfaat dari penyusunan *Network Planning* adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi proyek secara logis dan sistematis
2. Mengetahui secara mendetail rencana proyek
3. Mengetahui hambatan-hambatan yang mungkin timbul jauh sebelum dilakukannya proyek tersebut, sehingga dapat segera dilakukan tindakan pencegahan yang diperlukan
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat
5. Dapat mencapai pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis

2.12.3. Dasar-Dasar *Network Planning*

Ada beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengerjaan *Network Planning* adalah sebagai berikut :

1. Waktu Luang (*Float/Stack Time*)

   Waktu luang merupakan sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda ataupun diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya. (I.Ervianto,2002, p.163)

   Ada dua macam *float*, yaitu :

   - *Total Float*

     Total Float adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawall mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin.

   - *Free Float*

     Free Float merupakan sejumlah waktu yang tersedia untuk dapat memperlambat pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

2. *Lead Time*

   Lead Time merupakan besarnya waktu yang mungkin dapat dilakukan untuk memulai suatu pekerjaan, tanpa harus menunggu selesainya pekerjaan lain (*predecessor*).

3. Waktu Tunggu (*Lag*)

   Waktu Tunggu merupakan besarnya tenggang waktu untuk dapat dimulai suatu pekerjaan setelah pekerjaan lain yang mendahuluinya selesai.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. Kegiatan Kritis

   Kegiatan Kritis merupakan kegiatan yang sangat peka terhadap keterlambatan, dimana keterlambatan itu akan mengakibatkan pelaksanaan proyek secara keseluruhan akan terlambat.

5. Lintasan Kritis

   Lintasan Kritis merupakan salah satu lintasan yang terdapat pada jaringan pekerjaan yang berisi kegiatan-kegiatan kritis. Pada lintasan ini dapat diketahui jangka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

6. Pengalokasian dan Pemerataan Sumber Daya

   Pada periode suatu waktu tingkat kebutuhan sumber daya tidak sama besar. Untuk menghindari terjadinya pemborosan sumber daya maka perlu diadakan pemerataan sumber daya pada masing-masing pekerjaan proyek. Untuk mengadakan alokasi sumber daya tidak terbatas dilakukan *levelling* atau perataan untuk batas waktu (*time line*). Tujuan dari pengalokasian sumber daya tidak terbatas ini adalah untuk mengatur jadwal aktivitas-aktivitas sedemikian rupa, sehingga tingkat kebutuhan sumber daya dari waktu ke waktu menjadi serata mungkin.

2.13. Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek

Penjadwalan adalah pengaturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan rencana proyek. Sedangkan jadwal pelaksanaan proyek adalah pentunjuk bagi pelaksanaan proyek tentang kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan sesuai waktu yang telah ditentukan yang divisualisasikan dalam bentuk diagram balok. Panjang setiap balok menunjukkan lamanya waktu yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan proyek dengan *time schedule*, tanggal penyelesaian suatu proyek dapat ditentukan.

Kemajuan pelaksanaan proyek dapat dilihat dengan menggunakan kurva “S”, pemakaian kurva “S” menitik beratkan pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan. Dari segi waktu,biaya dan prestasi kerja (*progress*). Grafik kurva “S”dibuat dengan sumbu sebagai alternatif biaya atau jam orang yang telah digunakan atau prosentase (%) penyelesaian pekerjaan sedangkan sumbu Y menunjukkan parameter waktu. Itu berarti menggambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang siklus proyek.
Jika grafik ini disusun berdasarkan perencanaan dasar (kumulatif pengeluaran berdasarkan anggaran uang atau jam orang maka akan segera terlihat terjadinya penyimpangan. Dalam pembuatan kurva “S” akan diperlukan sumber data sebgai berikut :

- Metode Pelaksanaan Konstruksi

  Metode pelaksanaan konstruksi akan memberikan urutan kegiatan dan kareteristik kegiatannya (melalui jaringan kerja)
- Diagram Balok

  Dengan tujuan untuk mempermudah dalam melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu kemajuan pelaksanaan proyek, maka secara umum kurva "S" akan selalu di plot dalam diagram balok.
- Distribusi Sumber Daya

  Distribusi sumber daya ini tergantung dari jenis sumber daya yang ingin diawasi baik itu biaya, tenaga kerja, maupun peralatan proyek. Distribusi sumber daya ini dianggap dapat mencerminkan nilai pekerjaan di lapangan.

2.13.1. *Network Diagram*

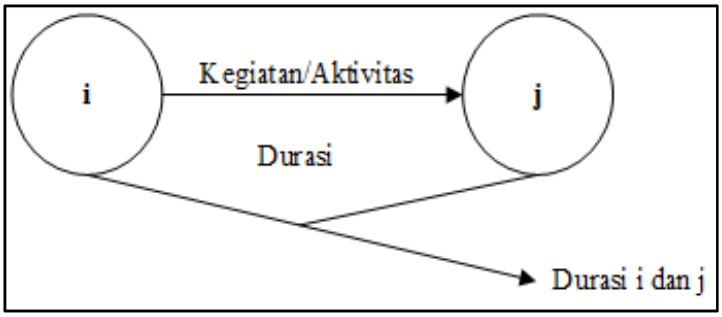
Network diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *network planning*. *Network Diagram* adalah jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan *network diagram* akan dapat dilihat hubungan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya, sehingga bila kegiatan lainnya terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan kegiatan tersebut dan seberapa besar pengaruhnya. Selain itu dengan adanya *network diagram* dapat diketahui kegiatan atau lintasan mana yang kritis, sehingga dengan mengetahui tingkat kekritisannya dapat ditetapkan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang timbul dalam penyelenggaraan proyek. (Ali, 1995, p.8)

Ada beberapa macam metode *network diagram* antara lain :

1. *Metode Activity On Arrow* (AOA)

   Metode Activity On Arrow biasanya digunakan untuk proyek yang memeliki banyak ketergantungan di antara kegiatannya. Metode ini dibentuk dari anak-anak panah dan lingkaran. Anak panah mewakili kegiatan-kegiatan proyek, sedangkan lingkaran atau node mewakili *event* atau kejadian. Node pada bagian awal anak panah (ekor) disebut node "I" sedangkan node pada bagian kepala anak panah disebut node "J". Karena metode ini menghubungkan node-node dari setiap kegiatan bersama-sama maka node J dari kegiatan sebelumnya juga menjadi node I pada kegiatan berikutnya. Terkadang metode ini juga disebut diagram I-J karena penggunaan I atau J pada node-nodenya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 2.14. Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.54)

Beberapa hal penting untuk memahami diagram panah adalah sebagai berikut :

- *Event* (kejadian)

  Event merupakan titik signifikan selama waktu proyek. Sebuah *event* bisa saja merupakan waktu yang mana suatu aktivitas diselesaikan atau waktu yang mana aktivitas-aktivitas seluruhnya selesai.

- Aktivitas

  Aktivitas merupakan pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu pekerjaan. Oleh karena itu aktivitas memerlukan sumber daya seperti tenaga manusia, peralatan dan fasilitas lainnya.

- Aktivitas *Dummy*

  Aktivitas *Dummy* merupakan aktivitas buatan dengan nol durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden di antara kegiatan-kegiatan. Aktivitas *Dummy* digunakan ketika ada kasus-kasus yang menunjukkan kesulitan yang terjadi jika menggunakan hanya satu anak panah untuk beberapa kegiatan. Aktivitas *Dummy* membantu menjelaskan hubungan logis antar kegiatan dan memastikan bahwa setiap aktivitas memiliki nomor nodenya (Callahan, 1002).

  Aktivitas *Dummy* memiliki durasi atau ketergantungan dengan kegiatan lain dan digambarkan dengan garis anak panah yang terputus-putus.

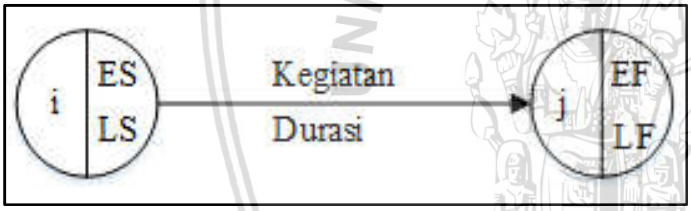
Pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999, p.240)

Jalur kritis penting artinya bagi para pelaksana proyek karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang pelaksanaannya harus tepat waktu, selesai juga tepat waktu. Jika terjadi keterlambatan maka akan menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Sebelum membuat jalur kritis dalam metode penjadwalan jaringan kerja AOA, harus diketahui terlebih dahulu cara perhitungan durasi proyek yang terbagi dalam hitungan maju dan hitungan mundur. Ada beberapa istilah yang terlibat sehubungan dengan perhitungan maju dan mundur metode AOA sebagai berikut :

- *Early Start (ES)* adalah waktu yang paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- *Late Start (LS)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
- *Early Finish (EF)* adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- *Late Finish (LF)* adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.



Gambar 2.15. Potongan Jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.62)

Seperti yang telah disebutkan diatas, untuk mendapatkan angka-angka ES, LS, EF, dan LF maka dikenal dua perhitungan dalam jaringan kerja AOA, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Penjelasan keduanya adalah sebagai berikut :

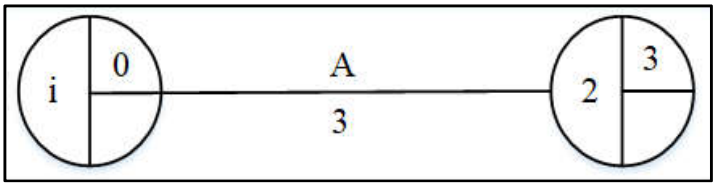
a. Perhitungan Maju

Dalam mengidentifikasikan jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju dengan aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut :

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.
- Waktu paling awal suatu kegiatan adalah sama degan 0.
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

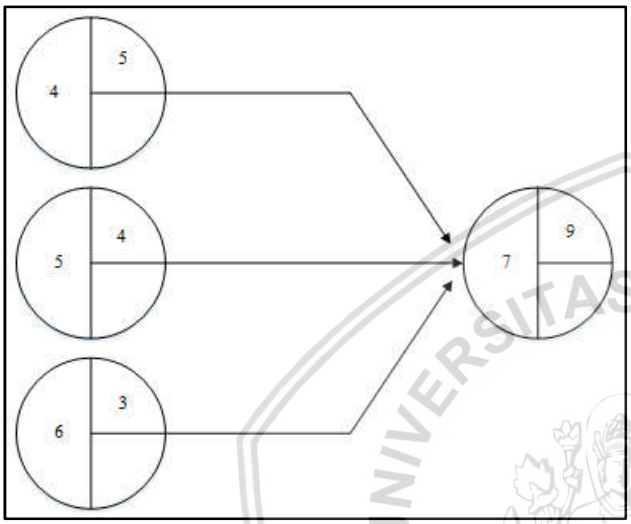
  EF = ES + D atau

  EF (i-j) = ES (i-j) + D (i-j)



Gambar 2.16. Perhitungan Maju
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.62)

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya, maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan-kegiatan tersebut.

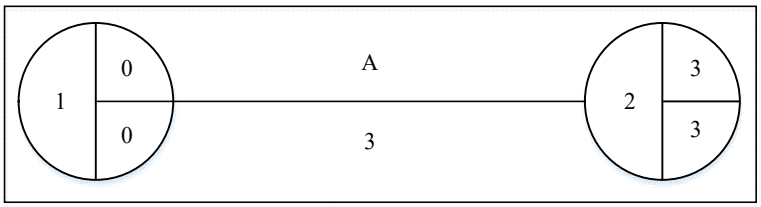


Gambar 2.17. Perhitungan Maju
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.63)

b. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir yang masih dapat memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari perhitungan maju. Aturan yang berlaku dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut :

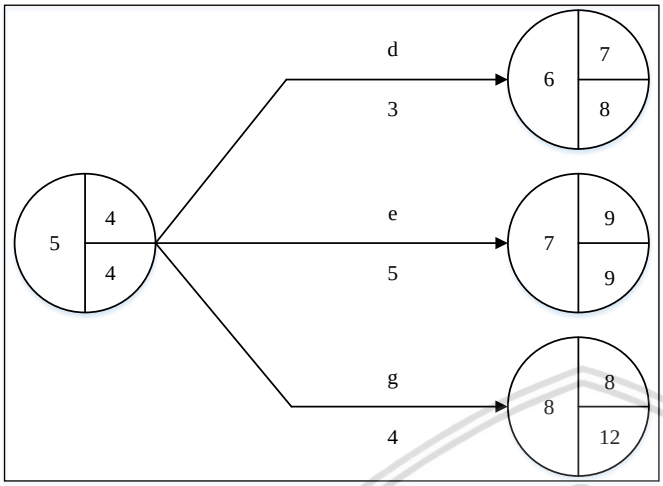
- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jarigan kerja.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan atau LS = LF – D



Gambar 2.18. Perhitungan Mundur
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.64)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya, maka waktu aling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

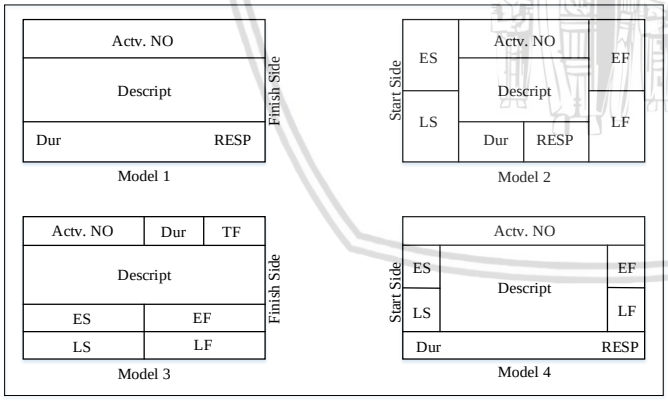


Gambar 2.19. Perhitungan Mundur
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.64)

2. *Precedence Diagramming Method* (PDM)

   Predence Diagramming Method merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram presenden pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan yaitu hubungan aktivitas akhir-awal (*Finish to Start Relationship*).

Bentuk-bentuk node pada PDM bermacam-macam, seperti :



Gambar 2.20. Model Node PDM
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.103)

Terdapat beberapa hubungan logika dalam diagram presenden, antara lain :

- *Hubungan Finish to Start* (FS)

  Hubungan *Finish to Start* merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Hubungan ini juga merupakan hubungan yang terjadi pada diagram AOA. Suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan *Finish to Start* dapat dibuat dalam tiga jenis jika *lag* digunakan yaitu lag nol, *lag* positif, dan *lag*

negatif. *Lag* positif digunakan untuk situasi dimana kebutuhan material untuk perawatan atau penguatan sebelum pekerjaan lain dilakukan. *Lag* nol merupakan dilakukannya kegiatan selanjutnya setelah kegiatan sebelumnya telah selesai. Sedangkan *lag* negatif digunakan dalam situasi dimana suatu aktivitas diijinkan dilakukan sebelum aktivitas sebelumnya selesai.

- *Hubungan Start to Start (*SS)

  Seperti yang telah dijelaskan dalam hubungan *finish to start* dengan lag negatif, beberapa aktivitas tidak harus menunggu aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan *start to start* dengan *lag* negatif digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan dan sangat jarang digunakan karena sangat sulit untuk dipahami. Sedangkan hubungan *start to start* dengan *lag* nol juga biasanya dibuat untuk dua kegiatan dengan dua subkontraktor yang berbeda atau dua kegiatan dengan dibawah satu kontraktor tetapi menggunakan tenaga kerja, material, dan peralatan yang berbeda.
- *Hubungan Finish to Finish* (FF)

  Sama halnya dengan hubungan *start to start*, hubungan *finish to finish* digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas.
- *Hubungan Start to Finish* (SF)

  Hubungan start to finish memberikan penjelasan hubungan antara suatu kegiatan dapat diselesaikan setelah kegiatan sebelumnya dimulai.

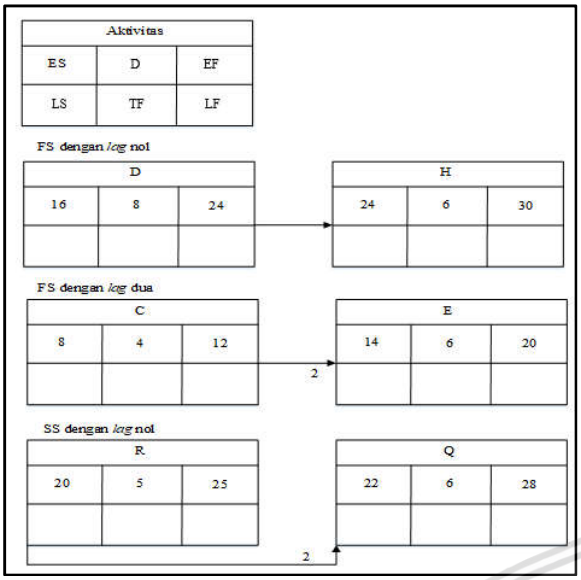
Sama halnya dengan metode penjadwalan jaringan kerja AOA, pada *Precedence Diagramming Method* dikenal juga perhitunga maju mundur untuk menghitung lamanya atau waktu kerja proyek. Perhitungan maju mundur pada PDM dapat dijelaskan sebagai berikut (Soeharto, 1997).

a. Perhitungan Maju pada PDM

Tujuan dari perhitungan maju pada PDM adalah untuk menentukan waktu mulai paling awal (*early start*) yang terjadi. Ketentuan dalam perhitungan maju adalah sebagai berikut :

- Angka terkecil yang dapat terjadi pada ES adalah nol. Jadi, aktivitas pertama yang dibuat ES-nya adalah nol.
- Aktivitas EF adalah aktivitas ES dijumlahkan dengan durasinya EF = ES + D
- Nilai ES pada kegiatan berikutnya didapatkan dengan menambahkan *lag* pada anak panah dengan nilai EF pada kegiatan sebelumnya sesuai dengan hubungan logis diantara kegiatan tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

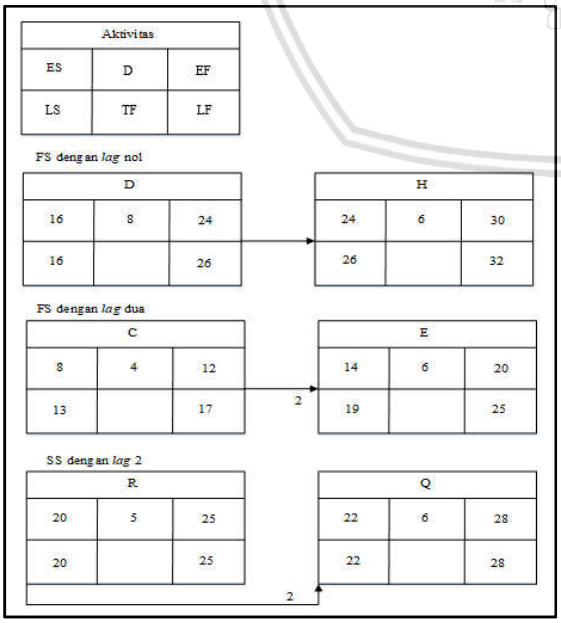


Gambar 2.21. Perhitungan Maju pada PDM
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.111)

b. Perhitungan Mundur pada PDM

Perhitungan mundur diselesaikan dengan menghitung durasi dari kanan ke kiri diagram. Pada saat melakukan perhitungan mundur, maka kotak *Late start* dan *Late finish* akan terisi. Langkah perhitungan mundur adalah sebagai berikut :

- Nilai terbesar yang mungkin terjadi untuk LS atau LF adalah nilai durasi proyek.
- Nilai LS adalah LF dikurangi durasi kegiatan
- Nilai LF pada kegiatan sebelum didapat dari nilai LS dikurangi *lag* pada anak panah pada kegiatan sesudah.



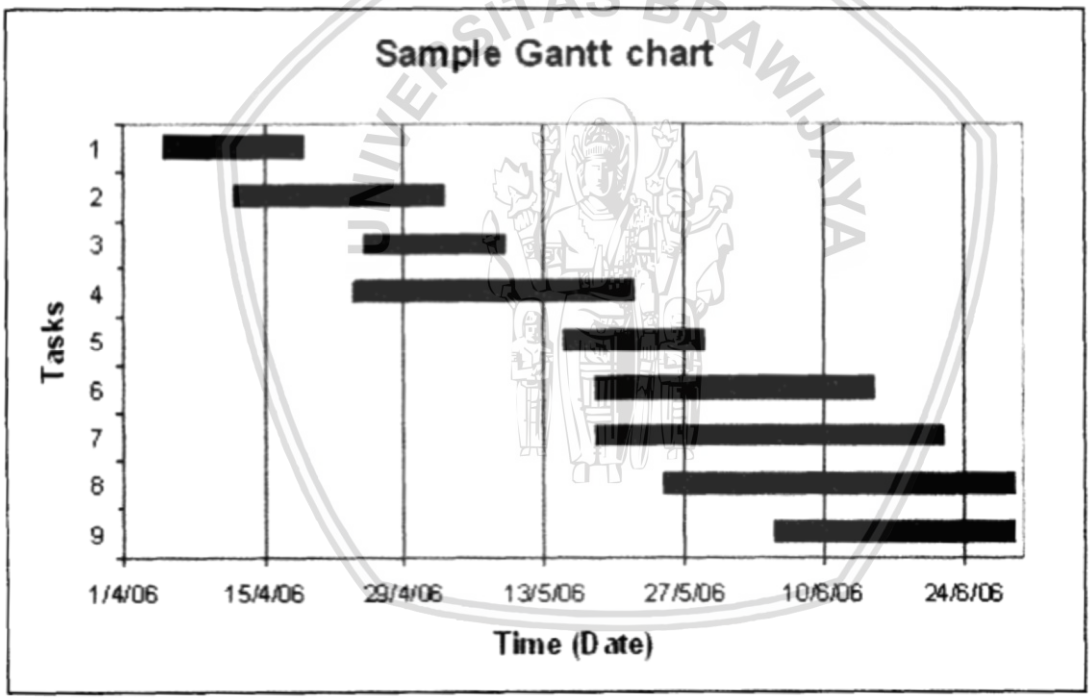
Gambar 2.22. Perhitungan Mundur pada PDM
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013, p.111-112)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Diagram Balok (*Bar Chart*)

Diagram balok atau *Bar chart* adalah sekumpuan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu dimulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

Dengan menggunakan diagram balok ini akan didapatkan informasi yang mencakup tiga segi pada waktu tertentu, misalnya pada waktu evaluasi untuk mengetahui perkembangan pekerjaan. *Barchart* ini digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi.



Gambar 2.23. Contoh Bagan Balok (*Barchart*)
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni (2013)

Kelebihan *Barchart* adalah :

- Mudah dalam pembuatan dan persiapannya
- Memiliki bentuk yang mudah dimengerti
- Bila digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya

Kekurangan barchart adalah :

- Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- Sulit mengadakan perbaikan atau pembaruan karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan segera menjadi menurun daya gunanya.
- Untuk proyek berukuran sedang dan besar lebih-lebih yang bersifat kompleks penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja seperti hasilnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan proyek. Penggunaan *barchart* lebih jauh adalah sebagai alat kontrol waktu dan biaya yang ditunjukkan dengan kurva "S".

2.14. Meratakan Penggunaan Sumber Daya

Aspek penting yang harus diperhatikan dalam melakukan optimalisasi waktu penyelesaian proyek adalah efisiensi dalam hubungan antar jadwal dan sumber daya. Sumber daya yang akan ditinjau disini adalah sumber daya tenaga kerja yang merupakan salah satu sumber daya paling penting, karena penyediaannya terbatas. Hal ini dipengaruhi oleh faktor kualitas ataupun hal-hal lain, diperlukan biaya yang mahal dan waktu yang cukup lama dalam menyeleksi tenaga kerja.

Setelah tenaga kerja terpilih dan bergabung dengan suatu proyek maka tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Sedangkan untuk menahan para tenaga kerja untuk *stand-by* membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan tidak efisien. Oleh karena itu, diusahakan tidak terjadi keperluan yang bersifat naik turun secara tajam (*fluctuation*). Untuk menghindari keperluan tenaga kerja yang naik turun secara tajam maka dapat dilakukan metode pemerataan sumber daya atau *resource levelling*.

Pemerataan sumber daya atau *resource levelling* yaitu dengan cara menggeser-geser komponen kegiatan proyek non kritis (Sebatas *float* yang tersedia) dan mengusahakan untuk tidak terjadi *fluctuation* jumlah tenaga kerja yang tajam (Soeharto, 1999:222).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.15. Penerapan Program Komputer dalam Proyek Konstruksi

Perkembangan teknologi komputer saat ini untuk membantu dan memudahkan pekerjaan di bidang manajemen proyek yang kini telah berkembang pesat, sehingga sesuai untuk merencanakan, menyusun jadwal, dan mengendalikan suatu proyek yang kompleks. Secara potensial berarti akan menambah efektivitas penyelenggaraan proyek. Program komputer yang akan digunakan dalam pembahasan ini adalah *Microsoft Project Manager 2016* sebagai alat bantu dalam penyusunan *Network Planning,* karena program ini sangat membantu dalam memantau secara langsung penggunaan sumber daya dalam proyek.

2.15.1. Microsoft Project Manager 2016

Microsoft Project Manager 2016 adalah program komputer yang membantu untuk menyusun rencana kerja dalam sebuah proyek konstruksi mulai dari tahap awal perencanaan hingga tahap akhir suatu pekerjaan. Hal-hal pertama yang harus dilakukan dalam sebuah proyek adalah :

1. Melakukan perencanaan dan penjadwalan dengan melibatkan semua orang yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. Menentukan jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang diperlukan (*cost*), juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak, maka rencana dasar (*baseline*) suatu proyek telah dimiliki.
3. Rencana tersebut dijalankan dan perkembangannya dipantau dalam sebuah tahapan *tracking*. Apabila pekerjaan belum sesuai, maka dilakukan penjadwalan ulang (*rescheduling*).

Microsoft Project Manager 2016 mempunyai kelebihan yang sangat berguna untuk waktu yang akan datang dan dirancang untuk memudahkan mengatur jadwal pekerjaan, pemanfaatan sumber daya secara optimal, jalannya pekerjaan sesuai rencana, serta informasi yang akurat tentang kondisi pekerjaan yang sedang dikerjakan. Selain itu *Microsoft Project Manager 2016* dapat menyusun ulang jadwal secara cepat dan memungkinkan untuk melakukan pengawasan terhadap perubahan yang terjadinya dalam suatu bagian proyek yang akan mempengaruhi seluruh rencana kerja yang dilakukan, dengan *Microsoft Project Manager 2016* ini akan dapat dengan mudah melakukan pengawasan terhadap seluruh pekerjaan.

Microsoft Project Manager 2016 merupakan penggabungan dari ketiga metode manajemen proyek, yaitu PERT (*Program Evaluation Review Technique*), CPM (*Critical*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

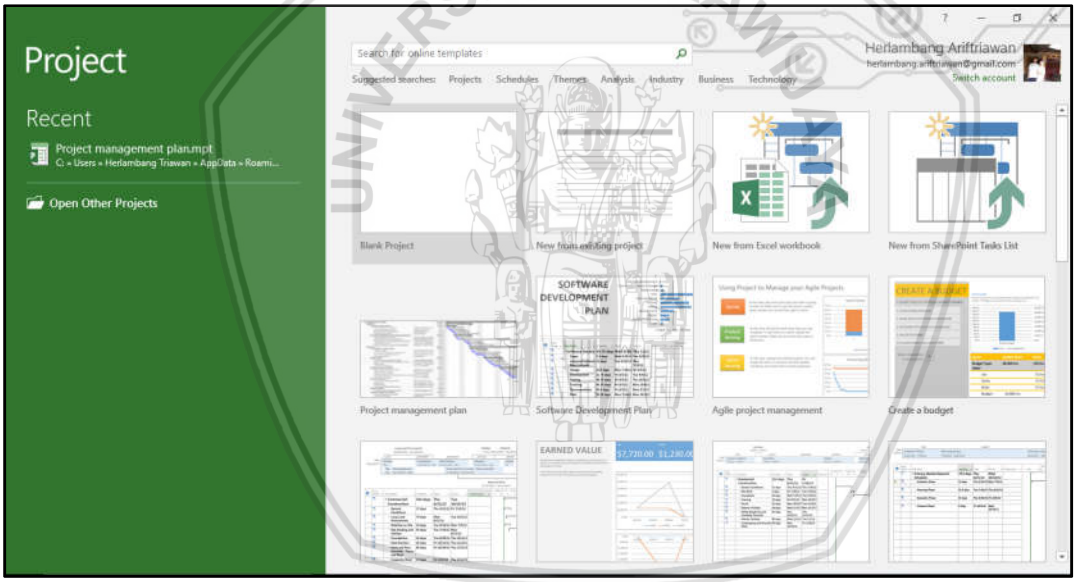
Path Method) dan *Gannt Chart* untuk mengelola proyek. Ada beberapa fasilitas yang diberikan oleh *Microsoft Project Manager 2016*, antara lain :

1. Dapat dipelajari dengan mudah karena kemudahan yang telah diberikan oleh sistem operasinya sendiri yaitu *Microsoft Windows.*
2. Pembuatan jadwal baru dengan mengisikan daftar pekerjaan, durasi, pengorganisasian dan lain sebagainya.
3. Jadwal kerja dan kalender kerja dapat disesuaikan dan diatur sesuai dengan kebutuhan yang ada.
4. Penyusunan laporan dapat disajikan dalam berbagai format.

2.15.2. Penggunaan Microsoft Project Manager 2016

Tahapan dalam pengelolaan proyek dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Memulai program *Microsoft Project Manager 2016*



Gambar 2.24. Tampilan Awal Microsoft Project Manager 2016

2. Menentukan Kalender dan Jam Kerja

   Sebelum memulai menggunakan *Microsoft Project Manager*, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jam dan hari kerja terlebih dahulu. Di dalam *Microsoft Project Manager* standar hari kerja adalah 5 hari untuk jam kerja 8 jam. Hari kerja dan jam kerja harus disesuaikan dengan jam kerja diproyek tersebut. Penentuan jam kerja sangat berpengaruh pada penyelesaian suatu proyek. Semakin banyak hari kerja dalam satu minggu maka semakin cepat pula penyelesaian proyek tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Menyusun Jadwal

   Jadwal proyek yang diperlukan dapat dibuat dengan memasukkan daftar pekerjaan yang ada, kemudian menentukan durasi waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan. Dengan *Microsoft Project Manager* ini akan dapat dilakukan pemecahan pekerjaan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil berupa tugas dengan rincian durasi waktunya masing-masing, sehingga akan lebih mudah dalam pengelolaannya. Dengan menentukan prioritas pekerjaan yang akan dilaksanakan, *Microsoft Project Manager* akan menghitung kebutuhan yang diinginkan dan menyusun kerangka jadwal menjadi kesatuan dari keseluruhan jadwal proyek.

4. Memasukkan Sumber Daya

   Setelah daftar pekerjaan dan tugas masing-masing telah tersusun, dapat dilakukan penambahan sumber daya yang diperlukan (tenaga kerja, peralatan, dan biaya) untuk masing-masing durasi pekerjaan. Dengan *Microsoft Project Manager* pekerjaan akan mudah karena proses dan pengisiannya praktis langsung tersusun.

5. Menyesuaikan Jadwal

   Jika jadwal yang dibuat telah menyebabkan ketidaktepatan dalam pencapaian suatu tujuan, maka kita dapat mengAnalisis susunan dengan mengubah urutan pekerjaannya.

6. Publikasi Informasi Proyek

   Untuk memperbaharui informasi proyek yang tengah dikerjakan dapat dengan mudah dilakukan dengan bantuan program ini. Hal-hal khusus mengenai kemajuan proyek dapat ditampilkan dengan lebih baik dengan fasilitas yang ada.

7. Penelusuran Kemajuan Proyek

   Data baru yang berupa pencapaian penambahan terhadap hasil pelaksanaan tugas dengan mudah akan dapat dimasukkan dan *Microsoft Project Manajer* akan menghitung kemajuan yan telah dicapai. Jika setelah proyek berjalan dan ada item pekerjaan yang dalam pelaksanaannya mengalami hambatan, maka *Microsoft Project Manager 2016* akan dapat segera memberitahu tentang hambatan kritis ini. Sehingga proyek dapat dihindarkan dari keterlambatan.

2.15.3. Kelebihan dan Kekurangan *Microsoft Project Manager 2016*

Kelebihan dari *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Menu yang tersedia lebih lengkap, diantaranya adalah tersedianya *network planning, task usage, gannt chart*, dan *tracking gannt.*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
3. Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
4. Mudah dilakukan modifikasi jika ingin melakukan *rescheduling*.
5. Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang tepat.

Kekurangan dari *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Diperuntukkan untuk *single user*.
2. Walaupun dapat diakses secara bersamaan dalam suatu jaringan tetapi hanya satu *user* saja yang dapat melakukan pengeditan.
3. Karena merupakan *single user software* maka pengendalian proyek tidak dapat dilakukan secara efektif.
4. Laporan pengembangan proyek tidak dapat diinput ketika file sedang dibuka oleh *user* lain.
5. Setiap *user* yang membuka file dapat melihat keseluruhan isi file, *software* tidak dapat membatasi data mana saja yang boleh diedit, diinput, dihapus, atau yang hanya boleh dilihat.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja di kosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB III
METODOLOGI

3.1. Kondisi Daerah Studi

Lokasi pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion terletak di Desa Tornauli dan lokasi *powerhouse* terletak di desa Hutajanji, Kecamatan Parlilitan, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis lokasi Bendung PLTA Sion terletak pada elevasi +769,50 m (ambang bendung) dengan koordinat 98°27'13.28" BT dan 2°20'54.14" LU. Sedangkan *powerhouse* terletak pada koordinat 98°26'12.45" BT dan 2°20'24.74" LU dengan center line turbin elevasi +691,00 m.

Batas wilayah Kecamatan Parlilitan adalah sebagai berikut :

- Bagian Utara : Kabupaten Pakpak Bharat dan Kabupaten Toba Samosir
- Bagian Selatan : Kecamatan Tarabintang
- Bagian Barat : Kabupaten Tapanuli Tengah
- Bagian Timur : Kecamatan Doloksanggul

Daerah studi masuk wilayah fisiografi Barisan *Mountains* yang dikenal sebagai Pegunungan Bukit Barisan yang elevasi puncaknya berkisar antara 700 m sampai 2000 m di atas permukaan laut. Di timur wilayah ini terdapat Dataran Tinggi Toba yang tertutup endapan Tuf Toba. Bukit Barisan tuf ini mengisi lembah-lembah diantara tonjolan bukit-bukit pra-Tuf Toba.

Jarak tempuh sekitar 46 km dari kota Doloksanggul yang merupakan ibukota Kabupaten Humbang Hasundutan kea rah Barat Laut. Kondisi jalan dari Doloksanggul sampai Perlilitan cukup baik, merupakan jalan kabupaten dengan lebar 5 m sampai 7 m. Kemudian dari Parlilitan sampai ke Desa Tornauli kondisi jalan juga agak baik dan merupakan jalan pedesaan dengan lebar ± 1,5 km.

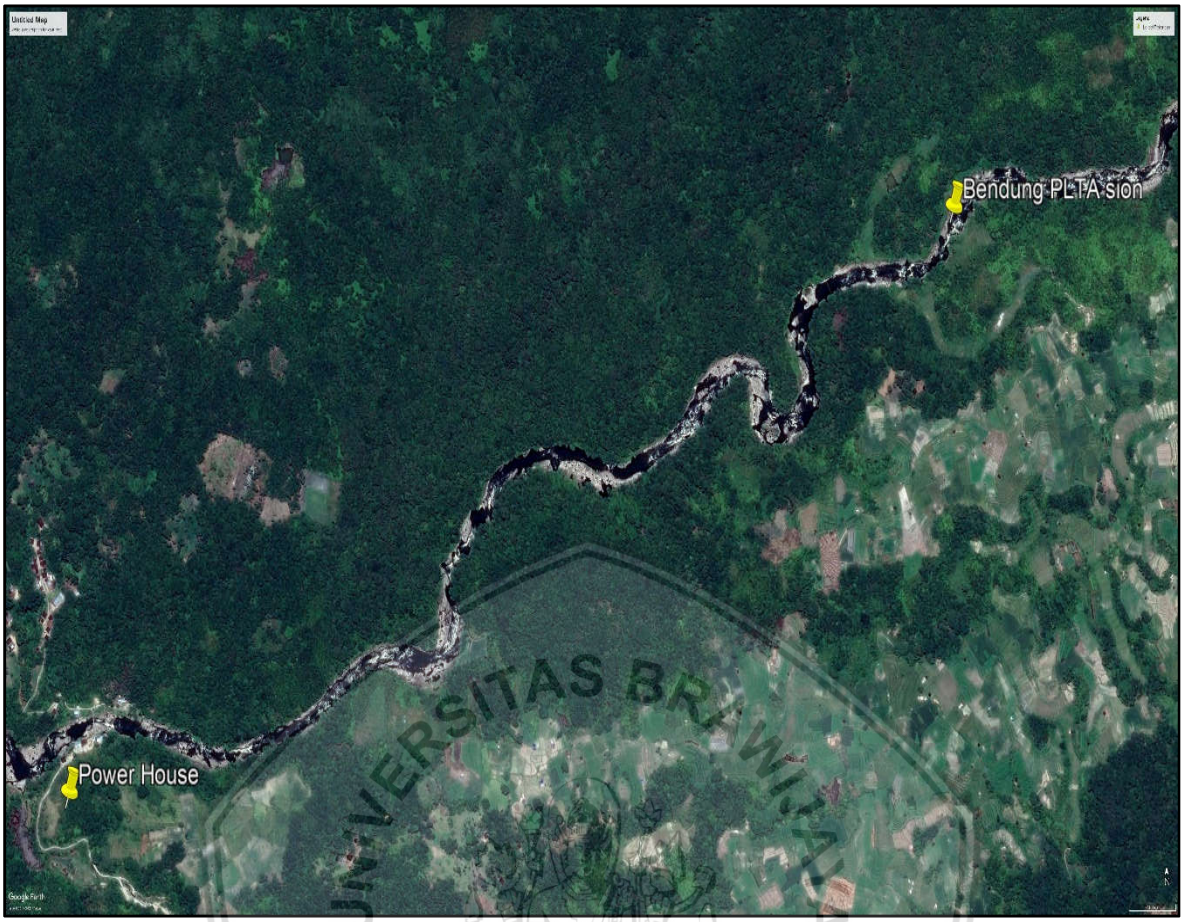
Dari Desa Hutajnji, lokasi powerhouse dapat dicapai dengan kendaraan roda empat melalui jalan Desa Hutajanji sejauh 1 km, lebar jalan ± 3 meter sampai mendekati tepi sungai Aek Simonggo di sekitar Powerhouse. Selanjutnya lokasi powerhouse dapat dicapai dengan berjalan kaki ± 10 menit. Lereng kanan sungai dapat dicapai dengan berjalan kaki melewati jembatan gantung. Untuk menuju powerhouse dari desa Hutajanji, perlu perbaikan beberapa alinemen jalan dan jembatan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Berdasarkan letak geografisnya tapak proyek terletak di Kecamatan Parlilitan yang merupakan bagian barat laut dari wilayah Kabupaten Humbang Hasundutan. Tapak proyek merupakan daerah yang cukup terjal dengan elevasi antara 650 m – 750 m di atas permukaan laut. Kemiringan dasar sungai di daerah tapak proyek sekitar 3,5 – 4% yang menunjukkan ruas sungai tersebut cukup ideal untuk pengembangan PLTA.

Gambar 3.1. Peta Lokasi Studi
Sumber: Laporan Pendahuluan *Basic Engineering* PLTA Sion

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 3.2. Peta Lokasi Bendung PLTA Sion dan *Powerhouse*
Sumber: *Google Earth*

3.2. Kondisi Geologi

Dari hasil pemetaan geologi permukaan serta hasil pengamatan pemboran inti dan sumuran uji, batuan penyusun daerah rencana Bendung PLTA Sion terdiri dari soil penutup berupa pasir lempungan tufaan, berwarna coklat kekuningan, konsistensi agak teguh-teguh, plastisitas sedang, dan mengandung kerikil (material tufa). Pelapukan batu pasir bersifat lepas-lepas, plastis dan lunak. Batu pasir tufaan, abu-abu tua, padat dan keras, berbutir halus-kasar yang merupakan batuan dasar lokasi rencana Bendung PLTA Sion.

Gerakan tanah yang terjadi di daerah penyelidikan (saluran hantar) adalah gerakan tipe longsoran dengan bidang luncur berupa batu pasir, dan massa tanah yang bergerak merupakan tanah pasir lempungan hasil pelapukan batu pasir tufan tersebut. Proses pemicu longsoran tanah adalah infiltrasi hujan. Lahan yang rentan longsor dapat diminimalkan apabila proses-proses pemicu longsoran dapat dihindari atau dikontrol, misalnya dengan membuat saluran permukaan dan bawah permukaan guna menghindari peningkatan tekanan air pori dalam lereng.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 3.3. Pasir Lempungan Pelapukan Batu Pasir Tufaan yang Terdapat pada Saluran
Sumber: Laporan Akhir Basic Desain PLTA Sion

Gambar 3.4. Batupasir Tufaan yang Tersingkap Sepanjang Sungai Aek Simonggo
Sumber : Laporan Pendahuluan *Basic Engineering* PLTA Sion

3.3. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan yang dikaji dalam proyek konstruksi Bendung PLTA Sion adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Bendung
   a. Pekerjaan pengelak
   b. Pekerjaan bendung
      - Pekerjaan galian dan timbunan
      - Pekerjaan beton mutu K-225
      - Pekerjaan penulangan
      - Pekerjaan bekisting
      - Pekerjaan plester (PC 1:2)
      - Pekerjaan lain-lain

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Pekerjaan groine

c. Pekerjaan Bangunan Pengambilan dan Saluran Transisi

- Pekerjaan galian dan timbunan
- Pekerjaan pasangan batu kali (PC 1:3)
- Pekerjaan plester (PC 1:4)
- Pekerjaan beton mutu K-225
- Pekerjaan penulangan
- Pekerjaan bekisting
- Pekerjaan lain-lain

d. Pekerjaan Kanopi dari Beton untuk Pintu Penguras Bendung

3. Pekerjaan Kantong Lumpur

- Pekerjaan tanah
- Pekerjaan pemasangan batu kali
- Pekerjaan beton
- Pekerjaan penulangan
- Pekerjaan bekisting
- Pekerjaan lain-lain

4. Pekerjaan Saluran Penghantar (GRP Pipe)

- Pekerjaan tanah
- Pekerjaan pipa
- Pekerjaan thrustblock
- Pekerjaan jembatan rangka baja

5. Pekerjaan Surge Tank

- Pekerjaan tanah
- Pekerjaan beton
- Pekerjaan thrustblock

6. Pekerjaan Gedung Sentral dan Tail Race

a. Pekerjaan Powerhouse

- Jalur saluran kabel
- Pekerjaan instalasi penerangan power house
- Pekerjaan penangkal petir gedung sentral
- Pengadaan dan Instalasi

b. Pekerjaan overhead traveling crane

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

c. Pekerjaan baja untuk powerhouse dan tailrace

7. Pekerjaan Sarana Prasarana

8. Pekerjaan Jalan Inspeksi

3.4. Metode Pengumpulan Data

Dalam studi ini pengumpulan data dan informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi sangat bermanfaat untuk evaluasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data dari instansi terkait yang menangani proyek tersebut. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Data kontrak, yang meliputi
   - Jenis pekerjaan
   - Anggaran biaya keseluruhan
   - Waktu penyelesaian pekerjaan
   - Peta Daerah Studi
2. Data perencanaan Bendung PLTA Sion :
   a. Bangunan Bendung
      - Lebar sungai : 50 m
      - Lebar mercu bendung : 57 m
      - Desain tinggi bendung : 4,5 m
      - Elevasi dasar sungai di hulu bendung : +765,00 m
      - Elevasi dasar sungai di hilir bendung : + 761,32 m
      - Elevasi muka air sungai di hilir bendung: +763,56 m
      - Elevasi dasar sungai : +763,10 m
      - Elevasi mercu bendung : +769,50 m
      - Elevasi air banjir ($Q_{100\ tahunan}$) : +772,89 m
      - Material konstruksi : *Rubble concrete* dengan selimut beton

   b. Bangunan Sadap
      - Elevasi ambang intake : +766,50 m
      - Lebar ambang intake : 8 m
      - Jumlah pintu sadap : 4 buah
      - Lebar masing-masing pintu : 2 m
      - Tinggi bukaan pintu : 3 m
      - Jumlah pilar : 3 buah
      - Lebar masing-masing pilar : 1,2 m

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Elevasi pilar : +744,70

c. Kantong Lumpur (Kolam Pengendap Pasir)

- Jumlah kantong lumpur : 2 kompartemen
- Lebar kantong lumpur : 10,2 m
- Tinggi kantong lumpur : 3,25 m
- Panjang kantong lumpur : 83,21 m
- Kapasitas kantong lumpur : 1468,80 m^3

d. Saluran Penghantar

- Tipe : Pipa GRP
- Material : PN 6
- Jumlah pipa : 2 unit
- Panjang total pipa (1 unit) : 1768,31 m
- Variasi panjang diameter pipa : 2,2 m dengan panjang pipa 742,70 m
  2,1 m dengan panjang pipa 742,70 m
  2,0 m dengan panjang pipa 282,91 m
- Kapasitas : 10,47 m^3/detik

e. Surge Tank

- Material : Beton bertulang K-225
- Diameter tank : 25 m
- Tinggi tank : 18,25 m
- Elevasi top : +771,65 m
- Elevasi up surge : +770,65 m
- Elevasi down surge : +765,50 m
- Material pipa penghubung : GRP
- Diameter pipa penghubung : 2 m
- Panjang pipa penghubung : 85 m

f. Penstok

- Tipe : GRP
- Material : PN 6, PN 10, PN 16, Mild Steel SM50Y
- Diameter dalam : 2000 mm
- Panjang total : 503,51 m
- Panjang pipa buried GRP : 417,07 m
- Diameter pipa buried GRP : 2 m dengan tebal 21,1 mm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Panjang pipa mild steel : 86,44 m dengan tebal 12 mm
- Diameter pipa buried GRP : 2 m

g. Powerhouse

- Material konstruksi : Baja dan beton
- Dimensi (BxL) : 31,35 m x 72,28 m
- Elevasi lantai bangunan : +696,06 m
- Elevasi C/L distribusi : +691,00 m
- Daya angkat crane : 40 ton

h. Turbin

- Tipe turbin : Francis Horozontal
- Daya poros turbin : 2 x 6 MW
- Kecepatan poros turbin : 500 rpm
- Diameter runner : 1,1 m

i. Generator

- Tipe : 3 ϕ
- Kapasitas : 2 x 6 MW
- Tegangan : 11 kV
- Frekuensi : 50 Hz
- Putaran : 500 rpm
- Over speed : 2 x putaran nominal
- Efisiensi generator : 0,95
- Faktor daya, Cos ϕ : 0,80

j. Transformator utama

- Kapasitas : 2 x 10 MVA
- Tegangan : 11 kV / 20 kV

k. Saluran Pembuang (Tailrace)

- Tipe, material konstruksi : Pasangan batu-selimut beton
- Muka air normal : +691,96 m
- Muka air banjir 100 tahunan : +690,63 m
- Elevasi ambang : +691,00 m

3. Data Harga Satuan

- Harga sewa alat
- Harga satuan bahan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Harga satuan upah

3.5. Metode Analisis Data

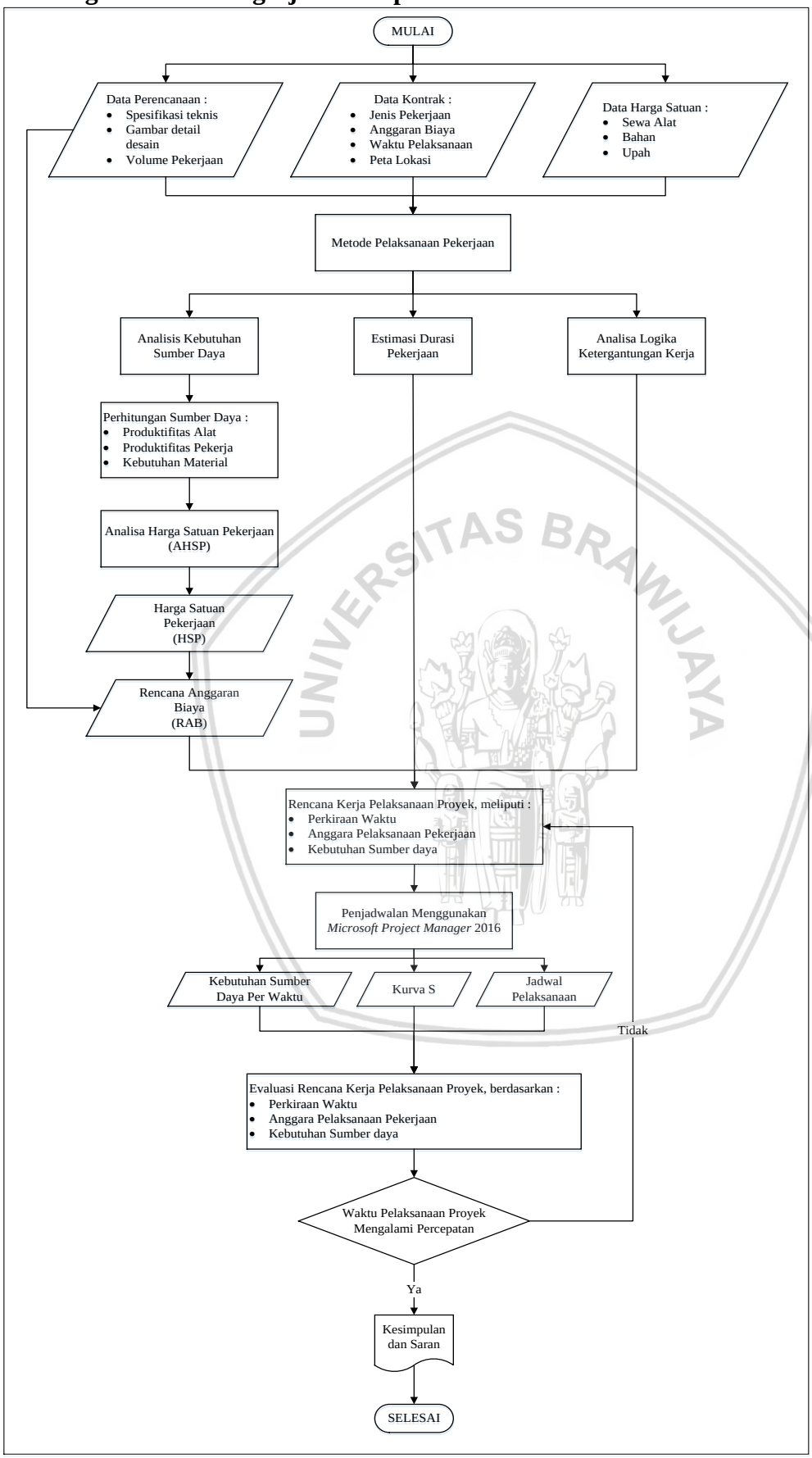
Analisis data dilakukan setelah semua data yang dibutuuhkan terkumpulkan, kemudian tahapan Analisis data dimulai sebagai berikut :

1. Menentukan metode pelaksanaan dari setiap pekerjaan
2. Menganalisis kebutuhan sumber daya
3. Menghitung produktivitas alat, produktivitas pekerja, dan kebutuhan material yang digunakan sesuai dengan spesifikasi teknis
4. Menganalisis Harga Satuan Pekerjaan
5. Menghitung Harga Satuan Pekerjaan
6. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) Keseluruhan
7. Mengestimasi durasi pekerjaan
8. Menganalisis logika ketergantungan pekerjaan

   Logika ketergantungan pekerjaan adalah hubungan ketergantungan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya pada proyek. Semua kegiatan dalam suatu proyek selanjutnya dihubungkan berdasarkan hubungan kerja yang logis.
9. Membuat rencana kerja pelaksanaan proyek yang meliputi perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan proyek, dan kebutuhan sumber daya dengan menggunakan dua alternatif.
10. Melakukan penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*.
11. Mendapatkan kebutuhan sumber daya per waktu, kurva S, dan jadwal pelaksanaan dari *Microsoft Project Manager 2016.*
12. Mengevaluasi kembali rencana kerja berdasarkan perkiraan waktu, anggaran pelaksanaan pekerjaan, dan kebutuha sumber daya.
13. Dilakukan pembahasan dari hasil Analisis terhadap perubahan waktu dan biaya.
14. Membuat kesimpulan dari dua alternatif yang dilakukan dari segi waktu, biaya, dan sumber daya sehingga dapat menentukan alternatif mana yang lebih optimal untuk diterapkan.
15. Selesai.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

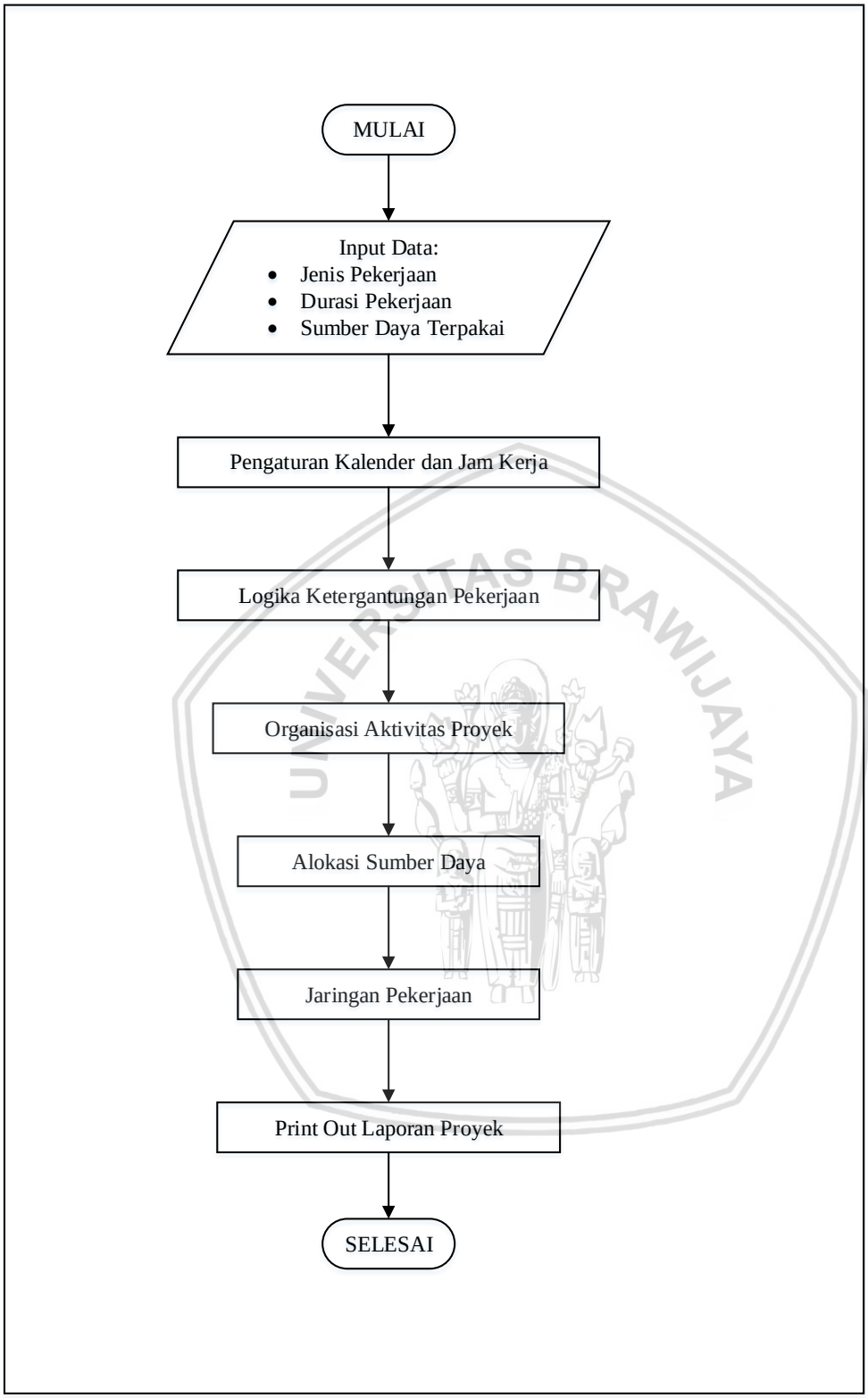
3.6. Diagram Alur Pengerjaan Skripsi



Gambar 3.5. Diagram Alur Pengerjaan Skripsi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.7. Diagram Alur Penggunaan *Microsoft Project 2016*



Gambar 3.6. Diagram Alur Pengerjaan *Microsoft Project 2016*

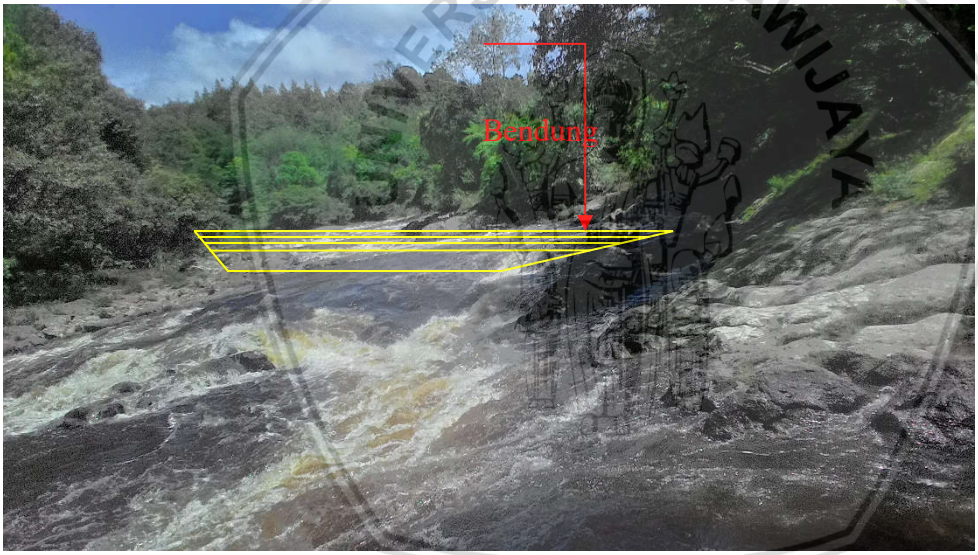
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.8. Tapak Situasi Bendung

Palung sungai ditempat ini terdiri dari batupasir kwarsa meta yang sangat bedenting bila dipukul dengan palu. Seluruh bagian sungai yang dialiri air waktu banjir terlihat bersih tanpa tertinggal endapan sungai, kecuali sedikit pasir dibagian sungai yang tenang dan di celah-celah batu.

Bendung akan menumpang diatas batuan keras dan kuat. Stabilitas bendung terhadap dorongan lateral air waktu banjir perlu diperhitungkan. Tebing kanan sungai beberapa meter hilir bendung sangat landau karena ada alur yang masuk dari barat yang dimanfaatkan untuk saluran elak pada tahap konstruksi dan bisa mengurangi volume galian saluran elak. Bangunan sadap menumpang diatas batu keras dan kuat. Kantong lumpur berada di lereng dengan kemiringan sekitar 30° ditempati oleh tanah pasir berbatu-batu.

Tapak bendung mempunyai kemiringan lereng kiri dan lereng kanan. Masing-masing ± 40°. Lebar sungai di tapak bendung 50 m. Tutupan di tapak bendung berupa semak belukar.



Gambar 3.7. Tapak Bendung Dilihat dari Hilir
Sumber : Laporan Pendahuluan *Basic Engineering* PLTA Sion

3.9. Tapak Situasi *Powerhouse*

Tapak yang sudah diukur elevasinya dengan GPS Geodetic terletak pada anak sungai. Batuan dasar sangat keras, penggalian di batuan seperti ini sangat sulit sehingga memungkinkan untuk dilakukan peledakan ringan. Di hilir tailrace, gradient sungai masih terjal ditandai dengan jeram-jeram rendah.

Tapak gedung sentral mempunyai kemiringan lereng 30°. Lebar sungai di lokasi powerhouse diperkirakan 5 m. Tutupan lahan di tapak *Powerhouse* umumnya adalah semak belukar dan kebun masyarakat. Di hilir *powerhouse* terdapat jembatan gantung yang menghubungkan desa di seberang kanan dan kiri sungai Aek Simonggo.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 3.8. Tapak *Powerhouse*
Sumber : Laporan Pendahuluan *Basic Engineering* PLTA Sion

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja di kosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan dalam konstruksi Bendung PLTA Sion harus direncanakan dengan sebaik mungkin. Dimana metode pelaksanaan ini menjelaskan mengenai tahapan pelaksanaan pekerjaan yang logis dan teknik sehubungan dengan tersedianya sumber daya yang dibutuhkan sesuai dengan kondisi medan kerja untuk memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien.

4.1.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Persiapan

1. Mobilisasi dan Demobilisasi

   Mobilisasi adalah kegiatan mendatangkan peralatan yang akan digunakan selama pelaksanaan konstruksi. Sedangkan Demobilisasi adalah kegiatan mengembalikan peralatan yang telah selesai digunakan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion. Dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion peralatan yang dibutuhkan terdiri dari :

   - *Dump Truck*
   - *Compressor*
   - *Vibrator Roller*
   - *Concrete Vibrator*
   - *Motor Grider*
   - *Excavator*
   - *Water Tanker*
   - *Concrete Mixer*
   - *Wheel Loader*
   - *Tandem Roller*
   - *Tamper*
   - Tronton

2. Pembersihan dan Penataan Lokasi

   Tahap pertama yang dilakukan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion adalah membersihkan dan menata lokasi pekerjaan sesuai dengan gambar perencanaan yang telah disetujui.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Pembuatan Direksi Keet dan Barak Kerja

   Tahap kedua adalah pembuatan direksi keet dan barak kerja. Direksi keet adalah bangunan yang digunakan untuk penyimpanan material ataupun tempat rapat. Barak kerja adalah bangunan yang dibuat untuk tempat tinggal sementara para pekerja.

4. Pengukuran Bowplank

   Tahap ketiga adalah melakukan pengukuran Bowplank. Pekerjaan ini dilakukan untuk menentukan dimana lokasi pembangunan yang akan dilaksanakan nantinya. Pengukuran bowplank ini dilakukan bersama dengan pemilik proyek, pelaksana proyek, konsultan perencana, konsultan pengawas dan Instansi yang terkait.

4.1.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bendung

1. Galian Tanah

   Pekerjaan galian tanah adalah penggalian dan pengangkutan semua material tanah baik yang akan digunakan ataupun yang tidak akan digunakan lagi. Pekerjaan galian tanah ini mencakup penanganan, pengangkutan ke lokasi pembuangan/penampungan, pembentukan dan perapihan sesuai alur, elevasi, kemiringan, dan ukuran yang tercantum pada gambar pekerjaan. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *Dump Truck, Excavator*, dan alat bantu.

   Tahapan pekerjaan galian tanah :

   - Pemasangan patok pada interval jarak tertentu dengan elevasi, ukuran dan kemiringan sesuai dengan gambar kerja;
   - Pemberian arahan dan perlengkapan Alat Pelindung Diri (APD) kepada para pekerja;
   - Pemasangan rambu-rambu keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dilokasi proyek;
   - Pelaksanaan galian tanah menggunakan Excavator sesuai dengan patok yang telah ditentukan.
   - Hasil galian tanah diangkut menggunakan Dump Truck ke tempat yang telah disetujui oleh pengawas/ Direksi/ Konsultan sebelumnya;
   - Pemeriksaan ukuran, elevasi, kemiringan memanjang dan melintang galian apakah sudah sesuai dengan gambar kerja;
   - Peninjauan oleh pengawas/ Direksi/ Konsultan terhadap pekerjaan yang telah dilakukan apakah telah sesuai dengan spesifikasi teknis sehingga dapat dilakukan pekerjaan selanjutnya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Galian Batu

Pekerjaan galian batu berbeda dengan pekerjaan tanah karena dalam pekerjaan galian batu ada proses penghancuran batu menggunakan *Excavator Hyd Breaker* sebelum diangkut. Lingkup pekerjaan galian batu adalah penggalian, pembelahan/penghancuran, pengangkutan semua material baik yang akan digunakan lagi ataupun tidak. Pembentukan dan perapihan galian sesuai alur, elevasi, kemiringan, dan ukuran yang tercantum dalam gambar kerja. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *Dump Truck, Excavator, Excavator Hyd Breaker, Compressor,* dan alat bantu.

Tahapan pekerjaan galian batu:

- Pemasangan patok pada interval tertentu dengan elevasi, ukuran, dan kemiringan sesuai dengan gambar kerja;
- Pemberian arahan dan perlengkapan Alat Pelindung Diri (APD) kepada para pekerja;
- Pemasangan rambu-rambu Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lokasi proyek;
- Pelaksanaan pembelahan batu menggunakan *Excvator Hyd Breaker*;
- Pelaksanaan galian batu menggunakan *Excavator* sesuai dengan patok yang telah ditentukan.
- Hasil galian batu diangkut menggunakan *Dump Truck* ke tempat yang telah disetujui oleh pengawas/ Direksi/ Konsultan sebelumnya;
- Pemeriksaan ukuran, elevasi, kemiringan memanjang dan melintang galian apakah sudah sesuai dengan gambar kerja;
- Peninjauan Pengawas/ Direksi/ Konsultan terhadap pekerjaan yang telah dilakukan apakah telah sesuai dengan spesifikasi teknis sehingga dapat dilakukan pekerjaan selanjutnya.

3. Urugan Tanah Kembali dan Pemadatan

Pekerjaan urugan tanah kembali dan pemadatan dapat dilakukan setelah pekerjaan pembetonan selesai setelah itu baru dilakukan pemadatan. Dalam pekerjaan timbunan harus dilakukan tes penimbunan terlebih dahulu untuk mengetahui kadar air, gradasi material, ketebalan hamparan, jenis, berat, serta jumlah lintasan alat pemadatan yang akan dipakai terhadap material yang akan dijadikan bahan penimbunan dengan menggunakan alat berat. Alat yang digunakan pada pekerjaan ini adalah *Dump Truck, Excavator, Vibrator Roller, Motor Grader, Tandem Roller,* dan *Water Tanker.*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. Pekerjaan Lantai Kerja

   Setelah pekerjaan galian selesai maka langkah selanjutnya adalah dengan menyiapkan lantai kerja dengan mutu beton K-100. Selama proses pengerjaan lantai kerja berlangsung tidak boleh ada kendaraan yang melewatinya dikarenakan dapat merusak permukaannya. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *Concrete Mixer, Water Tanker,* dan Alat bantu.

5. Pekerjaan Pembesian

   Setelah pekerjaan lantai kerja selesai maka dilanjutkan dengan pekerjaan pembesian. Pekerjaan pembesian pada pekerjaan ini adalah pemasangan besi tulangan 24 polos. Dalam pelaksanaannya jumlah dan jarak pembesian harus sesuai dengan yang telah ditentukan pada desain. Agar tidak mudah lepas atau bergeser maka pemasangan pembesian diikat dengan kawat beton.

6. Pekerjaan Bekisting

   Setelah pemasangan besi tulangan selesai maka pemasangan bekisting dapat dilakukan. Perencanaan bekisting harus didasarkan oleh kemudahan pemasangan, kemudahan pembongkaran, kecepatan pemasangan dan biaya yang efisien. Pembongkaran bekisting dapat dilakukan paling cepat setelah beton berumur dua hari.

7. Pekerjaan Pembetonan

   Setelah pemasangan bekisting selesai maka dilakukan pemeriksaan yang meliputi dimensi dan selimut beton. Setelah itu dilakukan tahap pembetonan dengan menggunakan mutu beton K-225. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *Concrete Mixer, Water Tanker*, dan Alat bantu.

8. Pekerjaan Beton *Cyclope*

   Beton *Cyclope* terdiri dari campuran semen, pasir beton, batu pecah mesin, dan batu belah dengan perbandingan sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan. Alat yang digunakan pada pekerjaan ini adalah *Concrete Mixer, Concrete Vibrator*, dan *Water Tanker.*

4.2. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada konstruksi Bendung PLTA Sion merupakan kegiatan yang harus dipatuhi seluruh elemen yang berhubungan langsung dengan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion. Kegiatan pelaksanaan K3 dimulai dari perekrutan pekerja yang harus bersedia mengikuti semua peraturan K3 yang telah ditetapkan pada pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion. Selain itu setiap memulai suatu pekerjaan selalu dilakukan penjelasan mengenai kondisi dan bahaya yang dihadapi di tempat kerja,

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

penggunaan perlengkapan keselamatan dan cara maupun sikap aman dalam melakukan pekerjaan.

Berikut adalah rencana peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) :

1. Sebelum memulai suatu kegiatan sediakan waktu untuk berdoa dan memperhatikan keamanan;
2. Selalu berjalan dan menggunakan jalur yang benar saat berjalan di area proyek
3. Selalu menjaga standar tentang kebersihan dan kerapihan
4. Melakukan pemanasan/peregangan sebelum dan setelah melakukan kegiatan manual (kegiatan yang banyak menggunakan aktivitas anggota badan);
5. Menerapkan prosedur mengangkut barang yang benar dalam bekerja;
6. Memastikan bahwa semua pekerja mengikuti prosedur keselamatan pengoperasian peralatan kerja yang benar;
7. Selalu mengenakan atau memakai Alat Pelindung Diri (APD) dengan benar.

4.3. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek

Fungsi pertama dari perencanaan dan logika jaringan pekerjaan adalah menentukan waktu optimal yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Proyek yang ditinjau dalam studi ini adalah Proyek Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion pada pekerjaan sipil. Proyek Pelaksanaan Bendung PLTA Sion memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 288.659.285.516 dengan waktu pelaksanaan 22 Bulan.

Pada bab ini akan dibahas mengenai Analisis percepatan waktu proyek dengan menggunakan dua alternatif yaitu dengan menambah jam kerja dan menambah jumlah alat berat. Sehingga pengaturan metode pelaksanaan dapat dilakukan dengan seefisien mungkin untuk mendapatkan hasil kuantitas pekerjaan yang lebih besar dan cepat dengan menggunakan bantuan program *Microsoft Project Manager 2016* yang menghasilkan jaringan kerja (*Network Planning*).

4.3.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu bagian penting yang harus dihitung dengan teliti karena volume pekerjaan sangat berpengaruh terhadap perkiraan biaya yang di dapat.

Perhitungan volume dilakukan mulai dari tahap persiapan sampai pelaksanaan konstruksi selesai. Dalam studi ini perhitungan volume dibatasi hanya sampai pada pekerjaan sipil. Sehingga volume yang dihitung merupakan pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan yang telah disebutkan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar detail desain pembangunan Bendung PLTA Sion yang telah dibuat oleh PT. Citra Multi Energi (CME). Rekapitulasi dari perhitungan volume pekerjaan bendung PLTA Sioin dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1.
Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Bendung PLTA Sion

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN**		
	1 Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	164.584,100
2	**PEKERJAAN BENDUNG DAN INTAKE**		
2.1	**PEKERJAAN BENDUNG**		
2.1.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah	m^3	10.339,245
	2 Galian Batu	m^3	38.806,311
	3 Urugan Tanah Kembali	m^3	10.313,611
	4 Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	49.145,556
2.1.2	**Pekerjaan Beton**		
	1 Beton Cyclope	m^3	3.021,969
	2 Beton K-225	m^3	5.376,779
	3 Lantai Kerja Beton K-100	m^3	1.770,773
2.1.3	**Pekerjaan Penulangan**		
	1 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	409.150,938
2.1.4	**Pekerjaan Bekisting**		
	1 Bekisting Datar Expose	m^2	12.513,123
2.1.5	**Pekerjaan Plester**		
	1 Plesteran PC 1 : 2	m^2	3.203,913
2.1.6	**Pekerjaan Lain-Lain**		
	1 Waterstop	m	4,500
	2 Pipa Weep Hole	m	9,000
	3 Anchor Bolt	Set	154,000
	4 Rock Bolt	Set	154,000
2.1.7	**Pekerjaan Groine**		
	1 Beton K-225	m^3	88,576
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8.857,600
	3 Bekisting Tegak Expose	m^2	1.941,198
2.2	**PEKERJAAN BANG. PENGAMBILAN & SAL. TRANSISI**		
2.2.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah	m^3	6.343,531
	2 Galian Batu	m^3	1.137,128
	3 Timbunan	m^3	2.049,577
	4 Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	9.530,236
2.2.2	**Pekerjaan Beton**		
	1 Beton K-225	m^3	1.478,890
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**		
	1 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	103.522,272
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**		
	1 Beskisting Tegak Expose	m^2	2.279,489
2.2.5	**Pekerjaan Kanopi untuk Pintu Penguras Bendung**		
	1 Beton K-225	m^3	12,150
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1.215,000
	3 Bekisting Tegak Expose	m^2	162,000
	4 Pipa PCV 04' (Pipa Air Hujan)	m	9,000
	5 Cat Tembok	m^2	46,000
	6 Waterproofing Atap Canopy	m^2	60,000

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.1.
Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Bendung PLTA Sion

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
2.2.6	**Pengadaan dan Instalasi**		
	1 Water Level Scale / Bak Ukur	Unit	1,000
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**		
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah Biasa	m^3	74.181,750
	2 Galian Batu	m^3	18.545,437
	3 Urugan Tanah Kembali	m^3	7.641,272
3.2	**Pekerjaan Beton**		
	1 Beton K-225	m^3	3.771,254
3.3	**Pekerjaan Penulangan**		
	1 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	2.639,878
3.4	**Pekerjaan Bekisting**		
	1 Bekisting Tegak Expose	m^2	8.412,939
3.5	**Pekerjaan Lain-Lain**		
	1 Waterstop	m	151,900
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR PLTA SION**		
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah	m^3	413.374,478
	2 Galian Batu	m^3	44.339,583
	3 Urugan Tanah Kembali	m^3	518.265,750
	4 Timbunan Tanah Pilihan (Grevel)	m^3	23.994,240
	5 Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	518.265,750
	6 Pekerjaan Pasir Urug	m^4	2.304,800
4.2	**Pekerjaan Pipa**		
	1 Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m	1.485,410
	2 Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m	1.485,410
	3 Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m	1.484,960
	4 Reducer (Peredam)	bh	4,000
	5 Pipa Pervorate	Unit	500,000
	7 Air Release Valve (Katup pelepas udara)	Unit	2,000
	9 Mild Steel 50Y (Baja ringan)	Unit	527.637,487
	10 Coupling, Joint GRP (Kopling dengan GRP)	Unit	746,000
	11 Manhole	Unit	14,000
	12 PRV	Unit	2,000
	13 Tee	Unit	2,000
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**		
	1 Beton K-225	m^3	4.935,516
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	6.125,145
	3 Bekisting Tegak Expose	m^2	4.935,516
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**		
	1 Beton K-225	m^3	647,716
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8.750,207
	3 Bekesting Tegak Expose	m^2	6.125,145
	4 Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	Kg	528,703
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**		
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah	m^3	27.062,640
	2 Galian Batu	m^3	10.825,056
	3 Urugan Tanah Kembali	m^3	964,440
	4 Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	38.852,136
5.2	**Pekerjaan Beton**		
	1 Beton K-225	m^3	2.662,076
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	266.207,568
	3 Bekisting Tegak Expose	m^2	3.087,892

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.1.
Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Bendung PLTA Sion

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**		
	1 Beton K-225	m^3	1.656,153
	3 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	115.930,744
	4 Bekisting Tegak Expose	m^2	682,242
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**		
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
	1 Galian Tanah	m^3	62.285,446
	2 Galian Batu	m^3	93.428,169
6.2	**Pekerjaan Pondasi**		
	1 Beton K-225	m^3	2.013,905
	2 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	140.973,333
	3 Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	m^3	11,606
	4 Beton K-175	m^3	10,967
6.3	**Pekerjaan Beton**		
	1 Beton K-225	m^3	6.698,379
6.4	**Pekerjaan Penulangan**		
	1 Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1.951,737
6.5	**Pekerjaan Bekisting**		
	1 Bekisting Tegak Expose	m^2	3.844,985
6.6	**Pekerjaan Lain-Lain**	Ls	1,000
7	**PEKERJAAN SARANA PRASARANA**		
7.1	**RUMAH OPERATOR**	Ls	1,000
7.2	**POS JAGA**	Ls	1,000
8	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**		
8.1	**Pekerjaan Per-Kerasan Jalan**		
	1 Lapisan Base (Aspalt)	m^3	826,910
	2 Lapis Pondasi Atas (t=15 cm)	m^3	1.428,919
	3 Lapis pondasi bawah (t=10 cm)	m^3	1.024,551
	4 Sirtu (Bahu Jalan)	m^3	595,194
8.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**		
	1 U ditch 5 x 50 x 50	Buah	6.351,206

Sumber: Hasil Perhitungan PT. Citra Multi Energi

4.3.2. Perhitungan Produktifitas Alat

Perhitungan produktifitas alat digunakan untuk mendapatkan besarnya kapasitas produktifitas alat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Dari besarnya produktifitas alat berat yang didapatkan, akan diketahui jumlah waktu dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang menggunakan alat berat.

Dalam studi ini tidak semua alat yang digunakan akan dihitung besar produktifitasnya, melainkan untuk alat-alat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek. Sedangkan untuk alat yang tidak diketahui besar produktifitasnya akan ditentukan dengan koefisien alat pada Analisis harga satuan pekerjaan. Jenis alat-alat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek adalah sebagai berikut :

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. ***Dump Truck***

a. *Dump Truck* bekerja bersama pekerja dengan jarak angkut maksimal 2 km

Jenis alat = Kapasitas bak 4 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas rata-rata bak (A) = 4 m^3
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V_1) = 15 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V_2) = 25 km/jam
- Jarak angkut (D) = 2 km
- Waktu muat (T_1) $= \frac{A}{\text{Produktifitas pekerja}} \times 60$

  $= \frac{4}{0{,}07} \times 60$

  = 16,8 menit
- Waktu tempuh isi (T_2) $= \frac{D}{V_1} \times 60$

  $= \frac{2}{15} \times 60$

  = 8 menit
- Waktu tempuh kosong (T_3) $= \frac{D}{V_2} \times 60$

  $= \frac{2}{25} \times 60$

  = 4,8 menit
- Waktu lain-lain (T_4) = 1 menit
- Waktu siklus (Ts) $= T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

  = 16,8 + 8 + 4,8 + 1

  = 30,6 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{A \times Fa \times 60}{Ts \times Fk}$

$= \frac{4 \times 0{,}83 \times 60}{30{,}6 \times 1{,}2}$

= 5,425 m^3/jam

= 18,083 m^2/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

b. *Dump Truck* bekerja dengan *Excavator* dengan jarak angkut maksimal 2 km

Jenis alat = Kapasitas bak 4 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas rata-rata bak (A) = 4 m^3
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V_1) = 15 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V_2) = 25 km/jam
- Jarak angkut (D) = 2 km
- Waktu muat (T_1) $= \frac{A}{\text{Produktifitas excavator}} \times 60$

  $= \frac{4}{141{,}525} \times 60$

  = 1,696 menit
- Waktu tempuh isi (T_2) $= \frac{D}{V_1} \times 60$

  $= \frac{2}{15} \times 60$

  = 8 menit
- Waktu tempuh kosong (T_3) $= \frac{D}{V_2} \times 60$

  $= \frac{2}{25} \times 60$

  = 4,8 menit
- Waktu lain-lain (T_4) = 1 menit
- Waktu siklus (Ts) $= T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

  = 1,696 + 8 + 4,8 + 1

  = 15,496 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

  Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{A \times Fa \times 60}{Ts \times Fk}$

  $= \frac{4 \times 0{,}83 \times 60}{15{,}496 \times 1{,}2}$

  = 10,712 m^3/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

c. *Dump Truck* bekerja bersama *Wheel Loader* dengan jarak angkut 2 km

Jenis alat = Kapasitas bak 4 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas rata-rata bak (A) = 4 m^3
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V_1) = 15 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V_2) = 25 km/jam
- Jarak angkut (D) = 2 km
- Waktu muat (T_1) $= \frac{A}{\text{Produktifitas wheel loader}} \times 60$

  $= \frac{4}{118,571} \times 60$

  = 2,024 menit
- Waktu tempuh isi (T_2) $= \frac{D}{V_1} \times 60$

  $= \frac{2}{15} \times 60$

  = 8 menit
- Waktu tempuh kosong (T_3) $= \frac{D}{V_2} \times 60$

  $= \frac{2}{25} \times 60$

  = 4,8 menit
- Waktu lain-lain (T_4) = 1 menit
- Waktu siklus (Ts) $= T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

  = 2,024 + 8 + 4,8 + 1

  = 15,824 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

  Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{A \times Fa \times 60}{Ts \times Fk}$

  $= \frac{4 \times 0,83 \times 60}{15,824 \times 1,2}$

  = 10,490 m^3/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. *Excavator*

a. Pekerjaan galian tanah dan urugan tanah kembali

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas bucket (V) = 0,93 m^3
- Faktor bucket (Fb) = 1,1
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor konversi (Fv) = 1
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2
- Waktu menggali dan memuat (T_1) = 0,2 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 0,1 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$

  = 0,2 + 0,1

  = 0,3 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fv \times Ts \times Fk}$

$= \frac{0{,}93 \times 1{,}1 \times 0{,}83 \times 60}{1 \times 0{,}3 \times 1{,}2}$

= 141,515 m^3/jam

b. Pekerjaan galian batu

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas bucket (V) = 0,93 m^3
- Faktor bucket (Fb) = 1,1
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor konversi (Fv) = 1
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2
- Waktu menggali dan memuat (T_1) = 1,9 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 0,1 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$

  = 1,9 + 0,1

  = 2 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fv \times Ts \times Fk}$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

$= \frac{0,93 \times 1,1 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2 \times 1,2}$

$= 21,227\ m^3/jam$

3. ***Excavator with hydraulic rock breaker***

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas bucket (V) = 0,93 m^3
- Faktor bucket (Fb) = 1,1
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor konversi (Fv) = 1
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2
- Waktu menggali dan memuat (T_1) = 2,5 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 0,15 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$

  = 2,5 + 0,15

  = 2,65 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fv \times Ts \times Fk}$

$= \frac{0,93 \times 1,1 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2,65 \times 1,2}$

$= 16,021\ m^3/jam$

4. ***Air Compressor***

Jenis alat = 4000-6500 l/m

Spesifikasi alat

- Kapasitas *air compressor* (Pa) = 5000 lt/menit

  = 5 m^3/menit
- Waktu pecah (T_1) = 2,5 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 3,5 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$

  = 2,5 + 3,5

  = 6 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{Pa \times Fa \times 60}{Ts}$

$= \frac{5 \times 0{,}83 \times 60}{6}$

= 41,500 lt/jam

5. ***Vibrator Roller***

Jenis alat = 5-8 Ton

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,2 m
- Tebal pemadatan (t) = 0,3 m
- Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan

Spesifikasi alat

- Lebar pemadatan (b) = 1,6 m
- Lebar efektif pemadatan (be) = 1,4 m
- Kecepatan rata-rata (V) = 2,15 km/jam
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{be \times V \times 1000 \times t \times Fa}{n \times Fk}$

$= \frac{1{,}4 \times 2{,}6 \times 1000 \times 0{,}3 \times 0{,}83}{8 \times 1{,}2}$

= 94,413 m^3/jam

6. ***Motor Grader***

a. **Pekerjaan Pemadatan perataan dan timbunan tanah pilihan *(Gravel)***

Jenis alat = >100 HP

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,3 m
- Panjang hamparan (Lh) = 50 m
- Tebal hamparan padat (t) = 0,15
- Jumlah pengupasan (N) = 1 lintasan
- Jumlah lintasan (n) = 2 lintasan

Spesifikasi alat

- Kecepatan rata-rata (V) = 4 km/jam
- Lebar pisau efektif (b) = 3,71 m
- Waktu 1 kali lintasan (T_1) = 0,75 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 0,35 menit

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$
  = 0,75 + 0,35
  = 1,1 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) = $\frac{Lh \times (N \times (b\text{-}bo)) + bo) \times t \times Fa \times 60}{Ts \times n \times Fk}$

= $\frac{50 \times (1 \times (3{,}71\text{-}0{,}3))+0{,}3) \times 0{,}15 \times 0{,}83 \times 60}{1{,}1 \times 2 \times 1{,}2}$

= 505,909 m^3/jam

b. Pekerjaan lapisan pondasi bawah

Jenis alat = >100 HP

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,3 m
- Panjang hamparan (Lh) = 1000 m
- Tebal hamparan padat (t) = 0,15
- Jumlah pengupasan (N) = 1 lintasan
- Jumlah lintasan (n) = 2 lintasan

Spesifikasi alat

- Kecepatan rata-rata (V) = 2,5 km/jam
- Lebar pisau efektif (b) = 3,71 m
- Waktu 1 kali lintasan (T_1) = 24 menit
- Waktu lain-lain (T_2) = 17,9 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2$
  = 24 + 17,9
  = 41,9 menit
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) = $\frac{Lh \times (N \times (b\text{-}bo)) + bo) \times t \times Fa \times 60}{Ts \times n \times Fk}$

= $\frac{1000 \times (1 \times (3{,}71\text{-}0{,}3))+0{,}3) \times 0{,}15 \times 0{,}83 \times 60}{41{,}9 \times 2 \times 1{,}2}$

= 265,632 m^3/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

7. ***Tandom Roller***

a. Pekerjaan pemadatan dan perataan

Jenis alat = 6-8 Ton

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,3 m
- Tebal pemadatan (t) = 0,3 m

Spesifikasi alat

- Lebar roda pemadatan (b) = 1,3 m
- Lebar efektif pemadatan (be) = b – bo
  = 1,3 – 0,3
  = 1 m
- Kecepatan rata-rata (V) = 1,5 km/jam
- Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{((be \times V \times 1000) \times t \times Fa)}{n \times Fk}$

$= \frac{((1 \times 1,5 \times 1000) \times 0,3 \times 0,83)}{8 \times 1,2}$

= 46,668 km/jam

b. Pekerjaan timbunan tanah pilihan *(Gravel)*

Jenis alat = 6-8 Ton

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,3 m
- Tebal pemadatan (t) = 0,3 m

Spesifikasi alat

- Lebar roda pemadatan (b) = 1,3 m
- Lebar efektif pemadatan (be) = b – bo
  = 1,3 – 0,3
  = 1 m
- Kecepatan rata-rata (V) = 1,12 km/jam
- Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{((be \times V \times 1000) \times t \times Fa)}{n \times Fk}$

$= \frac{((1 \times 1,12 \times 1000) \times 0,3 \times 0,83)}{8 \times 1,2}$

= 35,016 km/jam

c. Pekerjaan lapisan pondasi bawah

Jenis alat = 6-8 Ton

Kondisi kerja

- Lebar overlap (bo) = 0,3 m
- Tebal pemadatan (t) = 0,3 m

Spesifikasi alat

- Lebar roda pemadatan (b) = 1,3 m
- Lebar efektif pemadatan (be) = b – bo

  = 1,3 – 03

  = 1 m
- Kecepatan rata-rata (V) = 2,4 km/jam
- Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Faktor koreksi (Fk) = 1,2

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{((be \times V \times 1000) \times t \times Fa)}{n \times Fk}$

$= \frac{((1 \times 1,12 \times 1000) \times 0,3 \times 0,83)}{8 \times 1,2}$

= 62,250 km/jam

8. *Water Tanker*

a. Pekerjaan pemadatan perataan dan pekerjaan timbunan tanah pilihan *(Gravel)*

Jenis alat = 3000-5000 liter

Kondisi kerja

- Jarak layanan (L) = 2,3 km/jam
- Kebutuhan air/m^3 tanah (Q_{keb}) = 0,03 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas tangki (A) = 3 m^3
- Faktoe efisiensi (Fa) = 083
- Kecepatan berpindah (V) = 30 km/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Debit penyiraman (q_1) = 2 lt/detik
- Debit pengisian (q_2) = 5 lt/detik
- Waktu penyiraman (T_1) = 25 menit
- Waktu pengisian (T_2) = 10 menit
- Waktu pengambilan air (T_3) = 4,6 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2 + T_3$

  = 25 + 10 + 4,6

  = 39,6 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts}$

$= \frac{3 \times 0,83 \times 60}{0,03 \times 39,6}$

= 145,105 m^3/jam

b. Pekerjaan pasangan dan pembetonan

Jenis alat = 3000-5000 liter

Kondisi kerja

- Jarak layanan (L) = 2,3 km/jam
- Kebutuhan air/m^3 tanah (Q_{keb}) = 0,22 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas tangki (A) = 3 m^3
- Faktoe efisiensi (Fa) = 083
- Kecepatan berpindah (V) = 30 km/jam
- Debit pengisian (q_1) = 5 lt/detik
- Debit pengisian tanker (q_2) = 5 lt/detik
- Waktu penyiraman (T_1) = 10 menit
- Waktu pengisian tanker (T_2) = 10 menit
- Waktu pengambilan air (T_3) = 4,6 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2 + T_3$

  = 10 + 10 + 4,6

  = 24,6 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts}$

$= \frac{3 \times 0,83 \times 60}{0,22 \times 24,6}$

= 28,247 m^3/jam

c. Pekerjaan lapisan pondasi bawah

Jenis alat = 3000-5000 liter

Kondisi kerja

- Jarak layanan (L) = 2,3 km/jam
- Kebutuhan air/m^3 tanah (Q_{keb}) = 0,22 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas tangki (A) = 3 m^3
- Faktoe efisiensi (Fa) = 083
- Kecepatan berpindah (V) = 4 km/jam
- Debit penyiraman (q_1) = 2 lt/detik
- Debit pengisian (q_2) = 5 lt/detik
- Waktu penyiraman (T_1) = 25 menit
- Waktu pengisian (T_2) = 10 menit
- Waktu pengambilan air (T_3) = 34,5 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2 + T_3$

  = 25 + 10 + 34,5

  = 69,5 menit

Kapasitas produktifitas (Q) = $\frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts}$

= $\frac{3 \times 0,83 \times 60}{0,03 \times 69,5}$

= 71,655 m^3/jam

9. *Concrete Mixer*

Jenis alat = 0,3 – 0,6 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas mencampur (V) = 500 liter
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Waktu mengisi (T_1) = 0,5 menit
- Waktu mecampur (T_2) = 1 menit
- Waktu menuang (T_3) = 0,3 menit
- Waktu menunggu (T_4) = 0,2 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

  = 0,5+ 1 + 0,3 + 0,2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

= 2 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts}$

$= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 2}$

= 12,450 m^3/jam

10. *Tamper*

Spesifikasi alat

- Kapasitas tamper (q) = 7,5 m^3/detik
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83

Kapasitas produktifitas (Q) = q x Fa

= 7,5 x 0,83

= 6,225 m^3/detik

11. *Concrete Vibrator*

Spesifikasi alat

- Kapasitas concrete vibrator (q) = 3 m^3/jam
- Efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kapasitas produktifitas (Q) = q x Fa

= 3 x 0,83

= 2,490 m^3/jam

12. *Tronton*

Spesifikasi alat

- Kapasitas bak (V) = 15 ton
- Jarak angkut (L) = 60 km
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V_1) = 20 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V_2) = 30 km/jam
- Waktu muat (T_1) = 15 menit
- Waktu tempuh isi (T_2) = 180 menit
- Waktu tempuh kosong (T_3) = 120 menit
- Waktu lain-lain (T_4) = 10 menit
- Waktu siklus (Ts) = $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

= 15 + 180 + 120 + 10

= 325 menit

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fa \times 1000 \times 60}{Ts}$

$= \frac{15 \times 0{,}83 \times 1000 \times 60}{325}$

= 2298,426 kg/jam

13. *Wheel Loader*

Jenis alat = 1,0 – 1,6 m^3

Spesifikasi alat

- Kapasitas bucket (V) = 1,5 m^3
- Faktor bucket (Fb) = 1
- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83
- Waktu siklus (Ts) = 0,63 menit

Kapasitas produktifitas (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts}$

$= \frac{1{,}5 \times 1 \times 0{,}83 \times 60}{0{,}63}$

= 118,571 m^3/jam

4.3.3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan faktor yang sangat berpengaruh besar terhadap besar atau kecil biaya yang dikeluarkan. Dengan demikian perhitungan harga satuan pekerjaan harus direncanakan dengan matang agar biaya yang akan dikeluarkan nantinya tidak terlalu besar sehingga merugikan manajemen dari proyek itu sendiri.

Untuk mendapatkan jumlah dari Analisis harga satuan adalah dengan perkalian antara koefisien pekerjaan dengan harga satuan dari pekerjaan itu sendiri, koefisien pekerjaan dan harga satuan pekerjaan di dapatkan dari HSP Sumatera Utara tahun 2016.

Dalam studi ini Analisis harga satuan pekerjaan dibagi menjadi lima bagian (pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan batu, pekerjaan pasangan, besi dan beton, pekerjaan bangunan fasilitas, serta pekerjaan jalan dan jembatan). Untuk memudahkan perhitungan Analisis Harga Satuan Pekejaan (AHSP) dari masing-masing jenis pekerjaan, maka dibuat tabel Analisis Harga Satuan Pekerjaan (lampiran) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor;
2. Uraian tenaga kerja, bahan/material, dan alat yang digunakan dalam menyelesaiakan suatu pekerjaan;
3. Satuan untuk setiap uraian pekerjaan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. Kuantitas/koefeisen tenaga kerja dari setiap uraian pekerjaan;
   - Kuantitas tenaga kerja dan bahan didapatkan dari ketetapan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, referensi pekerjaan yang sama dan hasil perhitungan.
   - Kuantitas peralatan didapatkan dari referensi pekerjaan yang sama dan hasil perhitungan produktifitas alat berat.
5. Harga satuan setiap uraian pekerjaan (lampiran);dan
6. Jumlah harga dari hasil perkalian antara kuantitas pekerjaan dengan harga satuan setiap uraian pekerjaan.

   Berikut adalah Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Pada Bendung PLTA Sion.

Tabel 4.2.
Harga Satuan Pekerjaan pada Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian	Satuan	Harga Satuan Rp.
A	**PEKERJAAN PERSIAPAN**		
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	Ls	662.200.000,00
2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	22.170,00
3	Direksi Keet	Ls	75.000.000,00
4	Barak Kerja	Ls	125.000.000,00
5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	Ls	80.000.000,00
6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)	Ls	85.000.000,00
7	Listrik Kerja	Ls	250.000.000,00
B	**PEKERJAAN TANAH DAN BATUAN**		
1	Saluran Pengelak dan Pompa Air untuk Penyaluran Air	Ls	56.441.719,00
2	Galian Tanah	m^3	33.757,00
3	Galian Batu	m^3	110.031,00
4	Urugan Tanah Kembali	m^3	37.210,00
5	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	17.475,00
6	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	m^3	175.468,00
7	Pekerjaan Pasir urug	m^3	252.825,00
8	Pasangan Batu Kosong	m^3	354.190,00
C	**PEKERJAAN PASANGAN, BETON, & BAJA**		
1	Beton Cyclope	m^3	879.194,00
2	Beton K-225	m^3	998.078,00
3	Lantai Kerja Beton K-100	m^3	794.892,00
4	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	19.085,00
5	Bekisting Datar Expose	m^2	375.924,00
6	Bekisting Tegak Expose	m^2	255.931,00
7	Plesteran PC 1:2	m^3	69.198,00
8	Waterstop	m^1	150.000,00
9	Anchor Bolt	Ls	121.445,00
10	Rock Bolt	Ls	130.000,00
11	Trekstang dan ikatan angin	Kg	11.000,00
12	Baut Hitam	Buah	6.500,00
13	Lisplant Klip-lok, Warna	m^1	132.685,00
14	Pemasangan Bouwplank	m^1	10.000,00
15	Pasangan Dinding Batako 1/2 Batako PC 1:2	m^2	135.174,00
16	Pasangan Dinding Batako 1/2 Batako PC 1:4	m^2	127.254,00
17	Acian	m^2	8.648,40
18	Pasangan Batu dengan Mortar 1:4	m^3	680.504,00
19	Beton K-175	m^3	924.031,00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.2.
Harga Satuan Pekerjaan Pada Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian	Satuan	Harga Satuan Rp.
20	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	Kg	25.446,00
21	Plesteran PC 1:4	m^2	66.192,00
22	Talang Datar Dari Plat Baja / Drainase	m^1	129.385,00
23	Talang Tegak Pipa PVC	m^1	125.000,00
24	Overhead Travelling Crane (30 ton)	Set	1.250.000.000,00
D	**PEK. HYDROMEC, ELEC, & INSTRUMENTASI**		
1	Pipa Weep Hole	m^1	200.000,00
2	Pipa PCV 0,4 inch (Pipa Air Hujan)	m^1	75.000,00
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m^1	15.153.888,00
4	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m^1	14.216.138,00
5	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m^1	13.107.888,00
6	Reducer	Buah	107.200.000,00
7	Pipa Pervorate	m^1	56.821,00
8	Air Release Valve	Unit	150.000.000,00
9	Mild steel 50Y	Kg	35.050,00
10	Couplings, Joint GRP	Unit	8.213.534,82
11	Manhole	Unit	13.213.534,82
12	PRV	Unit	200.000.000,00
13	Tee	Unit	5.320.000,00
14	Instalasi Penerangan (Power House)	Titik	150.000,00
15	Instalasi Penerangan (Rumah Dinas)	Titik	20.000,00
16	Instalasi Stop Kontak 100 Watt (Power House)	Titik	85.000,00
17	Instalasi Stop Kontak 100 Watt (Rumah Dinas)	Titik	30.000,00
18	Lampu Baret TL "E" 32 Watt	Buah	30.000,00
19	Kabel NYY 3 x 4 mm2 dari Kwh Meter ke Panel Listrik	m^1	3.600,00
20	Panel Listrik (Rumah Dinas)	Buah	200.000,00
21	Kwh Meter + Box	Buah	150.000,00
22	Pentanahan (Rumah Dinas)	Titik	200.000,00
23	Testing (Rumah Dinas)	Lot	100.000,00
24	Instalasi Exhaust Fan	Titik	85.000,00
25	Lampu HDKI Isi Mercury 125 Watt	Buah	250.000,00
26	Lampu Baret Isi PLCE 11 Watt	Buah	375.000,00
27	Lampu Emergency Isi TL 2*8 Watt,Lengkap	Buah	450.000,00
28	Exhuast Fan, Type Industrial Capacity 2000CFM	Buah	2.000.000,00
29	Exhuast Fan, Type Industrial Capacity 1000CFM	Buah	1.750.000,00
30	Panel Listrik (Power House)	Buah	450.000,00
31	Pentanahan (Power House)	Buah	3.500.000,00
32	Testing (Penerangan Power House)	Lot	1.500.000,00
33	Genset untuk Black Start	Unit	150.000.000,00
34	Water Level Scale / Bak Ukur	Unit	5.000.000,00
35	Papan Duga	Set	4.750.000,00
36	Fire Protection 2 x 4 kg CO2	Set	7.800.000,00
37	Fire Protection 2 x 5 kg Dry Powder	Set	9.500.000,00
38	Splitzen Tembaga 0 1"	buah	75.000,00
39	Tiang Plitzen, Bahan :Pipa GIP 0 1"	buah	25.000,00
40	Kawat BC 0 50 mm2	m^1	62.500,00
41	Pipa konduit PVC 0 3/4"	m^1	14.500,00
42	Klem Kawat BC	Buah	15.000,00
43	Bak Kontrol Pas. Bata Uk.40*40*40cm, Lengkap	Buah	175.000,00
44	Pentanahan Bahan Copper Rod 01"	Titik	750.000,00
45	Testing (Penangkal Petir Gedung Sentral)	Lot	5.000.000,00
E	**PEKERJAAN BANGUNAN FASILITAS**		
1	Waterproofing Atap Canopy	m^2	150.000,00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.2.
Harga Satuan Pekerjaan pada Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian	Satuan	Harga Satuan Rp.
2	Kuda-Kuda Kayu Klas I	m^3	6.455.126,00
3	Gording Kayu Klas II	m^3	4.742.185,00
4	Rangka Atap Kayu Klas II	m^2	100.240,00
5	Atap Metal	m^2	131.255,00
6	Plafond Calsiboard termasuk Rangka Hollow	m^2	155.529,00
7	Lisplank Kayu 3/25 cm	m^1	83.012,00
8	Kusen Pintu dan Jendela	m^3	7.268.610,00
9	Daun Pintu Panil Kayu	m^2	593.793,00
10	Daun Pintu Double Teakwood	m^2	553.052,00
11	Daun Jendela Kaca	m^2	509.850,00
12	Screed Bawah Lantai / Lantai Beton K-100	m^3	794.892,00
13	Pasangan Lantai Keramik 30 x 30 cm	m^2	198.070,00
14	Pasangan Plin Keramik 10 x 30 cm	m^1	35.260,00
15	Pasangan Lantai Keramik Toilet 20 x 20 cm	m^2	217.309,00
16	Pasangan Dinding Keramik 20 x 25 cm	m^2	247.288,00
17	Pasangan Dinding Keramik 20 x 20 cm	m^2	198.070,00
18	Cat Tembok (Pekerjaan Kanopi untuk Penguras Bendung)	m^2	75.000,00
19	Cat Dinding	m^2	58.839,00
20	Cat Plafond	m^2	58.839,00
21	Cat Lisplank, Konsol dan Kusen	m^2	76.803,00
22	Cat Kayu	m^2	76.803,00
23	Bak Mandi	Buah	500.000,00
24	Closet Duduk	Buah	750.000,00
25	Pipa dan Accecorice (Rumah Operator)	Unit	2.500.000,00
26	Pipa dan Accecorice (Pos Jaga)	Unit	500.000,00
27	Septick Tank (Rumah Operator)	Unit	10.000.000,00
28	Septick Tank (Pos Jaga)	Unit	3.000.000,00
29	Saluran Keliling Bangunan (Rumah Operator)	m^1	232.135,20
30	Saluran Keliling Bangunan (Pos Jaga)	m^1	212.790,60
31	Pintu Pagar	Unit	2.500.000,00
32	Pagar Keliling	m^1	500.000,00
33	sumur Bor	Ls	25.000.000,00
34	Bak Penampung Air	Ls	10.250.000,00
35	Pintu Plat Besi (Tebal 3 mm) 400 x 300	Unit	15.000.000,00
36	Jendela Type J1	Unit	3.919.650,00
37	Jendela Type J2	Unit	1.223.223,00
38	Jendela Type BV1	Unit	1.933.724,00
39	Jendela Type BV2	Unit	1.990.798,00
40	Jendela Type BV3	Unit	1.243.553,00
41	Jendela Type BV4	Unit	2.780.624,00
42	Pintu Type P1 (260 x 94)	Unit	2.430.126,00
43	Pintu Type Double PD1 (260 x 94)	Unit	4.206.367,00
44	Tiang Pagar L.50.50.5	Kg	30.000,00
45	Pagar Pengaman Kawat Ram SWG8	m^2	30.062,00
46	Kawat Duri	m^1	15.000,00
47	Pintu Pagar Kawat Ram SWG8, Rangka Besi Siku	Unit	2.500.000,00
F	**PEKERJAAN JALAN JEMBATAN**		
1	Lapisan Base (Aspalt)	m^3	16.566,00
2	Lapisan Pondasi Atas (t= 15 cm)	m^3	252.825,00
3	Lapisan Pondasi Bawah (t=10 cm)	m^3	325.870,00
4	Sirtu (Bahu Jalan)	m^3	252.825,00
5	U ditch 5 x 50 x 50	Buah	800.633,00

Sumber : Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.3.4. Analisis Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah rencana pengeluaran biaya proyek yang di dalamnya terdiri dari perincian pekerjaan yang akan dilakukan. Rencana anggaran biaya dapat diketahui dengan cara mengalikan volume setiap pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan yang sesuai, sehingga total biaya setiap pekerjaan dapat diketahui. Dalam studi ini rencana anggaran biaya yang akan diperhitungkan hanya sampai pada pekerjaan sipil pada Bendung PLTA Sion. Rencana anggaran biaya pada pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.3.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	Ls	1,000	662.200.000,00	662.200.000,00
2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	164584,100	22.170,00	3.648.829.497,00
3	Direksi Keet	Ls	1,000	75.000.000,00	75.000.000,00
4	Barak Kerja	Ls	1,000	125.000.000,00	125.000.000,00
5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	Ls	1,000	80.000.000,00	80.000.000,00
6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)	Ls	1,000	85.000.000,00	85.000.000,00
7	Listrik Kerja	Ls	1,000	250.000.000,00	250.000.000,00
	Sub Total I				**4.926.029.497,00**
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**				
2.1	**PEKERJAN SALURAN PENGELAK**				
1	Saluran Pengelak dan Pompa air untuk Penyaluran Air	Ls	1,000	56.441.719,00	56.441.719,00
2.2	**PEKERJAAN BENDUNG**				
2.2.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**				
1	Galian Tanah	m^3	10339,245	33.757,00	349.021.898,13
2	Galian Batu	m^3	38806,311	110.031,00	4.269.897.237,59
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	10313,611	37.210,00	383.769.470,30
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	49145,556	17.475,00	858.818.598,59
2.2.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton Cyclope	m^3	3021,969	879.194,00	2.656.897.012,99
2	Beton K-225	m^3	5376,779	998.078,00	5.366.444.338,71
3	Lantai Kerja Beton K-100	m^3	1770,773	794.892,00	1.407.573.371,01
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	409150,938	19.085,00	7.808.645.661,08
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Datar Expose	m^2	12513,123	375.924,00	4.703.983.255,91
2.2.5	**Pekerjaan Plester**				
1	Plesteran PC 1:2	m^2	3203,913	69.198,00	221.704.371,77

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
2.2.6	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	4,500	150.000,00	675.000,00
2	Pipa Weep Hole	m^1	9,000	200.000,00	1.800.000,00
3	Anchor Bolt	Ls	154,000	121.445,00	18.702.530,00
4	Rock Bolt	Ls	154,000	130.000,00	20.020.000,00
2.2.7	**Pekerjaan Groine**				
1	Beton K-225	m^3	88,576	998.078,00	88.405.756,93
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8857,600	19.085,00	169.047.296,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	1941,198	255.931,00	496.812.847,71
2.3	**PEKERJAAN BANGUNAN PENGAMBILAN DAN SALURAN TRANSISI**				
2.3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	6343,531	33.757,00	214.138.584,58
2	Galian Batu	m^3	1137,128	110.031,00	125.119.352,97
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	2049,577	37.210,00	76.264.749,57
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	9530,236	17.475,00	166.540.877,07
2.3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	1478,890	998.078,00	1.476.047.171,19
2.3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	103522,272	19.085,00	1.975.722.557,11
2.3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	2279,489	255.931,00	583.391.982,44
2.4	**PEKERJAAN KANOPI DARI BETON UNTUK PINTU PENGURAS BENDUNG**				
1	Beton K-225	m^3	12,150	998.078,00	12.126.647,70
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1215,000	19.085,00	23.188.275,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	162,000	255.931,00	41.460.822,00
4	Pipa PCV 04 (Pipa Air Hujan)	m^1	9,000	75.000,00	675.000,00
5	Cat Tembok	m^2	46,000	75.000,00	3.450.000,00
6	Waterproofing Atap Canopy	m^2	60,000	150.000,00	9.000.000,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
2.5	**PENGADAAN DAN INSTALASI**				
1	Water Level Scale atau Bak Ukur	Unit	1,000	5.000.000,00	5.000.000,00
	Sub Total II				**33.584.344.666,36**
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**				
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	74181,750	33.757,00	2.504.153.319,47
2	Galian Batu	m^3	18545,437	110.031,00	2.040.573.021,11
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	7641,272	37.210,00	284.331.716,24
3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	3771,254	998.078,00	3.764.005.831,23
3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	2639,878	19.085,00	50.382.070,24
3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	8412,939	255.931,00	2.153.131.998,45
3.5	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	151,900	150.000,00	22.785.000,00
	Sub Total III				**10.819.362.956,74**
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**				
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	413374,478	33.757,00	13.954.282.236,97
2	Galian Batu	m^3	44339,583	110.031,00	4.878.728.602,06
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	518265,750	37.210,00	19.284.668.557,50
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	m^3	23994,240	175.468,00	4.210.221.304,32
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	518265,750	17.475,00	9.056.693.981,25
6	Pekerjaan Pasir Urug	m^3	2304,800	252.825,00	582.711.060,00
4.2	**Pekerjaan Pipa**				
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m^1	1485,410	15.153.888,00	22.509.736.774,08
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m^1	1485,410	14.216.138,00	21.116.793.546,58
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m^1	1484,960	13.107.888,00	19.464.689.364,48
4	Reducer	Buah	4,000	107.200.000,00	428.800.000,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
				Rp.	Rp.
5	Pipa Pervorate	m^1	500,000	56.821,00	28.410.500,00
7	Air Release Valve	Unit	2,000	150.000.000,00	300.000.000,00
9	Mild Steel 50Y	Kg	527637,487	35.050,00	18.493.693.924,50
10	Couplings, Joint GRP	Unit	746,000	8.213.534,82	6.127.296.972,08
11	Manhole	Unit	14,000	13.213.534,82	184.989.487,41
12	PRV	Unit	2,000	200.000.000,00	400.000.000,00
13	Tee	Unit	2,000	5.320.000,00	10.640.000,00
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	4935,516	998.078,00	4.926.030.337,48
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	6125,145	19.085,00	116.898.387,69
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	4935,516	255.931,00	1.263.151.647,77
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**				
1	Beton K-225	m^3	647,716	998.078,00	646.471.089,85
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8750,207	19.085,00	166.997.696,70
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	6125,145	255.931,00	1.567.614.422,85
4	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	Kg	528,703	25.446,00	13.453.385,44
	Sub Total IV				**149.732.973.279,01**
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**				
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	27062,640	33.757,00	913.553.538,48
2	Galian Batu	m^3	10825,056	110.031,00	1.191.091.736,74
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	964,440	37.210,00	35.886.812,40
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	38852,136	17.475,00	678.941.076,60
5.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	2662,076	998.078,00	2.656.959.167,26
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	266207,568	19.085,00	5.080.571.429,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	3087,892	255.931,00	790.287.210,67
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	1656,153	998.078,00	1.652.970.362,99
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	115930,744	19.085,00	2.212.538.254,97

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	682,242	255.931,00	174.606.977,12
	Sub Total V				**15.387.406.566,22**
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**				
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	62285,446	33.757,00	2.102.569.803,73
2	Galian Batu	m^3	93428,169	110.031,00	10.279.994.878,42
6.2	**Pekerjaan Pondasi**				
1	Beton K-225	m^3	2013,905	998.078,00	2.010.034.025,07
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	140973,333	19.085,00	2.690.476.050,76
3	Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	m^3	11,606	680.504,00	7.898.201,63
4	Beton K-175	m^3	10,967	924.031,00	10.133.884,94
6.3	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	6698,379	998.078,00	6.685.504.642,20
6.4	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1951,737	19.085,00	37.248.896,83
6.5	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	3844,985	255.931,00	984.050.959,43
6.6	**Pekerjaan Lain-Lain**	Ls	1,000	2.097.999.826,35	2.097.999.826,35
	Sub Total VI				**26.905.911.169,36**
7	**PEKERJAAN SARANA PRASARANA**				
7.1	**RUMAH OPERATOR**	Ls	1,000	306.265.779,26	306.265.779,26
7.2	**POS JAGA**	Ls	1,000	43.932.439,00	43.932.439,00
	Sub Total VII				**350.198.218,26**
8	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**				
8.1	**Pekerjaan Per-Kerasan jalan**				
1	Lapisan Base (Asphalt)	m^3	826,910	16.566,00	13.698.598,48
2	Lapis Pondasi Atas (t = 15 cm)	m^3	1428,919	252.825,00	361.266.554,38
3	Lapis Pondasi Bawah (t = 10 cm)	m^3	1024,551	325.870,00	333.870.477,38
4	Sirtu (Bahu Jalan)	m^3	595,194	252.825,00	150.479.868,44

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.3.
Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Bendung PLTA Sion

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
8.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**				
1	U ditch 50 x 50 x 120	Buah	6351,206	800.633,00	5.084.984.899,90
Sub Total VIII					**5.944.300.398,59**
JUMLAH					248.138.326.751,54
PPN (10%)					24.813.832.675,15
TOTAL BIAYA					272.952.159.426,69
DIBULATKAN					**272.422.666.000,00**
TERBILANG : Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Dua Puluh Dua Juta Enam Ratus Enam Puluh Enam Ribu Rupiah					

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

4.3.5. Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan

Lama waktu penyelesaian suatu pekerjaan (durasi) dapat ditentukan dengan memperhatikan besarnya suatu volume pekerjaan, produktifitas alat dan jumlah ketersediaan alat yang dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Berikut adalah contoh perhitungan untuk menentukan besarnya durasi suatu pekerjaan.

- Pada pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi (1.2), dengan data sebagai berikut:

  Volume pekerjaan = 164.584,100 m^2

  Produktifitas *Dump Truck* = 18,083 m^2/jam

  Estimasi durasi pekerjaan = 608 jam

- Dengan menggunakan rumus (2-18) maka dapat ditentukan jumah *Dump Truck* yang dibutuhkan berdasarkan estimasi durasi pekerjaan yang telah ditentukan.

  608 jam = 164.584,100 m^2 / (18,083 m^2/jam x jumlah *Dump Truck*)

  Jumlah *Dump Truck* = 14,9698 ~ 15 buah

  Sehingga dapat diketahui pada pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi dengan durasi 76 hari (608 jam) dibutuhkan 15 buah *Dump Truck.*

  Hasil perhitungan estimasi durasi pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.4.

4.3.6. Logika Ketergantungan Pekerjaan

Hubungan ketergantungan pekerjaan atau logika ketergantungan kerja merupakan hubungan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya dalam pelaksanaan proyek. Semua kegiatan dalam suatu proyek akan dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis, sehingga membentuk suatu jaringan pekerjaan *(Network diagram)* yang berisi lintasan peristiwa dan kegiatan. Hubungan ketergantungan dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion tidak semua sama. Ada beberapa pekerjaan yang dimulai dan dan diakhiri secara bersamaan. Selain itu ada juga pekerjaan yang dimulai setelah/sebelum beberapa hari pekerjaan yang mendahuluinya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan pekerjaan pada studi ini adalah hubungan *predecessor* (hubungan antar aktivitas sebelum) dan *successor* (hubungan antar aktivitas sesudah). Hubungan ketergantungan pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.4.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.4.
Estimasi Durasi Pekerjaan dan Hubungan Ketergantungan Pekerjaan

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Durasi Hari	Kode Pekerjaan	Pek. Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**		1		
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	14	1.1	-	-
2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	76	1.2	1.1	SS+1
3	Direksi Keet	30	1.3	1.2	FS
4	Barak Kerja	30	1.4	1.3	SS
5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	6	1.5	1.4	SS
6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out	6	1.6	1.5	SS
7	Listrik Kerja	3	1.7	1.4	FS
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**		2		
2.1	**PEKERJAN SALURAN PENGELAK**		2.1		
1	Sal. Pengelak & Pompa Air	70	2.1.1	1.6	FS
2.2	**PEKERJAAN BENDUNG**		2.2		
2.2.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**		2.2.1		
1	Galian Tanah	18	2.2.1.1	2.1.1	FS
2	Galian Batu	35	2.2.1.2	2.2.1.1	SS
3	Urugan Tanah Kembali	10	2.2.1.3	2.2.2.1	FS
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	34	2.2.1.4	2.2.1.3	FS
2.2.2	**Pekerjaan Beton**		2.2.2		
1	Beton Cyclope	60	2.2.2.1	2.2.5.1	FS
2	Beton K-225	106	2.2.2.2	2.2.4.1	FS
3	Lantai Kerja Beton K-100	35	2.2.2.3	2.2.1.2	FS
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**		2.2.3		
1	Besi Tulangan 24 Polos	90	2.2.3.1	2.2.2.3	FS+7
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**		2.2.4		
1	Bekisting Datar Expose	121	2.2.4.1	2.2.3.1	FS
2.2.5	**Pekerjaan Plester**		2.2.5		
1	Plesteran PC 1:2	17	2.2.5.1	2.2.2.2	FS+7
2.2.6	**Pekerjaan Lain-Lain**		2.2.6		
1	Waterstop	2	2.2.6.1	2.2.2.3	FF
2	Pipa Weep Hole	2	2.2.6.2	2.2.6.1	SS
3	Anchor Bolt	2	2.2.6.3	2.2.6.2	SS
4	Rock Bolt	2	2.2.6.4	2.2.6.3	SS
2.2.7	**Pekerjaan Groine**		2.2.7		
1	Beton K-225	7	2.2.7.1	2.2.7.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	7	2.2.7.2	2.2.3.1	SS
3	Bekisting Tegak Expose	14	2.2.7.3	2.2.7.2	FS
2.3	**PEK. BG. PENGAMBILAN & SAL. TRANSISI**		2.3		
2.3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		2.3.1		
1	Galian Tanah	9	2.3.1.1	2.2.1.1	FS
2	Galian Batu	9	2.3.1.2	2.3.1.1	SS
3	Urugan Tanah Kembali	5	2.3.1.3	2.3.2.1	FS
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	10	2.3.1.4	2.3.1.3	FS
2.3.2	**Pekerjaan Beton**		2.3.2		
1	Beton K-225	30	2.3.2.1	2.3.4.1	FS
2.3.3	**Pekerjaan Penulangan**		2.3.3		
1	Besi Tulangan 24 Polos	25	2.3.3.1	2.3.1.2	FS
2.3.4	**Pekerjaan Bekisting**		2.3.4		
1	Bekisting Tegak Expose	25	2.3.4.1	2.3.3.1	FS
2.4	**PEK. KANOPI PINTU PENGURAS BENDUNG**		2.4		
1	Beton K-225	3	2.4.1	2.4.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	3	2.4.2	2.3.2.1	FS+7
3	Bekisting Tegak Expose	3	2.4.3	2.4.2	FS
4	Pipa PCV 04 (Pipa Air Hujan)	1	2.4.4	2.4.6	FS
5	Cat Tembok	1	2.4.5	2.4.4	SS
6	Waterproofing Atap Canopy	1	2.4.6	2.4.1	FS
2.5	**PENGADAAN DAN INSTALASI**		2.5		
1	Water Level Scale atau Bak Ukur	1	2.5.1	2.3.2.1	FS+7
3	**PEK. KOLAM PENGENDAP PASIR**		3		
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		3.1		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.4.
Estimasi Durasi Pekerjaan dan Hubungan Ketergantungan Pekerjaan

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Durasi Hari	Kode Pekerjaan	Pek. Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
1	Galian Tanah	55	3.1.1	2.3.1.1	FS
2	Galian Batu	55	3.1.2	3.1.1	SS
3	Urugan Tanah Kembali	10	3.1.3	3.2.1	FS+7
3.2	**Pekerjaan Beton**		3.2		
1	Beton K-225	75	3.2.1	3.4.1	FS
3.3	**Pekerjaan Penulangan**		3.3		
1	Besi Tulangan 24 Polos	3	3.3.1	3.1.2	FS
3.4	**Pekerjaan Bekisting**		3.4		
1	Bekisting Tegak Expose	41	3.4.1	3.3.1	FS
3.5	**Pekerjaan Lain-Lain**		3.5		
1	Waterstop	2	3.5.1	3.3.1	FF
4	**PEK. SAL. PENGHANTAR (GRP PIPE)**		4		
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		4.1		
1	Galian Tanah	180	4.1.1	2.2.2.1	SS
2	Galian Batu	180	4.1.2	4.1.1	SS
3	Urugan Tanah Kembali	202	4.1.3	4.2.1	FS
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	100	4.1.4	4.1.2	FS
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	232	4.1.5	4.1.3	SS+1
6	Pekerjaan Pasir Urug	100	4.1.6	4.1.4	SS
4.2	**Pekerjaan Pipa**		4.2		
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	64	4.2.1	4.1.6	SS+36
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	64	4.2.2	4.2.1	FS
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	64	4.2.3	4.2.2	FS
4	Reducer	4	4.2.4	4.2.1	FS-1
5	Pipa Pervorate	100	4.2.5	4.1.4	SS
6	Air Release Valve	2	4.2.6	4.2.1	SS+104
7	Mild Steel 50Y	192	4.2.7	4.2.1	SS
8	Couplings, Joint GRP	191	4.2.8	4.2.1	SS
9	Manhole	14	4.2.9	4.2.1	SS+25
10	PRV	2	4.2.10	4.2.3	FS-1
11	Tee	1	4.2.11	4.2.1	FS+150
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**		4.3		
1	Beton K-225	98	4.3.1	4.3.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	9	4.3.2	4.2.1	SS+98
3	Bekisting Tegak Expose	27	4.3.3	4.3.2	FS
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**		4.4		
1	Beton K-225	15	4.4.1	4.4.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	10	4.4.2	4.1.1	SS+94
3	Bekisting Tegak Expose	30	4.4.3	4.4.2	FS
4	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	3	4.4.4	4.4.1	FS+7
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**		5		
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		5.1		
1	Galian Tanah	23	5.1.1	4.1.1	FS
2	Galian Batu	23	5.1.2	5.1.1	SS
3	Urugan Tanah Kembali	2	5.1.3	5.3.1	FS+7
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	35	5.1.4	5.1.3	FS
5.2	**Pekerjaan Beton**		5.2		
1	Beton K-225	53	5.2.1	5.2.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	59	5.2.2	5.1.2	FS
3	Bekisting Tegak Expose	15	5.2.3	5.2.2	FS
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**		5.3		
1	Beton K-225	33	5.3.1	5.3.3	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	26	5.3.2	5.2.1	FS
3	Bekisting Tegak Expose	4	5.3.3	5.3.2	FS
6	**GEDUNG SENTRAL & TAIL RACE**		6		
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		6.1		
1	Galian Tanah	75	6.1.1	5.1.1	FS
2	Galian Batu	75	6.1.2	6.1.1	SS

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.4.
Estimasi Durasi Pekerjaan dan Hubungan Ketergantungan Pekerjaan

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Durasi Hari	Kode Pekerjaan	Pek. Pendahulu Predecessor	Jenis Hubungan
6.2	**Pekerjaan Pondasi**		6.2		
1	Beton K-225	40	6.2.1	6.2.2	FS
2	Besi Tulangan 24 Polos	31	6.2.2	6.2.3	FS
3	Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	1	6.2.3	6.1.2	FS
4	Beton K-175 (Beton Sloof)	1	6.2.4	6.2.1	FS
6.3	**Pekerjaan Beton**		6.3		
1	Beton K-225	132	6.3.1	6.5.1	FS
6.4	**Pekerjaan Penulangan**		6.4		
1	Besi Tulangan 24 Polos	9	6.4.1	6.2.3	FS
6.5	**Pekerjaan Bekisting**		6.5		
1	Bekisting Tegak Expose	19	6.5.1	6.4.1	FS
6.6	**Pekerjaan Lain-Lain**	25	6.6	6.3	FS+7
7	**PEKERJAAN SARANA PRASARANA**		7		
7.1	**RUMAH OPERATOR**	16	7.1	6.6	FS-1
7.2	**POS JAGA**	16	7.2	7.1	SS+1
7.2.1	**Pekerjaan Pondasi**		7.2.1		
8	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**		8		
8.1	**Pekerjaan Per-Kerasan jalan**		8.1		
1	Lapisan Base (Asphalt)	2	8.1.1	8.1.2	FS
2	Lapis Pondasi Atas (t = 15 cm)	29	8.1.2	8.1.3	FS
3	Lapis Pondasi Bawah (t = 10 cm)	7	8.1.3	8.1.4	FS
4	Sirtu (Bahu Jalan)	12	8.1.4	2.1.1	SS
8.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**		8.2		
1	U ditch 5 x 50 x 50	70	8.2.1	8.1.4	SS

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

4.3.7. Analisis Kebutuhan Sumber Daya

Perhitungan kebutuhan sumber daya digunakan untuk mengetahui besarnya kebutuhan sumber daya dalam melakukan suatu kegiatan setiap harinya. Dalam perhitungan sumber daya dapat ditulis dengan besarnya peningkatan penggunaan sumber daya selama pelaksanaan proyek. Jika terjadi peningkatan sumber daya yang berlebihan dapat diantisipasi dengan melakukan *levelling*, sehingga kebutuhan sumber daya selama pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion diharapkan tidak mengalami fluktuasi yang begitu tajam dari waktu ke waktu.

Dalam melakukan perhitungan analisis kebutuhan sumber daya dibutuhkan beberapa data, antara lain :

1. Data jenis dan volume pekerjaan
2. Data analisis harga satuan pekerjaan
3. Data durasi pekerjaan

Untuk memudahkan perhitungan, maka dibuat tabel analisis kebutuhan sumber daya (Tabel 4.5) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk masing-masing pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Besarnya volume pekerjaan (perhitungan volume pekerjaan)
4. Satuan Volume Pekerjaan
5. Durasi pekerjaan (hasil perhitungan estimasi durasi pekerjaan)
6. Sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan)
7. Koefisien sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
8. Satuan sumber daya terpakai
9. Jenis alat yang menunjang pekerjaan (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
10. Produktifitas pekerja dan alat, contoh pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi untuk produktifitas pekerja.

    Koefisien pekerja = 0,0700 jam

    Produktifitas pekerja = 1/0,0700

    = 14,2857 m^2/jam
11. Satuan Produktifitas alat dan manusia
12. Jumlah kebutuhan sumber daya manusia per hari, contoh pekerjaan beton K-225 pada bangunan pengambilan dan saluran transisi.

    Pekerja = 1478,890 / (30 x 8 x 0,106)

    = 58,231 ~ 59 orang

    Tukang = 1478,890 / (30 x 8 x 0,727)

    = 8,476 ~ 9 orang

    Mandor = 1478,890 / (30 x 8 x 1,721)

    = 3,580 ~ 4 orang
13. Jumlah kebutuhan material per hari, contoh pekerjaan beton K-225 pada bangunan pengambilan dan saluran transisi.

    Semen = (1478,890 x 382,130) / 30

    = 18837,603 ~ 18838 Kg

    Pasir Beton = (1478,890 x 0,564) / 30

    = 27,792 ~ 28 m^3

    Batu Pecah Mesin = (1478,890 x 0,611) / 30

    = 30,132 ~ 31 m^3
14. Jumlah kebutuhan alat per hari, contoh pekerjaan beton K-225 pada bangunan pengambilan dan saluran transisi.

    Concrete Mixer = 1478,890 / (30 x 8 x 12,450)

    = 0,495 ~ 1 buah

    Water Tanker = 1478,890 / (30 x 8 x 28,247)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

= 0,218 ~ 1 buah

Hasil perhitungan analisis kebutuhan sumber daya pada pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.5.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion.

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**	-	-										
1	Pembersihan dan Penataan Lokasi	164584,100	m^2	76	Pekerja	0,070	Jam		14,286	m^2/jam	19		
					Mandor	0,014	Jam		71,429	m^2/jam	4		
					Dump Truck	0,055	Jam	3,5 Ton	18,083	m^2/jam			15
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			271
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**	-	-										
2.1	**PEKERJAAN BENDUNG**												
2.1.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**												
1	Galian Tanah	10339,245	m^3	18	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	2		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Ls	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			7
					Alat Bantu	1,000	Jam		1,000	m^3/Ls			72
2	Galian Batu	38806,311	m^3	35	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	28		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	14		
					Compressor	0,024	Jam	4000 - 6500 l/m	41,500	m^3/jam			4
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			9
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam	80 - 140 Hp	16,021	m^3/jam			9
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			7
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			13
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			139
3	Urugan Tanah Kembali	10313,611	m^3	10	Pekerja	0,030	Jam		33,503	m^3/jam	4		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,011	Jam	5 - 8 Ton	94,413	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			13
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			129
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	49145,556	m^3	34	Pekerja	0,307	Jam		3,260	m^3/jam	56		
					Mandor	0,031	Jam		32,600	m^3/jam	6		
					Motor Grader	0,002	Jam	>100 HP	505,909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,021	Jam	6 - 8 Ton	46,688	m^3/jam			4
					Water Tanker	0,007	Jam	3000 - 5000 L	145,105	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			181
2.2.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton Cyclope	3021,969	m^3	60	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	229,278	Kg					11548	
					Pasir Beton	0,352	m^3					18	
					Batu Pecah Mesin	0,634	m^3					32	
					Batu Belah	0,652	m^3					33	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2	Beton K-225	5376,779	m^3	106	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas	Satuan	Jumlah Kebutuhan		
				Hari					Orang/Alat		SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					Semen	382,130	Kg					19384	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					32	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
3	Lantai Kerja Beton K-100	1770,773	m^3	35	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	236,900	Kg					11986	
					Pasir Beton	0,671	m^3					34	
					Batu Pecah Mesin	0,572	m^3					29	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	409150,938	Kg	90	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	60		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					5001	
					Kawat Beton	0,020	Kg					91	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000				569
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Datar Expose	12513,123	m^2	121	Pekerja	4,620	Jam		0,216	m^2/jam	60		
					Tukang	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	30		
					Kepala Tukang	0,231	Jam		4,329	m^2/jam	3		
					Mandor	0,231	Jam		4,329	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,055	m^3					6	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					37	
					Kayu Dolken	6,000	Batang					621	
					paku	0,400	Kg					42	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					21	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			13
2.2.5	**Pekerjaan Plester**												
1	Plesteran PC 1:2	3203,913	m^2	17	Pekerja	1,400	Jam		0,714	m^2/jam	33		
					Tukang	1,050	Jam		0,952	m^2/jam	25		
					Kepala Tukang	0,105	Jam		9,524	m^2/jam	3		
					Mandor	0,070	Jam		14,286	m^2/jam	2		
					Semen	10,224	Kg					1927	
					Pasir Pasang	0,020	m^3					4	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^2/jam			2
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^2/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			24
2.2.7	**Pekerjaan Groine**												
1	Beton K-225	88,576	m^3	7	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	15		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	3		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	1		
					Semen	382,130	Kg					4836	
					Pasir Beton	0,564	m^3					8	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					8	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			2
2	Besi Tulangan 24 Polos	8857,600	Kg	7	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	17		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	6		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	6		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					1392	
					Kawat Beton	0,020	Kg					26	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			159
3	Bekisting Tegak Expose	1941,198	m^2	14	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	41		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	21		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					7	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					49	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					416	
					Paku	0,400	Kg					56	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					28	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			18
2.3	**PEKERJAAN BANGUNAN PENGAMBILAN DAN SALURAN TRANSISI**												
2.3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	6343,531	m^3	9	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	2		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			9
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			89
2	Galian Batu	1137,128	m^3	9	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	4		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	2		
					Compressor	0,024	Jam	4000 - 6500 l/m	41,500	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			1
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam	80 - 140 Hp	16,021	m^3/jam			1
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000				16
3	Urugan Tanah Kembali	2049,577	m^3	5	Pekerja	0,030	Jam		33,503	m^3/Ls	2		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,011	Jam	5 - 8 Ton	94,413	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			5
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			52
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	9530,236	m^3	10	Pekerja	0,307	Jam		3,260	m^3/jam	37		
					Mandor	0,031	Jam		32,600	m^3/jam	4		
					Motor Grader	0,002	Jam	>100 HP	505,909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,021	Jam	6 - 8 Ton	46,688	m^3/jam			3
					Water Tanker	0,007	Jam	3000 - 5000 L	145,105	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			120
2.3.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	1478,890	m^3	30	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	59		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					18838	
					Pasir Beton	0,564	m^3					28	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2.3.3	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	103522,272	Kg	25	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	55		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	19		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	19		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					4555	
					Kawat Beton	0,020	Kg					83	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			518
2.3.4	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Tegak Expose	2279,489	m^2	25	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	27		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	14		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	2		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	2		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					5	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					32	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					274	
					Paku	0,400	Kg					37	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					19	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			12
2.4	**PEKERJAAN KANOPI DARI BETON UNTUK PINTU PENGURAS BENDUNG**												
1	Beton K-225	12,150	m^3	3	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	5		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	1		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	1		
					Semen	382,130	Kg					1548	
					Pasir Beton	0,564	m^3					3	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					3	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			1
2	Besi Tulangan 24 Polos	1215,000	Kg	3	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	6		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	2		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	2		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					446	
					Kawat Beton	0,020	Kg					9	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			51
3	Bekisting Tegak Expose	162,000	m^2	3	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	16		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	8		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	1		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	1		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					3	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					19	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					162	
					Paku	0,400	Kg					22	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					11	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			7
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**	-	-										
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	74181,750	m^3	55	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	3		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	2		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			16
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			169
2	Galian Batu	18545,437	m^3	55	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	9		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	5		
					Compressor	0,024	Jam	4000 - 6500 l/m	41,500	m^3/jam			2
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			3
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam	80 - 140 Hp	16,021	m^3/jam			3
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			4
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			43
3	Urugan Tanah Kembali	7641,272	m^3	10	Pekerja	0,030	Jam		33,503	m^3/jam	3		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,011	Jam	5 - 8 Ton	94,413	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			9
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			96
3.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	3771,254	m^3	75	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19215	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
3.3	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	2639,878	Kg	3	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	12		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	4		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	4		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					968	
					Kawat Beton	0,020	Kg					18	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			110
3.4	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Tegak Expose	8412,939	m^2	41	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	60		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	30		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					11	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					72	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					616	
					Paku	0,400	Kg					83	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					42	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			26
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**	-	-										
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	413374,478	m^3	180	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	5		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	3		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			3
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			27

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			288
2	Galian Batu	44339,583	m^3	180	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	7		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	4		
					Compressor	0,024	Jam		41,500	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			2
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			2
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			31
3	Urugan Tanah Kembali	518265,750	m^3	202	Pekerja	0,030	Jam		33,503	m^3/jam	10		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	3		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			3
					Vibrator Roller	0,011	Jam	5 - 8 Ton	94,413	m^3/jam			4
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			30
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			321
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	23994,240	m^3	100	Pekerja	1,694	Jam		0,590	m^3/jam	51		
					Mandor	0,424	Jam		2,361	m^3/jam	13		
					Bahan Pilihan	1,200	m^3		0,833	m^3/jam		288	
					Motor Grader	0,002	Jam	>100 HP	505,909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,029	Jam	6 - 8 Ton	35,016	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,007	Jam	3000 - 5000 L	145,105	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			30
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	518265,750	m^3	232	Pekerja	0,307	Jam		3,260	m^3/jam	86,000		
					Mandor	0,031	Jam		32,600	m^3/jam	9		
					Motor Grader	0,002	Jam	>100 HP	505,909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,021	Jam	6 - 8 Ton	46,688	m^3/jam			6
					Water Tanker	0,007	Jam	3000 - 5000 L	145,105	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			280
6	Pekerjaan Pasir Urug	2304,800	m^3	100	Pekerja	2,800	Jam		0,357	m^3/jam	9		
					Mandor	0,700	Jam		1,429	m^3/jam	3		
					Pasir	1,200	m^3					28	
					Tamper	0,161	Jam		6,225	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			3
4.2	**Pekerjaan Pipa**												
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0 m	1484,960	m	64	Pekerja	0,945	Jam		1,058	m/jam	3		
					Tukang	1,575	Jam		0,635	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,158	Jam		6,349	m/jam	1		
					Mandor	0,048	Jam		21,008	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,0 m	1,200	m					28	
					Perlengkapan	1,000	Set		1,000	m/jam			3
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1m	1485,410	m	64	Pekerja	0,945	Jam		1,058	m/jam	3		
					Tukang	1,575	Jam		0,635	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,158	Jam		6,349	m/jam	1		
					Mandor	0,048	Jam		21,008	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,1 m	1,200	m					28	
					Perlengkapan	1,000	Set		1,000	m/jam			3
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2 m	1485,410	m	64	Pekerja	0,945	Jam		1,058	m/jam	3		
					Tukang	1,575	Jam		0,635	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,158	Jam		6,349	m/jam	1		
					Mandor	0,048	Jam		21,008	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,2 m	1,200	m					28	
					Perlengkapan	1,000	Set		1,000	m/jam			3

repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
3	Pipa Pervorate	500,000	m^1	100	Pekerja	0,117	Jam		8,571	m/jam	1		
					Tukang	0,058	Jam		17,143	m/jam	1		
					Mandor	0,006	Jam		171,429	m/jam	1		
					Pipa Porous	1,050	m^3					6	
					Semen	0,090	Kg					1	
					Pasir	0,000	m^3					1	
					Filter Stripe, dll	1,000	Ls					5	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m/Ls			1
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	4935,516	m^3	98	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19245	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2	Besi Tulangan 24 Polos	6125,145	Kg	9	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	9		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	3		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	3		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					749	
					Kawat Beton	0,020	Kg					14	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			86
3	Bekisting Tegak Expose	4935,516	m^2	27	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	53		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	27		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					10	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					64	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					549	
					Paku	0,400	Kg					74	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					37	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			23
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**												
1	Beton K-225	647,716	m^3	15	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	52		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	8		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					16501	
					Pasir Beton	0,564	m^3					25	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					27	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			6
2	Besi Tulangan 24 Polos	8750,207	Kg	10	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	12		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	4		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	4		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					963	
					Kawat Beton	0,020	Kg					18	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			110
3	Bekisting Tegak Expose	6125,145	m^2	30	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	59		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	30		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					11	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					72	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					613	
					Paku	0,400	Kg					82	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					41	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			26
4	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	528,703	Kg	3	Pekerja	0,420	Jam		2,381	Kg/jam	10		
					Tukang	0,042	Jam		23,810	Kg/jam	1		
					Kepala Tukang	0,042	Jam		23,810	Kg/jam	1		
					Mandor	0,002	Jam		476,190	Kg/jam	1		
					Baja Struktur	1,000	Kg					177	
					Tronton	0,000	Jam		2298,462	Kg/jam			1
					Crane	0,000	Jam		9960,000	Kg/jam			1
					Crane (On track)	0,001	Jam		996,000	Kg/jam			1
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**	-	-										
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	27062,640	m^3	23	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	3		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	2		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			14
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			148
2	Galian Batu	10825,056	m^3	23	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	12		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	6		
					Compressor	0,024	Jam	4000 - 6500 l/m	41,500	m^3/jam			2
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			4
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam	80 - 140 Hp	16,021	m^3/jam			4
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			3
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			6
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			59
3	Urugan Tanah Kembali	964,440	m^3	2	Pekerja	0,030	Jam		33,503	m^3/jam	2		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,011	Jam	5 - 8 Ton	94,413	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			6
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			61
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	38852,136	m^3	35	Pekerja	0,307	Jam		3,260	m^3/jam	43		
					Mandor	0,031	Jam		32,600	m^3/jam	5		
					Motor Grader	0,002	Jam	>100 HP	505,909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,021	Jam	6 - 8 Ton	46,688	m^3/jam			3
					Water Tanker	0,007	Jam	3000 - 5000 L	145,105	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			139
5.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	2662,076	m^3	53	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19194	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2	Besi Tulangan 24 Polos	266207,568	Kg	59	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	60		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					4964	
					Kawat Beton	0,020	Kg					91	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000				564
3	Bekisting Tegak Expose	3087,892	m^2	15	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	60		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	30		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					11	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					73	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					618	
					Paku	0,400	Kg					83	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					42	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000				26
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	1656,153	m^3	33	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19178	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2	Besi Tulangan 24 Polos	115930,744	Kg	26	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	59		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					4905	
					Kawat Beton	0,020	Kg					90	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			558
3	Bekisting Tegak Expose	682,242	m^2	4	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	50		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	25		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					9	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					60	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					512	
					Paku	0,400	Kg					69	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					35	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			22
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**	-	-										
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	62285,446	m^3	75	Pekerja	0,015	Jam		67,005	m^3/jam	2		
					Mandor	0,007	Jam		134,010	m^3/jam	1		
					Excavator	0,007	Jam	80 - 140 Hp	141,515	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			10
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			104
2	Galian Batu	93428,169	m^3	75	Pekerja	0,200	Jam		5,000	m^3/jam	32		
					Mandor	0,100	Jam		10,000	m^3/jam	16		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Compressor	0,024	Jam	4000 - 6500 l/m	41,500	m^3/jam			4
					Hyd Breaker	0,062	Jam		16,021	m^3/jam			10
					Excavator Hyd Breaker	0,062	Jam	80 - 140 Hp	16,021	m^3/jam			10
					Excavator	0,047	Jam	80 - 140 Hp	21,227	m^3/jam			8
					Dump Truck	0,093	Jam	3,5 Ton	10,712	m^3/jam			15
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			156
6.2	**Pekerjaan Pondasi**												
1	Beton K-225	2013,905	m^3	40	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19240	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					31	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
2	Besi Tulangan 24 Polos	140973,333	Kg	31	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	60		
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					5003	
					Kawat Beton	0,020	Kg					91	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000				569
3	Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	11,606	m^3	1	Pekerja	7,875	Jam		0,127	m^3/jam	12		
					Tukang	3,938	Jam		0,254	m^3/jam	6		
					Kepala Tukang	0,394	Jam		2,540	m^3/jam	1		
					Mandor	0,394	Jam		2,540	m^3/jam	1		
					Batu Belah	1,200	m^3					14	
					Semen	163,000	Kg					1892	
					Pasir	0,520	m^3					7	
					Concrete Mixer	0,520	Jam	0,3 - 0,6 m^3	1,923	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			2
4	Beton K-175	10,967	m^3	1	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	13		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	2		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	1		
					Semen	327,540	Kg					3593	
					Pasir Beton	0,611	m^3					7	
					Batu Pecah Mesin	0,600	m^3					7	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			2
6.3	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	6698,379	m^3	132	Pekerja	9,450	Jam		0,106	m^3/jam	60		
					Tukang	1,376	Jam		0,727	m^3/jam	9		
					Mandor	0,581	Jam		1,721	m^3/jam	4		
					Semen	382,130	Kg					19392	
					Pasir Beton	0,564	m^3					29	
					Batu Pecah Mesin	0,611	m^3					32	
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3 - 0,6 m^3	12,450	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,035	Jam	3000 - 5000 L	28,247	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3/Ls			7
6.4	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	1951,737	Kg	9	Pekerja	0,105	Jam		9,524	Kg/jam	3		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.5.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Tukang	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	1		
					Mandor	0,035	Jam		28,571	Kg/jam	1		
					Baja Tulangan Polos U24	1,100	Kg					239	
					Kawat Beton	0,020	Kg					5	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	Kg/Ls			28
6.5	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Tegak Expose	3844,985	m^2	19	Pekerja	2,310	Jam		0,433	m^2/jam	59		
					Tukang	1,155	Jam		0,866	m^2/jam	30		
					Kepala Tukang	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Mandor	0,116	Jam		8,658	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,050	m^3					11	
					Multipleks 9 mm	0,350	Lembar					71	
					Kayu Dolken	3,000	Batang					608	
					Paku	0,400	Kg					81	
					Minyak Bekisting	0,200	Liter					41	
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^2/Ls			26
7	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**												
7.1	**Pekerjaan Per-Kerasan jalan**												
1	Lapisan Base (Asphalt)	826,910	m^3	2	Pekerja	0,030	Jam		33,223	m^3/jam	2		
					Mandor	0,006	Jam		166,667	m^3/jam	1		
					Aspal	0,629	Kg					261	
					Kerosen/Minyak Tanah Industri	0,489	Liter			m^3/jam		203	
					Aspal Sprayer	0,003	Jam		333,333	m^3/jam			1
					Compresor - 6,55 l/m	0,003	Jam	4000 - 6500 l/m	322,581	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,003	Jam	3,5 Ton	333,333	m^3/jam			1
2	Lapis Pondasi Atas (t = 15 cm)	1428,919	m^3	29	Pekerja	2,800	Jam		0,357	m^3/jam	18		
					Mandor	0,700	Jam		1,429	m^3/jam	5		
					Pasir	1,200	m^3					60	
					Tamper	0,161	Jam		6,225	m^3/jam		8	1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3			7
3	Lapis Pondasi Bawah (t = 10 cm)	1024,551	m^3	7	Pekerja	0,059	Jam		16,816	m^3/jam	2		
					Mandor	0,008	Jam		117,713	m^3/jam	1		
					Agregat B	1,259	m^3					185	
					Wheel Loader	0,008	Jam	1 - 1,6 m^3	118,571	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,095	Jam	3,5 Ton	10,490	m^3/jam			2
					Motor Grader	0,004	Jam	>100 Hp	265,632	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,016	Jam	6 - 8 Ton	62,250	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,014	Jam	3000 - 5000 L	71,655	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3			19
4	Sirtu (Bahu Jalan)	595,194	m^3	12	Pekerja	2,800	Jam		0,357	m^3/jam	18		
					Mandor	0,700	Jam		1,429	m^3/jam	5		
					Pasir	1,200	m^3					60	
					Tamper	0,161	Jam		6,225	m^3/jam		8	1
					Alat Bantu	1,000	Ls		1,000	m^3			7
7.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**												
1	U Ditch 50 x 50 x 120	6351,206	Buah	70	Pekerja	1,453	Jam		0,688		17		
					Tukang	0,545	Jam		1,835		7		
					Mandor	0,182	Jam		5,495		3		
					U ditch 50 x 50 x 120	1,000	Buah		1,000				
					Dump Truck	0,184	Jam	3,5 Ton	5,425				3

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.4. Penjadwalan Proyek dengan Program *Microsoft Project Manager 2016*

4.4.1. Penyusunan Jaringan Kerja

Penyusunan jaringan kerja (*Network Planning*) berfungsi untuk menunjukkan adanya keterkaitan antar pekerjaan yang akan di analisis dan organisir.

Dalam penyusunan jaringan kerja memerlukan data sebagai berikut :

- Jenis pekerjaan
- Estimasi durasi pekerjaan
- Hubungan ketergantungan antar pekerjaan; dan
- Kebutuhan sumber daya

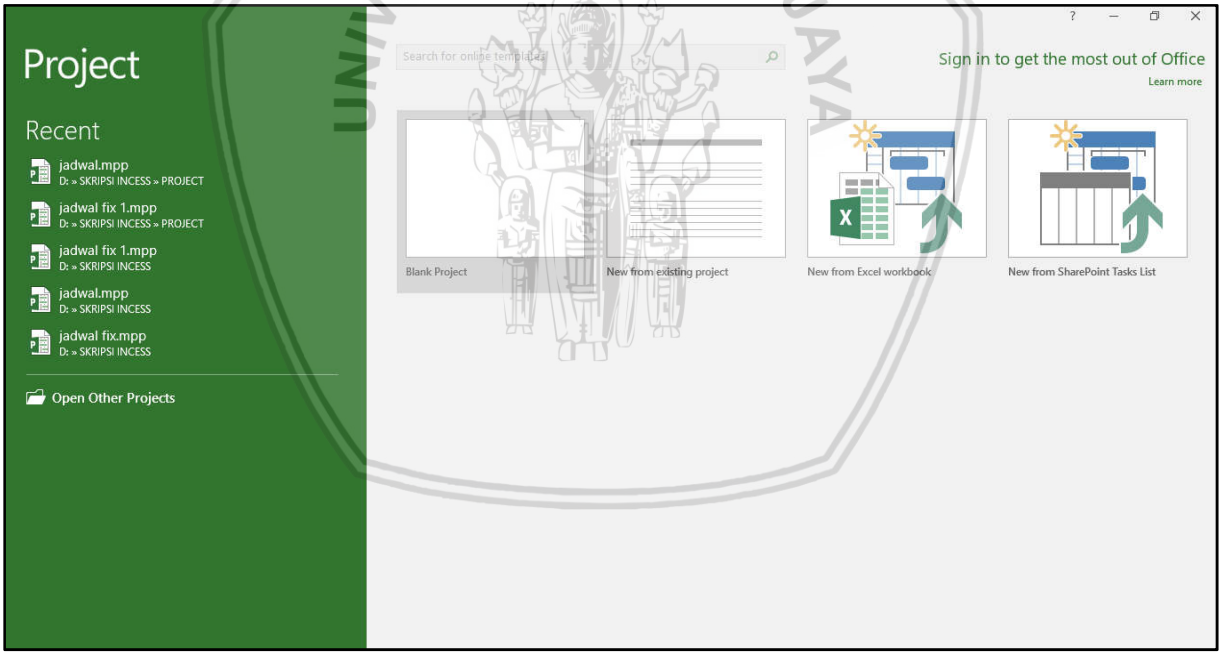
Langkah – langkah untuk menyusun rencana jaringan kerja pada *Microsoft Project Manager 2016* adalah sebagai berikut :

1. Membuka program *Microsoft Project Manager 2016*

   Pilih menu ***Start*** > ***All Program*** > ***Microsoft Office*** > ***Project 2016***

2. Membuat lembar kerja baru

   Setelah tampilan ***Microsoft Project Manager 2016*** muncul maka klik ***Blank Project***.



Gambar 4.1. Membuat Lembar Kerja Baru

3. Menentukan kalender kerja

   Pada *Microsoft Project Manager 2016* secara *default* jumlah hari kerja dalam seminggu adalah 5 hari dengan jumlah jam kerja perhari 8 jam. Pada proyek ini hari kerja dalam seminggu adalah 7 hari, dimana jam kerja untuk perharinya adalah 8 jam. Untuk menyesuaikan dengan hari kerja dan jam kerja yang direncanakan pada proyek maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

a. Pilih menu ***Project*** > ***Change Working Time***;

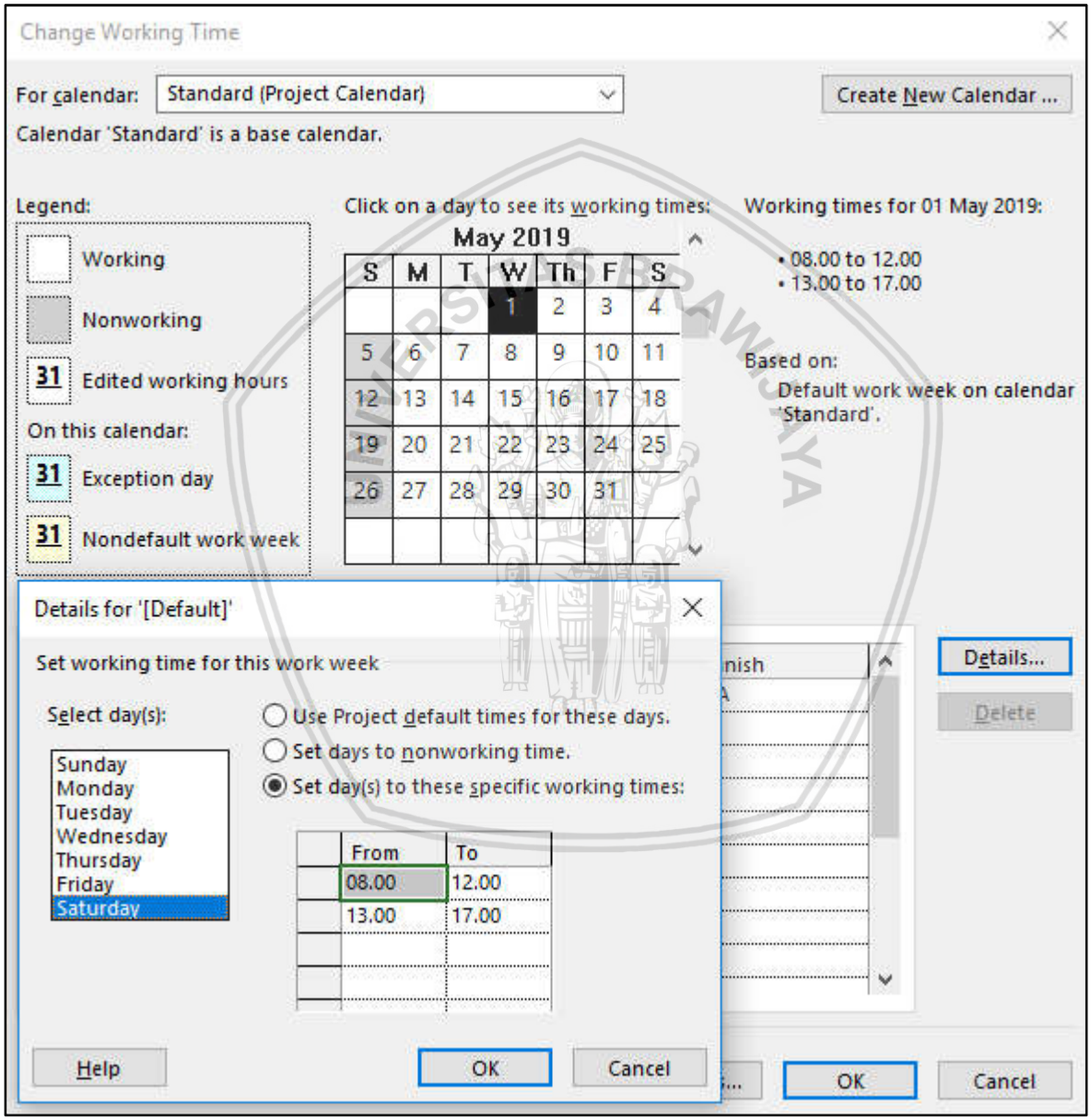
b. Pilih tab ***Work Weeks*** > ***Details***;

c. Pada *select day* (s), pilih ***Saturday*** > ***Set day (s) these specific working times***;

d. Mengisi jam kerja pada kolom Form: 08.00 To: 12.00 dan From: 13.00 To: 17.00 (pada jam 12.00 – 13.00 merupakan jam istirahat)

e. Untuk hari minggu, dilakukan perubahan yang sama seperti hari sabtu; dan

f. Klik tombol ***OK***.



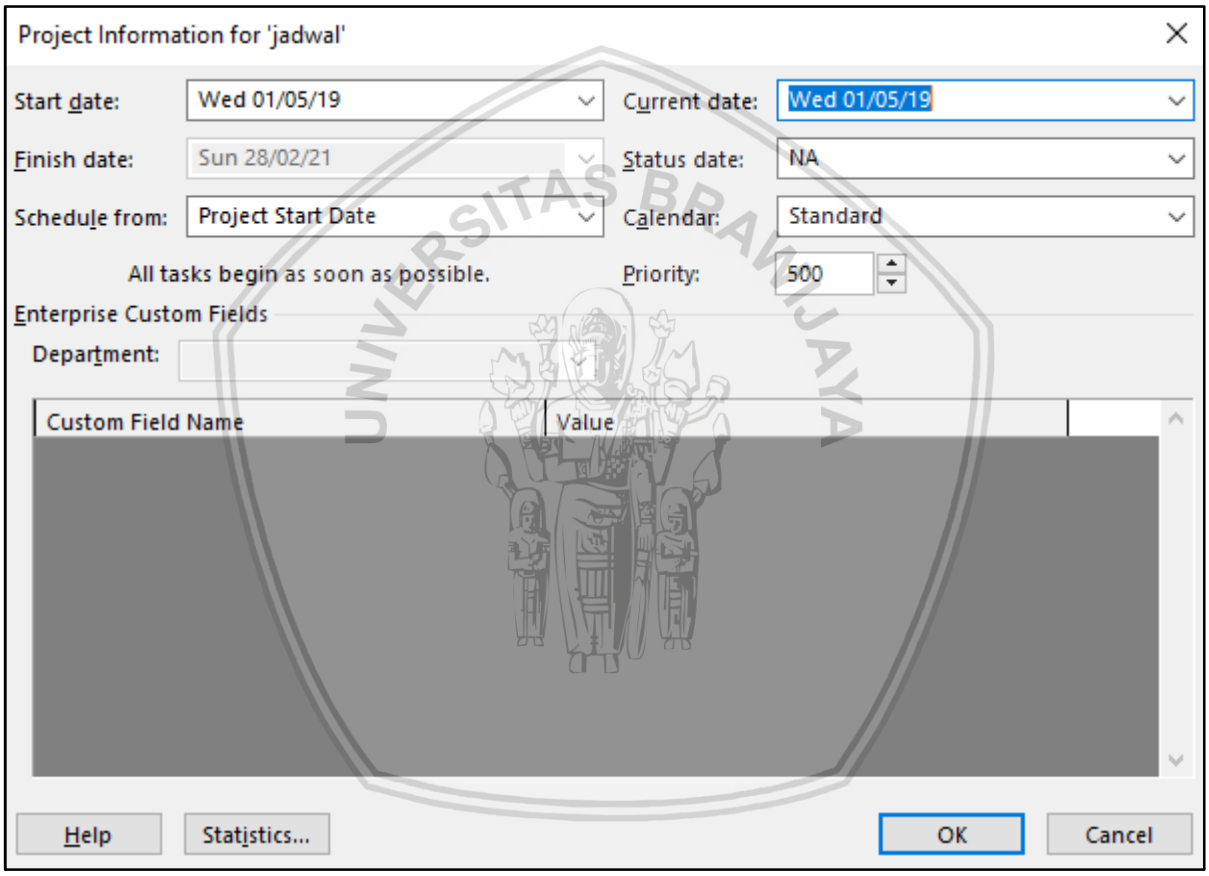
Gambar 4.2. Penyusunan Kalender Kerja Proyek

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. Menentukan tanggal dimulainya proyek

   Pada *Microsoft Project Manager 2016* secara *default* tanggal dimulainya proyek sama dengan tanggal disaat membuka program tersebut. Sehingga perlu dilakukan perubahan tanggal dimulainya proyek sesuai dengan yang akan direncanakan sebagai berikut :

   a. Pilih menu ***Project*** > ***Project Information***;
   b. Mengisi tanggal dimulainya proyek pada kotak dialog, ***Start Date*** dan ***Current Date*** (pada proyek ini tanggal dimulainya proyek pada tanggal 1 Mei 2019);
   c. Pilih ***Project Start Date*** pada kotak dialog *Schedule Form*; dan
   d. Klik tombol ***OK***.



Gambar 4.3. Menentukan Tanggal Dimulainya Proyek

5. Menentukan setiap pekerjaan pada proyek, dengan cara mengisi setiap pekerjaan pada kolom ***Task Name.***
6. Mengelompokkan Pekerjaan

   Pengelompokan pekerjaan sangatlah penting pada sebuah proyek. Pekerjaan dikelompokkan dalam kelompok pekerjaan utama atau biasanya disebut *summary*. Kemudian pekerjaan utama tersebut di *breakdown* lagi menjadi beberapa pekerjaan atau biasa disebut *sub-task*. Demikian pula dengan *sub-task,* ada beberapa *level sub-task* tergantung dari kompleksitas jenis pekerjaan dalam proyek. Dalam proyek ini

pengelompokan dibagi menjadi 8 *summary* yang terdiri dari pekerjaan persiapan konstruksi, pekerjaan bendung, pekerjaan kolam pengendap pasir, pekerjaan saluran penghantar, pekerjaan surge tank, pekerjaan gedung sentral dan tail race, Pekerjaan sarana prasarana, serta pekerjaan jalan inspeksi.

Untuk membuat pengelompokkan pekerjaan pada proyek ini, lakukan urutan langkah-langkah sebagai berikut :

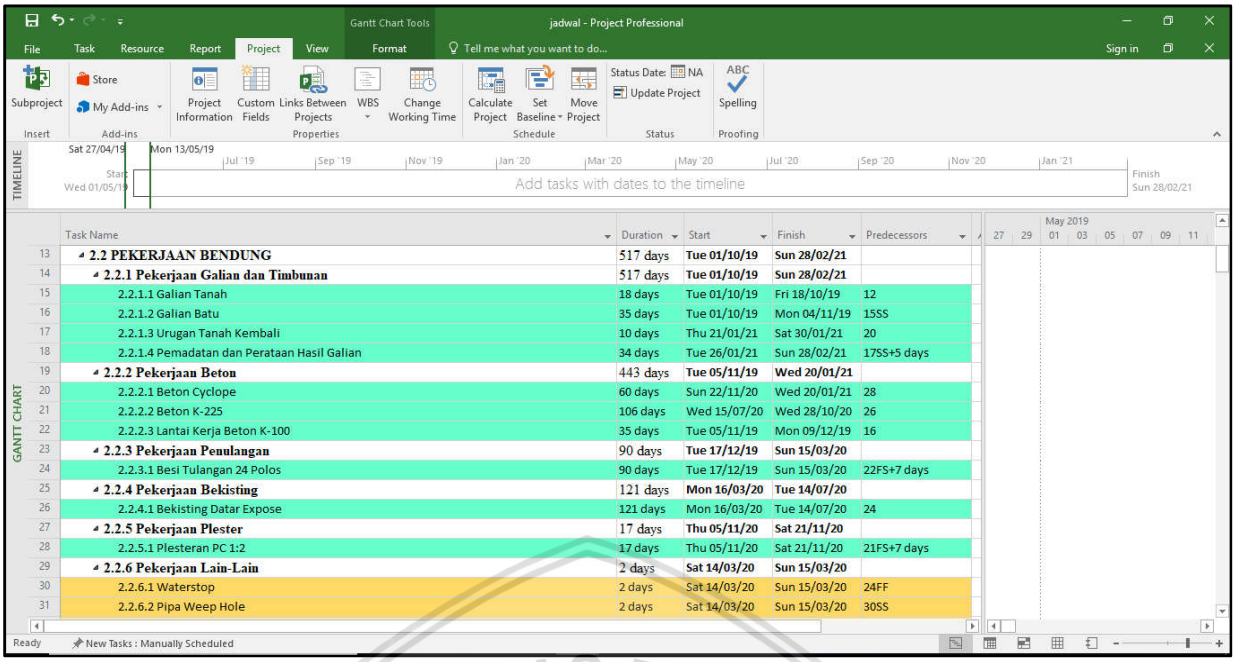
a. Blok jenis pekerjaan yang akan dijadikan *sub-task*;
b. Pilih menu ***Task*** > ***Indent Task***;
c. Pilih menu ***Task*** > ***Outdent Task*** (Jika ingin mengembalikan *sub-task* menjadi *summary*); dan
d. Pilih menu ***Format*** > Ceklis ***Outline Number*** (hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengelompokan).

7. Menentukan durasi setiap kegiatan, dengan cara mengisi durasi setiap pekerjaan pada kolom ***Duration.***
8. Menentukan hubungan antar kegiatan

Untuk menentukan hubungan antar pekerjaan satu dengan yang lainnya dapat dilakukan dengan memasukkan jenis hubungan pada kolom ***Predecessor*** sebagai berikut :

a. Pekerjaan Bekisting Datar Expose (baris 26) dapat dilakukan setelah pekerjaan Penulangan (baris 24), (*Start to Finish*). Sehingga pada kolom *Predecessor* pekerjaan Bekisting Datar Expose di isi 24 FS.
b. Pekerjaan Galian Batu (baris 16) dimulai bersamaan dengan pekerjaan Galian Tanah (baris 15), (*Start to Start*). Sehingga pada kolom *Predecessor* pekerjaan Galian Batu di isi 15 SS.
c. Pekerjaan Waterstop (baris 71) harus selesai bersamaan dengan pekerjaan penulangan (baris 67), (*Finish to Finish*). Sehingga pada kolom *Predecessor* pekerjaan Waterstop di isi 67 FF.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
13	**2.2 PEKERJAAN BENDUNG**	517 days	Tue 01/10/19	Sun 28/02/21	
14	**2.2.1 Pekerjaan Galian dan Timbunan**	517 days	Tue 01/10/19	Sun 28/02/21	
15	2.2.1.1 Galian Tanah	18 days	Tue 01/10/19	Fri 18/10/19	12
16	2.2.1.2 Galian Batu	35 days	Tue 01/10/19	Mon 04/11/19	15SS
17	2.2.1.3 Urugan Tanah Kembali	10 days	Thu 21/01/21	Sat 30/01/21	20
18	2.2.1.4 Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	34 days	Tue 26/01/21	Sun 28/02/21	17SS+5 days
19	**2.2.2 Pekerjaan Beton**	443 days	Tue 05/11/19	Wed 20/01/21	
20	2.2.2.1 Beton Cyclope	60 days	Sun 22/11/20	Wed 20/01/21	28
21	2.2.2.2 Beton K-225	106 days	Wed 15/07/20	Wed 28/10/20	26
22	2.2.2.3 Lantai Kerja Beton K-100	35 days	Tue 05/11/19	Mon 09/12/19	16
23	**2.2.3 Pekerjaan Penulangan**	90 days	Tue 17/12/19	Sun 15/03/20	
24	2.2.3.1 Besi Tulangan 24 Polos	90 days	Tue 17/12/19	Sun 15/03/20	22FS+7 days
25	**2.2.4 Pekerjaan Bekisting**	121 days	Mon 16/03/20	Tue 14/07/20	
26	2.2.4.1 Bekisting Datar Expose	121 days	Mon 16/03/20	Tue 14/07/20	24
27	**2.2.5 Pekerjaan Plester**	17 days	Thu 05/11/20	Sat 21/11/20	
28	2.2.5.1 Plesteran PC 1:2	17 days	Thu 05/11/20	Sat 21/11/20	21FS+7 days
29	**2.2.6 Pekerjaan Lain-Lain**	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20	
30	2.2.6.1 Waterstop	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20	24FF
31	2.2.6.2 Pipa Weep Hole	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20	30SS

Gambar 4.4. Penyusunan Jaringan Kerja

9. Memasukkan semua sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek

   Pilih menu ***View*** > ***Resource Sheet***

   a. *Resource Name*, bagian ini digunakan untuk mengisi nama sumber daya baik manusia, material atau alat;

   b. *Type*, bagian ini digunakan untuk mengisi satuan resource yang bertipe material;

   c. *Max Units*, bagian ini berfungsi untuk menentukan jumlah resource yang akan digunakan selama proyek berlangsung;

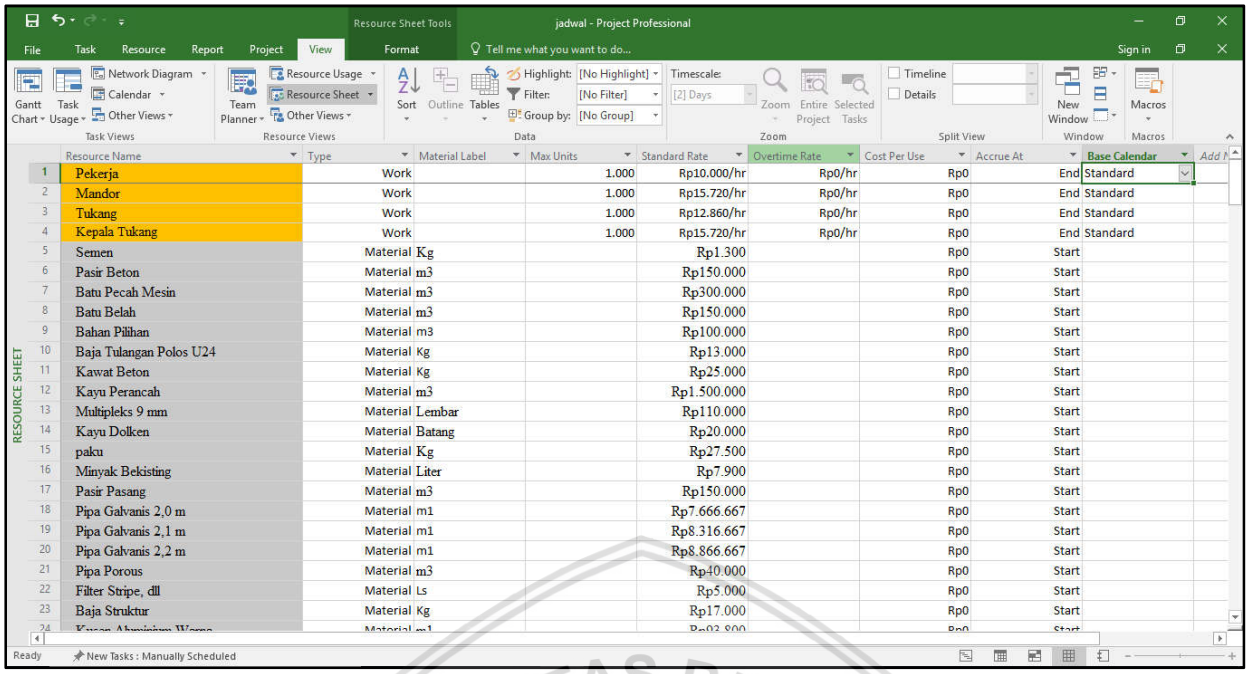
   d. *Std Rate*, bagian ini digunakan untuk mengisi harga satuan untuk masing-masing *resource*;

   e. *Cost/Use*, bagian ini dikhususkan untuk *resource* dengan pekerjaan borongan; dan

   f. *Accure At*, bagian ini menunjukkan pilihan cara pembayaran.

      - *Start*: Pembayaran dilakukan di awal
      - *End*: Pembayaran dilakukan di akhir
      - *Prorate*: Pembayaran berdasarkan presentase penyelesaian pekerjaan.

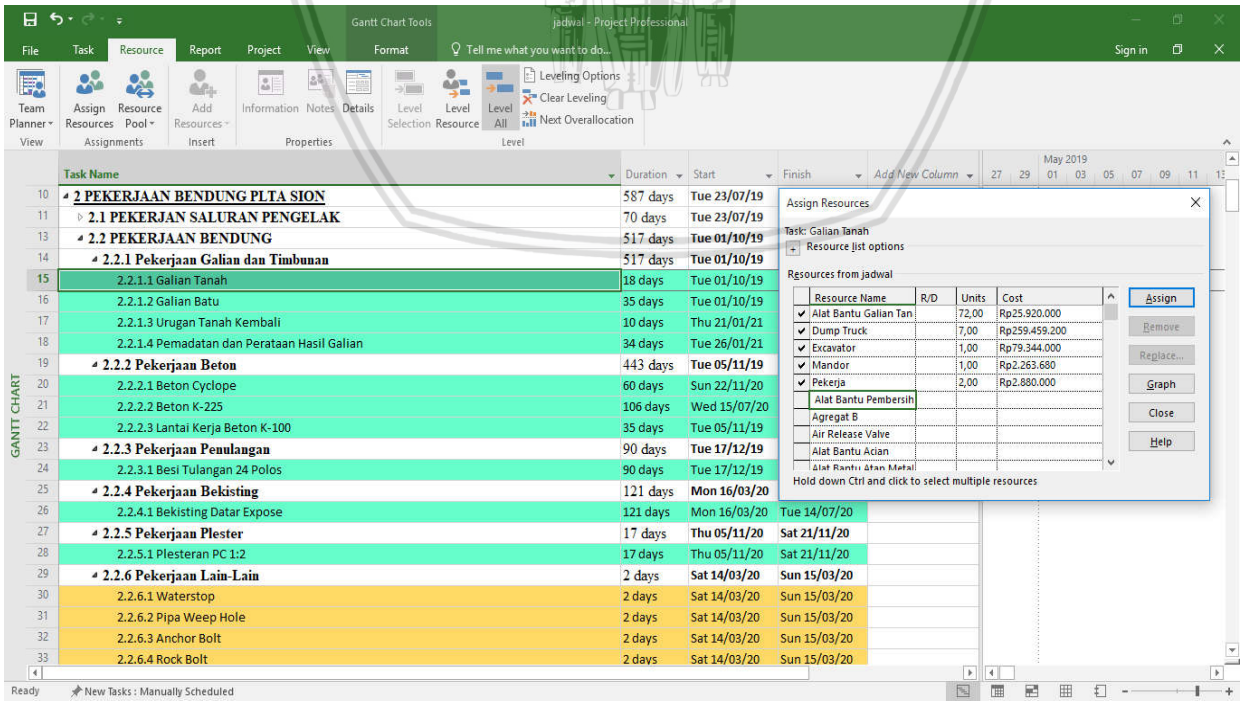
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



	Resource Name	Type	Material Label	Max Units	Standard Rate	Overtime Rate	Cost Per Use	Accrue At	Base Calendar
1	Pekerja	Work		1.000	Rp10.000/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard
2	Mandor	Work		1.000	Rp15.720/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard
3	Tukang	Work		1.000	Rp12.860/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard
4	Kepala Tukang	Work		1.000	Rp15.720/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard
5	Semen	Material	Kg		Rp1.300		Rp0	Start	
6	Pasir Beton	Material	m3		Rp150.000		Rp0	Start	
7	Batu Pecah Mesin	Material	m3		Rp300.000		Rp0	Start	
8	Batu Belah	Material	m3		Rp150.000		Rp0	Start	
9	Bahan Pilihan	Material	m3		Rp100.000		Rp0	Start	
10	Baja Tulangan Polos U24	Material	Kg		Rp13.000		Rp0	Start	
11	Kawat Beton	Material	Kg		Rp25.000		Rp0	Start	
12	Kayu Perancah	Material	m3		Rp1.500.000		Rp0	Start	
13	Multipleks 9 mm	Material	Lembar		Rp110.000		Rp0	Start	
14	Kayu Dolken	Material	Batang		Rp20.000		Rp0	Start	
15	paku	Material	Kg		Rp27.500		Rp0	Start	
16	Minyak Bekisting	Material	Liter		Rp7.900		Rp0	Start	
17	Pasir Pasang	Material	m3		Rp150.000		Rp0	Start	
18	Pipa Galvanis 2,0 m	Material	m1		Rp7.666.667		Rp0	Start	
19	Pipa Galvanis 2,1 m	Material	m1		Rp8.316.667		Rp0	Start	
20	Pipa Galvanis 2,2 m	Material	m1		Rp8.866.667		Rp0	Start	
21	Pipa Porous	Material	m3		Rp40.000		Rp0	Start	
22	Filter Stripe, dll	Material	Ls		Rp5.000		Rp0	Start	
23	Baja Struktur	Material	Kg		Rp17.000		Rp0	Start	

Gambar 4.5. Sumber Daya yang dibutuhkan Selama Proyek

10. Menentukan jenis sumber daya yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan
    a. Pilih jenis pekerjaan yang ada di kolom ***Task Name***;
    b. Pilih menu ***Resource > Assign Resource***
    c. Pilih sumber daya yang dibutuhkan pada kolom ***Resource Name***;
    d. Masukkan jumlah kebutuhan sumber daya pada kolom ***Units***; dan
    e. Klik tombol ***Assign.***



	Task Name	Duration	Start	Finish
10	2 PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION	587 days	Tue 23/07/19	
11	2.1 PEKERJAN SALURAN PENGELAK	70 days	Tue 23/07/19	
13	2.2 PEKERJAAN BENDUNG	517 days	Tue 01/10/19	
14	2.2.1 Pekerjaan Galian dan Timbunan	517 days	Tue 01/10/19	
15	2.2.1.1 Galian Tanah	18 days	Tue 01/10/19	
16	2.2.1.2 Galian Batu	35 days	Tue 01/10/19	
17	2.2.1.3 Urugan Tanah Kembali	10 days	Thu 21/01/21	
18	2.2.1.4 Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	34 days	Tue 26/01/21	
19	2.2.2 Pekerjaan Beton	443 days	Tue 05/11/19	
20	2.2.2.1 Beton Cyclope	60 days	Sun 22/11/20	
21	2.2.2.2 Beton K-225	106 days	Wed 15/07/20	
22	2.2.2.3 Lantai Kerja Beton K-100	35 days	Tue 05/11/19	
23	2.2.3 Pekerjaan Penulangan	90 days	Tue 17/12/19	
24	2.2.3.1 Besi Tulangan 24 Polos	90 days	Tue 17/12/19	
25	2.2.4 Pekerjaan Bekisting	121 days	Mon 16/03/20	
26	2.2.4.1 Bekisting Datar Expose	121 days	Mon 16/03/20	Tue 14/07/20
27	2.2.5 Pekerjaan Plester	17 days	Thu 05/11/20	Sat 21/11/20
28	2.2.5.1 Plesteran PC 1:2	17 days	Thu 05/11/20	Sat 21/11/20
29	2.2.6 Pekerjaan Lain-Lain	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20
30	2.2.6.1 Waterstop	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20
31	2.2.6.2 Pipa Weep Hole	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20
32	2.2.6.3 Anchor Bolt	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20
33	2.2.6.4 Rock Bolt	2 days	Sat 14/03/20	Sun 15/03/20

Assign Resources
Task: Galian Tanah
Resource list options
Resources from jadwal

Resource Name	R/D	Units	Cost
Alat Bantu Galian Tan		72,00	Rp25.920.000
Dump Truck		7,00	Rp259.459.200
Excavator		1,00	Rp79.344.000
Mandor		1,00	Rp2.263.680
Pekerja		2,00	Rp2.880.000
Alat Bantu Pembersih			
Agregat B			
Air Release Valve			
Alat Bantu Acian			

Hold down Ctrl and click to select multiple resources

Gambar 4.6. Menugaskan *Resource* ke *Task Name*

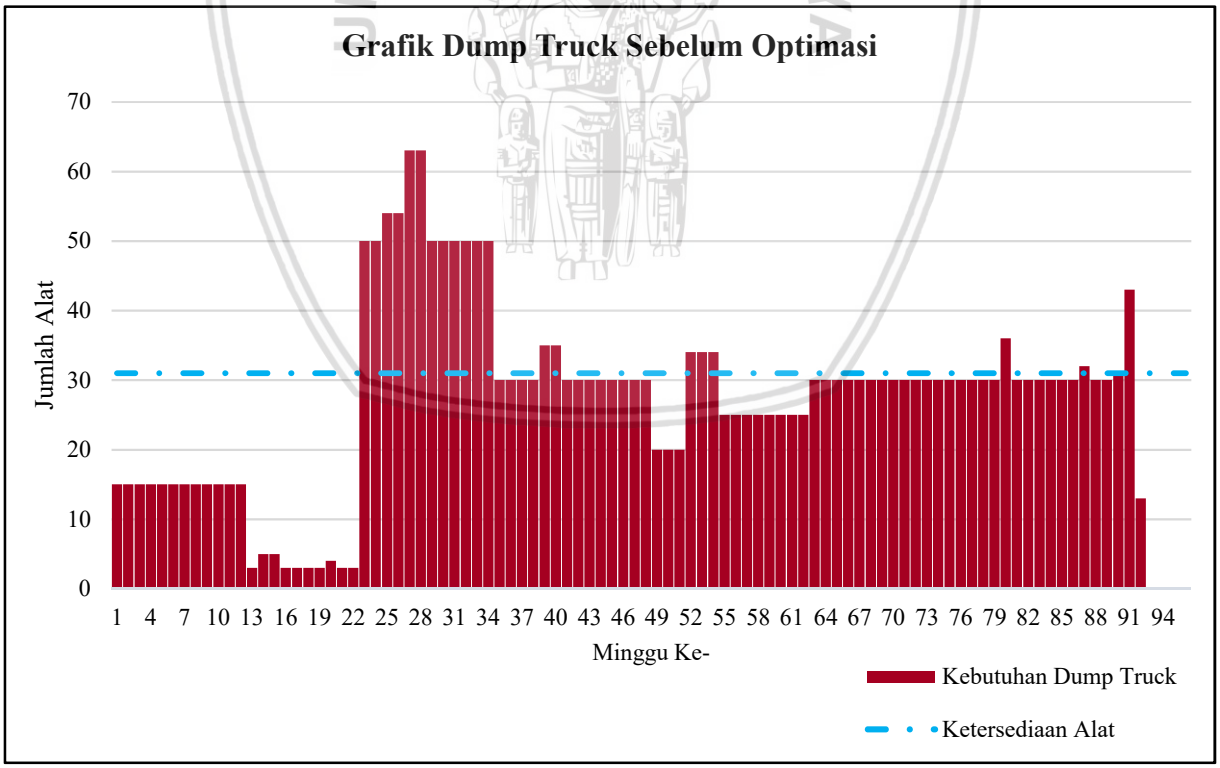
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.4.2. Optimasi Jadwal Proyek

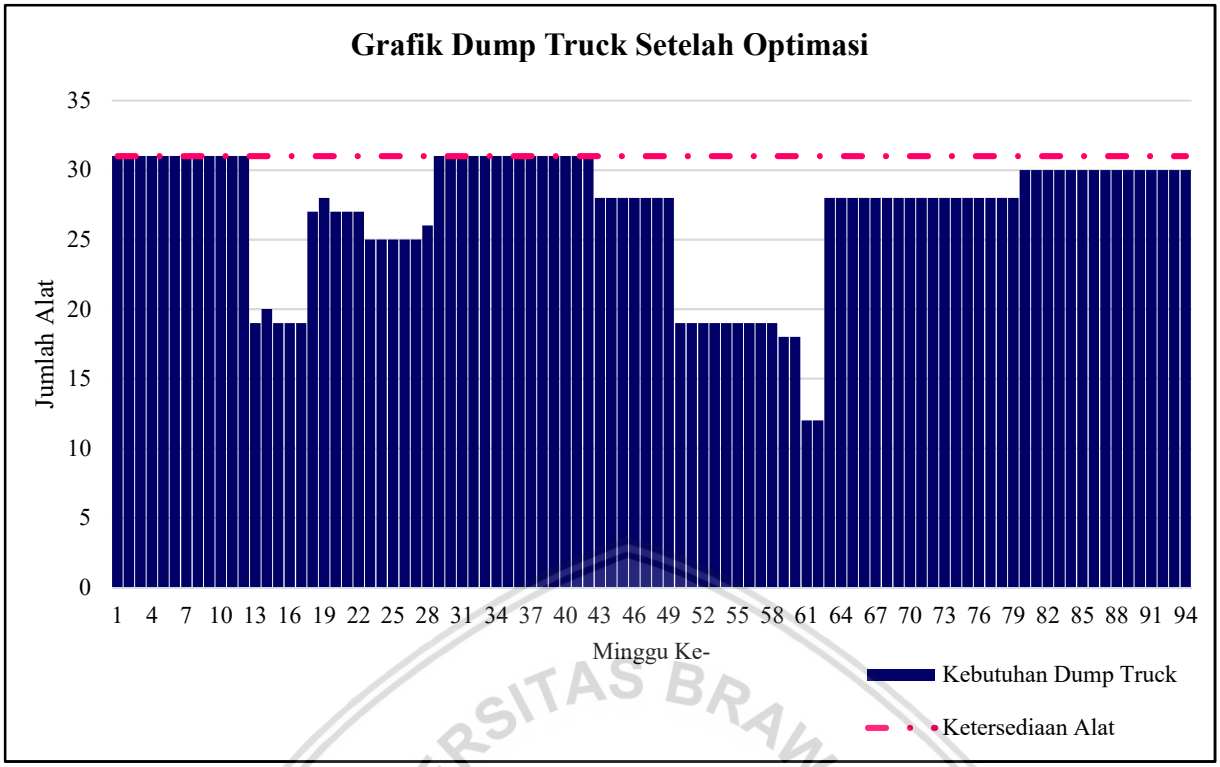
Optimasi jadwal proyek dilakukan untuk mengevaluasi kebutuhan sumber daya dan waktu pekerjaan yang dibutuhkan jaringan kerja yang telah dibuat. Dalam penggunaan sumber daya dan waktu kerja dapat optimal. Dalam studi ini optimasi dilakukan terhadap penggunaan alat berat, sehingga jumlah alat berat yang akan digunakan harus seefisien mungkin dan tidak mengalami fluktuasi yang tinggi dari waktu ke waktu.

Proses optimasi dalam *Microsoft Project Manager 2016* dapat dilakukan dengan cara *Resource levelling*, dimana *Resource Levelling* ini berfungsi untuk mengatur jumlah kebutuhan alat berat agar tidak mengalami *overlocated*. *Resource Levelling* dapat dilakukan dengan memilih menu ***tools*** > ***level resource***, kemudian kita dapat menentukan perataan sumber daya terbaik.

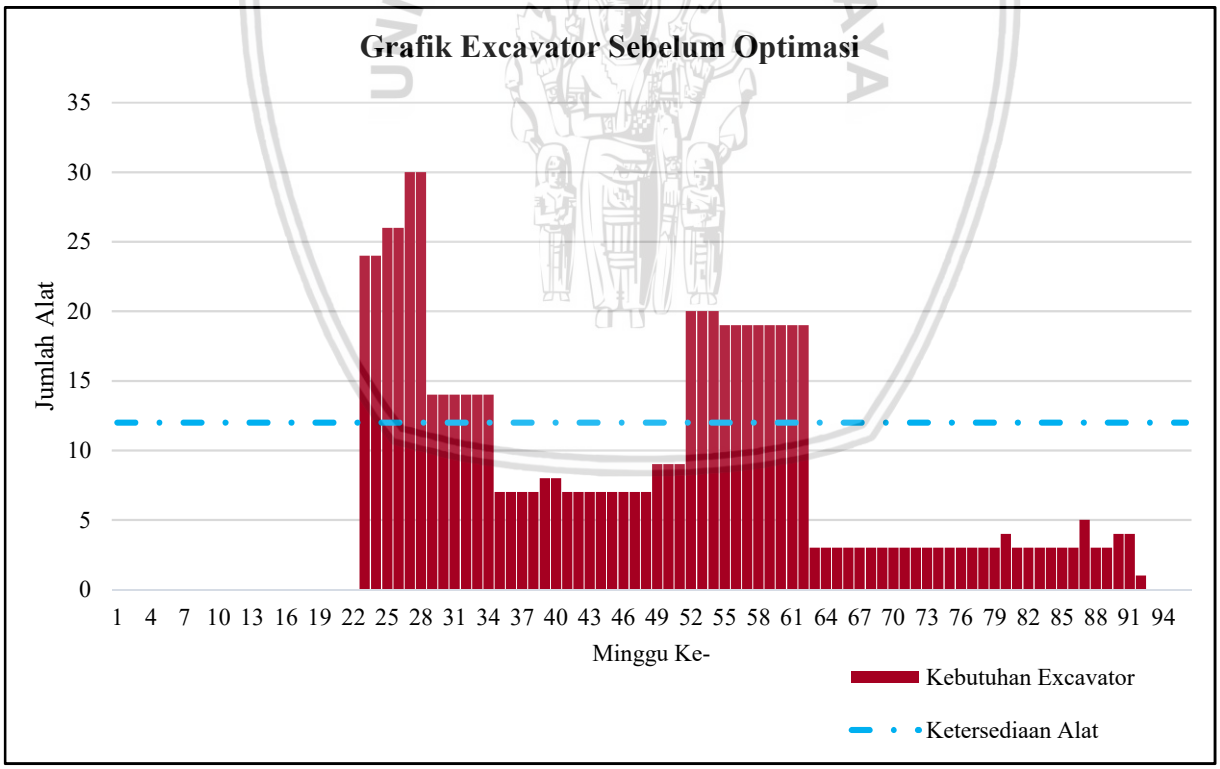
Dalam mengoptimasi jadwal proyek harus dilakukan dengan dua tahap, yaitu dengan cara *automatically* dan manual. Cara *automatically* adalah dengan *Resource Levelling*, sedangkan cara manual adalah dengan merubah durasi pekerjaan dan hubungan ketergantungan pekerjaan. Berikut ini adalah grafik dari penggunaan alat berat sebelum dan setelah dilakukan optimasi.



Gambar 4.7. Grafik Dump Truck Sebelum Optimasi

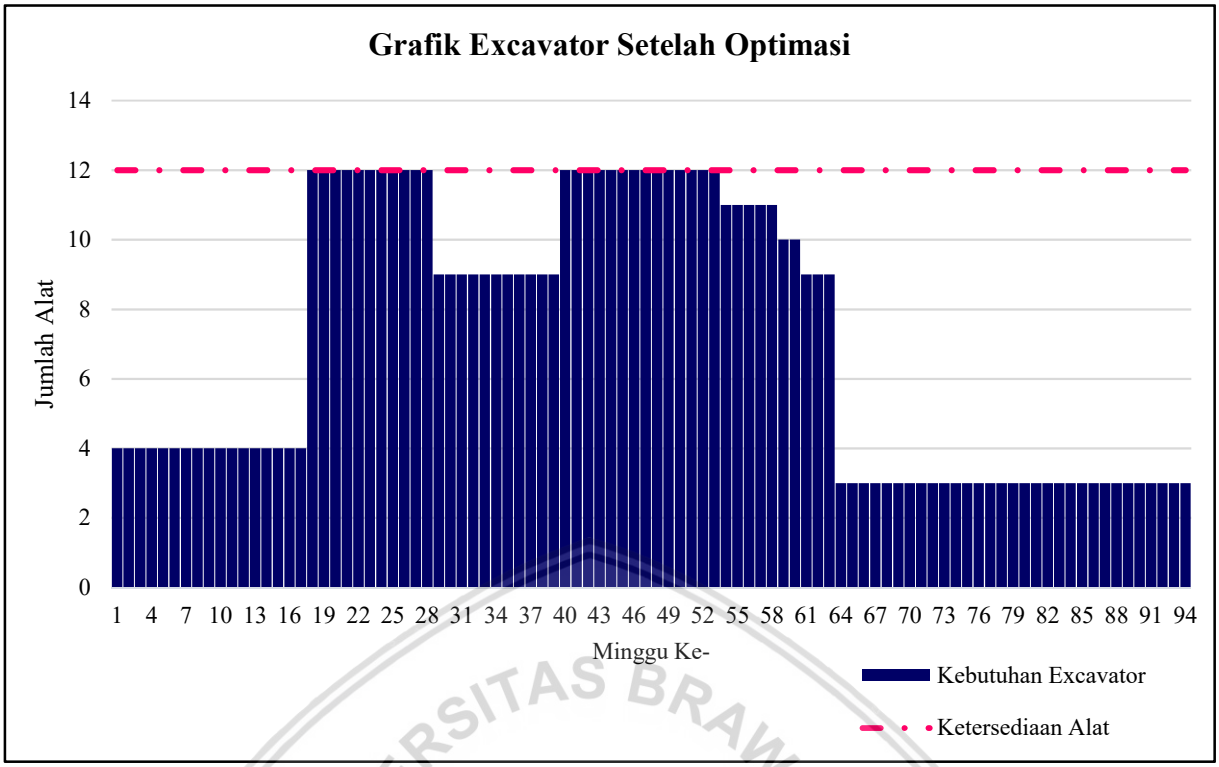


Gambar 4.8. Grafik Dump Truck Setelah Optimasi

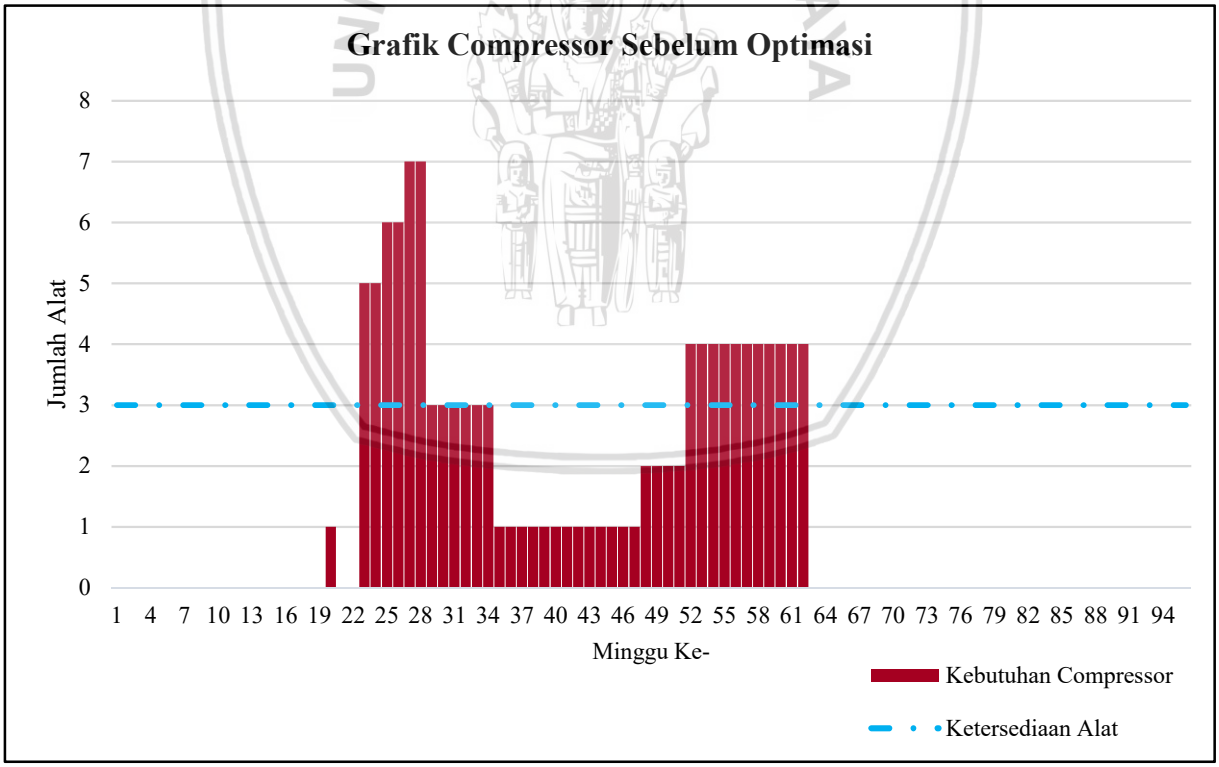


Gambar 4.9. Grafik Excavator Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

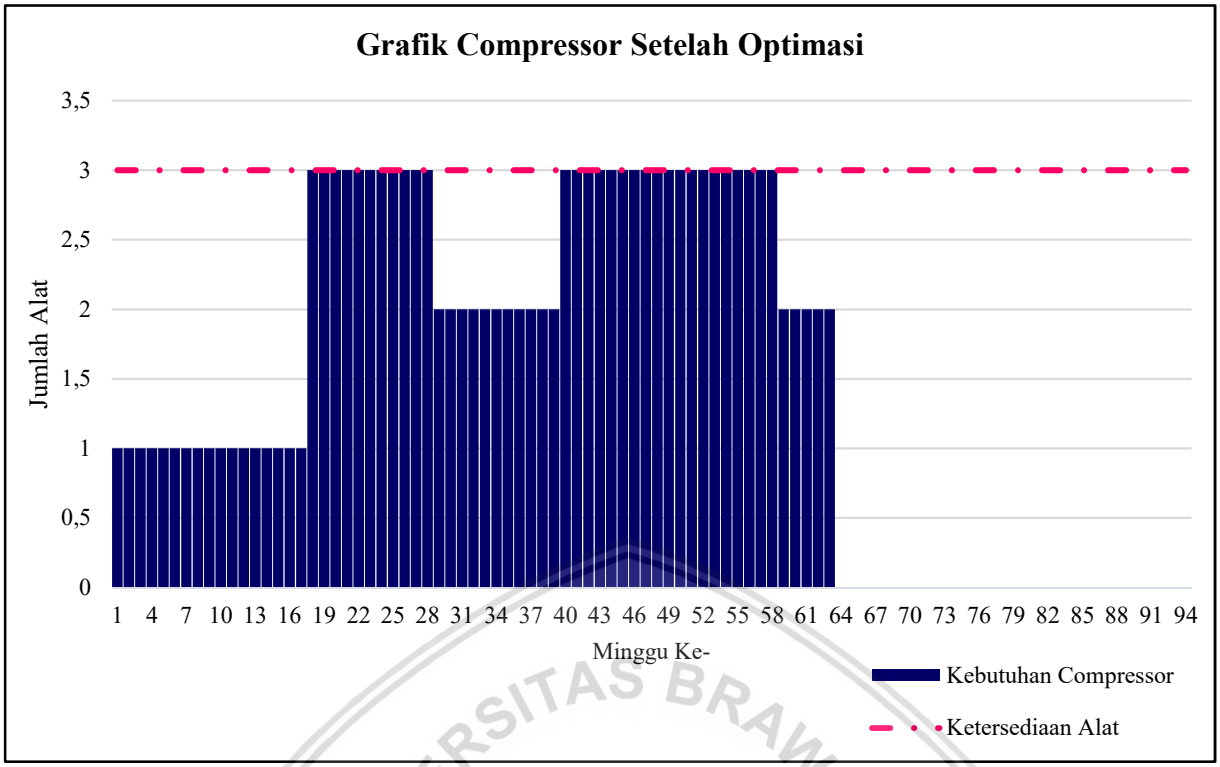


Gambar 4.10. Grafik Excavator Setelah Optimasi

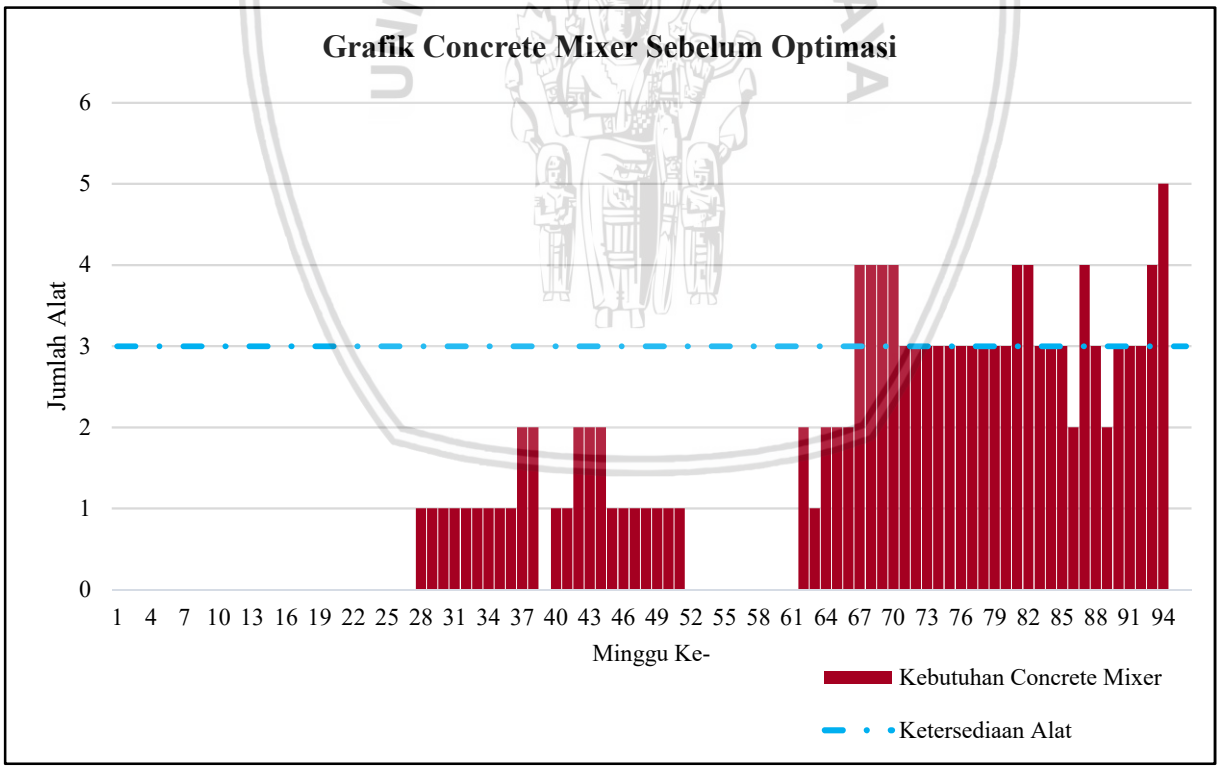


Gambar 4.11. Grafik Compressor Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

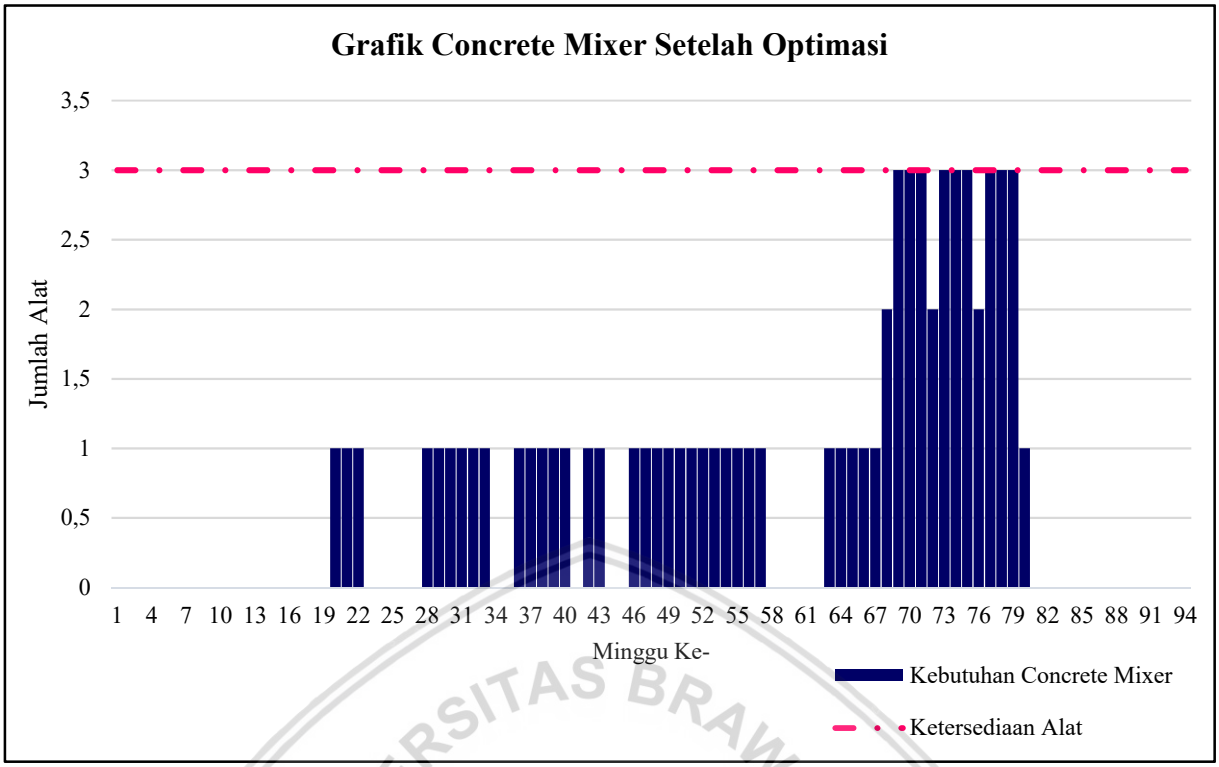


Gambar 4.12. Grafik Compressor Setelah Optimasi

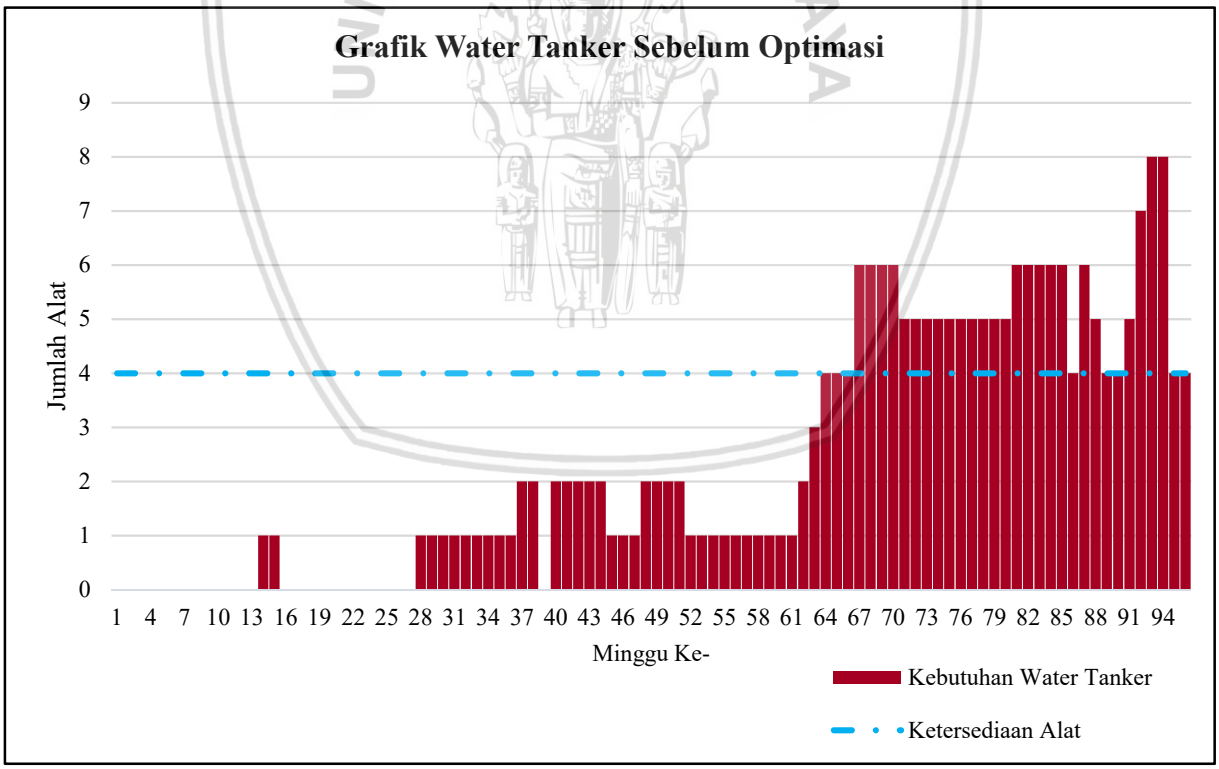


Gambar 4.13. Grafik Concrete Mixer Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

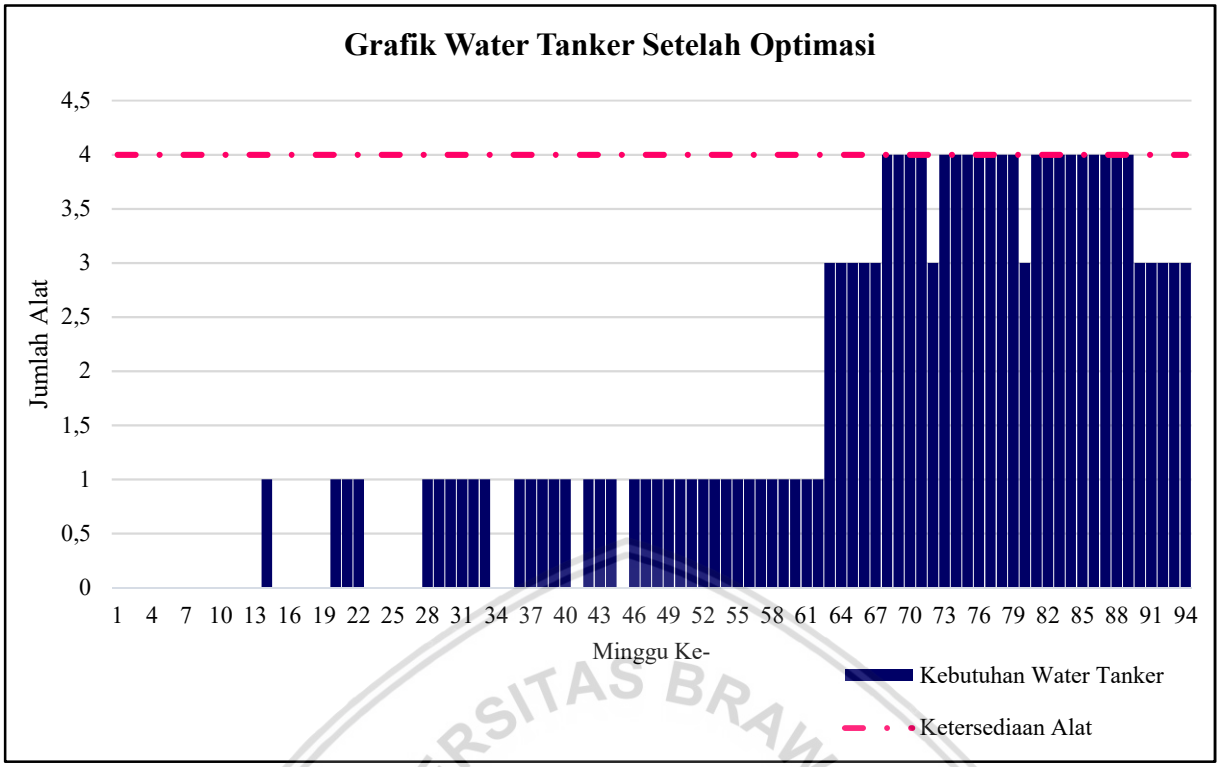


Gambar 4.14. Grafik Concrete Mixer Setelah Optimasi

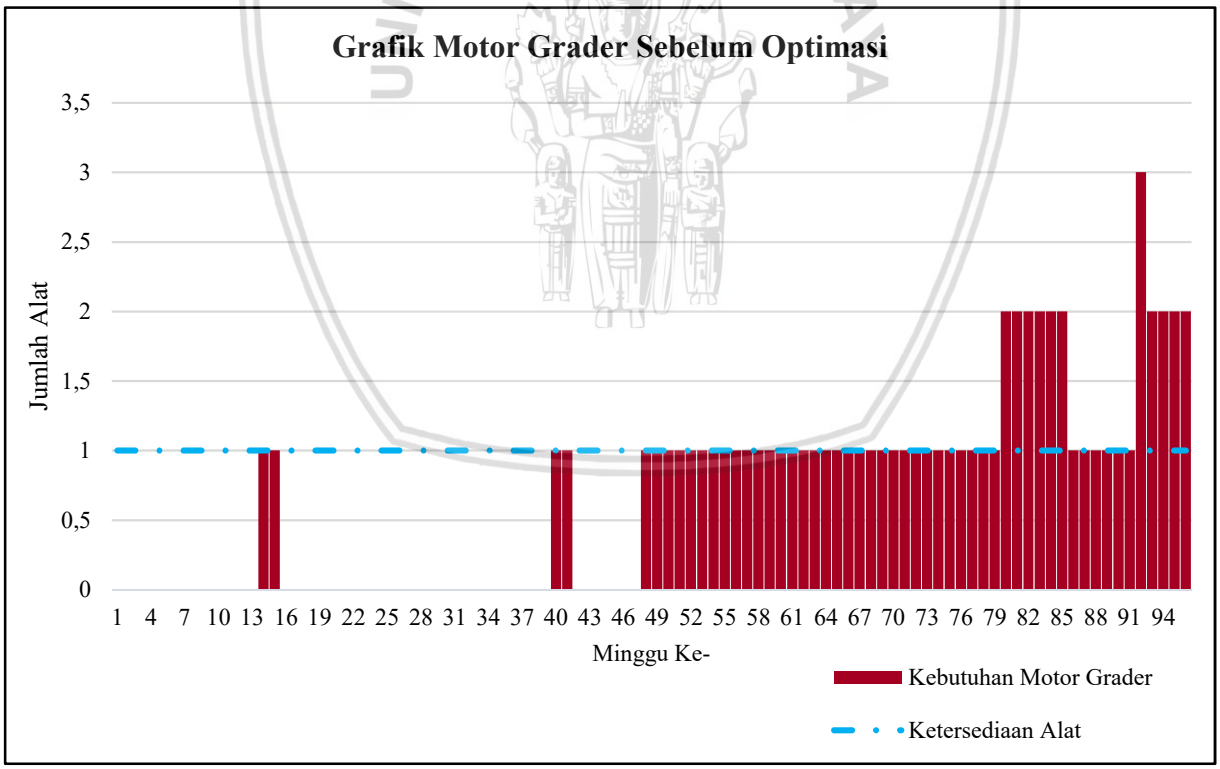


Gambar 4.15. Grafik Water Tanker Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

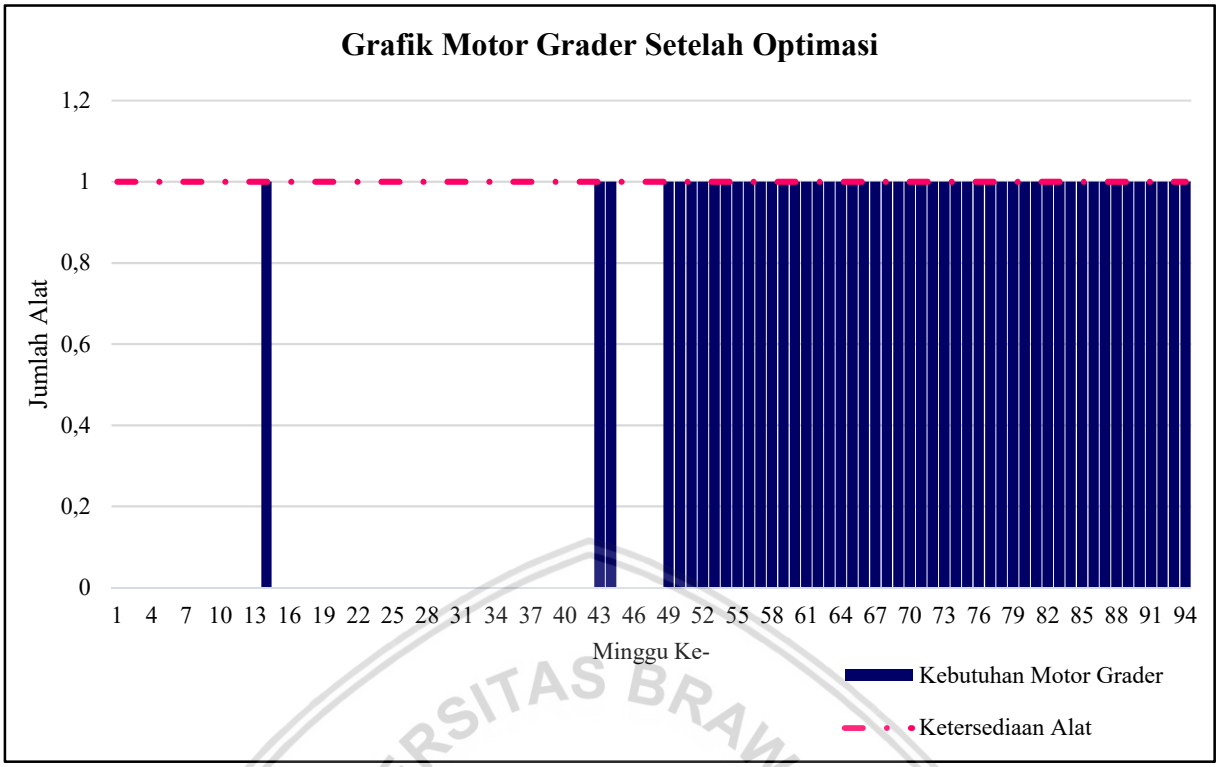


Gambar 4.16. Grafik Water Tanker Setelah Optimasi

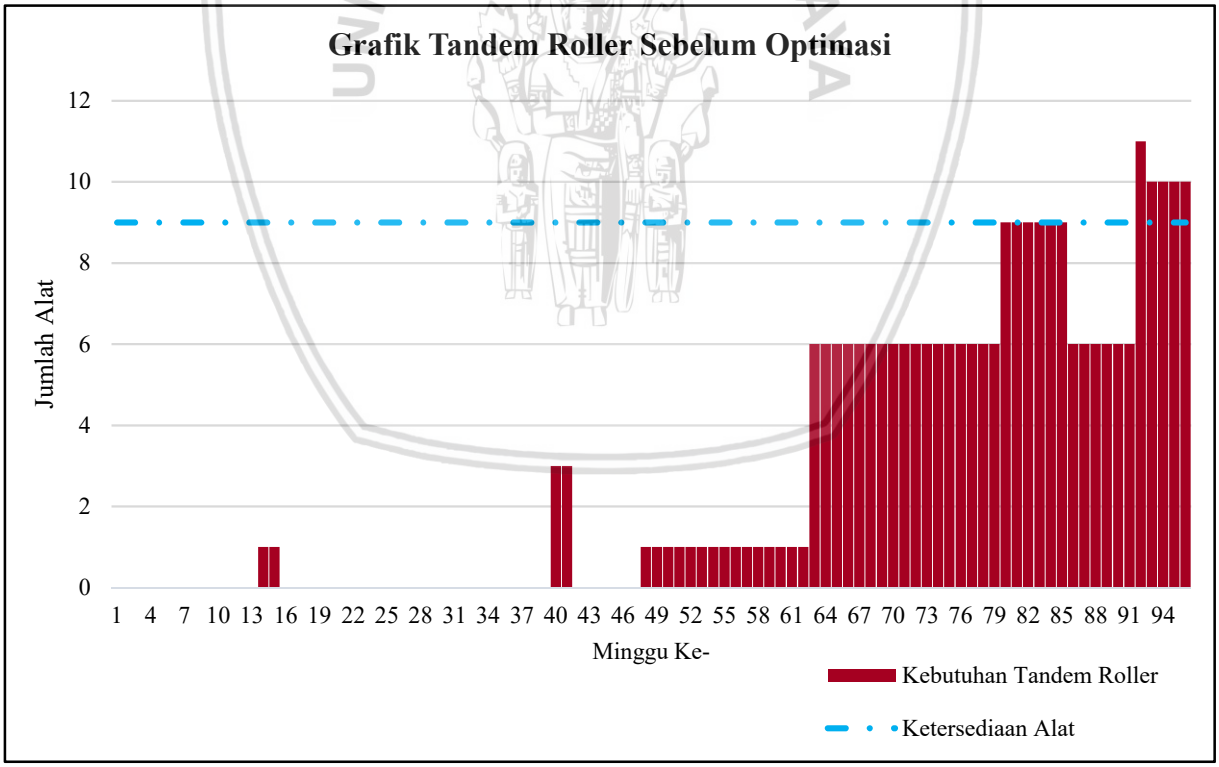


Gambar 4.17. Grafik Motor Grader Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

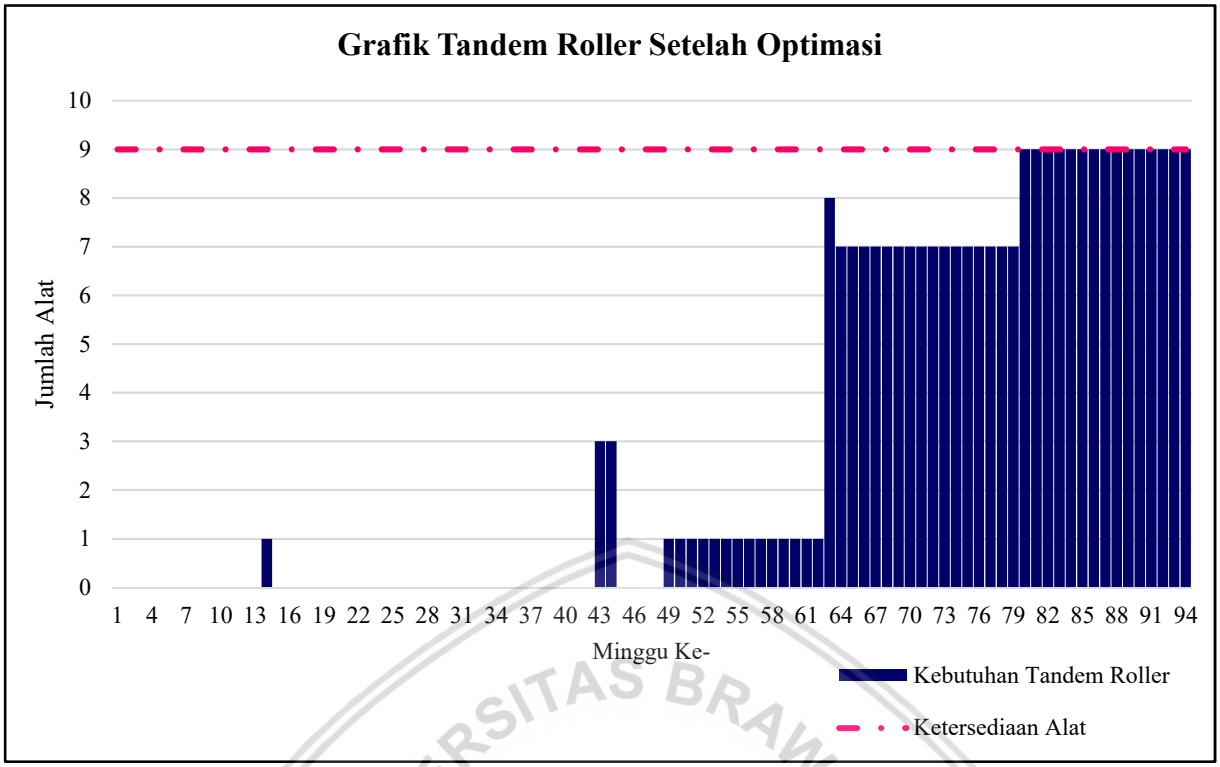


Gambar 4.18. Grafik Motor Grader Setelah Optimasi

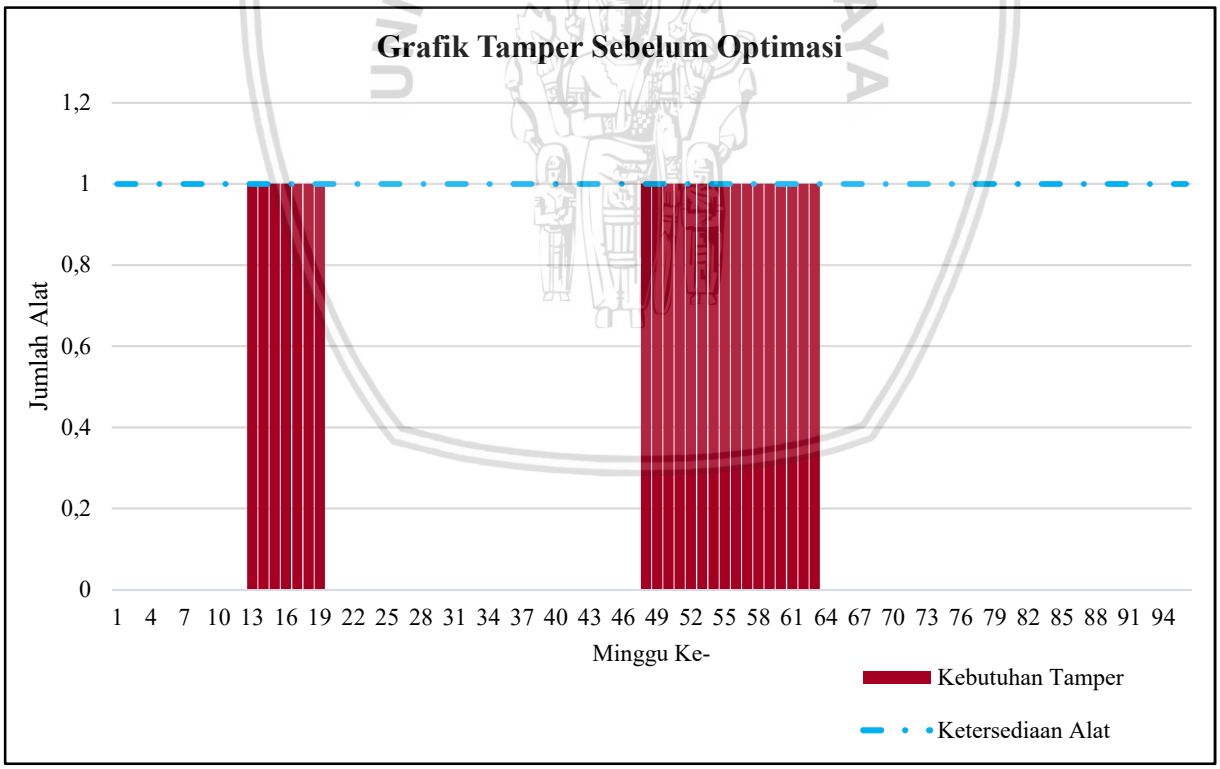


Gambar 4.19. Grafik Tandem Roller Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

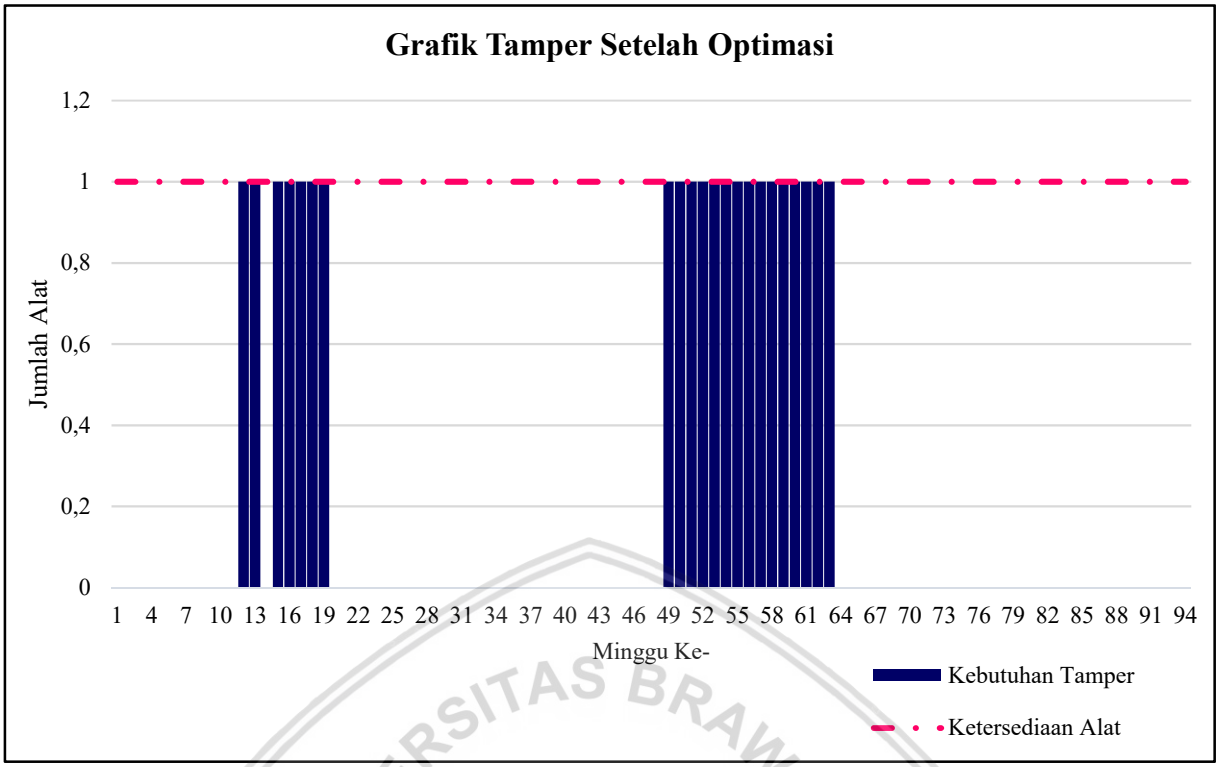


Gambar 4.20. Grafik Tandem Roller Setelah Optimasi

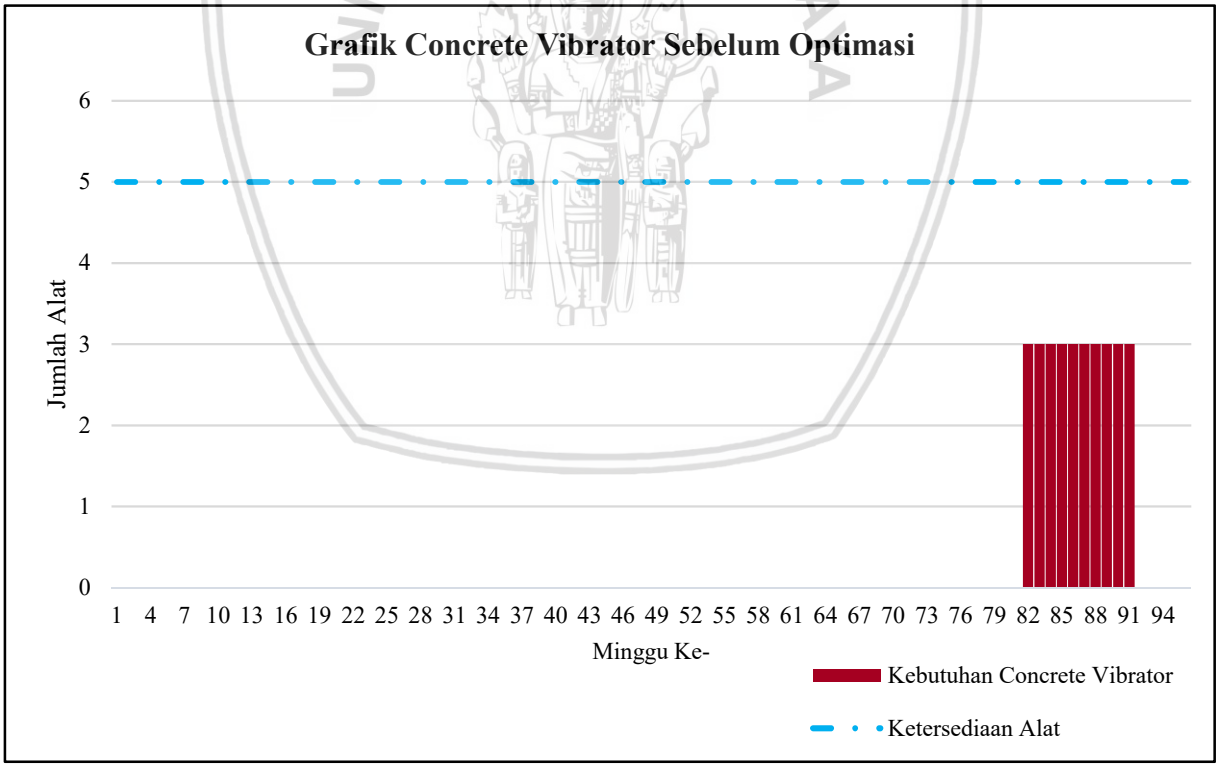


*Gambar 4.21.*Grafik Tamper Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

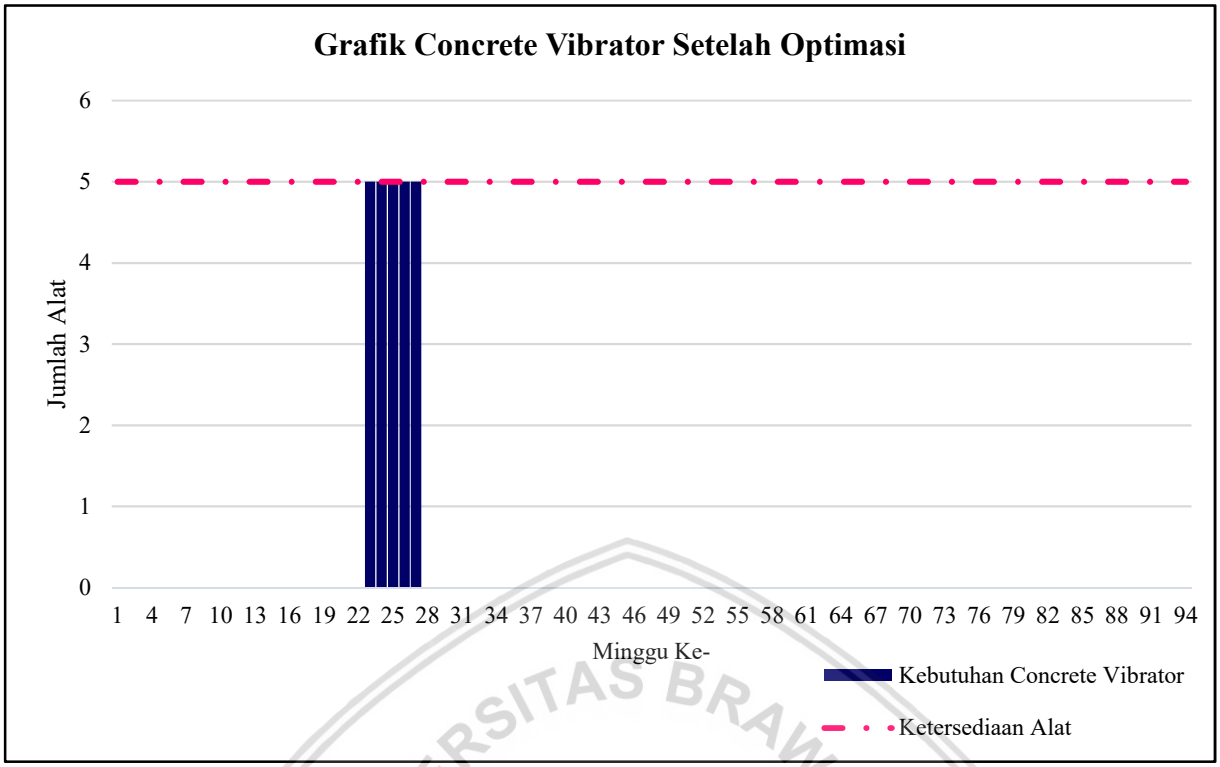


Gambar 4.22. Grafik Tamper Setelah Optimasi

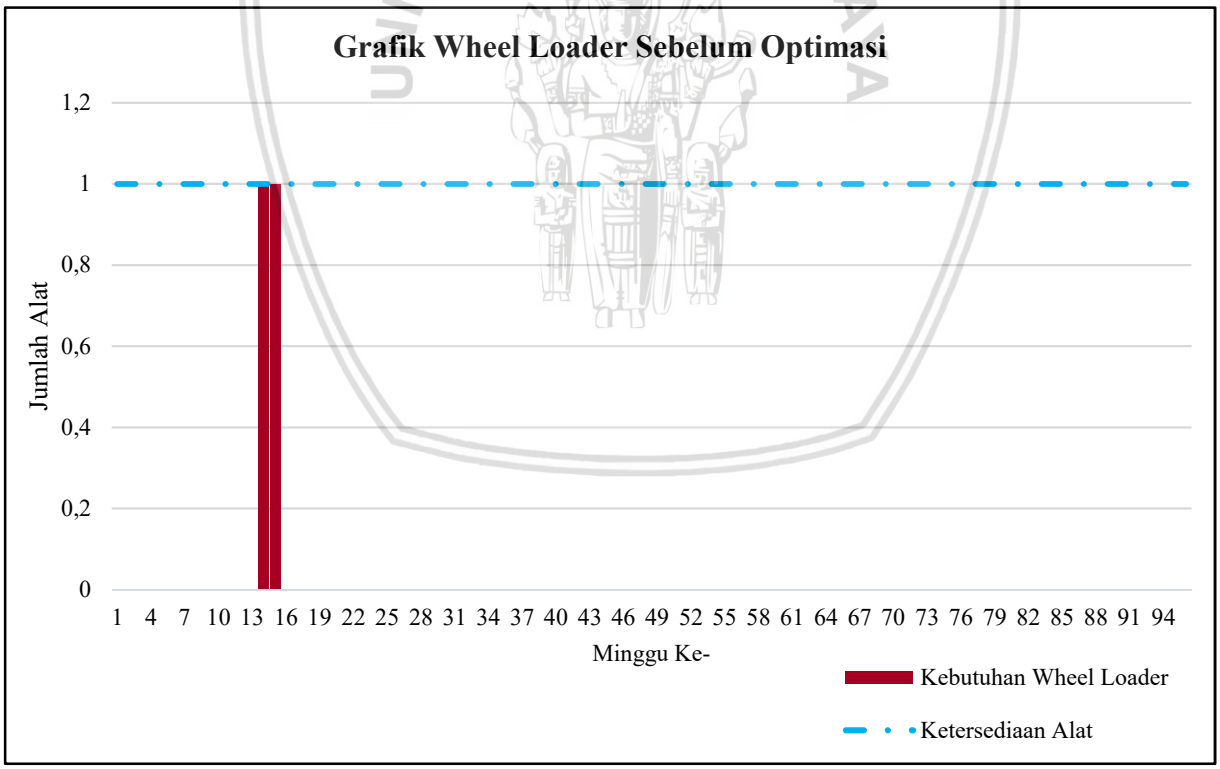


Gambar 4.23. Grafik Concrete Vibrator Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

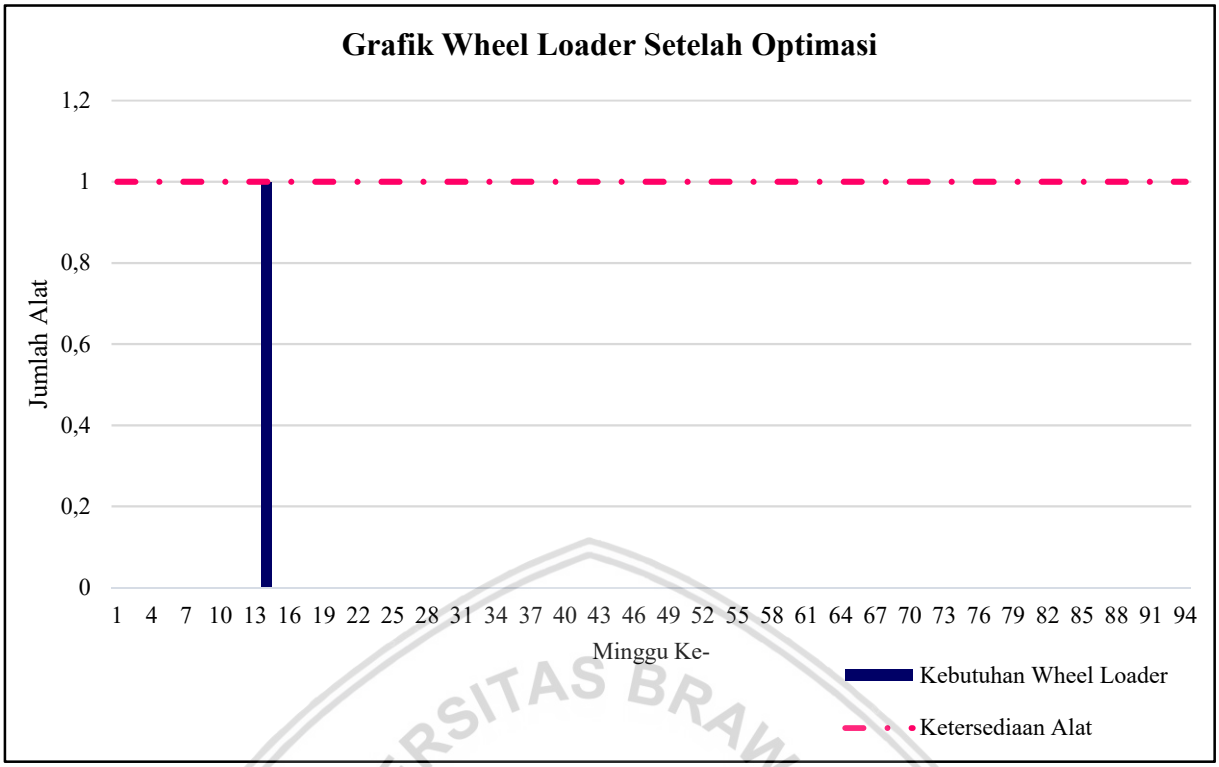


Gambar 4.24. Grafik Concrete Vibrator Setelah Optimasi

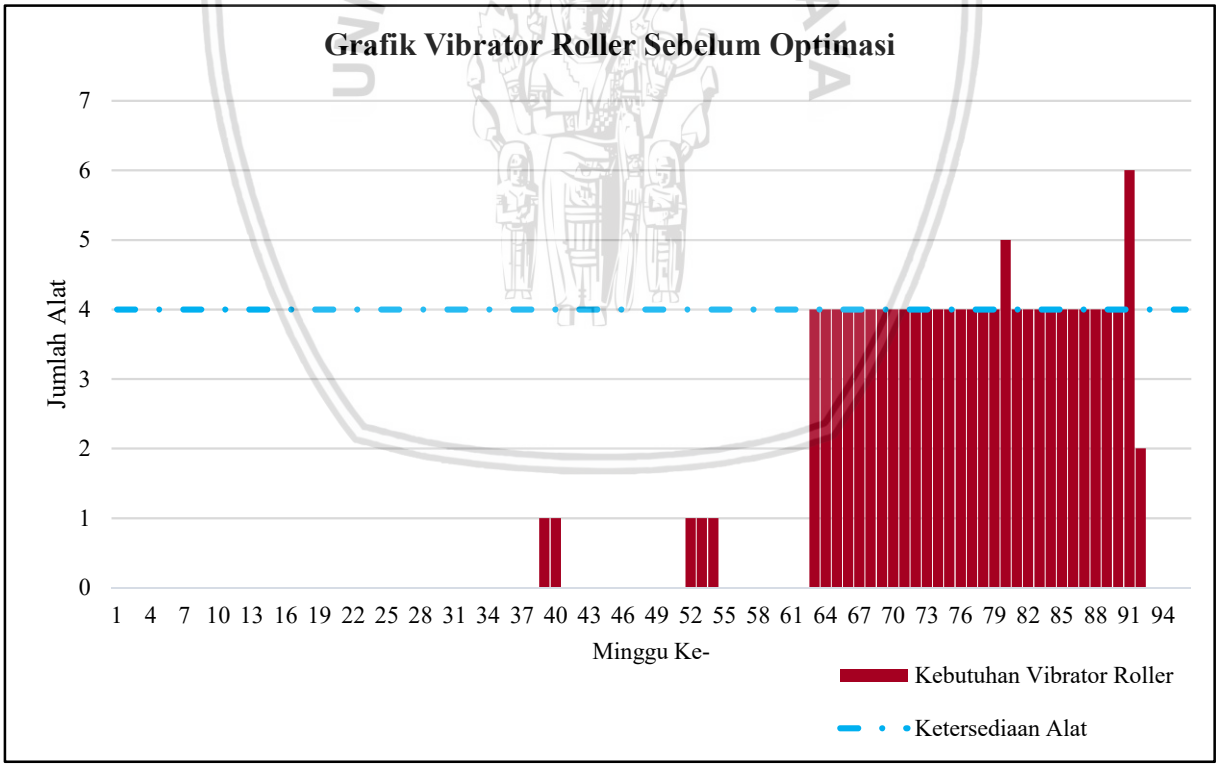


Gambar 4.25. Grafik Wheel Loader Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

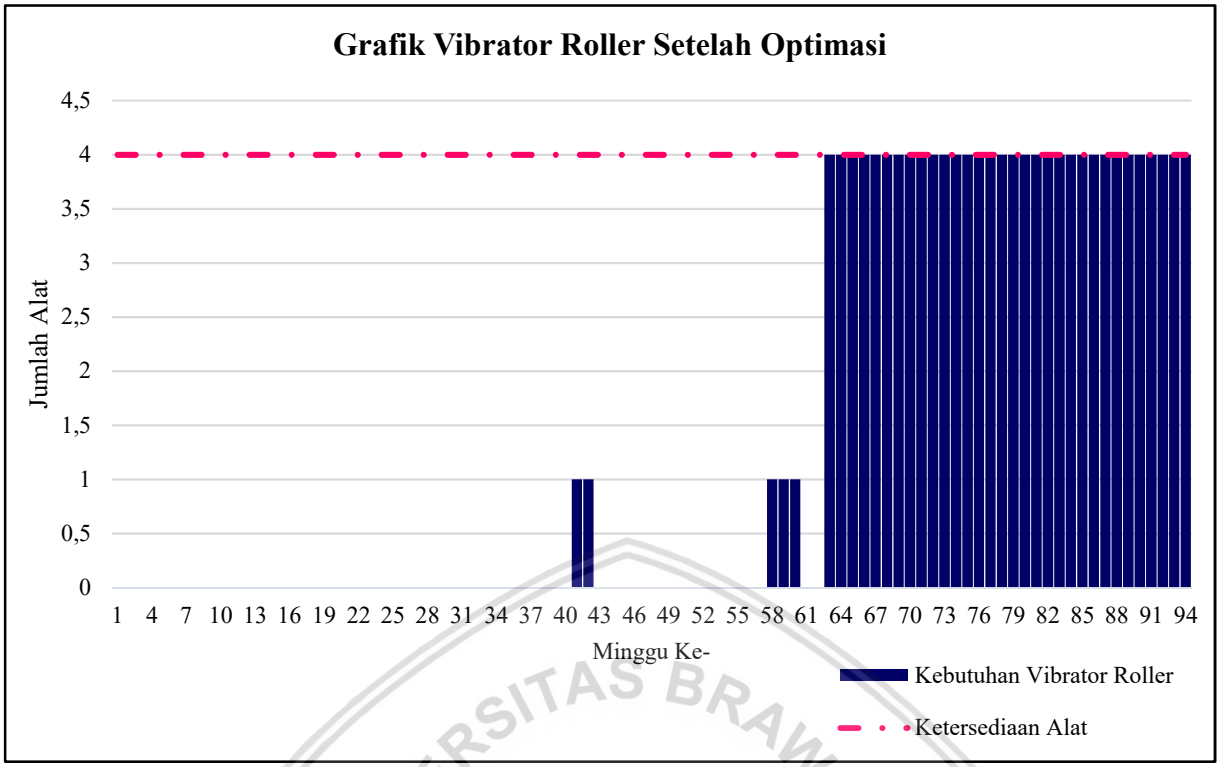


Gambar 4.26. Grafik Wheel Loader Setelah Optimasi

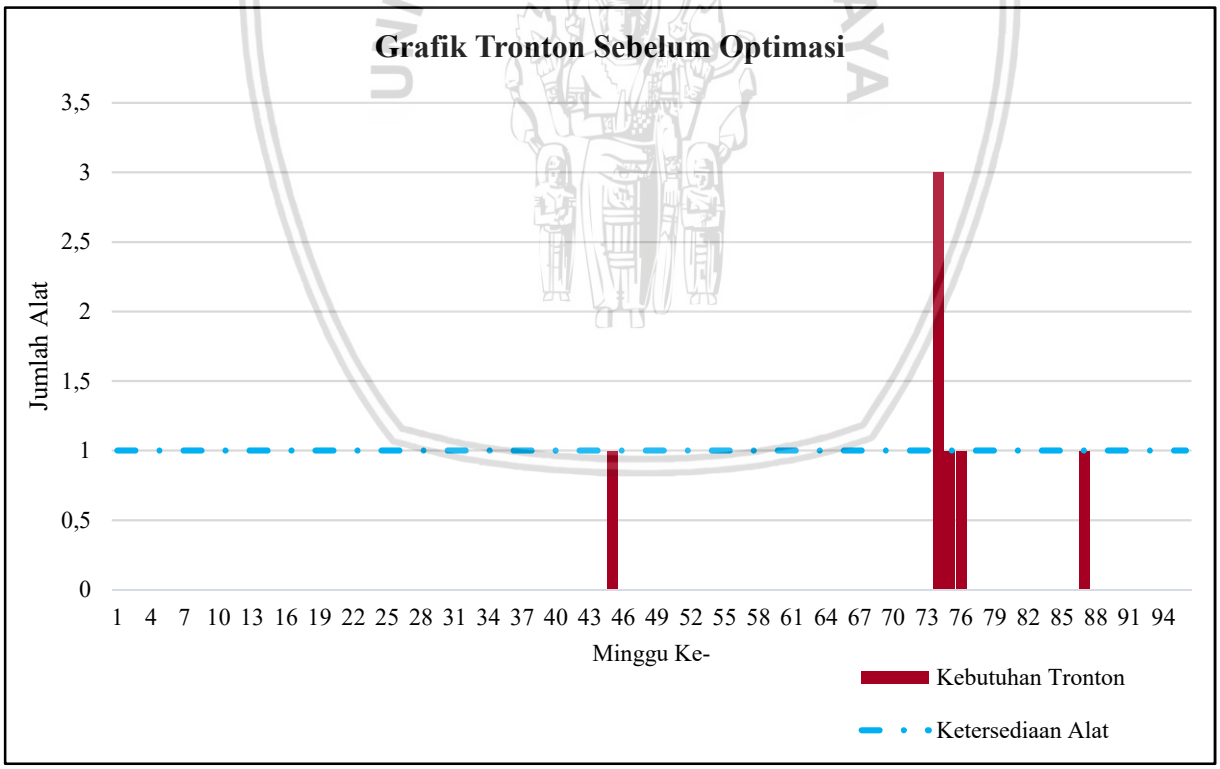


Gambar 4.27. Grafik Vibrator Roller Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

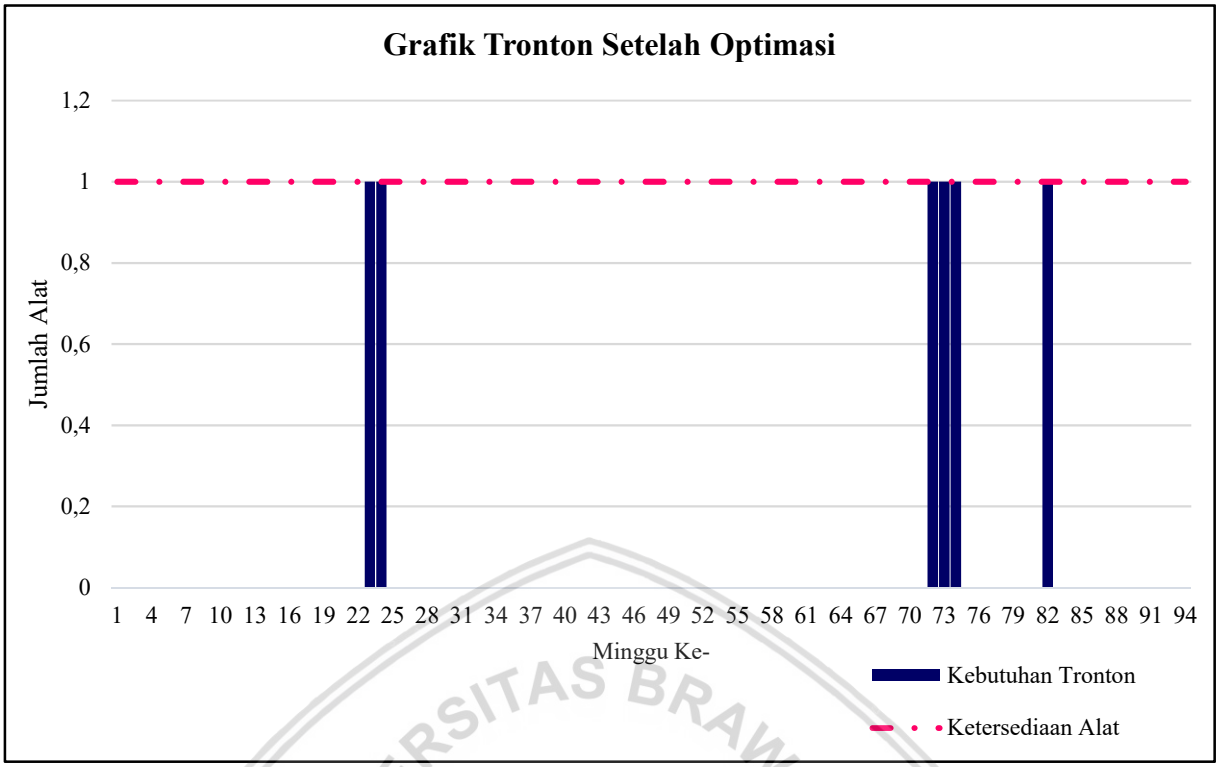


Gambar 4.28. Grafik Vibrator Roller Setelah Optimasi



Gambar 4.29. Grafik Tronton Sebelum Optimasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.30. Grafik Tronton Setelah Optimasi

Setelah melakukan optimasi dengan cara mengatur ulang durasi kegiatan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan, maka diperoleh :

1. Waktu penyelesaian proyek mengalami percepatan selama 16 hari. Dimana sebelum dilakukan optimasi , pekerjaan selesai pada tanggal 28 Februari 2021. Sedangkan setelah dilakukan optimasi pekerjaan selesai pada tanggal 12 Februari 2021.
2. Rencana Anggaran biaya yang dikeluarkan mengalami penurunan dikarenakan penggunaan alat berat yang efisien. Dimana sebelum dilakukan optimasi membutuhkan biaya sebesar Rp. 272.422.666.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Dua Puluh Dua Juta Enam Ratus Enam Puluh Enam Ribu Rupiah). Sedangkan setelah dilakukan optimasi biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 272.415.246.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Lima Belas Juta Dua Ratus Empat Puluh Enam Ribu Rupiah).
3. Tidak terjadi *overlocated* antara kebutuhan sumber daya dengan ketersediaan sumber daya. Fluktuasi penggunaan alat berat yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelum dilakukan optimasi.

Jadi pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion memerlukan waktu 654 hari (1 Mei 2019 hingga 12 Februari 2021) dengan jumlah angaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 272.415.246.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Lima Belas Juta Dua Ratus Empat Puluh Enam Ribu Rupiah).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5. Analisis Percepatan Jadwal Proyek

Dalam melakukan percepatan jadwal proyek hal pertama yang harus dilakukan adalah memastikan bahwa durasi setiap pekerjaan telah sesuai dengan yang direncanakan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan merupakan yang paling efektif. Sehingga tidak ada waktu, biaya dan sumber daya yang terbuang sia-sia. Analisis percepatan jadwal proyek bertujuan untuk mengetahui jenis pekerjaan yang sangat berpengaruh terhadap keseluruhan proyek atau pekerjaan yang berada pada lintasan kritis agar dapat dilakukan percepatan jadwal proyek pelaksanaan pembangunan Bendung PLTA Sion.

Pada proyek pelaksanaan pembangunan Bendung PLTA Sion diketahui jangka waktu pelaksanaan normal adalah 654 hari dengan jumlah anggaran biaya Rp. 272.415.246.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Lima Belas Juta Dua Ratus Empat Puluh Enam Ribu Rupiah).

Berdasarkan jadwal pada Microsoft Project Manager 2016 dapat dilihat lintasan kritis dari proyek pelaksanaan pembangunan Bendung PLTA Sion sebagai berikut :

Tabel 4.6.
Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif

No.	Lintasan Kritis Proyek
1	**Pekerjaan Persiapan Konstruksi**
1.1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan
1.2	Pembersihan dan Penataan Lokasi
1.3	Direksi Keet
1.4	Barak Kerja
1.5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama
1.6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)
2	**Pekerjaan Bendung**
2.1	**Pekerjaan Saluran Pengelak**
2.1.1	Saluran Pengelak dan Pompa air untuk Penyaluran Air
2.2	**Pekerjaan Bendung**
2.2.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**
2.2.1.1	Galian Tanah
2.2.1.2	Galian Batu
2.2.1.3	Urugan Tanah Kembali
2.2.1.4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian
2.2.2	**Pekerjaan Beton**
2.2.2.1	Beton Cyclope
2.2.2.2	Beton K-225
2.2.2.3	Lantai Kerja Beton K-100
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**
2.2.3.1	Besi Tulangan 24 Polos
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**
2.2.4.1	Bekisting Datar Expose
2.2.5	**Pekerjaan Plester**
2.2.5.1	Plesteran PC 1:2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.6.
Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif

No.	Lintasan Kritis Proyek
3	**Pekerjaan Kolam Pengendap Pasir**
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**
3.1.1	Galian Tanah
3.1.2	Galian Batu
4	**Pekerjaan Saluran Penghantar**
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**
4.1.1	Galian Tanah
4.1.2	Galian Batu
4.1.3	Urugan Tanah Kembali
4.1.4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)
4.1.5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian
4.1.6	Pekerjaan Pasir Urug
4.2	**Pekerjaan Pipa**
4.2.1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2
4.2.2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1
4.2.3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**
4.3.1	Beton K-225
5	**Pekerjaan Surge Tank**
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**
5.1.1	Galian Tanah
5.1.2	Galian Batu
5.1.3	Urugan Tanah Kembali
5.1.4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian
5.2	**Pekerjaan Beton**
5.2.1	Beton K-225
5.2.2	Besi Tulangan 24 Polos
5.2.3	Bekisting Tegak Expose
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**
5.3.1	Beton K-225
5.3.2	Besi Tulangan 24 Polos
5.3.3	Bekisting Tegak Expose
6	**Pekerjaan Gedung Sentral dan Tail Race**
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**
6.1.1	Galian Tanah
6.1.2	Galian Batu
6.2	**Pekerjaan Beton**
6.2.1	Beton K-225
6.3	**Pekerjaan Penulangan**
6.3.1	Besi Tulangan 24 Polos
6.4	**Pekerjaan Bekisting**
6.4.1	Bekisting Tegak Expose

Sumber: Hasil Analisis (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5.1. Alternatif Percepatan Durasi Proyek

Berdasarkan hasil analisis, alternatif yang akan digunakan untuk mempercepat jadwal pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion adalah dengan menerapkan kerja lembur dan penambahan jumlah alat berat.

4.5.1.1. Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja

Alternatif penambahan jam kerja atau lembur dilakukan untuk mempercepat jadwal keseluruhan proyek. Perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja memiliki beberapa parameter sebagai berikut:

1. Jam kerja normal yang diterapkan pada pembangunan Bendung PLTA Sion adalah 8 jam per hari selama 7 hari dalam seminggu.
2. Berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) waktu kerja lembur maksimum adalah 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam 1 minggu.
3. Upah tenaga kerja lembur berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja No.Kep 72/ MEN/ 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (*over time*) adalah sebagai berikut :
   a. Untuk jam kerja lembur 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 150% dari upah normal.
   b. Untuk jam kerja lembur setelah lebih dari 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 200% dari upah normal.
4. Efisiensi kerja lembur adalah 80%

   Dengan menerapkan parameter-parameter di atas maka upah yang harus dibayarkan kepada pekerja tidak sama dengan upah dasar yang telah di dapatkan, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap perubahan upah dasar akibat penambahan jam kerja. Untuk memudahkan perhitungan upah lembur pekerja, maka dibuat tabel 4.7. dengan keterangan kolom sebagai berikut:

   1. Nomor;
   2. Jenis Tenaga Kerja;
   3. Upah dasar pekerja/jam (berdasarkan data harga upah dasar);
   4. Upah dasar pekerja/hari (berdasarkan data harga upah dasar);
   5. Upah satu jam pertama kerja lembur (150% x upah dasar);
   6. Upah/jam setelah satu jam pertama kerja lembur (200% x upah dasar);
   7. Jumlah upah lembur selama tiga jam (kolom 5 + (kolom 6 x 2)); dan
   8. Upah/jam dalam satu hari setelah dilakukan kerja lembur selama empat jam ((kolom 7 + (kolom 3 x 8))/11).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.7.
Perhitungan Upah Kerja Lembur

No	Tenaga Kerja	Upah Dasar		Upah Lembur			
		Rupiah/jam	Rupiah/hari	Jam I	Jam II-III	Jumlah	(Rp/Jam)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pekerja	10.000,00	70.000,00	15.000,00	20.000,00	55.000,00	12.280,00
2	Tukang	12.860,00	90.000,00	19.290,00	25.720,00	70.730,00	15.790,00
3	Mandor	15.720,00	110.000,00	23.580,00	31.440,00	86.460,00	19.300,00
4	Operator	15.720,00	110.000,00	23.580,00	31.440,00	86.460,00	19.300,00
5	Pem. operator	10.000,00	70.000,00	15.000,00	20.000,00	55.000,00	12.280,00
6	Sopir/Driver	14.290,00	100.000,00	21.435,00	28.580,00	78.595,00	17.540,00
7	Pem. sopir	9.290,00	65.000,00	13.935,00	18.580,00	51.095,00	11.410,00
8	Mekanik	17.150,00	120.000,00	25.725,00	34.300,00	94.325,00	21.050,00
9	Pem. mekanik	10.000,00	70.000,00	15.000,00	20.000,00	55.000,00	12.280,00
10	Kepala tukang	15.720,00	110.000,00	23.580,00	31.440,00	86.460,00	19.300,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Setelah dilakukan perhitungan upah kerja lembur maka selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap durasi pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Dengan bertambahnya durasi jam kerja menyebabkan produktivitas pekerja per hari menjadi meningkat sehingga dengan jumlah tenaga kerja dan alat berat yang sama, dapat mempercepat durasi pekerjaan yang dilakukan. Dalam melakukan analisis durasi pekerjaan, dilakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan kebutuhan sumber daya. Tetapi yang membedakan adalah kegiatan yang diperhitungkan merupakan kegiatan kritis dan kebutuhan pekerja atau alat berat tidak boleh lebih dari sebelum dilakukannya kerja lembur.

Untuk memudahkan perhitungan, maka dibuat tabel analisis durasi pekerjaan (Tabel 4.8) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk masing-masing pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Besarnya volume pekerjaan (perhitungan volume pekerjaan)
4. Satuan Volume Pekerjaan
5. Durasi pekerjaan (Coba-coba hingga didapatkan kebutuhan pekerja dan alat berat tidak lebih dari sebelum dilakukan kerja lembur)
6. Sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan)
7. Koefisien sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
8. Satuan sumber daya terpakai
9. Jenis alat yang menunjang pekerjaan (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
10. Produktifitas pekerja dan alat (Contoh pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi)
    - Koefisien pekerja = 0,07000 jam
    - Produktifitas pekerja = 1/0,07000
      = 14,28571 m^2/jam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

11. Satuan produktiftas manusia dan alat
12. Jumlah kebutuhan sumber daya manusia per hari:
    - Pekerja = 164584,100 / ((59 x 8 x 14,28571) + (59 x 3 x 0,8 x 14,28571))

      = 18,776 ~ 19 Orang
    - Mandor = 164584,100 / ((59 x 8 x 71,42857) + (59 x 3 x 0,8 x 71,42857))

      = 3,755 ~ 4 Orang
13. Jumlah kebutuhan material per hari, dalam pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi pada Bendung PLTA Sion tidak dibutuhkan material.
14. Jumlah kebutuhan alat berat per hari:
    - Dump Truck = 164584,100 / ((59 x 8 x 18,08279) + (59 x 3 x 0,8 x 18,08279))

      = 3,755 ~ 4 buah

Hasil analisis durasi pekerjaan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.8.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**	-	-										
1	Pembersihan dan Penataan Lokasi	164584,100	m^2	59	Pekerja	0,07000	Jam		14,28571	m^2/jam	19		
					Mandor	0,01400	Jam		71,42857	m^2/jam	4		
					Dump Truck	0,05530	Jam		18,08279	m^2/jam			15
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			269
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**	-	-										
2.1	**PEKERJAAN BENDUNG**												
2.1.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**												
1	Galian Tanah	10339,245	m^3	50	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Ls		10,71249	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,00000	Jam		1,00000	m^3/Ls			20
2	Galian Batu	38806,311	m^3	50	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	15		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	8,000		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			2
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			5
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			5
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			4
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			7
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			75
3	Urugan Tanah Kembali	10313,611	m^3	75	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			14
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	49145,556	m^3	75	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	20		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	2		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			64
2.2.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton Cyclope	3021,969	m^3	24	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	115		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	17		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	8		
					Semen	229,27800	Kg					28870	
					Pasir Beton	0,35167	m^3					45	
					Batu Pecah Mesin	0,63368	m^3					80	
					Batu Belah	0,65178	m^3					83	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Concrete Vibrator	0,40161	Jam		2,49000	m^3/jam			5
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			13
2	Beton K-225	5376,779	m^3	42	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	117		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	17		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	8		
					Semen	382,13000	Kg					48920	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					73	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					79	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			13
3	Lantai Kerja Beton K-100	1770,773	m^3	27	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	60		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	9		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	4		
					Semen	236,90000	Kg					15537	
					Pasir Beton	0,67050	m^3					44	
					Batu Pecah Mesin	0,57150	m^3					38	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			7
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	409150,938	Kg	69	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	60		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6523	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					119	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				571
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Datar Expose	12513,123	m^2	93	Pekerja	4,62000	Jam		0,21645	m^2/jam	60		
					Tukang	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	30		
					Kepala Tukang	0,23100	Jam		4,32900	m^2/jam	3		
					Mandor	0,23100	Jam		4,32900	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,05500	m^3					8	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					48	
					Kayu Dolken	6,00000	Batang					808	
					paku	0,40000	Kg					54	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					27	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			13
2.2.5	**Pekerjaan Plester**												
1	Plesteran PC 1:2	3203,913	m^2	14	Pekerja	1,40000	Jam		0,71429	m^2/jam	31		
					Tukang	1,05000	Jam		0,95238	m^2/jam	24		
					Kepala Tukang	0,10500	Jam		9,52381	m^2/jam	3		
					Mandor	0,07000	Jam		14,28571	m^2/jam	2		
					Semen	10,22400	Kg					2340	
					Pasir Pasang	0,02000	m^3					5	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^2/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^2/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			23
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**	-	-										
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	74181,750	m^3	58	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	2		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			12
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			123
2	Galian Batu	18545,437	m^3	58	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	7		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	4		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			31
3	Urugan Tanah Kembali	7641,272	m^3	10	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	3		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			9
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			96
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**	-	-										
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	413374,478	m^3	258	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	3		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	2		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			15
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			155
2	Galian Batu	44339,583	m^3	258	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	4		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	2		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			17
3	Urugan Tanah Kembali	518265,750	m^3	168	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	9		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	3		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			3
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			4
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			28
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			297
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	23994,240	m^3	77	Pekerja	1,69419	Jam		0,59025	m^3/jam	51		
					Mandor	0,42355	Jam		2,36101	m^3/jam	13		
					Bahan Pilihan	1,20000	m^3		0,83333	m^3/jam		374	
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02856	Jam		35,01563	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			30
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	518265,750	m^3	168	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	91,000		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	10		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			7
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			297
6	Pekerjaan Pasir Urug	2304,800	m^3	77	Pekerja	2,80000	Jam		0,35714	m^3/jam	9		
					Mandor	0,70000	Jam		1,42857	m^3/jam	3		
					Pasir	1,20000	m^3					36	
					Tamper	0,16064	Jam		6,22500	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			3
4.2	**Pekerjaan Pipa**												
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0 m	1484,960	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	3		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,0 m	1,20000	m					37	
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			3
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1m	1485,410	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	3		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,1 m	1,20000	m					37	
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			3
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2 m	1485,410	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	3		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	5		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,2 m	1,20000	m					37	
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			3
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	4935,516	m^3	39	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	115		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	17		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	8		
					Semen	382,13000	Kg					48360	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			13
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**	-	-										
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	27062,640	m^3	47	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			6
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			56
2	Galian Batu	10825,056	m^3	47	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	5		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	3		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			23
3	Urugan Tanah Kembali	964,440	m^3	75	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			2
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	38852,136	m^3	75	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	16		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	2		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			50
5.2	**Pekerjaan Beton**												

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
1	Beton K-225	2662,076	m^3	24	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	101		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	15		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	7		
					Semen	382,13000	Kg					42386	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					63	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					68	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			11
2	Besi Tulangan 24 Polos	266207,568	Kg	46	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	59		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6366	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					116	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				557
3	Bekisting Tegak Expose	3087,892	m^2	12	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	58		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	29		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	3		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					13	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					91	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					772	
					Paku	0,40000	Kg					103	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					52	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				25
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	1656,153	m^3	13	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	116		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	17		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	8		
					Semen	382,13000	Kg					48682	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			13
2	Besi Tulangan 24 Polos	115930,744	Kg	20	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	59		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	20		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6377	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					116	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	Kg/Ls			558
3	Bekisting Tegak Expose	682,242	m^2	3	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	51		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	26		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	3		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	3		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					12	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					80	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					683	
					Paku	0,40000	Kg					91	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					46	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			22
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**	-	-										
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.8.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
1	Galian Tanah	62285,446	m^3	126	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			5
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			48
2	Galian Batu	93428,169	m^3	126	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	15		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	8		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			2
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			5
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			5
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			4
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			7
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			72
6.3	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	6698,379	m^3	53	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	115		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	17		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	8		
					Semen	382,13000	Kg					48296	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			13
6.4	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	1951,737	Kg	7	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	3		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	1		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	1		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					307	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					6	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	Kg/Ls			27
6.5	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Tegak Expose	3844,985	m^2	34	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	26		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	13		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	2		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	2		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					6	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					40	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					340	
					Paku	0,40000	Kg					46	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					23	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			11

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5.1.2. Percepatan Jadwal Proyek Dengan Penambahan Alat Berat

Selain penambahan jam kerja, untuk mempercepat jadwal proyek dapat dilakukan dengan penambahan alat berat. Dimana penambahan alat berat dilakukan hanya pada kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis, sehingga dapat mempercepat jadwal keseluruhan proyek. Dalam alternatif ini durasi setiap kegiatan sama dengan durasi pekerjaan pada alternatif penambahan jam kerja, tetapi jam kerja yang digunakan adalah jam kerja normal. Sehingga dengan begitu akan terjadi penambahan kebutuhan pekerja dan alat berat, penambahan alat berat ini yang akan di analisis terhadap biaya keseluruhan proyek. Untuk memudahkan perhitungan, maka dibuat tabel analisis kebutuhan sumber daya (Tabel 4.10) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk masing-masing pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Besarnya volume pekerjaan (perhitungan volume pekerjaan)
4. Satuan volume pekerjaan
5. Durasi pekerjaan (hasil analisis durasi pekerjaan dengan penambahan jam kerja)
6. Sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan)
7. Koefisien sumber daya terpakai (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
8. Satuan sumber daya terpakai
9. Jenis alat yang menunjang pekerjaan (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
10. Produktifitas pekerja dan alat (Contoh pekerjaan pembersihan dan penataan lokasi)
    - Koefisien pekerja = 0,07000 jam
    - Produktifitas pekerja = 1 / 0,07000
      = 14,28571 m^2/jam
11. Satuan produktifitas alat dan manusia
12. Jumlah kebutuhan sumber daya manusia per hari:
    - Pekerja = 164584,100 / ((59 x 8 x 14,28571))
      = 24,409 ~ 25 Orang
    - Mandor = 164584,10 / ((59 x 8 x 71,42857))
      = 4,882 ~ 5 Orang
13. Jumlah kebutuhan material per hari, dalam pekerjaan pembersihan da penataan lokasi pada Bendung PLTA Sion tidak dibutuhkan material.
14. Jumlah kebutuhan alat berat per hari:
    - Dump Truck = 164584,10 / ((11 x 8 x 18,08279))
      = 19,283 ~ 20 buah

Hasil analisis kebutuhan sumber daya pekerjaan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dapat dilihat pada tabel 4.9.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**	-	-										
1	Pembersihan dan Penataan Lokasi	164584,100	m^2	59	Pekerja	0,07000	Jam		14,28571	m^2/jam	25		
					Mandor	0,01400	Jam		71,42857	m^2/jam	5		
					Dump Truck	0,05530	Jam		18,08279	m^2/jam			20
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			349
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**	-	-										
2.1	**PEKERJAAN BENDUNG**												
2.1.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**												
1	Galian Tanah	10339,245	m^3	50	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Ls		10,71249	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Jam		1,00000	m^3/Ls			26
2	Galian Batu	38806,311	m^3	50	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	20		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	10		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			3
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			7
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			7
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			5
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			10
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			98
3	Urugan Tanah Kembali	10313,611	m^3	75	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			2
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			18
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	49145,556	m^3	75	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	26		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	3		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			82
2.2.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton Cyclope	3021,969	m^3	24	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	149		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	22		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	10		
					Semen	229,27800	Kg					28870	
					Pasir Beton	0,35167	m^3					45	
					Batu Pecah Mesin	0,63368	m^3					80	
					Batu Belah	0,65178	m^3					83	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Concrete Vibrator	0,40161	Jam		2,49000	m^3/jam			7
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			16
2	Beton K-225	5376,779	m^3	42	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	152		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	23		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	10		
					Semen	382,13000	Kg					48920	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					73	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					79	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			17
3	Lantai Kerja Beton K-100	1770,773	m^3	27	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	78		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	12		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	5		
					Semen	236,90000	Kg					15537	
					Pasir Beton	0,67050	m^3					44	
					Batu Pecah Mesin	0,57150	m^3					38	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			1
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			9
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	409150,938	Kg	69	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	78		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6523	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					119	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				742
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Datar Expose	12513,123	m^2	93	Pekerja	4,62000	Jam		0,21645	m^2/jam	78		
					Tukang	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	39		
					Kepala Tukang	0,23100	Jam		4,32900	m^2/jam	4		
					Mandor	0,23100	Jam		4,32900	m^2/jam	4		
					Kayu Perancah	0,05500	m^3					8	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					48	
					Kayu Dolken	6,00000	Batang					808	
					paku	0,40000	Kg					54	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					27	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			17
2.2.5	**Pekerjaan Plester**												
1	Plesteran PC 1:2	3203,913	m^2	14	Pekerja	1,40000	Jam		0,71429	m^2/jam	41		
					Tukang	1,05000	Jam		0,95238	m^2/jam	31		
					Kepala Tukang	0,10500	Jam		9,52381	m^2/jam	4		
					Mandor	0,07000	Jam		14,28571	m^2/jam	3		
					Semen	10,22400	Kg					2340	
					Pasir Pasang	0,02000	m^3					5	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^2/jam			3
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^2/jam			2
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			29
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**	-	-										
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	74181,750	m^3	58	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	3		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	2		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			15
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			160
2	Galian Batu	18545,437	m^3	58	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	8		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	4		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			3
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			3
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			2

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			4
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			40
3	Urugan Tanah Kembali	7641,272	m^3	10	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	3		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			9
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			96
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**	-	-										
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	413374,478	m^3	258	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	3		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	2		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			19
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			201
2	Galian Batu	44339,583	m^3	258	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	5		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	3		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			22
3	Urugan Tanah Kembali	518265,750	m^3	168	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	12		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	3		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			3
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			5
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			36
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			386
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	23994,240	m^3	77	Pekerja	1,69419	Jam		0,59025	m^3/jam	66		
					Mandor	0,42355	Jam		2,36101	m^3/jam	17		
					Bahan Pilihan	1,20000	m^3		0,83333	m^3/jam		374	
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02856	Jam		35,01563	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			39
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	518265,750	m^3	168	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	119,000		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	12		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			9
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			386
6	Pekerjaan Pasir Urug	2304,800	m^3	77	Pekerja	2,80000	Jam		0,35714	m^3/jam	11		
					Mandor	0,70000	Jam		1,42857	m^3/jam	3		
					Pasir	1,20000	m^3					36	
					Tamper	0,16064	Jam		6,22500	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			4
4.2	**Pekerjaan Pipa**												
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0 m	1484,960	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	4		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	6		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,0 m	1,20000	m					37	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			4
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1m	1485,410	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	4		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	6		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,1 m	1,20000	m					37	
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			4
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2 m	1485,410	m	49	Pekerja	0,94500	Jam		1,05820	m/jam	4		
					Tukang	1,57500	Jam		0,63492	m/jam	6		
					Kepala Tukang	0,15750	Jam		6,34921	m/jam	1		
					Mandor	0,04760	Jam		21,00840	m/jam	1		
					Pipa Galvanis 2,2 m	1,20000	m					37	
					Perlengkapan	1,00000	Set		1,00000	m/jam			4
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	4935,516	m^3	39	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	150		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	22		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	10		
					Semen	382,13000	Kg					48360	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			16
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**	-	-										
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	27062,640	m^3	47	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	2		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			7
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			72
2	Galian Batu	10825,056	m^3	47	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	6		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	3		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			1
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			2
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			2
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			3
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			29
3	Urugan Tanah Kembali	964,440	m^3	75	Pekerja	0,02985	Jam		33,50260	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Vibrator Roller	0,01059	Jam		94,41250	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			2
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	38852,136	m^3	75	Pekerja	0,30675	Jam		3,26000	m^3/jam	20		
					Mandor	0,03067	Jam		32,60000	m^3/jam	2		
					Motor Grader	0,00198	Jam		505,90909	m^3/jam			1
					Tandem Roller	0,02142	Jam		46,68750	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,00689	Jam		145,10490	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			65
5.2	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	2662,076	m^3	24	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	132		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	20		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Jumlah Kebutuhan Material	Jumlah Kebutuhan Alat (Buah)
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	9		
					Semen	382,13000	Kg					42386	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					63	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					68	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			14
2	Besi Tulangan 24 Polos	266207,568	Kg	46	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	76		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6366	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					116	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				724
3	Bekisting Tegak Expose	3087,892	m^2	12	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	75		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	38		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	4		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	4		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					13	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					91	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					772	
					Paku	0,40000	Kg					103	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					52	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000				33
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**												
1	Beton K-225	1656,153	m^3	13	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	151		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	22		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	10		
					Semen	382,13000	Kg					48682	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			16
2	Besi Tulangan 24 Polos	115930,744	Kg	20	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	77		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	26		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					6377	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					116	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	Kg/Ls			725
3	Bekisting Tegak Expose	682,242	m^2	3	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	66		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	33		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	4		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	4		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					12	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					80	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					683	
					Paku	0,40000	Kg					91	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					46	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			29
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**	-	-										
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**												
1	Galian Tanah	62285,446	m^3	126	Pekerja	0,01492	Jam		67,00521	m^3/jam	1		
					Mandor	0,00746	Jam		134,01042	m^3/jam	1		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.9.
Analisis Kebutuhan Sumber Daya Konstruksi Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Alternatif Penambahan Alat Berat

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktifitas Orang/Alat	Satuan	Jumlah Kebutuhan SDM (Orang)	Material	Alat (Buah)
					Excavator	0,00707	Jam		141,51500	m^3/jam			1
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			6
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			62
2	Galian Batu	93428,169	m^3	126	Pekerja	0,20000	Jam		5,00000	m^3/jam	19		
					Mandor	0,10000	Jam		10,00000	m^3/jam	10		
					Compressor	0,02410	Jam		41,50000	m^3/jam			3
					Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			6
					Excavator Hyd Breaker	0,06242	Jam		16,02057	m^3/jam			6
					Excavator 2	0,04711	Jam		21,22725	m^3/jam			5
					Dump Truck	0,09335	Jam		10,71249	m^3/jam			9
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			93
6.3	**Pekerjaan Beton**												
1	Beton K-225	6698,379	m^3	53	Pekerja	9,45000	Jam		0,10582	m^3/jam	150		
					Tukang	1,37550	Jam		0,72701	m^3/jam	22		
					Mandor	0,58100	Jam		1,72117	m^3/jam	10		
					Semen	382,13000	Kg					48296	
					Pasir Beton	0,56377	m^3					72	
					Batu Pecah Mesin	0,61125	m^3					78	
					Concrete Mixer	0,08032	Jam		12,45000	m^3/jam			2
					Water Tanker	0,03540	Jam		28,24731	m^3/jam			1
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^3/Ls			16
6.4	**Pekerjaan Penulangan**												
1	Besi Tulangan 24 Polos	1951,737	Kg	7	Pekerja	0,10500	Jam		9,52381	Kg/jam	4		
					Tukang	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	2		
					Mandor	0,03500	Jam		28,57143	Kg/jam	2		
					Baja Tulangan Polos U24	1,10000	Kg					307	
					Kawat Beton	0,02000	Kg					6	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	Kg/Ls			35
6.5	**Pekerjaan Bekisting**												
1	Bekisting Tegak Expose	3844,985	m^2	34	Pekerja	2,31000	Jam		0,43290	m^2/jam	33		
					Tukang	1,15500	Jam		0,86580	m^2/jam	17		
					Kepala Tukang	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	2		
					Mandor	0,11550	Jam		8,65801	m^2/jam	2		
					Kayu Perancah	0,05000	m^3					6	
					Multipleks 9 mm	0,35000	Lembar					40	
					Kayu Dolken	3,00000	Batang					340	
					Paku	0,40000	Kg					46	
					Minyak Bekisting	0,20000	Liter					23	
					Alat Bantu	1,00000	Ls		1,00000	m^2/Ls			15

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5.2. Analisis Kegiatan Setelah Durasi Proyek Dipercepat

Setelah dilakukan percepatan jadwal proyek menggunakan kedua alternatif, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis perubahan yang terjadi baik dari segi waktu pelaksanaan, biaya proyek dan kebutuhan sumber daya. Ketiga parameter tersebut harus diperhitungkan dikarenakan setiap proyek memiliki jumlah ketersediaan yang berbeda terhadap ketiganya. Sehingga pemilihan alternatif yang akan dilakukan bisa sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan yang ada dilapangan.

4.5.2.1. Analisis Kegiatan Setelah Penambahan Jam Kerja

Penambahan jam kerja pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan dan biaya keseluruhan. Dimana waktu pelaksanaan akan mengalami percepatan di akibatkan oleh bertambahnya jam kerja yang menyebabkan meningkatnya produktifitas. Sedangkan untuk biaya keseluruhan akan mengalami peningkatan dikarenakan harus memperhitungkan upah lembur.

Percepatan dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang berada di lintasan kritis. Sehingga dengan berkurangnya durasi pada lintasan kritis membuat jadwal proyek secara keseluruhan menjadi lebih cepat. Berikut ini merupakan perubahan durasi kegiatan yang dipercepat menggunakan penambahan jam kerja.

Tabel 4.10.
Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	
		Normal	Lembur
1	**Pekerjaan Persiapan Konstruksi**		
1.1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	14	11
1.2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	76	59
1.3	Direksi Keet	30	23
1.4	Barak Kerja	30	23
1.5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	6	5
1.6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)	6	5
2	**Pekerjaan Bendung**		
2.1	**Pekerjaan Saluran Pengelak**		
2.1.1	Saluran Pengelak dan Pompa air untuk Penyaluran Air	70	54
2.2	**Pekerjaan Bendung**		
2.2.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
2.2.1.1	Galian Tanah	65	50
2.2.1.2	Galian Batu	65	50
2.2.1.3	Urugan Tanah Kembali	97	75
2.2.1.4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	97	75
2.2.2	**Pekerjaan Beton**		
2.2.2.1	Beton Cyclope	31	24
2.2.2.2	Beton K-225	54	42
2.2.2.3	Lantai Kerja Beton K-100	35	27

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.10.
Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	
		Normal	Lembur
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**		
2.2.3.1	Besi Tulangan 24 Polos	90	69
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**		
2.2.4.1	Bekisting Datar Expose	121	93
2.2.5	**Pekerjaan Plester**		
2.2.5.1	Plesteran PC 1:2	17	14
3	**Pekerjaan Kolam Pengendap Pasir**		
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
3.1.1	Galian Tanah	75	58
3.1.2	Galian Batu	75	58
3.1.3	Urugan Tanah Kembali	15	10
4	**Pekerjaan Saluran Penghantar**		
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
4.1.1	Galian Tanah	336	258
4.1.2	Galian Batu	336	258
4.1.3	Urugan Tanah Kembali	218	168
4.1.4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	100	77
4.1.5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	218	168
4.1.6	Pekerjaan Pasir Urug	100	77
4.2	**Pekerjaan Pipa**		
4.2.1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	64	49
4.2.2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	64	49
4.2.3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	64	49
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**		
4.3.1	Beton K-225	50	39
5	**Pekerjaan Surge Tank**		
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
5.1.1	Galian Tanah	61	47
5.1.2	Galian Batu	61	47
5.1.3	Urugan Tanah Kembali	97	75
5.1.4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	97	75
5.2	**Pekerjaan Beton**		
5.2.1	Beton K-225	30	24
5.2.2	Besi Tulangan 24 Polos	59	46
5.2.3	Bekisting Tegak Expose	15	12
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**		
5.3.1	Beton K-225	17	13
5.3.2	Besi Tulangan 24 Polos	26	20
5.3.3	Bekisting Tegak Expose	4	3
6	**Pekerjaan Gedung Sentral dan Tail Race**		
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**		
6.1.1	Galian Tanah	163	126
6.1.2	Galian Batu	163	126
6.2	**Pekerjaan Beton**		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.10.
Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	
		Normal	Lembur
6.2.1	Beton K-225	68	53
6.3	**Pekerjaan Penulangan**		
6.1.4	Besi Tulangan 24 Polos	9	7
6.4	**Pekerjaan Bekisting**		
6.4.1	Bekisting Tegak Expose	44	34
7	**RUMAH OPERATOR**		
7.1	**Pekerjaan Pasangan dan Plesteran**		
7.1.1	Pasangan Dinding 1/2 Batako PC 1:2	1	2
7.1.2	Pasangan Dinding 1/2 Batako PC 1:4	1	2

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Hasil durasi yang telah dipercepat dimasukkan kedalam *Microsoft Project Manager 2016* untuk mengetahui apakah ada perubahan total durasi setelah dilakukannya penambahan jam kerja. Berdasarkan hasil *Microsoft Project Manager 2016* (Lampiran) dapat dilihat bahwa total durasi berkurang 142 hari.

Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sesuai dengan parameter penambahan jam kerja (lampiran). Setelah itu akan didapatkan Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan Rencana Anggaran Biaya Proyek secara keseluruhan.

Tabel 4.11.
Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	
			Normal	Lembur
1	**Pekerjaan Persiapan Konstruksi**			
1.1	Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	22.170,00	22.401,00
2	**Pekerjaan Bendung**			
2.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**			
2.1.1.1	Galian Tanah	m^3	33.757,00	33.824,00
2.1.1.2	Galian Batu	m^3	110.031,00	110.927,00
2.1.1.3	Urugan Tanah Kembali	m^3	37.210,00	37.314,00
2.1.1.4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	17.475,00	18.365,00
2.2	**Pekerjaan Beton**			
2.2.1	Beton Cyclope	m^3	879.194,00	909.616,00
2.2.2	Beton K-225	m^3	998.078,00	1.028.500,00
2.2.3	Lantai Kerja Beton K-100	m^3	794.892,00	825.314,00
2.3	**Pekerjaan Penulangan**			
2.3.1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	19.085,00	19.599,00
2.4	**Pekerjaan Bekisting**			
2.4.1	Bekisting Datar Expose	m^2	375.924,00	396.776,00
2.5	**Pekerjaan Plester**			
2.5.1	Plesteran PC 1:2	m^2	69.198,00	76.782,00
3	**Pekerjaan Kolam Pengendap Pasir**			
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**			
3.1.1	Galian Tanah	m^3	33.757,00	33.824,00
3.1.2	Galian Batu	m^3	110.031,00	110.927,00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 4.11.
Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	
			Normal	Lembur
4	**Pekerjaan Saluran Penghantar**			
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**			
4.1.1	Galian Tanah	m^3	33.757,00	33.824,00
4.1.2	Galian Batu	m^3	110.031,00	110.927,00
4.1.3	Urugan Tanah Kembali	m^3	37.210,00	37.314,00
4.1.4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	m^3	175.468,00	181.385,00
4.1.5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	17.475,00	18.365,00
4.1.6	Pekerjaan Pasir Urug	m^3	252.825,00	262.604,00
4.2	**Pekerjaan Pipa**			
4.2.1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m^1	15.153.888,00	15.162.142,00
4.2.2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m^1	14.216.138,00	14.224.392,00
4.2.3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m^1	13.107.888,00	13.116.142,00
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**			
4.3.1	Beton K-225	m^3	998.078,00	1.028.500,00
5	**Pekerjaan Surge Tank**			
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**			
5.1.1	Galian Tanah	m^3	33.757,00	33.824,00
5.1.2	Galian Batu	m^3	110.031,00	110.927,00
5.1.3	Urugan Tanah Kembali	m^3	37.210,00	37.314,00
5.1.4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	17.475,00	18.365,00
5.2	**Pekerjaan Beton**			
5.2.1	Beton K-225	m^3	998.078,00	1.028.500,00
5.2.2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	19.085,00	19.599,00
5.2.3	Bekisting Tegak Expose	m^2	255.931,00	266.357,00
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**			
5.3.1	Beton K-225	m^3	998.078,00	1.028.500,00
5.3.2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	19.085,00	19.599,00
5.3.3	Bekisting Tegak Expose	m^2	255.931,00	266.357,00
6	**Pekerjaan Gedung Sentral dan Tail Race**			
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**			
6.1.1	Galian Tanah	m^3	33.757,00	33.824,00
6.1.2	Galian Batu	m^3	110.031,00	110.927,00
6.2	**Pekerjaan Beton**			
6.2.1	Beton K-225	m^3	998.078,00	1.028.500,00
6.3	**Pekerjaan Penulangan**			
6.1.4	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	19.085,00	19.599,00
6.4	**Pekerjaan Bekisting**			
6.4.1	Bekisting Tegak Expose	m^2	255.931,00	266.357,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	Ls	1,000	662.200.000,00	662.200.000,00
2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	164584,100	22.401,00	3.686.848.424,10
3	Direksi Keet	Ls	1,000	75.000.000,00	75.000.000,00
4	Barak Kerja	Ls	1,000	125.000.000,00	125.000.000,00
5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	Ls	1,000	80.000.000,00	80.000.000,00
6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)	Ls	1,000	85.000.000,00	85.000.000,00
7	Listrik Kerja	Ls	0,761	250.000.000,00	190.134.907,25
	Sub Total I				**4.904.183.331,35**
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**				
2.1	**PEKERJAN SALURAN PENGELAK**				
1	Saluran Pengelak dan Pompa air untuk Penyaluran Air	Ls	1,000	50.000.000,00	50.000.000,00
2.2	**PEKERJAAN BENDUNG**				
2.2.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**				
1	Galian Tanah	m^3	10339,245	33.824,00	349.714.627,56
2	Galian Batu	m^3	38806,311	110.927,00	4.304.667.692,51
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	10313,611	37.314,00	384.842.085,85
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	49145,556	18.365,00	902.558.143,81
2.2.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton Cyclope	m^3	3021,969	909.616,00	2.748.831.353,90
2	Beton K-225	m^3	5376,779	1.028.500,00	5.530.016.694,45
3	Lantai Kerja Beton K-100	m^3	1770,773	825.314,00	1.461.443.830,25
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	409150,938	19.599,00	8.018.949.243,47
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Datar Expose	m^2	12513,123	396.776,00	4.964.906.897,00
2.2.5	**Pekerjaan Plester**				
1	Plesteran PC 1:2	m^2	3203,913	76.782,00	246.002.847,97
2.2.6	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	4,500	150.000,00	675.000,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
2	Pipa Weep Hole	m^1	9,000	200.000,00	1.800.000,00
3	Anchor Bolt	Ls	154,000	121.445,00	18.702.530,00
4	Rock Bolt	Ls	154,000	130.000,00	20.020.000,00
2.2.7	**Pekerjaan Groine**				
1	Beton K-225	m^3	88,576	998.078,00	88.405.756,93
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8857,600	19.085,00	169.047.296,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	1941,198	255.931,00	496.812.847,71
2.3	**PEKERJAAN BANGUNAN PENGAMBILAN DAN SALURAN TRANSISI**				
2.3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	6343,531	33.757,00	214.138.584,58
2	Galian Batu	m^3	1137,128	110.031,00	125.119.352,97
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	2049,577	37.210,00	76.264.749,57
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	9530,236	17.475,00	166.540.877,07
2.3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	1478,890	998.078,00	1.476.047.171,19
2.3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	103522,272	19.085,00	1.975.722.557,11
2.3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	2279,489	255.931,00	583.391.982,44
2.4	**PEKERJAAN KANOPI DARI BETON UNTUK PINTU PENGURAS BENDUNG**				
1	Beton K-225	m^3	12,150	998.078,00	12.126.647,70
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1215,000	19.085,00	23.188.275,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	162,000	255.931,00	41.460.822,00
4	Pipa PCV 04 (Pipa Air Hujan)	m^1	9,000	75.000,00	675.000,00
5	Cat Tembok	m^2	46,000	75.000,00	3.450.000,00
6	Waterproofing Atap Canopy	m^2	60,000	150.000,00	9.000.000,00
2.5	**PENGADAAN DAN INSTALASI**				
1	Water Level Scale atau Bak Ukur	Unit	1,000	5.000.000,00	5.000.000,00
	Sub Total II				**34.469.522.867,05**
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**				

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	74181,750	33.824,00	2.509.123.496,69
2	Galian Batu	m^3	18545,437	110.927,00	2.057.189.733,01
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	7641,272	37.210,00	284.331.716,24
3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	3771,254	998.078,00	3.764.005.831,23
3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	2639,878	19.085,00	50.382.070,24
3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	8412,939	255.931,00	2.153.131.998,45
3.5	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	151,900	150.000,00	22.785.000,00
	Sub Total III				**10.840.949.845,85**
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**				
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	413374,478	33.824,00	13.981.978.326,96
2	Galian Batu	m^3	44339,583	110.927,00	4.918.456.867,98
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	518265,750	37.314,00	19.338.568.195,50
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	m^3	23994,240	181.385,00	4.352.195.222,40
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	518265,750	18.365,00	9.517.950.498,75
6	Pekerjaan Pasir Urug	m^3	2304,800	262.604,00	605.249.699,20
4.2	**Pekerjaan Pipa**				
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m^1	1485,410	15.162.142,00	22.521.997.348,22
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m^1	1485,410	14.224.392,00	21.129.054.120,72
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m^1	1484,960	13.116.142,00	19.476.946.224,32
4	Reducer	Buah	4,000	107.200.000,00	428.800.000,00
5	Pipa Pervorate	m^1	500,000	56.821,00	28.410.500,00
7	Air Release Valve	Unit	2,000	150.000.000,00	300.000.000,00
9	Mild Steel 50Y	Kg	527637,487	35.050,00	18.493.693.924,50
10	Couplings, Joint GRP	Unit	746,000	8.213.534,82	6.127.296.972,08
11	Manhole	Unit	14,000	13.213.534,82	184.989.487,41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
12	PRV	Unit	2,000	200.000.000,00	400.000.000,00
13	Tee	Unit	2,000	5.320.000,00	10.640.000,00
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	4935,516	1.028.500,00	5.076.178.617,40
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	6125,145	19.085,00	116.898.387,69
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	4935,516	255.931,00	1.263.151.647,77
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**				
1	Beton K-225	m^3	647,716	998.078,00	646.471.089,85
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8750,207	19.085,00	166.997.696,70
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	6125,145	255.931,00	1.567.614.422,85
4	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	Kg	528,703	25.446,00	13.453.385,44
	Sub Total IV				**150.666.992.635,74**
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**				
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	27062,640	33.824,00	915.366.735,36
2	Galian Batu	m^3	10825,056	110.927,00	1.200.790.986,91
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	964,440	37.314,00	35.987.114,16
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	38852,136	18.365,00	713.519.477,64
5.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	2662,076	1.028.500,00	2.737.944.833,50
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	266207,568	19.599,00	5.217.402.118,78
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	3087,892	266.357,00	822.481.569,54
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	1656,153	1.028.500,00	1.703.353.864,47
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	115930,744	19.599,00	2.272.126.657,54
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	682,242	266.357,00	181.720.036,27
	Sub Total V				**15.800.693.394,16**
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**				
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	62285,446	33.824,00	2.106.742.928,62

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
2	Galian Batu	m^3	93428,169	110.927,00	10.363.706.517,97
6.2	**Pekerjaan Pondasi**				
1	Beton K-225	m^3	2013,905	998.078,00	2.010.034.025,07
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	140973,333	19.085,00	2.690.476.050,76
3	Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	m^3	11,606	680.504,00	7.898.201,63
4	Beton K-175	m^3	10,967	924.031,00	10.133.884,94
6.3	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	6698,379	1.028.500,00	6.889.282.725,91
6.4	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1951,737	19.599,00	38.252.089,54
6.5	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	3844,985	266.357,00	1.024.138.777,25
6.6	**Pekerjaan Lain-Lain**			2.097.999.826,35	2.097.999.826,35
	Sub Total VI				**27.238.665.028,03**
7	**PEKERJAAN SARANA PRASARANA**				
7.1	**RUMAH OPERATOR**	Ls	1,000	306.265.779,26	306.265.779,26
7.2	**POS JAGA**	Ls	1,000	43.932.439,00	43.932.439,00
	Sub Total VII				**350.198.218,26**
8	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**				
8.1	**Pekerjaan Per-Kerasan jalan**				
1	Lapisan Base (Asphalt)	m^3	826,910	16.566,00	13.698.598,48
2	Lapis Pondasi Atas (t = 15 cm)	m^3	1428,919	252.825,00	361.266.554,38
3	Lapis Pondasi Bawah (t = 10 cm)	m^3	1024,551	325.870,00	333.870.477,38
4	Sirtu (Bahu Jalan)	m^3	595,194	252.825,00	150.479.868,44
8.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**				
1	U ditch 50 x 50 x 120	Buah	6351,206	800.633,00	5.084.984.899,90
	Sub Total VIII				**5.944.300.398,59**
	JUMLAH				250.215.505.719,05
	PPN (10%)				25.021.550.571,90
	TOTAL BIAYA				275.237.056.290,95

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.12.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Jam Kerja

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
				Rp.	Rp.
DIBULATKAN					**275.237.057.000,00**
TERBILANG : Dua Ratus Tujuh Puluh Lima Miliar Dua Ratus Tiga Puluh Tujuh Juta Lima Puluh Tujuh Ribu Rupiah					

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Berdasarkan hasil perhitungan dengan penambahan jam kerja, didapatkan rencana anggran biaya pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion sebesar Rp. 275.231.147.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Lima Miliar Dua Ratus Tiga Puluh Satu Juta Seratus Empat Puluh Tujuh Ribu Rupiah). Dimana rencana anggran biaya ini lebih besar dari pelaksanaan konstruksi sebelum dilakukan penambahan jam kerja.

Jika dilihat dari kebutuhan sumber daya, tidak terdapat perubahan terhadap kebutuhan sumber daya baik sumber daya pekerja, material, dan alat berat. Hal ini terjadi dikarenakan dalam alternatif ini yang membuat produktifitas pekerja/alat berat bertambah adalah jam kerja dari pekerja/alat berat, sehingga dengan jumlah sumber daya yang sama menghasilkan produktifitas yang lebih besar.

4.5.2.2. Analisis Kegiatan Setelah Penambahan Alat Berat

Penambahan alat berat pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion memiliki tujuan yang sama dengan penambahan jam kerja, yaitu mempercepat jadwal proyek secara keseluruhan. Salah satu faktor alternatif ini dilakukan ketika dalam suatu proyek tidak memungkinkan dilakukannya kerja lembur. Dalam studi ini alternatif penambahan alat berat akan dijadikan sebagai pembanding dari alternatif penambahan jam kerja, sehingga dapat diketahui alternatif mana yang lebih optimal untuk percepatan pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion.

Percepatan yang dilakukan dalam alternatif ini sama seperti percepatan yang telah dilakukan pada percepatan dengan penambahan jam kerja., yang membedakan dari alternatif sebelumnya adalah untuk meningkatkan produktifitas/alat berat dengan cara menambah jumlah pekerja/alat berat. Sehingga perlu dilakukan analisis penambahan pekerja/alat berat terhadap biaya keseluruhan proyek.

Berikut adalah tabel dan gambar grafik penambahan kebutuhan alat berat per minggu dalam pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion.

Tabel 4.13.
Penambahan Alat Berat Setelah Kegiatan Dipercepat

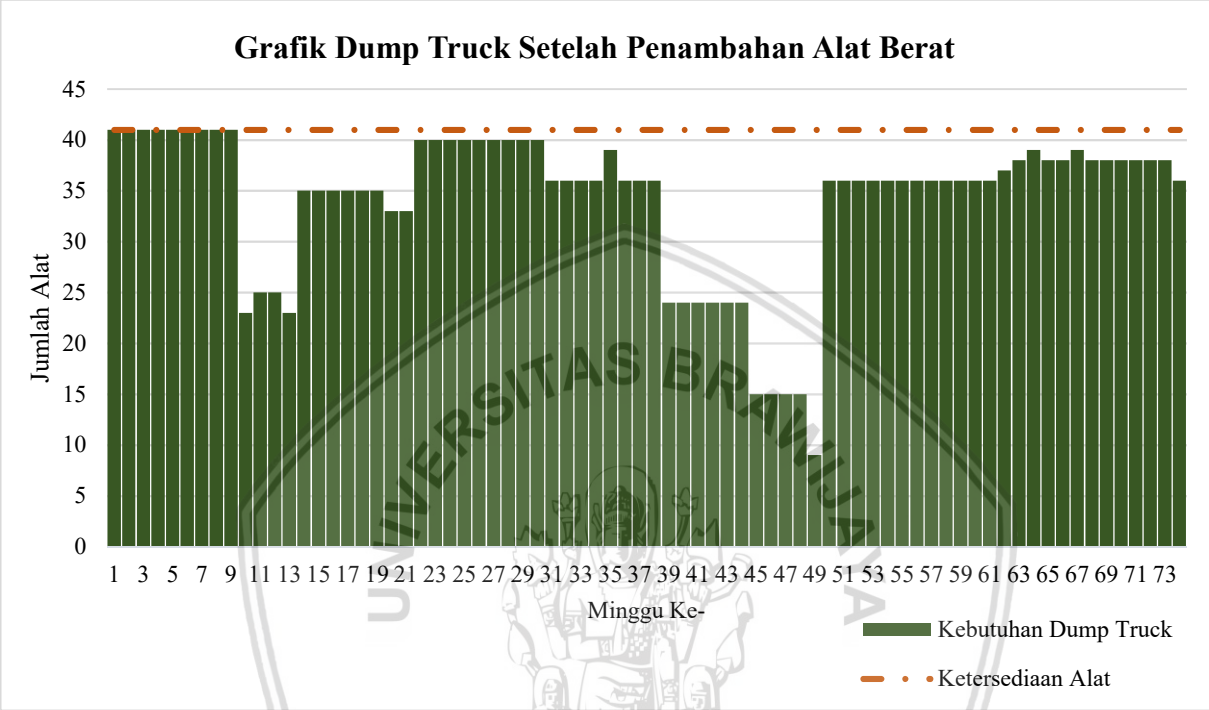
No	Jenis Alat Berat	Kebutuhan Alat Berat	
		Normal	Penambahan Alat
1	Dump truck	31	41
2	Compressor	3	4
3	Vibrator Roller	4	5
4	Concrete Vibrator	5	7
5	Motor Grader	1	2
6	Excavator	12	16
7	Tandem Roller	9	12

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

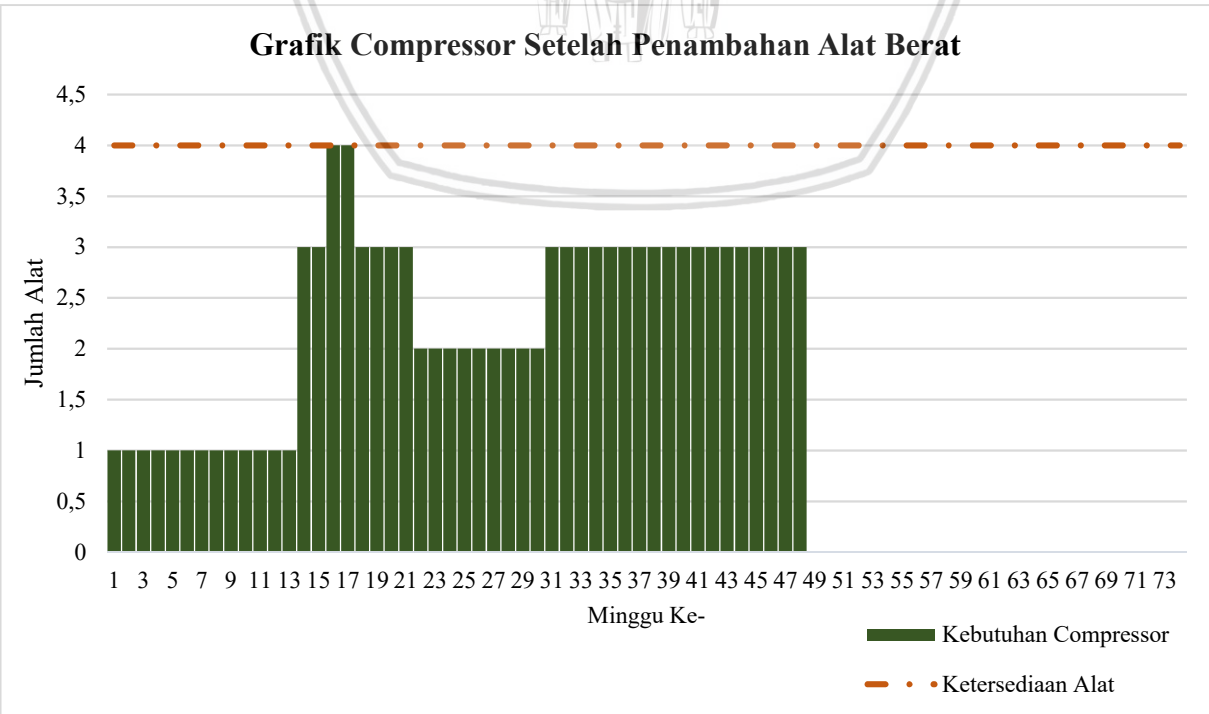
Lanjutan Tabel 4.13.
Penambahan Alat Berat Setelah Kegiatan Dipercepat

No	Jenis Alat Berat	Kebutuhan Alat Berat	
		Normal	Penambahan Alat
8	Water Tanker	4	5
9	Concrete Mixer	3	5

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

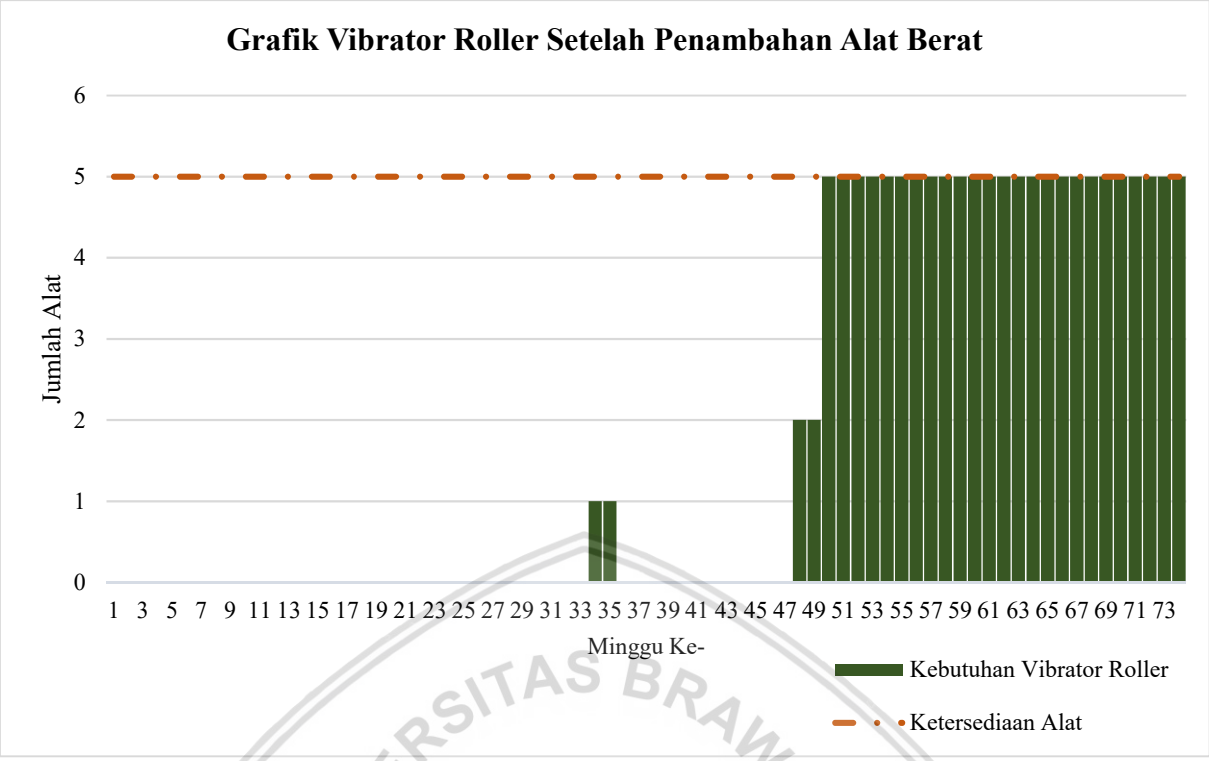


Gambar 4.31. Grafik Dump Truck Setelah Penambahan Alat Berat

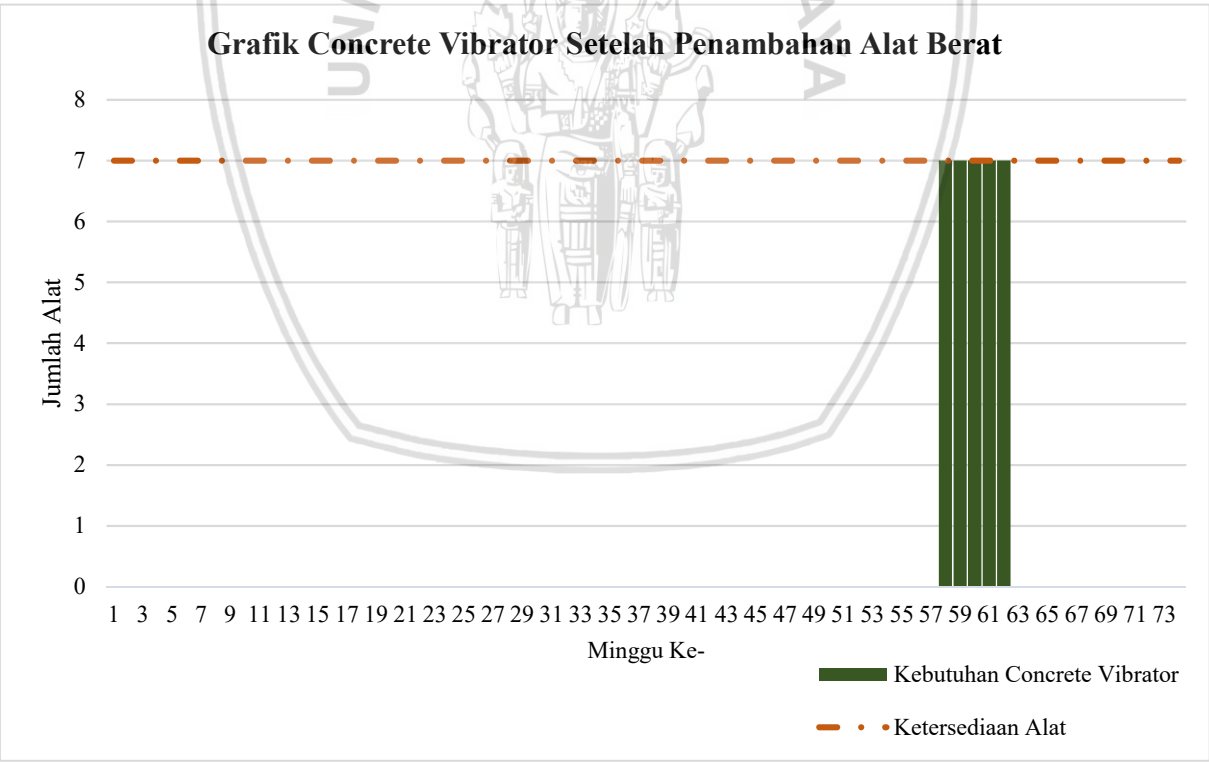


Gambar 4.32. Grafik Compressor Setelah Penambahan Alat Berat

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

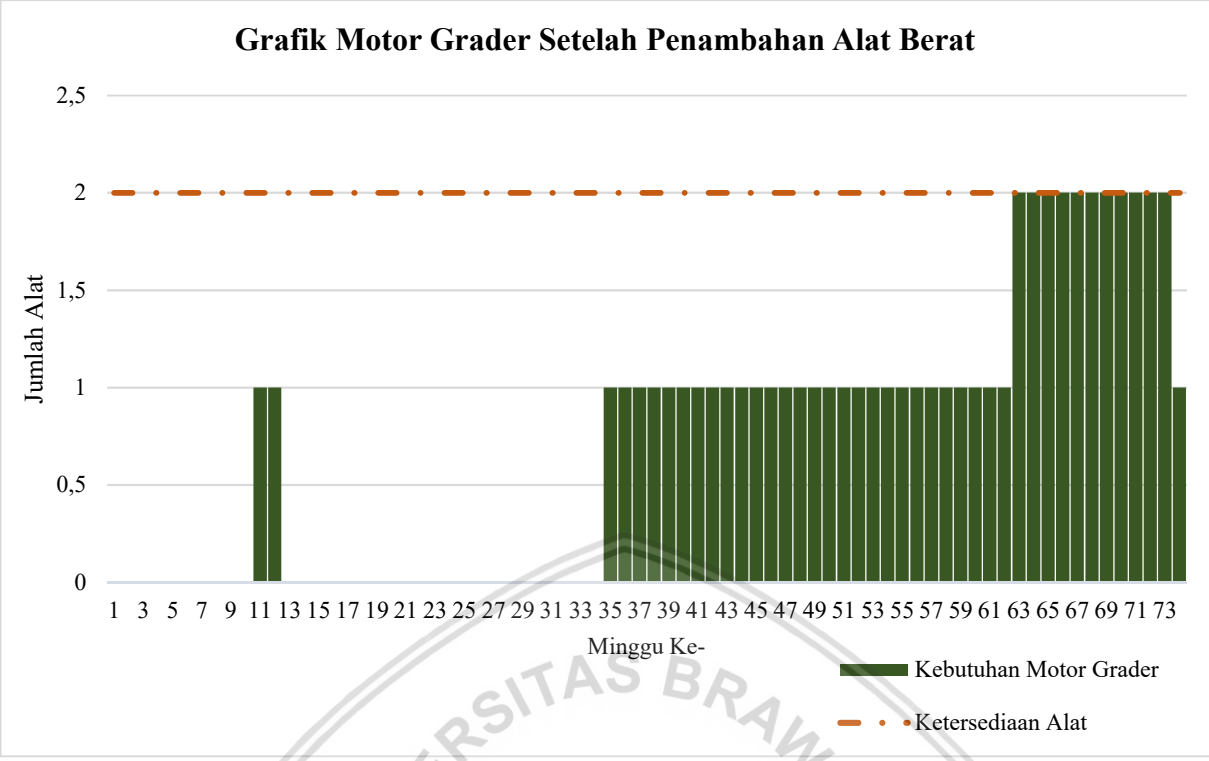


Gambar 4.33. Grafik Vibrator Roller Setelah Penambahan Alat Berat

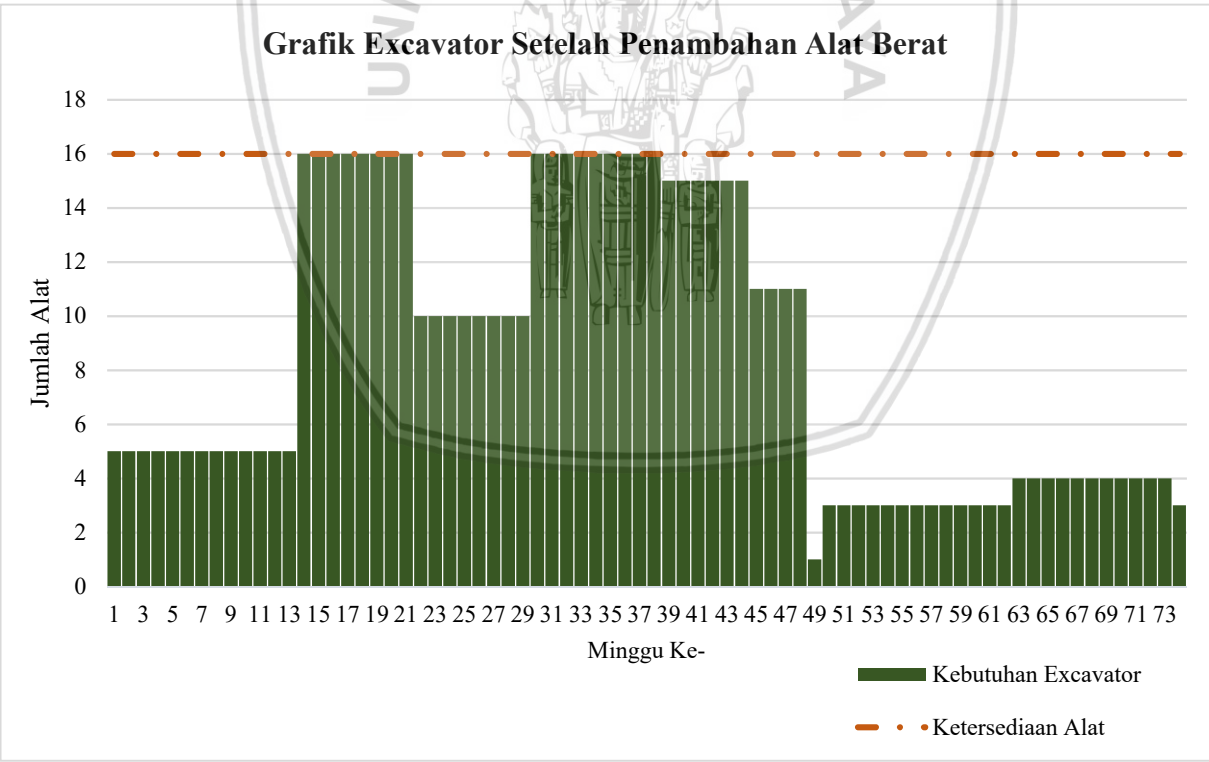


Gambar 4.34. Grafik Concrete Vibrator Roller Setelah Penambahan Alat Berat

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

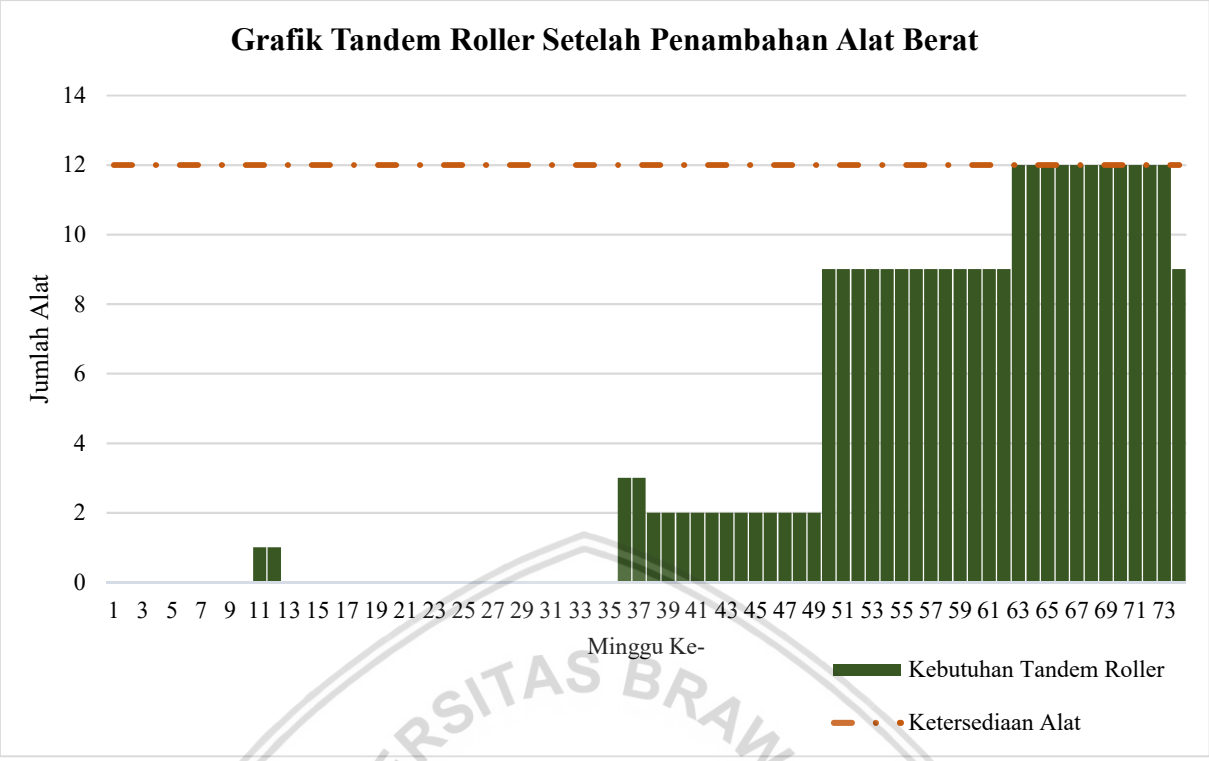


Gambar 4.35. Grafik Motor Grader Setelah Penambahan Alat

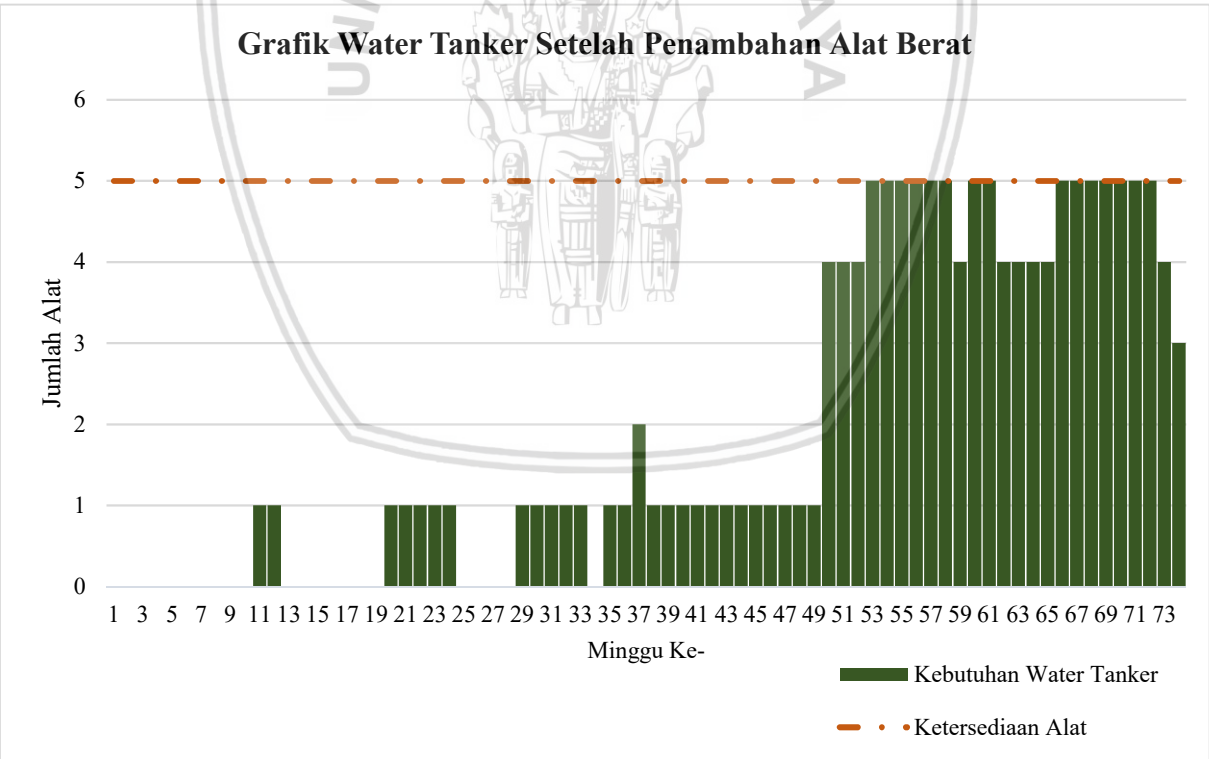


Gambar 4.36. Grafik Excavator Setelah Penambahan Alat

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

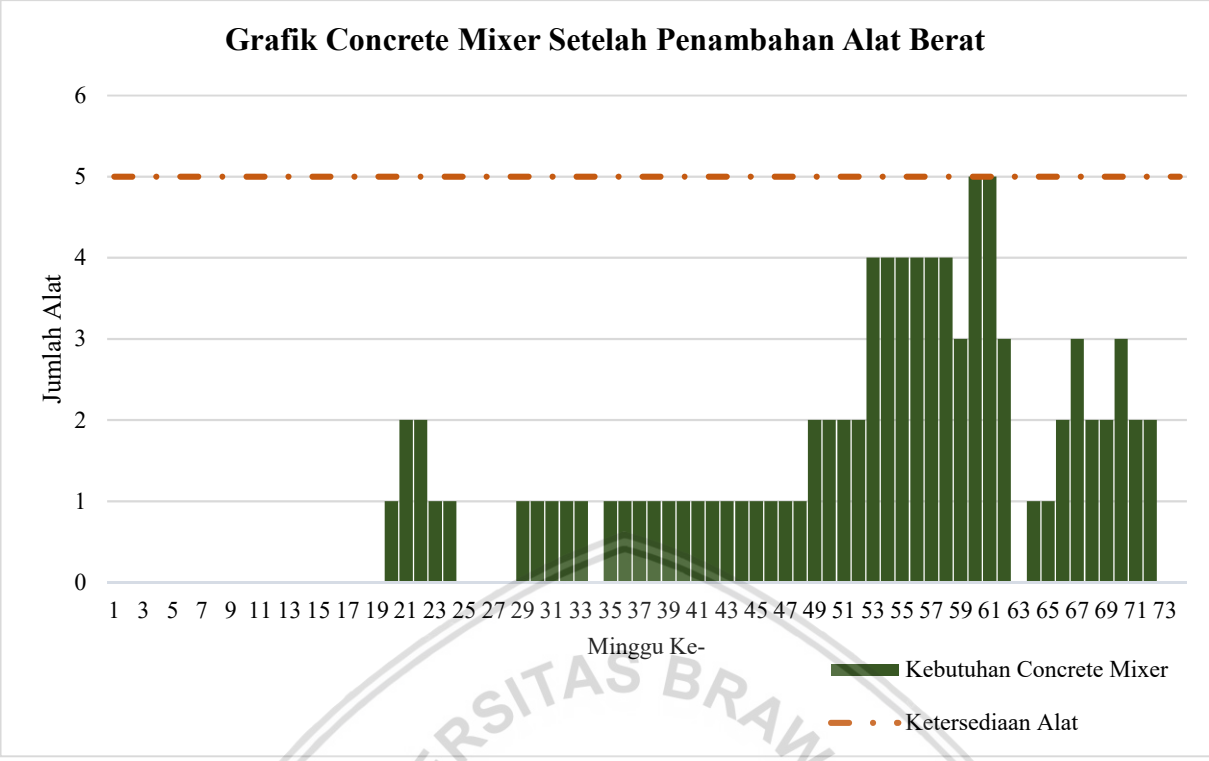


Gambar 4.37. Grafik Tandem Roller Setelah Penambahan Alat



Gambar 4.38. Grafik Water Tanker Setelah Penambahan Alat Berat

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.39. Grafik Concrete Mixer Setelah Penambahan Alat Berat

Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang berhubungan dengan penambahan alat berat, hal ini dikarenakan alat berat yang dibutuhkan bertambah jumlahnya dari rencana awal. Setelah itu akan didapatkan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dan Rencana Anggaran biaya Proyek secara keseluruhan.

Tabel 4.14.
Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan pada Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat.

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan	
			Normal	Penambahan Alat Berat
1	Pekerjaan Persiapan			
1.1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	662.200.000,00	881.100.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
1	**PEKERJAAN PERSIAPAN KONSTRUKSI**				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	Ls	1,000	881.100.000,00	881.100.000,00
2	Pembersihan dan Penataan Lokasi	m^2	164584,100	22.170,00	3.648.829.497,00
3	Direksi Keet	Ls	1,000	75.000.000,00	75.000.000,00
4	Barak Kerja	Ls	1,000	125.000.000,00	125.000.000,00
5	Pengukuran Topografi El. Bangunan Utama	Ls	1,000	80.000.000,00	80.000.000,00
6	Pengukuran / Bouwplank dan Seting Out (Uitzet)	Ls	1,000	85.000.000,00	85.000.000,00
7	Listrik Kerja	Ls	0,761	250.000.000,00	190.134.907,25
	Sub Total I				**5.085.064.404,25**
2	**PEKERJAAN BENDUNG PLTA SION**				
2.1	**PEKERJAN SALURAN PENGELAK**				
1	Saluran Pengelak dan Pompa air untuk Penyaluran Air	Ls	1,000	50.000.000,00	50.000.000,00
2.2	**PEKERJAAN BENDUNG**				
2.2.1	**Pekerjaan Galian dan Timbunan**				
1	Galian Tanah	m^3	10339,245	33.757,00	349.021.898,13
2	Galian Batu	m^3	38806,311	110.031,00	4.269.897.237,59
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	10313,611	37.210,00	383.769.470,30
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	49145,556	17.475,00	858.818.598,59
2.2.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton Cyclope	m^3	3021,969	879.194,00	2.656.897.012,99
2	Beton K-225	m^3	5376,779	998.078,00	5.366.444.338,71
3	Lantai Kerja Beton K-100	m^3	1770,773	794.892,00	1.407.573.371,01
2.2.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	409150,938	19.085,00	7.808.645.661,08
2.2.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Datar Expose	m^2	12513,123	375.924,00	4.703.983.255,91
2.2.5	**Pekerjaan Plester**				
1	Plesteran PC 1:2	m^2	3203,913	69.198,00	221.704.371,77
2.2.6	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	4,500	150.000,00	675.000,00

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
				Rp.	Rp.
2	Pipa Weep Hole	m^1	9,000	200.000,00	1.800.000,00
3	Anchor Bolt	Ls	154,000	121.445,00	18.702.530,00
4	Rock Bolt	Ls	154,000	130.000,00	20.020.000,00
2.2.7	**Pekerjaan Groine**				
1	Beton K-225	m^3	88,576	998.078,00	88.405.756,93
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8857,600	19.085,00	169.047.296,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	1941,198	255.931,00	496.812.847,71
2.3	**PEKERJAAN BANGUNAN PENGAMBILAN DAN SALURAN TRANSISI**				
2.3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	6343,531	33.757,00	214.138.584,58
2	Galian Batu	m^3	1137,128	110.031,00	125.119.352,97
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	2049,577	37.210,00	76.264.749,57
4	Pemadatan dan Perataan Hasil Galian	m^3	9530,236	17.475,00	166.540.877,07
2.3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	1478,890	998.078,00	1.476.047.171,19
2.3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	103522,272	19.085,00	1.975.722.557,11
2.3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	2279,489	255.931,00	583.391.982,44
2.4	**PEKERJAAN KANOPI DARI BETON UNTUK PINTU PENGURAS BENDUNG**				
1	Beton K-225	m^3	12,150	998.078,00	12.126.647,70
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1215,000	19.085,00	23.188.275,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	162,000	255.931,00	41.460.822,00
4	Pipa PCV 04 (Pipa Air Hujan)	m^1	9,000	75.000,00	675.000,00
5	Cat Tembok	m^2	46,000	75.000,00	3.450.000,00
6	Waterproofing Atap Canopy	m^2	60,000	150.000,00	9.000.000,00
2.5	**PENGADAAN DAN INSTALASI**				
1	Water Level Scale atau Bak Ukur	Unit	1,000	5.000.000,00	5.000.000,00
	Sub Total II				**33.584.344.666,36**
3	**PEKERJAAN KOLAM PENGENDAP PASIR**				

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
3.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	74181,750	33.757,00	2.504.153.319,47
2	Galian Batu	m^3	18545,437	110.031,00	2.040.573.021,11
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	7641,272	37.210,00	284.331.716,24
3.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	3771,254	998.078,00	3.764.005.831,23
3.3	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	2639,878	19.085,00	50.382.070,24
3.4	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	8412,939	255.931,00	2.153.131.998,45
3.5	**Pekerjaan Lain-Lain**				
1	Waterstop	m^1	151,900	150.000,00	22.785.000,00
	Sub Total III				**10.819.362.956,74**
4	**PEKERJAAN SALURAN PENGHANTAR (GRP PIPE)**				
4.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	413374,478	33.757,00	13.954.282.236,97
2	Galian Batu	m^3	44339,583	110.031,00	4.878.728.602,06
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	518265,750	37.210,00	19.284.668.557,50
4	Timbunan Tanah Pilihan (Gravel)	m^3	23994,240	175.468,00	4.210.221.304,32
5	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	518265,750	17.475,00	9.056.693.981,25
6	Pekerjaan Pasir Urug	m^3	2304,800	252.825,00	582.711.060,00
4.2	**Pekerjaan Pipa**				
1	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,2	m^1	1485,410	15.153.888,00	22.509.736.774,08
2	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,1	m^1	1485,410	14.216.138,00	21.116.793.546,58
3	Pasangan Pipa GRP 2 x 2,0	m^1	1484,960	13.107.888,00	19.464.689.364,48
4	Reducer	Buah	4,000	107.200.000,00	428.800.000,00
5	Pipa Pervorate	m^1	500,000	56.821,00	28.410.500,00
7	Air Release Valve	Unit	2,000	150.000.000,00	300.000.000,00
9	Mild Steel 50Y	Kg	527637,487	35.050,00	18.493.693.924,50
10	Couplings, Joint GRP	Unit	746,000	8.213.534,82	6.127.296.972,08
11	Manhole	Unit	14,000	13.213.534,82	184.989.487,41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp.	Jumlah Harga Rp.
12	PRV	Unit	2,000	200.000.000,00	400.000.000,00
13	Tee	Unit	2,000	5.320.000,00	10.640.000,00
4.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	4935,516	998.078,00	4.926.030.337,48
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	6125,145	19.085,00	116.898.387,69
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	4935,516	255.931,00	1.263.151.647,77
4.4	**Pekerjaan Jembatan Rangka Baja**				
1	Beton K-225	m^3	647,716	998.078,00	646.471.089,85
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	8750,207	19.085,00	166.997.696,70
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	6125,145	255.931,00	1.567.614.422,85
4	Penyediaan dan Pemasangan Baja Struktur	Kg	528,703	25.446,00	13.453.385,44
	Sub Total IV				**149.732.973.279,01**
5	**PEKERJAAN SURGE TANK PLTA SION**				
5.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	27062,640	33.757,00	913.553.538,48
2	Galian Batu	m^3	10825,056	110.031,00	1.191.091.736,74
3	Urugan Tanah Kembali	m^3	964,440	37.210,00	35.886.812,40
4	Pemadatan dan Perataan Tanah Hasil Galian	m^3	38852,136	17.475,00	678.941.076,60
5.2	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	2662,076	998.078,00	2.656.959.167,26
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	266207,568	19.085,00	5.080.571.429,00
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	3087,892	255.931,00	790.287.210,67
5.3	**Pekerjaan Thrustblock**				
1	Beton K-225	m^3	1656,153	998.078,00	1.652.970.362,99
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	115930,744	19.085,00	2.212.538.254,97
3	Bekisting Tegak Expose	m^2	682,242	255.931,00	174.606.977,12
	Sub Total V				**15.387.406.566,22**
6	**GEDUNG SENTRAL DAN TAIL RACE PLTA SION**				
6.1	**Pekerjaan Tanah dan Batu**				
1	Galian Tanah	m^3	62285,446	33.757,00	2.102.569.803,73

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
				Rp.	Rp.
2	Galian Batu	m^3	93428,169	110.031,00	10.279.994.878,42
6.2	**Pekerjaan Pondasi**				
1	Beton K-225	m^3	2013,905	998.078,00	2.010.034.025,07
2	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	140973,333	19.085,00	2.690.476.050,76
3	Pasangan Batu dengan Mortar 1 : 4	m^3	11,606	680.504,00	7.898.201,63
4	Beton K-175	m^3	10,967	924.031,00	10.133.884,94
6.3	**Pekerjaan Beton**				
1	Beton K-225	m^3	6698,379	998.078,00	6.685.504.642,20
6.4	**Pekerjaan Penulangan**				
1	Besi Tulangan 24 Polos	Kg	1951,737	19.085,00	37.248.896,83
6.5	**Pekerjaan Bekisting**				
1	Bekisting Tegak Expose	m^2	3844,985	255.931,00	984.050.959,43
6.6	**Pekerjaan Lain-Lain**	Ls	1,000	2.097.999.826,35	2.097.999.826,35
	Sub Total VI				**26.905.911.169,36**
7	**PEKERJAAN SARANA PRASARANA**				
7.1	**RUMAH OPERATOR**	Ls	1,000	306.265.779,26	306.265.779,26
7.2	**POS JAGA**	Ls	1,000	43.932.439,00	43.932.439,00
	Sub Total VII				**350.198.218,26**
8	**PEKERJAAN JALAN INSPEKSI**				
8.1	**Pekerjaan Per-Kerasan jalan**				
1	Lapisan Base (Asphalt)	m^3	826,910	16.566,00	13.698.598,48
2	Lapis Pondasi Atas (t = 15 cm)	m^3	1428,919	252.825,00	361.266.554,38
3	Lapis Pondasi Bawah (t = 10 cm)	m^3	1024,551	325.870,00	333.870.477,38
4	Sirtu (Bahu Jalan)	m^3	595,194	252.825,00	150.479.868,44
8.2	**Pekerjaan Saluran dan Gorong-Gorong**				
1	U ditch 50 x 50 x 120	Buah	6351,206	800.633,00	5.084.984.899,90
	Sub Total VIII				**5.944.300.398,59**
	JUMLAH				247.809.561.658,79
	PPN (10%)				24.780.956.165,88
	TOTAL BIAYA				272.590.517.824,67

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

Lanjutan Tabel 4.15.
Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Bendung PLTA Sion dengan Penambahan Alat Berat

No. Analisis	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
				Rp.	Rp.
DIBULATKAN					**272.590.518.000,00**
TERBILANG : Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Sembilan Puluh Juta Lima Ratus Delapan Belas Ribu Rupiah.					

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Berdasarkan hasil perhitungan dengan penambahan alat berat, didapatkan rencana anggaran biaya pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion sebesar 272.583.413.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Delapan Puluh Tiga Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah). Dimana rencana anggaran biaya ini lebih besar dari sebelum dilakukan penambahan alat berat.

4.6. Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah Dipercepat

Berdasarkan rencana kerja awal proyek hingga percepatan jadwal proyek dengan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan alat berat, terdapat perubahan rencana anggaran biaya pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion. Secara garis besar terjadi penambahan rencana anggaran biaya dari kedua alternatif. Untuk alternatif penambahan jam kerja terjadi kenaikan rencana anggaran biaya dikarenakan upah yang harus dibayarkan kepada pekerja bertambah besar. Sedangkan untuk alternatif penambahan alat berat juga mengalami kenaikan rencana anggaran biaya dikarenakan jumlah beberapa alat berat juga bertambah.

Berdasarkan hasil perhitungan, besar perbedaan rencana anggaran biaya antara durasi awal dan durasi dipercepat menggunakan penambahan jam kerja adalah sebesar 2.815.901.000 (Dua Miliar Delapan Ratus Lima Belas Juta Sembilan Ratus Satu Ribu Rupiah). Sedangkan untuk alternatif penambahan alat berat terjadi pengurangan rencana anggaran biaya sebesar 168.167.000 (Seratus Enam Puluh Delapan Juta Seratus Enam Puluh Tujuh Ribu Rupiah).

Tabel 4.16.
Perbandingan Biaya Waktu Normal dengan Waktu Dipercepat

Alternatif	Durasi (Hari)		Biaya (Rp.)	
	Normal	Percepatan	Normal	Percepatan
Penambahan Jam Kerja	654	512	272.415.246.000,00	275.231.147.000,00
Penambahan Alat Berat	654	512	272.415.246.000,00	272.583.413.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Alternatif percepatan durasi proyek dalam skripsi ini dilakukan untuk mencari waktu dan biaya proyek yang paling optimal. Berdasarkan tabel diatas terjadi percepatan jadwal proyek dari 654 hari menjadi 512 hari. Tetapi untuk rencana anggaran biaya alternatif percepatan dengan penambahan jam kerja dan percepatan dengan penambahan alat berat tidak mengalami penurunan, melainkan mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan jumlah upah yang harus dibayar lebih besar dari pengurangan akibat kegiatan yang harus dilakukan setiap hari selama proyek berlangsung serta jumlah alat berat yang juga bertambah sehingga anggaran untuk mobilisasi dan demobilisasi alat juga bertambah.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Dalam studi ini dikarenakan yang ditinjau untuk pemilihan alternatif yang optimal adalah dari segi waktu dan biaya dari masing-masing alternatif, maka dapat disimpulkan bahwa alternatif yang optimal adalah penambahan alat berat dengan durasi jadwal proyek 512 Hari dan rencana anggran biaya proyek sebesar 272.583.413.000,00 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Delapan Puluh Tiga Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah). Tetapi dalam kondisi dilapangan tidak selamanya alternatif yang memiliki biaya paling murah menjadi pilihan untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan kedua alternatif yang dilakukan memiliki kebutuhan sumber daya yang berbeda dan kondisi lapangan sangat berpengaruh terhadap pemilihan alternatif yang digunakan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis percepatan pelaksanaan konstruksi bendung PLTA Sion di kecamatan parlilitan kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016* dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Jumlah rencana anggaran biaya pada data kontrak untuk pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion sebesar Rp. 288.659.285.516 (Dua Ratus Delapan Puluh Delapan Miliar Enam Ratus Lima Puluh Sembilan Juta Dua Ratus Delapan Puluh Lima Ribu Lima Ratus Enam Belas Rupiah). Sedangkan rencana anggaran biaya pada penjadwalan sebelum dioptimasi sebesar Rp. 272.422.666.000 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Dua Puluh Dua Juta Enam Ratus Enam Puluh Enam Ribu Rupiah). Setelah dilakukan optimasi didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 272.415.246.000 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Empat Ratus Lima Belas Juta Dua Ratus Empat Puluh Enam Ribu Rupiah). Setelah dilakukan percepatan, terjadi perubahan biaya total akibat penambahan jam kerja 3 jam per hari pada kegiatan kritis menjadi Rp. 275.231.147.000 (Dua Ratus Tujuh Puluh Lima Miliar Dua Ratus Tiga Puluh Satu Juta Seratus Empat Puluh Tujuh Ribu Rupiah). Sedangkan percepatan dengan penambahan alat berat pada kegiatan kritis biaya total menjadi Rp. 272.583.413.000 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Delapan Puluh Tiga Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah).
2. Dalam studi ini sumber daya yang dianalisis merupakan sumber daya *Machiners* atau alat berat. Dari hasil analisis kebutuhan sumber daya pada pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion diketahui jumah alat berat yang dibutuhkan adalah *Dump Truck* 31 buah, *Compressor* 3 buah, *Wheel Loader* 1 buah, *Vibrator Roller* 4 buah, *Concrete Vibrator* 5 buah, *Motor Grader* 1 buah, Excavator 12 buah, *Tandem Roller* 9 buah, *Tamper* 1 buah, *Tronton* 1 buah, *Water Tanker* 4 buah, dan *Concrete Mixer* 3 buah. Setelah dilakukan percepatan dengan mengguanakan 2 alternatif diketahui bahwa percepatan dengan penambahan jam kerja tidak membuat kebutuhan alat berat menjadi bertambah. Sedangkan percepatan dengan penambahan alat berat membuat beberapa kebutuhan alat berat menjadi bertambah. Jumlah alat berat yang bertamabh kebutuhannya *adalah Dump Truck* 41 buah, *Compressor* 4 buah, *Vibrator Roller* 5 buah,

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Concrete Vibrator 7 buah, *Motor Grader* 2 buah, Excavator 16 buah, *Tandem Roller* 12 buah, *Water Tanker* 5 buah, dan *Concrete Mixer* 5 buah.

3. Berdasarkan durasi normal pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion hasil penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*, didapatkan lama waktu pelaksanaan proyek sebesar 654 hari. Setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan alat berat pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis lama waktu pelaksanaan proyek menjadi 512 hari.
4. Dari hasil percepatan jadwal pelaksanaan konstruksi Bendung PLTA Sion dengan menggunakan penambahan jam kerja dan penambahan alat berat dipilih alternatif penambahan alat berat dikarenakan rencana anggaran biaya lebih rendah disbandingkan dengan alternatif penambahan jam kerja yaitu sebesar Rp.272.583.413.000 (Dua Ratus Tujuh Puluh Dua Miliar Lima Ratus Delapan Puluh Tiga Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah).

Tabel 5.1. Perbandingan Rencana Aggaran Biaya dan Waktu

No	Keterangan	Rencana Anggaran Biaya	Waktu (Hari)
1	Data Kontrak	Rp 288.659.285.516	670
2	Sebelum Optimasi	Rp 272.422.666.000	670
3	Setelah Optimasi	Rp 272.415.246.000	654
4	Penambahan Jam Kerja	Rp 275.231.147.000	511
5	Penambahan Alat Berat	Rp 272.583.413.000	511

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis, maka beberapa saran berikut ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan:

1. Sebelum melakukan aktivitas penjadwalan, hendaknya disiapkan terlebih dahulu data-data yang berkaitan secara langsung dengan pelaksanaan proyek secara lengkap.
2. Bagi peneliti sejenis diusahakan tidak hanya menggunakan alternatif penambahan jam kerja atau penambahan alat berat tetapi dapat menggunakan alternatif lain dalam percepatan jadwal proyek sesuai dengan kondisi lapangan daerah studi.
3. Dalam penggunaan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk penjadwalan proyek harus dapat memahami proses pengolahan data manajemen konstruksi sehingga dapat mengetahui terbentuknya lintasan kritis, sehingga dalam perubahan setiap kegiatan kritis dapat dilakukan dengan cara otomatis ataupun dengan cara manual.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Ali, Tubagus Header. (1995). *Prinsip-prinsip Network Planning*. Jakarta : Gramedia

Badri, Sofwan. (1998). *Dasar-dasar Network Planning.* Jakarta: Rineka Cipta

Callahan, Michael T. et.al. (1992). *Construction Project Scheduling.* New York : Mc Grow Hill

Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi.

Heryanto, Imam. & Triwibowo, Totok. (2016). *Manajemen Proyek Berbasis Teknologi Informasi.* Bandung: Informatika Bandung

Kementrian Pekerjaan Umum. (2013). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.

Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). *Katalog Alat Berat Konstruksi 2013*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum.

Silalahi, B.N.B. & Silalahi, R.B. (1995). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo.

Soeharto, Imam. (1999). *Manajemen Proyek Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Soeharto, Imam. (2001). *Manajemen Proyek Jilid II*. Jakarta: Erlangga

Widiasanti, Irika & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi.* Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.

Wilopo, Djoko. (2009). *Metode Konstruksi dan Alat-alat Berat*. Jakarta: UI-Press.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA