

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA
PENJADWALAN PROYEK GEDUNG DINAS SOSIAL KOTA
BLITAR**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ROYYAN AULABIH
NIM. 105060100111049**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA
PENJADWALAN PROYEK GEDUNG DINAS SOSIAL KOTA
BLITAR**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ROYYAN AULABIH
NIM. 105060100111049

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 21 Januari 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Saifoe El Unas, S.T., M.T.
NIP. 19681219 200003 1 001

Kartika P. Negara, S.T., M.T.
NIP. 201005 840908 2 001

Mengetahui
Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Dr. Eng Indradi W, ST, M..Eng (Prac)
NIP. 19810220 200604 1 002

HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI

Penerapan Metode Monte Carlo pada Penjadwalan Proyek Gedung Dinas Sosial
Kota Blitar

Nama Mahasiswa : Royyan Aulabih

NIM : 105060100111049

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Manajemen Konstruksi

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Saifoe El Unas, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : Kartika P. Negara, S.T., M.T.

Tanggal Ujian : 12 Januari 2016

SK Penguji : 21/UN10.6/SK/2016

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 di dalam 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, Januari 2016

Mahasiswa,

Materai Rp 6.000,-

Royyan Aulabih

NIM 105060100111049



RIWAYAT HIDUP

Royyan Aulabih. Lahir di Kabanjahe, 27 Oktober 1992. Anak dari ayah Drs. Moh. Yasya, S.H., M.H, dan Ibu Zunita Fiantimala. Lulus SD di SDN 1 Karangtengah, Sukabumi tahun 2004. Setelah itu lulus SMP di SMP Negeri 1 Tigaraksa, Kabupaten Tangerang tahun 2007. Selajutnya lulus SMA di MAN 3 Malang tahun 2010. Kemudian melanjutkan studi di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dan lulus pada tahun 2016. Selama menjalani studi di Teknik Sipil Universitas Brawijaya penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Sipil serta mengikuti Kompetisi Bangunan Gedung Indonesia V tahun 2013 dan berhasil meraih Juara Umum.

Malang, Januari 2016

Penulis



LEMBAR PERUNTUKAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Terima Kasih
kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

PENGANTAR

Dalam kesempatan yang baik ini penulis ucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN PROYEK GEDUNG DINAS SOSIAL KOTA BLITAR”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk dapat menyelesaikan proses pembelajaran dalam jenjang Strata 1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil di Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak akan tersusun dengan lancar tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, serta orang – orang yang membantu dalam menyelesaikan tulisan ini. Rasa hormat dan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Yang tercinta kedua orang tua penulis Drs. Moh. Yasya, S.H., M.H, dan Zunita Fiantimala dan keempat adik tersayang Firdaus Kafabih, Fiha Najmah Yasita, Izzuma Tasya dan Aisyah Labiba yang selalu mendoakan, memberikan dukungan doa, kasih sayang dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Saifoe El Unas, ST, MT dan Kartika Puspa Negara, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang memberikan bimbingan, pengarahan dan motivasi yang sangat membantu untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST, MT selaku Dosen Penguji yang turut serta mengarahkan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. M. Hamzah Hasyim, ST, M Eng. Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi, informasi dan nasehat kepada penulis dalam segala hal.
5. Dyanta Putri Permatasari yang selalu memberi semangat, dan dukungan sejak awal penyusunan hingga terselesaikan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh teman-teman Teknik Sipil UB 2010 pada khususnya, seluruh KBMS Teknik Sipil UB dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini telah diupayakan disusun dengan sebaik-baiknya. Walaupun demikian, penulis menyadari masih banyak terdapat kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dari berbagai pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Malang, Januari 2016

Penulis



RINGKASAN

Royyan Aulabih, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2015, Penjadwalan Dengan Metode Monte Carlo Pada Proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar, Dosen Pembimbing: Saifoe El Unas dan Kartika P. Negara.

Dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek. Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project Professional akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode *Monte Carlo*. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi waktu proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Metode ini merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi perhitungan probabilitas membahas aspek risiko dalam manajemen proyek. Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Dinas Sosial Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari durasi penjadwalan yang dapat diterima dan probabilitas penjadwalan pada pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal dan lebih aman.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi *Monte Carlo* pada durasi pekerjaan optimis, paling disukai, dan pesimis hasil survey pada pihak kontraktor gedung Dinas Sosial Kota Blitar. Simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* @Risk dan distribusi data yang di gunakan adalah distribusi triangular. Durasi pekerjaan hasil simulasi *Monte Carlo* kemudian digunakan untuk melakukan penjadwalan menggunakan *software* Microsoft Project Professional. Sehingga di dapatkan jadwal dan kurva S hasil simulasi *Monte Carlo* yang selanjutnya akan di analisis dan dibandingkan dengan jadwal durasi rencana, optimis, paling disukai, dan pesimis. Perbedaan jadwal yang di analisis dan di bandingkan pada penelitian kali ini adalah pada total durasi pekerjaan dan besarnya probabilitas selesainya pekerjaan sesuai jadwal.

Hasil dari perbandingan jadwal yang di lakukan pada penelitian kali ini terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi optimis selama 119 hari, durasi paling disukai selama 159 hari, durasi pesimis selama 203 hari dan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari. Perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* adalah lama durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Lama durasi jadwal rencana selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%.

Kata Kunci : *Monte Carlo*, durasi, penjadwalan.

SUMMARY

Royyan Aulabih, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, in December 2015, Scheduling With Monte Carlo Methods In Social Service Building Project Blitar, Supervisor: Saifoe El Unas and Kartika P. Negara.

In the field of project management, Monte Carlo simulations are used to calculate or iterate the cost and time of a project by using the values of randomly selected from the probability distribution of the costs and time that may occur with the purpose of calculating the probability distribution of the cost and the total time of a project. So with the diversity of time or duration is uncertain, scheduling using Microsoft Project Professional software will have more indicator in the profit and loss if the project using the Monte Carlo method. Therefore, one of the methods used in the process of risk analysis to determine the estimated time of the project, namely the Monte Carlo simulation method. This method is commonly used method for simulating the calculation of probability to discuss aspects of risk in project management. By reviewing the above background, in the case of Social Service Building Blitar hence the need for a study to look for more indicators to analyze the scheduling of the construction of the building so that it gets the estimated time optimal and safer.

In this study conducted a Monte Carlo simulation on the duration of employment optimistic, most preferred, and pessimistic survey results in the contractor building Social Service Blitar. Simulation in this research using @Risk software and data distribution in use is triangular distribution. The duration of the work results of Monte Carlo simulations are then used to perform scheduling using Microsoft Project Professional software. So in getting schedules and S curves Monte Carlo simulation results which will then be analyzed and compared with the schedule duration of the plan, optimistically, most preferred, and pessimistic. Differences schedule in the analysis and compare the present study was the total duration of the work and the magnitude of the probability of completion of the work on schedule.

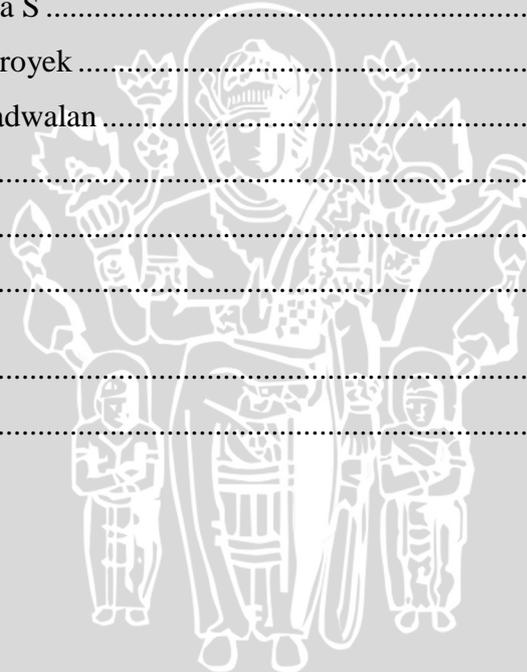
Results of the comparison schedule will be undertaken in the present study there is a difference in the total duration of the job scheduling that is optimistic for the duration of 119 days, the most favored for the duration of 159 days, the duration of pessimistic for 203 days and the duration of the results of Monte Carlo simulations for 169 days. Differences schedule on Social Service Building project Blitar when compared with scheduling using Monte Carlo simulation method is the long duration and magnitude of the probability of completion of work. Long duration of the plan scheduled for 162 days with a probability of 55%. While the duration of the results of Monte Carlo simulations for 169 days with a probability of 70%.

Keywords : Monte Carlo, duration, scheduling.

DAFTAR ISI

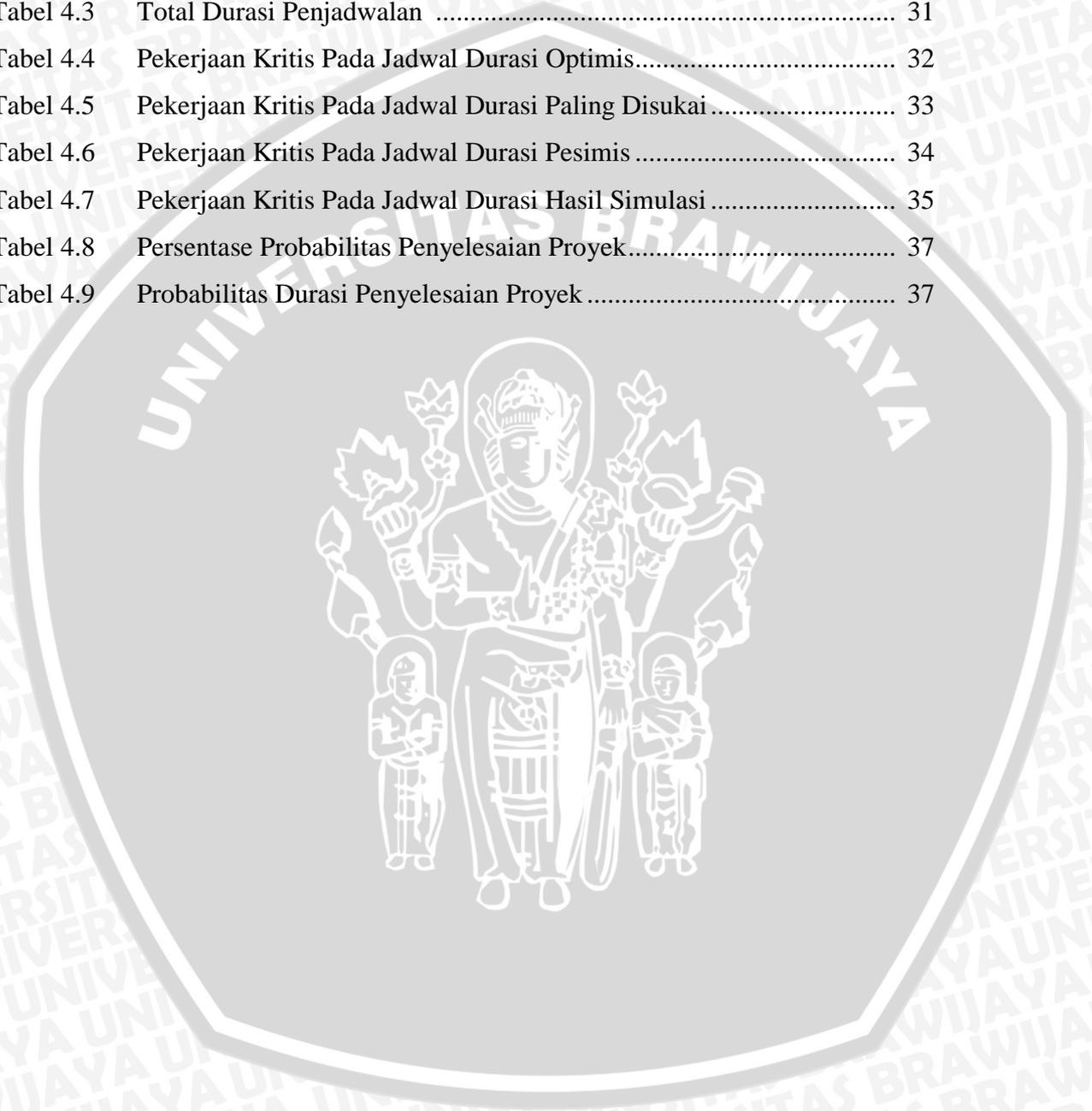
	Halaman
PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Keterkaitan Siklus Hidup Proyek dengan Microsoft Project.....	5
2.2.1. Gantt Chart.....	5
2.2.2. Hubungan Logika Dalam Microsoft Project Professional 2013.....	6
2.2.3 Istilah-istilah Dalam Microsoft Project Professional 2013.....	7
2.3 Kurva S (<i>Hannum S Curve</i>).....	9
2.4 Metode <i>Monte Carlo</i>	11
2.4.1 Definisi.....	10
2.4.2 Simulasi <i>Monte Carlo</i>	11
2.4.2.1 Standar Deviasi.....	11
2.4.2.2 Iterasi.....	12
2.2.2.3 Distribusi Triangular.....	12
2.5 @RISK Software (Palisade).....	12
2.4.1 Simulasi @Risk.....	13
2.4.1 Langkah – langkah dalam Simulasi.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Rencana Penelitian.....	15
3.2 Langkah-Langkah Penelitian.....	15
3.2.1 Pengumpulan Data.....	15
3.2.2 Pengolahan Data.....	15
3.3 Algoritma dan Diagram.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pengumpulan Data dengan Kuisisioner.....	18
4.2 Pengolahan Data Hasil Kuisisioner dengan <i>software @RISK</i>	22
4.2.1 Pembuktian Distribusi Data.....	22
4.2.2 Simulasi <i>Monte Carlo</i>	23
4.3 Penyusunan Penjadwalan dengan Microsoft Project.....	28
4.4 Penyusunan Kurva S.....	29
4.5 Analisis Jadwal Proyek.....	30
4.6 Probabilitas Penjadwalan.....	35
BAB V KESIMPULAN	38
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Hasil Kuisisioner dari Kontraktor	18
Tabel 4.2	Rekap Data Hasil Simulasi	24
Tabel 4.3	Total Durasi Penjadwalan	31
Tabel 4.4	Pekerjaan Kritis Pada Jadwal Durasi Optimis.....	32
Tabel 4.5	Pekerjaan Kritis Pada Jadwal Durasi Paling Disukai	33
Tabel 4.6	Pekerjaan Kritis Pada Jadwal Durasi Pesimis	34
Tabel 4.7	Pekerjaan Kritis Pada Jadwal Durasi Hasil Simulasi	35
Tabel 4.8	Persentase Probabilitas Penyelesaian Proyek.....	37
Tabel 4.9	Probabilitas Durasi Penyelesaian Proyek	37



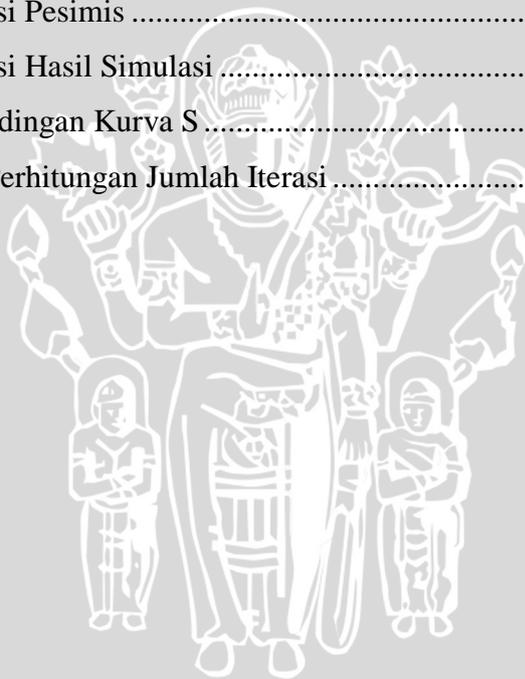
DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Hubungan Logis <i>Finish to Start</i>	6
Gambar 2.2	Hubungan Logis <i>Start to Start</i>	6
Gambar 2.3	Hubungan Logis <i>Finish to Finish</i>	6
Gambar 2.4	Hubungan Logis <i>Start to Finish</i>	7
Gambar 2.5	Hubungan FS+3	7
Gambar 2.6	Hubungan FS-3	7
Gambar 2.7	Contoh Kurva S.....	10
Gambar 2.7	Tampilan <i>software @RISK</i>	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 4.1	Pembuktian Distribusi.....	22
Gambar 4.2	Simulasi <i>Monte Carlo</i> menggunakan <i>software @RISK</i>	24
Gambar 4.3	Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project	29
Gambar 4.4	Contoh Hasil Kurva S	30
Gambar 4.5	Perbandingan Kurva S Rencana dan Hasil Simulasi	31
Gambar 4.6	Grafik Frekuensi Deskripsi Statistik.....	36
Gambar 4.7	Grafik Frekuensi Kumulatif.....	36



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Rekap Kuisisioner Tugas Akhir	41
Lampiran 2.	Rekap Hasil Simulasi <i>Monte Carlo</i>	47
Lampiran 3.	Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis.....	52
Lampiran 4.	Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai	57
Lampiran 5.	Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis	62
Lampiran 6.	Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi	67
Lampiran 7.	Kurva S Rencana Proyek	72
Lampiran 8.	Kurva S Durasi Optimis.....	73
Lampiran 9.	Kurva S Durasi Paling Disukai	74
Lampiran 10.	Kurva S Durasi Pesimis	75
Lampiran 11.	Kurva S Durasi Hasil Simulasi	76
Lampiran 12.	Grafik Perbandingan Kurva S	77
Lampiran 13.	Rekap Hasil Perhitungan Jumlah Iterasi.....	78



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang memiliki jangka waktu dalam penyelesaiannya. Suatu proyek konstruksi dikerjakan dengan perencanaan yang matang agar proyek selesai sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan. Penjadwalan proyek adalah suatu bentuk perencanaan proyek yang dibuat dengan tujuan agar proyek selesai tepat waktu. Agar proyek dapat selesai tepat waktu, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan membuat jadwal perencanaan yang memungkinkan tercapainya keberhasilan proyek tersebut.

Dengan adanya jadwal perencanaan dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai urutan kegiatan proyek, hubungan ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain, kegiatan kegiatan kritis, kebutuhan sumber daya tiap - tiap kegiatan dan alokasi waktu pelaksanaan proyek. Jadwal perencanaan juga mampu menganalisa, apabila terjadi keterlambatan pelaksanaan suatu kegiatan, bagaimana pengaruhnya terhadap jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Terdapat beberapa metode perencanaan dalam penyusunan penjadwalan proyek pada proyek konstruksi. Metode CPM (*Critical Path Method*) baik melalui PDM (*Precedence Diagram Method*) ataupun ADM (*Arrow Diagram Method*) adalah metode yang sering digunakan oleh para perencana, kedua metode tersebut menggunakan estimasi durasi aktivitas yang deterministik. Yang berarti, durasi kegiatan dianggap diketahui dengan pasti. Sedangkan, pada kenyataannya banyak risiko yang muncul pada aktivitas-aktivitas di lapangan yang sifatnya tidak tentu (*uncertainty*). Pada proses pelaksanaan, sering kali muncul beberapa risiko yang sebelumnya kurang dipertimbangkan dalam proses penjadwalan.

Dewasa ini teknologi berkembang sangat pesat, begitu juga dengan teknologi berbagi informasi yang terus mengalami pengembangan. Hal ini ikut berpengaruh terhadap perkembangan teknologi manajemen konstruksi dimana banyak aplikasi komputer yang diciptakan untuk membantu para manajer proyek konstruksi dalam mengolah data perencanaan maupun pelaksanaan kegiatan proyek konstruksi.

Definisi simulasi *Monte Carlo* menurut *Monte Carlo Method* yang ditulis dalam jurnal yang ditulis Fadjar (2008) adalah semua teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Pada jurnal yang sama, *Project Management Institute* (2004) menjelaskan bahwa dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek.

Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project Professional akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode *Monte Carlo*. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi waktu proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Metode ini merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi perhitungan probabilitas membahas aspek risiko dalam manajemen proyek.

Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Dinas Sosial Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan analisis proyek pembangunan gedung dengan metode *Monte Carlo*. Fokus penelitian yang diambil mengenai penerapan teknologi perangkat lunak untuk mencapai kemudahan dalam menjalankan proyek konstruksi pada sub bidang manajemen konstruksi, khususnya dalam hal perencanaan dan pengendalian jadwal.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam kajian ini adalah penjadwalan dengan penerapan metode *Monte Carlo* pada proyek “Pembangunan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar”, sehingga mendapat hasil penjadwalan dan penerapan kurva S yang paling efisien dari metode tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Bedasarkan pada pengidentifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah penjadwalan pada pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar mempertimbangkan waktu yang aman?
2. Bagaimana penerapan metode *Monte Carlo* pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar?
3. Apa hasil penerapan metode *Monte Carlo* pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar?
4. Apakah terdapat perbedaan penjadwalan berdasarkan durasi optimis, paling disukai, pesimis dan hasil simulasi *Monte Carlo*?
5. Bagaimana perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode *Monte Carlo*?

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah proyek ini adalah Pembangunan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar.
2. Seluruh data yang digunakan adalah data yang disediakan oleh kontraktor pelaksana PT. JAYA MEKAR SARI.
3. Metode yang digunakan adalah simulasi *Monte Carlo* dan penjadwalan menggunakan *software* Microsoft Project Professional.
4. Data yang digunakan meliputi jadwal rencana, kurva S dan data-data yang berhubungan dengan penjadwalan saat pelaksanaan.
5. Simulasi *Monte Carlo* dilakukan dengan *software* @RISK.
6. Yang digunakan pada metode *Monte Carlo* adalah distribusi triangular.

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Mengetahui dipertimbangkannya waktu yang aman untuk penjadwalan pada pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar.
2. Menjelaskan penerapan metode *Monte Carlo* untuk penjadwalan.
3. Mengetahui hasil penerapan metode *Monte Carlo* untuk penjadwalan pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar.

4. Mengetahui perbedaan penjadwalan berdasarkan durasi optimis, paling disukai, pesimis dan hasil simulasi *Monte Carlo*.
5. Mengetahui perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode *Monte Carlo*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Dapat menerapkan metode *software* Microsoft Project Professional dengan menggunakan metode *Monte Carlo* pada pekerjaan proyek.
2. Dapat mengetahui bagaimana hasil perhitungan metode *software* Microsoft Project Professional dengan menggunakan metode *Monte Carlo*.
3. Dapat membantu pihak pengawas dalam memonitoring pelaksanaan pekerjaan proyek.
4. Dapat meminimalisir terjadinya keterlambatan pekerjaan pada pelaksanaan di lapangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Proyek merupakan upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. (Dipohusodo, 1996)

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horisontal (Soeharto, 1997).

Penjadwalan dan pengendalian proyek adalah bagian penting dari manajemen proyek konstruksi dalam mencegah keterlambatan proyek. Keterlambatan suatu pekerjaan dalam proyek merupakan efek kombinasi dari ketergantungan antar pekerjaan dan variabilitas dalam proses. Variabilitas yang cukup tinggi dalam proses konstruksi dapat mengakibatkan terjadinya aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*).

2.2 Keterkaitan Siklus Hidup Proyek dengan Microsoft Project

Microsoft Project (Ms. Project) adalah perangkat lunak manajemen proyek untuk membantu dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja. Microsoft Project merupakan alat pengelolaan proyek yang *powerfull*. Microsoft Project sepintas merupakan gabungan antara *spreadsheet* grafik dan *database*. Microsoft Project sendiri memiliki beberapa versi yang digunakan pada saat ini, baik itu versi 2000, 2002, 2007, 2010, 2013 dan seterusnya.

2.2.1 Gantt Chart

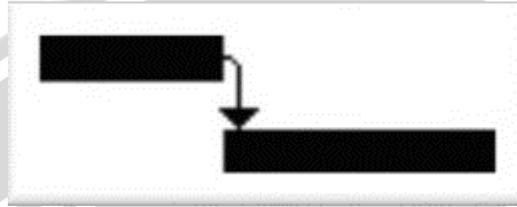
Gantt chart adalah sekumpulan aktifitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menenmparkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas perkiraan waktu mulai 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).

2.2.2 Hubungan Logika Dalam Microsoft Project Professional 2013

4 tipe ketergantungan tugas (*Task*) yang digunakan dalam Ms. Project :

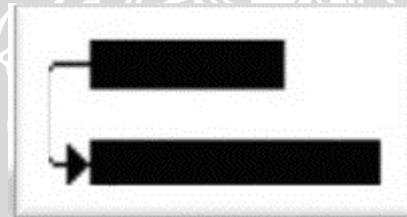
- *Finish-to-start* (FS) : penyelesaian sebuah tugas memicu awal tugas lain.



Gambar 2.1 Hubungan Logis *Finish to Start*

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

- *Start-to-Start* (SS) : awal sebuah tugas memicu sebuah awal tugas lain.



Gambar 2.2 Hubungan Logis *Start to Start*

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

- *Finish-to-finish* (FF) : dua tugas harus selesai pada waktu bersamaan.



Gambar 2.3 Hubungan Logis *Finish to Finish*

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

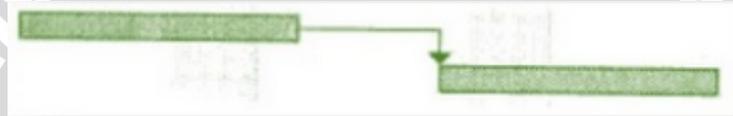
- *Start-to-finish* (SF): awal sebuah tugas menandakan selesainya tugas lain.



Gambar 2.4 Hubungan Logis *Start to Finish*

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

Disamping 4 hubungan logis tersebut, ada hubungan lain yang sifatnya turunan. Hubungan dicirikan dengan adanya penekanan waktu (*lead time*) atau penguluran waktu (*lag time*). Berikut contoh gambaran dengan hubungan *Finish to Start* dengan *lead time* :



Gambar 2.5 Hubungan FS+3

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

Maksud dari simbol FS+3 adalah hubungan antara kedua tugas *Finish to Start* dengan penguluran waktu 3 hari. Berikut contoh gambaran dengan hubungan *Finish to Start* dengan *lag time* :



Gambar 2.6 Hubungan FS-3

Sumber: <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>

Maksud dari simbol FS-3 adalah hubungan antara kedua tugas *Finish to Start* dengan penekanan waktu 3 hari.

2.2.3 Istilah-istilah dalam Microsoft Project Professional 2013

- *Task* (tugas)

Task merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu proyek sering disebut dengan istilah *task*. Jenis pekerjaan

ini ada yang bersifat global, bahkan sampai pada rincian pekerjaan yang bersifat detail.

- *Duration* (Durasi)

Duration adalah jangka waktu atau lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Satuan waktu di sini terbagi atas:

minutes (mi) : menit

hours (h) : jam

days (d) : hari

weeks (w) : minggu

months (mo) : bulan

- *Start* (Mulai)

Start adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal awal atau dimulainya suatu proyek tertentu.

- *Finish* (Selesai)

Finish adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal akhir atau diakhirinya suatu proyek tertentu. Pengisiannya dilakukan secara otomatis setelah ditentukan durasi pekerjaan.

- *Predecessor*

Predecessor adalah hubungan keterkaitan antar pekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sebelumnya.

- *Resources*

Resources penggunaan sumber daya baik sumber daya manusia maupun material dalam Microsoft Project disebut dengan *resources*.

- *Successor*

Merupakan hubungan keterkaitan antar pekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sesudahnya.

- *Cost*

Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek, yang meliputi biaya sumber daya personil maupun non personil, yang sifatnya biaya tetap maupun biaya variabel. Dapat dihitung perjam, harian, mingguan, bulanan, maupun borongan.

- *Gantt Chart*

Adalah bentuk tampilan dari hasil kerja Microsoft Project dalam bentuk batang horizontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

Selain itu, grafik ini menunjukkan hubungan antara pekerjaan yang satu dengan yang lain.

- PERT (*Program Evaluation Review Technique*) Chart

Pert Chart adalah grafik yang ditampilkan dalam bentuk kotak (mode) yang merepresentasikan nama pekerjaan, start & finish pekerjaan, serta hubungan atau keterkaitan antar-task.

- *Baseline*

Baseline adalah suatu bentuk perencanaan (*scope, time/schedule, cost*) yang telah disetujui dan ditetapkan dalam suatu proyek. Digunakan sebagai acuan dan perbandingan antara rencana kerja yang dipunyai dengan kenyataan di lapangan.

- *Tracking*

Tracking adalah bentuk penelusuran atau peninjauan antara hasil kerja yang dilakukan di lapangan dengan rencana awal suatu proyek, sehingga bisa membandingkan rencana dasar dengan kenyataan di lapangan.

- *Milestone*

Milestone adalah suatu bentuk penanda pekerjaan, yang menunjukkan bahwa pekerjaan yang dimaksud telah selesai. Digambarkan dengan nilai durasi 0.

2.3 Kurva S (*Hannum Curve*)

Kurva S merupakan salah satu teknik pengendalian kemajuan proyek dengan memakai kombinasi kurva S dan tonggak kemajuan (*milestone*). *Milestone* adalah titik yang menandai suatu peristiwa yang dianggap penting dalam rangkaian pelaksanaan pekerjaan proyek. Peristiwa itu dapat berupa saat mulai atau berakhirnya pekerjaan. Titik milestone ditentukan pada waktu menyiapkan perencanaan dasar yang sebagai tolak ukur kegiatan pengendalian proyek.

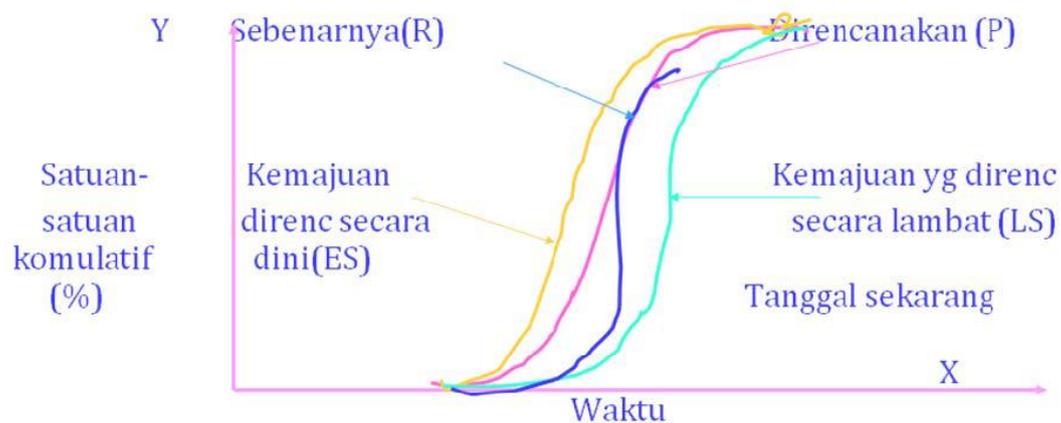
Kurva prestasi atau kurva S berupa gambar hubungan atau penjumlahan antara kemajuan pelaksanaan pekerjaan secara kumulatif (dalam persen 0% - 100%) pada sumbu Y dan waktu pelaksanaan pekerjaan. Pada sumbu X atau suatu kemajuan kumulatif pekerjaan terhadap waktu pelaksanaan.

Untuk menyusun kurva S, sebelumnya harus di ketahui terlebih dahulu jadwal dari masing-masing kegiatan, bobot (persentase) dari kegiatan tersebut hingga distribusinya. Kurva yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing dari

angka 0 sampai 100 ini, umumnya akan berbentuk huruf S. Penyebab terjadinya huruf S di dalam kurva dikarenakan kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

- Kemajuan pada awalnya bergerak lambat.
- Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- Akhirnya kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.

Kurva S sangat cocok untuk di pakai sebagai laporan proyek bulanan yang berlangsung dan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena kurva ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.



Gambar 2.7 Contoh Kurva S

Sumber : <http://www.slideshare.net/vichytekege/jurnal-evaluasi-akselerasi-pelaksanaan-pembangunan-proyek-berdasarkan-time-schedule-kurva-s-pada-1>

Cara menggambar kurva S sebagai berikut:

- Menentukan ketergantungan dari masing-masing kegiatan yang terlibat dalam proyek.
- Menentukan jadwal dari masing-masing kegiatan tersebut.
- Menghitung bobot (presentase), dari masing masing kegiatan tersebut, yaitu perbandingan antara biaya masing- masing kegiatan tersebut dengan biaya total.
- Mendistribusikan bobot kegiatan tersebut (secara merata), yaitu dengan membagi bobot dengan durasi masing - masing kegiatan tersebut, sehingga diperoleh bobot persatuan waktu.
- Menjumlahkan bobot kegiatan yang terdistribusi tersebut secara komulatif untuk setiap satuan waktu, yaitu dari waktu permulaan proyek sampai dengan waktu penyelesaian proyek.

2.4 Metode Monte Carlo

2.4.1 Definisi

Metode *Monte Carlo* adalah metode yang menganalisis perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau *error* mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan.

Simulasi *Monte Carlo* digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981).

Menurut *Monte Carlo Method* (2008), simulasi *Monte Carlo* didefinisikan sebagai semua teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. *Project Management Institute* (2004), menjelaskan bahwa dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek (Fadjar, 2008:223).

2.4.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* melibatkan penggunaan angka acak untuk memodalkan sistem, dimana waktu tidak memegang peranan substantif (model statis). Pembangkitan data buatan (*artificial data*) dengan menggunakan pembangkit angka acak (*pseudo random numbers generator*) dan sebaran kumulatif yang menjadi interes. Perhitungan awal simulasi metode *Monte Carlo* menggunakan program komputer Microsoft Excel adalah membangkitkan angka random dari data yang diinput untuk kemudian diiterasi dan dihitung nilai deviasi standar, varian dan *error* untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah pada penelitian ini, maka dari itu kita harus mengetahui definisi dari yang disebut di atas.

2.4.2.1 Standar Deviasi

Menurut Utama (2009:43), standar deviasi adalah standar penyimpangan data dari rata-ratanya. Standar deviasi untuk populasi dilambangkan dengan σ^2 dan untuk sampel dinotasikan s^2 .

Menurut Dewi *et al.*, (2008;66), standar deviasi didapat dari :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_i^2 - n\bar{x}^2)} \quad (2-1)$$

2.4.2.2 Iterasi

Iterasi adalah sifat tertentu dari algoritma atau program computer dimana suatu urutan atau lebih dari langkah algoritmatik dilakukan di loop program. Di dalam matematika, iterasi dapat diartikan sebagai suatu proses atau metode yang digunakan berulang-ulang (pengulangan) dalam menyelesaikan permasalahan matematik. Menurut (Fadjar, 2008:224), penentuan berapa banyak iterasi yang dihitung dengan Persamaan (2.2):

$$N = \left(\frac{3\sigma}{E}\right)^2 \quad (2-2)$$

2.4.2.3 Distribusi Triangular

Distribusi triangular merupakan salah satu distribusi peluang kontinu dengan 3 parameter yaitu nilai minimum a dengan $a \in (-\infty, \infty)$, nilai maksimum b dengan $b > a$ dan nilai yang paling mungkin m dengan $a \leq m \leq b$. Lambang dari distribusi ini adalah $Tr(m, a, b)$. Misalkan X adalah suatu peubah acak yang berdistribusi Triangular dengan parameter a , b , dan m , maka X dapat ditulis dengan lambang $X \sim Tr(m, a, b)$.

Sehingga langkah-langkah secara umum dalam simulasi *Monte Carlo* adalah sebagai berikut :

1. Mencari standar deviasi dengan data asli minimum dan maksimum.
2. Mencari rata-rata dari data asli minimum dan maksimum.
3. Mencari standar *absolute error*.
4. Mencari iterasi dengan rumus Persamaan (2.2).
5. Kemudian membangkitkan angka random sebanyak jumlah iterasi.
6. Mencari mean, median, minimum dan maksimum dari angka random.

2.5 @RISK Software (Palisade)

Perangkat lunak @Risk adalah sebuah perangkat lunak yang berbasis lembar kerja dikembangkan oleh *Paliside Corporation*. *Software* ini menggunakan distribusi probabilitas untuk menggambarkan nilai-nilai yang tidak pasti di lembar kerja Excel (Nurmalasari, 2004).

@Risk adalah sebuah program *add-in* dengan Microsoft Excel yang digunakan untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Program @Risk ini mempunyai fungsi untuk menjalankan berbagai macam simulasi, salah satu diantaranya adalah simulasi *Monte Carlo*. Pengambilan sampel dan jumlah iterasi yang diambil harus cukup banyak dengan tujuan agar dapat menghasilkan nilai yang semakin akurat. Dalam program ini juga dapat diketahui bagian mana yang pengaruhnya paling besar atau paling berisiko dari tiap-tiap jenis pekerjaan dan harga yang sudah diinputkan. Hasil yang ditampilkan dalam program ini adalah berupa probabilitas dari berbagai macam kombinasi harga yang telah terbentuk, dari harga yang paling rendah sampai harga yang paling tinggi (Anonim^c, 2012).

@Risk adalah sebuah software *add-in* yang memasukkan analisis resiko dalam Microsoft Excel. Faktor ketidakpastian dapat ikut disertakan dalam model. @Risk menyediakan semua fungsi distribusi didalam Microsoft. @Risk memakai teknik simulasi untuk mengkombinasikan semua ketidakpastian yang teridentifikasi pada aktifitas proyek. @Risk mempunyai kemampuan yang dalam menjalankan simulasi pada model proyek (Wiharyo, 2010).

2.5.1 Simulasi @Risk

Simulasi sering dipakai karena dapat diaplikasikan pada berbagai macam permasalahan dan dapat digunakan untuk memecahkan berbagai masalah yang mengandung ketidakpastian dan kemungkinan jangka panjang yang tidak dapat diperhitungkan dengan seksama oleh proses analitik. Simulasi tidak menghasilkan sebuah solusi namun menyediakan sejumlah informasi yang dapat dipakai untuk mengambil keputusan (Wiharyo, 2010).

@Risk menggunakan simulasi *Monte Carlo*, untuk melakukan analisis risiko. Komputer akan mencoba semua kombinasi nilai-nilai variabel input untuk mensimulasikan semua kemungkinan hasil yang akan didapatkan. Dengan menggunakan @Risk akan diperoleh hasil yang cepat (Anonim^c, 2012).

Kata *Monte Carlo* diambil dari sebuah kota Monaco, dimana terdapat banyak tempat hiburan berupa casino dengan permainan yang menerapkan teori probabilitas dan memperlihatkan perilaku acak (random behaviour), seperti roda roulette, lempar dadu, dan koin. Perilaku acak dari permainan tersebut serupa dengan bagaimana simulasi *Monte Carlo* memilih nilai-nilai variabel acak untuk mensimulasikan sebuah model (Wiharyo, 2010).

2.5.2 Langkah-langkah dalam Simulasi

Dalam penelitian ini simulasi dilakukan dengan bantuan program @RISK dengan pengaturan standar (*default*) dan distribusi yang digunakan adalah dsitribusi triangular. Adapun langkah-langkah dalam melakukan simulasi adalah sebagai berikut :

1. Membuka lembar kerja yang berisi rekap hasil kuisisioner kita pada program *Microsoft Excel* dan membuka program @RISK
2. Selanjutnya memilih (*block*) data hasil kuisisioner kita berupa kolom tabel durasi optimis, pesimis dan paling disukai
3. Selanjutnya jika ingin melakukan pengujian distribusi data dengan memilih menu *distribution fitting > distribution to fit*. Pilih distribusi apa saja yang diuji, yaitu distribusi normal, distribusi uniform dan distribusi triangular. Lalu pilih menu *fit*, dan hasilnya keluar distribusi apa yang sesuai.
4. Selanjutnya proses simulasi *monte carlo*, dalam lembar kerja sudah terdapat nama pekerjaan dan durasi optimis, paling disukai dan pesimis. Pertama membuat kolom baru untuk data hasil simulasi.
5. Kemudian dalam kolom hasil simulasi pilih menu *define distribution*, maka akan keluar daftar distribusi yang dapat digunakan. Selanjutnya memilih distribusi triangular, kemudian memasukkan angka durasi optimis (*min*), durasi paling disukai (*likely*) dan durasi pesimis (*max*). Masukkan formula untuk semua pekerjaan pada kolom yang tersedia.
6. Selanjutnya lakukan simulasi dengan menekan menu *start simulation*
7. Setelah selesai simulasi maka akan didapatkan data hasil simulasi.

NO	NAMA PEKERJAAN	WAKTU OPTIMIS	WAKTU PALING DISUKAI	WAKTU PESIMIS	HASIL SIMULASI
PEKERJAAN STRUKTUR					
ATM AREA PARKIR					
Pondasi					
1	Galian tanah pondasi	4	5	7	
2	Pondasi Batu Kali	5	6	8	
3	Aanstramping	4	5	7	
4	Pasir ring-bawah pondasi (bantai kerja)	3	4	6	
5	Pangrungan kembali	4	5	7	
6	Pangrungan Lantai (Sirtu)	4	5	7	
Sloof, Balok, Kolom					
7	Sloof (30 x 15)	4	5	7	
8	Ring Balok (30 x 15)	5	6	8	
9	Kolom (20 x 20)	5	6	8	
Atap					
10	Atap Dak	5	6	8	
11	Screening + waterproofing Coating	4	5	7	
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1					

Gambar 2.8 Tampilan software @RISK

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rencana Penelitian

Jenis penelitian pada skripsi ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif analitis, karena dalam pelaksanaan analisis data dilakukan perhitungan ulang serta merencanakan atau menjelaskan maksud dari suatu metode. Metode yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini adalah metode *Monte Carlo*. Metode tersebut akan digunakan dalam penjadwalan.

3.2 Langkah-Langkah Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Data sekunder yang meliputi :

1. Jadwal Pelaksanaan proyek
2. Proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar dengan rencana pembangunan selama 30 minggu.
3. Jadwal perencanaan proyek.

3.2.2 Pengolahan Data

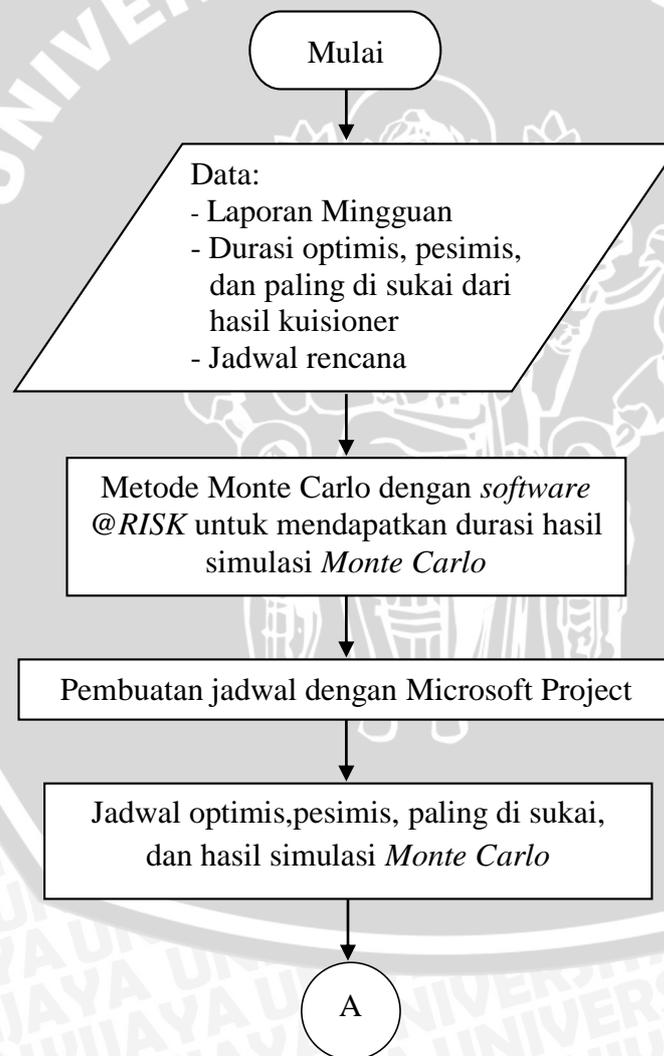
Perhitungan metode konsep nilai hasil dilakukan dengan cara :

1. Menghitung waktu optimis, pesimis, dan paling di sukai dengan simulasi *Monte Carlo* pada *@RISK software*.
2. Melakukan penjadwalan pelaksanaan proyek waktu optimis, pesimis, paling di sukai, dan hasil simulasi Monte Carlo pada *@RISK software*.
3. Penarikan kesimpulan.

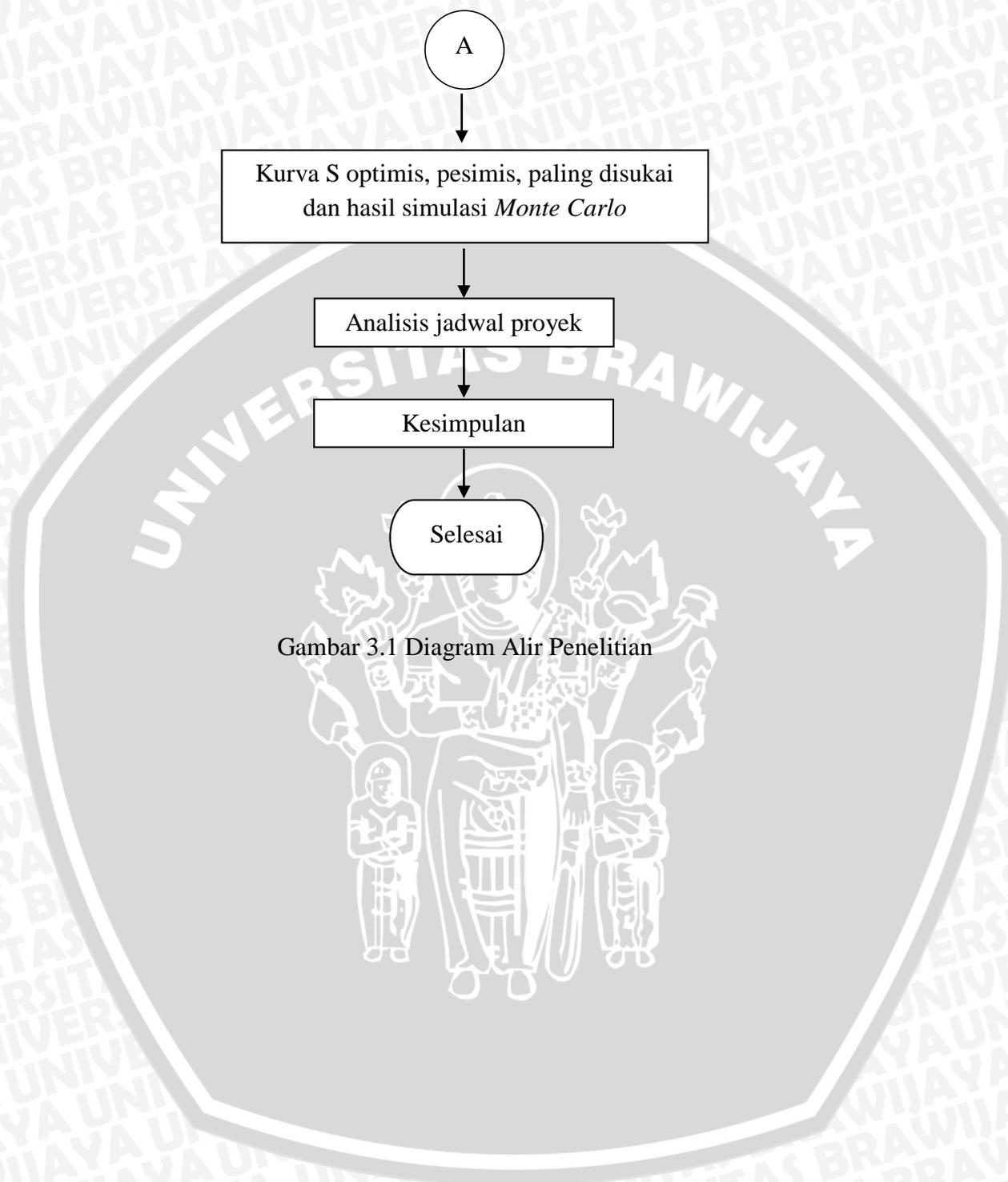
3.3. Algoritma dan Diagram

Langkah-langkah dalam penelitian :

1. Pengambilan data dengan cara kuisisioner kepada kontraktor pelaksana
2. Memperoleh waktu optimis, pesimis dan yang paling disukai untuk setiap pekerjaan proyek dan jadwal rencana proyek.
3. Mengolah data dengan metode *Monte Carlo* menggunakan *software @RISK* dengan kesalahan maksimal sebesar 2%.
4. Membuat penjadwalan dengan Ms. Project dan kurva s menggunakan hasil *Monte Carlo*.
5. Membandingkan jadwal rencana dengan jadwal hasil simulasi metode *Monte Carlo*.
6. Kesimpulan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data dengan Kuisioner

Untuk mendapatkan data waktu pelaksanaan kegiatan-kegiatan proyek yang akan digunakan dalam penelitian, telah dilakukan survey terhadap pihak kontraktor. Adapun data yang dicari diantaranya durasi waktu optimis (tercepat) pelaksanaan pekerjaan, durasi waktu pesimis (terlama) pelaksanaan pekerjaan dan durasi waktu paling disukai (*likeliest*) dalam pelaksanaan pekerjaan. Berikut peneliti sajikan rekap data yang sudah diisi oleh pihak kontraktor.

Tabel 4.1. Hasil Kuisioner dari Kontraktor

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis
		(HARI)	(HARI)	(HARI)
I PERSIAPAN PEKERJAAN				
1	Pembersihan Lokasi	3	4	6
2	Pemasangan Papan Nama	1	1	2
3	Pemasangan Bowplank	1	2	3
4	Urugan tanah	4	5	6
5	Pembuatan Direksi Keet	3	4	6
II PEMBANGUNAN LANTAI I				
A PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	8	9	12
2	Bor Titik Strous	1	2	3
3	Urugan tanah	3	5	7
4	Urugan pasir	3	6	7
B PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	3	5	7
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7	8	10
3	Pasangan batu merah 1 : 4	14	16	22
4	Plesteran 1 : 4	12	14	18
C PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Rabat Lantai	2	4	6
2	Pekerjaan Rabat Lantai Kerja Footplat	1	1	3
3	Pekerjaan beton Strous	2	4	6
4	Pekerjaan beton Footplat 80 X 80 Cm	4	6	8
5	Pekerjaan beton Footplat 100 X 100 Cm	4	6	8
6	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8	9	12
7	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8	9	12

Tabel 4.1. Lanjutan Hasil Kuisisioner dari Kontraktor

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi	Durasi	Durasi
		Optimis	Paling Disukai	Pesimis
		(HARI)	(HARI)	(HARI)
8	Pekerjaan Beton Balok Latei 15/15	9	12	14
9	Pekerjaan Beton KP 15/15	9	12	14
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9	12	14
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9	12	14
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9	12	14
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9	12	14
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9	12	14
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9	12	14
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9	12	14
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9	12	14
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9	12	14
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9	12	14
20	Pekerjaan Balok 15/40	9	12	14
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9	12	14
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	12	16	18
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	12	16	18
24	Pekerjaan Beton Plat Leufel t = 7 cm	4	6	8
25	Pekerjaan Meja Beton Dapur t = 7 cm	1	1	3
26	Pekerjaan Beton Plat tangga	4	6	8
27	Pekerjaan Beton Balok tangga 20/30	4	6	8
28	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	8	12	16
D	PEKERJAAN ATAP			
1	Pasang kuda - kuda kayu Kruing	1	3	5
2	Pasang gording kayu Kruing	1	2	4
3	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	4	6	8
4	Pasang Genteng Mantili	4	6	8
5	Pasang bubungan Genteng Mantili	1	2	4
6	Pasang Talang Datar	2	3	5
7	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8
8	Pasang List kayu profil	1	3	5
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4
E	PEKERJAAN LANTAI			
1	Pasang Lantai Keramik	5	7	9
2	Pasang Keramik KM/WC	1	1	3
3	Pasang Keramik Dinding	2	4	6
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA			
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	2	4	6
2	Pasang Pintu Tempert	1	1	3
3	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3
4	Pasang Pintu Rolling	1	2	4

Tabel 4.1. Lanjutan Hasil Kuisisioner dari Kontraktor

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis
		(HARI)	(HARI)	(HARI)
5	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3
6	Pasang Daun Jendela	1	1	3
7	Pasang Kaca 5 mm	1	1	3
G	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Cat Dinding baru	10	12	14
2	Cat tembok Exterior (warna merah)	2	4	6
3	Cat Kayu	2	4	6
5	Mengecat Langit - Langit	4	6	8
H	PEKERJAAN SANITAIR	20	24	28
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14
III	PEMBANGUNAN LANTAI II			
A	PEKERJAAN TANAH	2	4	6
B	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasangan batu merah 1 : 4	6	8	10
2	Plesteran 1 : 4	6	8	10
3	Pasangan batu merah 1 : 4 (Tandon)	1	1	3
5	Plesteran 1 : 4 (tandon)	1	1	3
C	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan rabat lantai t = 5 cm (Panggung aula)	1	1	3
2	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10	12	14
3	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40 (Tandon)	6	8	10
4	Pekerjaan Beton KP 15/15	6	8	10
5	Pekerjaan Balok RB1 25/30	8	12	16
6	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10	12	14
7	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10	12	14
8	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10	12	14
9	Pekerjaan Balok Lantai 15/15	4	6	8
10	Pekerjaan Balok 20/25 (Atap Tandon)	4	6	8
11	Pekerjaan Balok B2 20/30 (Tandon)	4	6	8
12	Pekerjaan Beton Plat Atap Tandon t = 8 cm	4	6	8
13	Pekerjaan Beton Plat Lantai Tandon t = 12 cm	4	6	8
14	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4	6	8
15	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4	6	8
16	Pekerjaan Beton Plat Lisplank t = 5 cm	2	4	6
17	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4	6	8
D	PEKERJAAN ATAP			
1	Pasang Rangka Baja	14	18	20
2	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10	12	14
3	Pasang Genteng Mantili	10	12	14

Tabel 4.1. Lanjutan Hasil Kuisisioner dari Kontraktor

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis
		(HARI)	(HARI)	(HARI)
4	Pasang bubungan Genteng Mantili	4	6	8
5	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8
6	Pasang List Gypsum	4	6	8
7	Pasang List kayu profil	4	6	8
8	Pasang Talang Datar	1	2	4
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4
E	PEKERJAAN LANTAI			
1	Pasang Lantai Keramik 40 X 40	10	12	14
2	Pasang Keramik KM/WC 20/20	1	2	4
3	Pasang Keramik Dinding 20/25	1	3	5
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA			
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	1	3	5
2	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3
3	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3
4	Pasang Daun Jendela	1	1	3
5	Pasang Kaca 5 mm	1	2	4
G	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Cat dinding baru	10	12	14
2	Cat Kayu Baru	1	2	4
3	Mengecat Langit - Langit	1	3	5
H	PEKERJAAN SANITAIR	12	18	24
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG			
A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan dan Pasang Bouplank	1	1	3
B	PEKERJAAN TANAH			
1	Galian tanah Keras	2	2	4
2	Galian Strous	2	2	4
3	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3
C	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasang Aanstampeng	1	3	5
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	1	3	5
3	Pasang Batako 1 : 4	1	3	5
D	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan Beton Poer	1	1	3
2	Pekerjaan Beton Strouiss dia. 20 cm	1	1	3
3	Pekerjaan Beton Sloof 15/20	2	4	6
4	Pekerjaan beton Kolom 15/15	2	4	6
5	Pekerjaan beton Ring 15/15	2	4	6
V.	PEMBUATAN DUIKER			
1	Galian tanah Keras	1	2	4
2	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3

Tabel 4.1. Lanjutan Hasil Kuisisioner dari Kontraktor

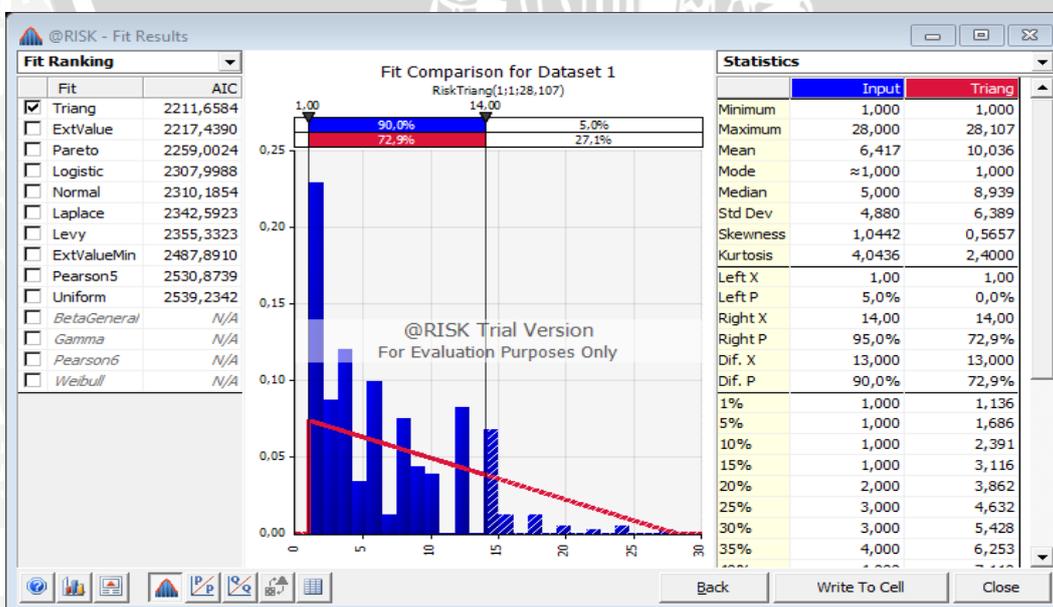
NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis
		(HARI)	(HARI)	(HARI)
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4 (Duiker)	1	2	4
4	Plesteran 1 : 4 (Duiker)	1	2	4
5	Pekerjaan Beton Sloof	2	4	6
6	Pekerjaan Beton Plat Duiker	1	3	5

4.2. Pengolahan Data Hasil Kuisisioner dengan *software @RISK*

Setelah dilakukan pengisian kuisisioner oleh pihak kontraktor, maka peneliti mendapatkan data waktu pelaksanaan untuk setiap pekerjaan proyek berupa data durasi waktu optimis (tercepat), pesimis (terlama) dan paling disukai. Untuk hasil kuisisioner yang asli berupa tulisan tangan dari pihak kontraktor terlampir dan hasil rekap sudah peneliti cantumkan diatas. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software @RISK* untuk mendapatkan durasi waktu hasil simulasi.

4.2.1 Pembuktian Distribusi Data

Penentuan distribusi data dapat dibuktikan menggunakan *software @RISK* melalui fitur *Distribution Fitting*. Melalui fitur *Distribution Fitting* dapat diketahui distribusi yang paling dominan pada data tersebut. Sehingga pada langkah berikutnya dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi yang sesuai. Hasil pembuktian distribusi data dapat dilihat pada gambar. Dari pembuktian distribusi data diketahui bahwa distribusi yang paling dominan adalah distribusi *Triangle*.



Gambar 4.1 Pembuktian Distribusi

4.2.2 Simulasi Monte Carlo

Setelah diketahui distribusi data yang paling dominan adalah distribusi *triangle*, maka dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi tersebut. Simulasi dilakukan dengan memasukkan *input* berupa waktu durasi, optimis, paling disukai, dan pesimis. *Output* yang didapatkan berupa waktu durasi hasil simulasi *Monte Carlo*. Setelah dilakukan simulasi pada setiap *item* pekerjaan, maka didapatkan data statistik dari pekerjaan tersebut. Untuk data dengan bilangan pecahan akan dibulatkan keatas, karena satuan durasi pekerjaan adalah satuan hari.

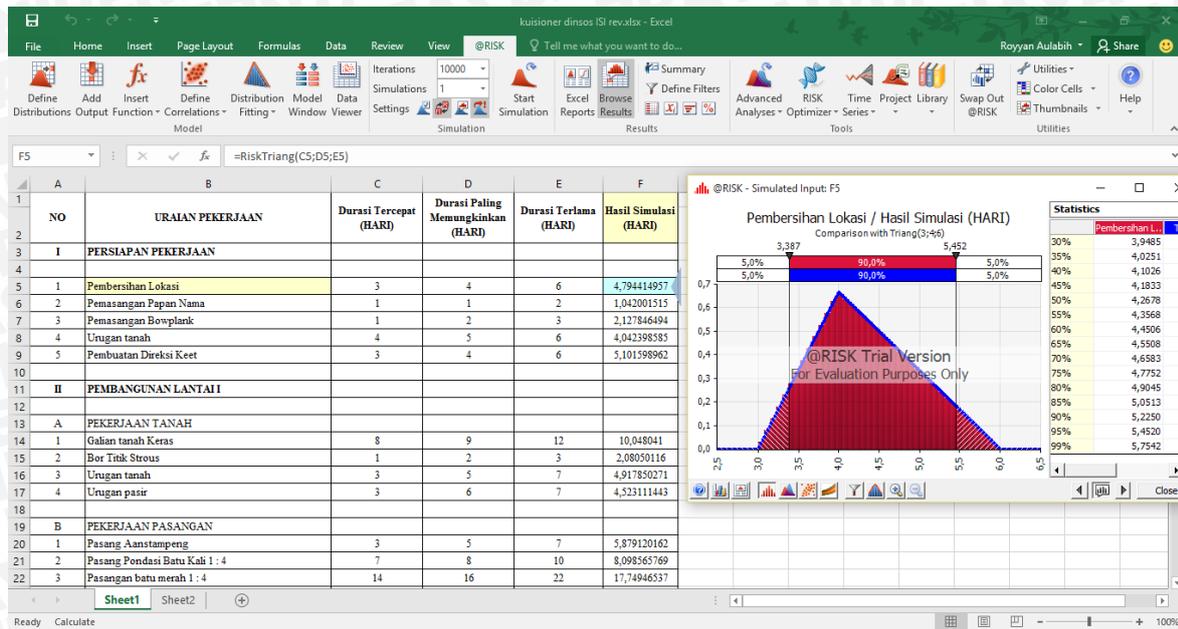
Sebelum melakukan simulasi hal yang dilakukan adalah menentukan jumlah iterasi yang diperlukan. Langkah menghitung iterasi adalah sebagai berikut :

- Mencari standar deviasi
- Mencari rata-rata data
- Mencari standar absolute error maksimal 2% dengan rumus = $0.02 \times \text{rata-rata}$
- Mencari iterasi dengan rumus $N = \left(\frac{3\sigma}{E}\right)^2$

Berikut ini contoh perhitungan iterasi dengan kesalahan maksimal 2% untuk pekerjaan pembersihan lokasi dengan durasi optimis 3 hari dan durasi pesimis 6 hari :

- Standar deviasi dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =stdev(waktu min, waktu max). =stdev(3,6) didapatkan hasil 2,12
- Rata-rata dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =average(waktu min, waktu max). =average(3,6) didapatkan hasil 4,5
- Absolute error = $0.02 \times 4,5 = 0.09$
- Iterasi = $((3 \times 2.12) / 0.09)^2 = 5000$ iterasi

Dalam pengerjaan simulasi pada program @risk digunakan iterasi sebanyak 10000 kali sesuai pengaturan *default* program. Hal ini dikarenakan iterasi sebanyak 10000 kali pengulangan sudah memenuhi kebutuhan iterasi setiap pekerjaan dengan kesalahan maksimal 2%. Hasil perhitungan iterasi setiap pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 13.



Gambar 4.2 Simulasi Monte Carlo menggunakan software @RISK

Adapun data hasil simulasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Rekap Data Hasil Simulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
I	PERSIAPAN PEKERJAAN				
1	Pembersihan Lokasi	3	4	6	4,4865
2	Pemasangan Papan Nama	1	1	2	1,6185
3	Pemasangan Bowplank	1	2	3	2,5474
4	Urugan tanah	4	5	6	5,5954
5	Pembuatan Direksi Keet	3	4	6	4,6489
II	PEMBANGUNAN LANTAI I				
A	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	8	9	12	8,5896
2	Bor Titik Strous	1	2	3	1,8567
3	Urugan tanah	3	5	7	6,6812
4	Urugan pasir	3	6	7	5,4617
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	3	5	7	3,5573
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7	8	10	7,8860
3	Pasangan batu merah 1 : 4	14	16	22	14,8874
4	Plesteran 1 : 4	12	14	18	16,6230
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Rabat Lantai	2	4	6	5,4085
2	Pekerjaan Rabat Lantai Kerja Footplat	1	1	3	1,0641

Tabel 4.2. Lanjutan Rekap Data Hasil Simulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis	Hasil Simulasi
		(HARI)	(HARI)	(HARI)	(HARI)
3	Pekerjaan beton Strous	2	4	6	3,9417
4	Pekerjaan beton Footplat 80 X 80 Cm	4	6	8	4,4531
5	Pekerjaan beton Footplat 100 X 100 Cm	4	6	8	6,8673
6	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8	9	12	8,7881
7	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8	9	12	9,3736
8	Pekerjaan Beton Balok Latei 15/15	9	12	14	10,9857
9	Pekerjaan Beton KP 15/15	9	12	14	11,5125
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9	12	14	9,3689
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9	12	14	10,2706
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9	12	14	10,2330
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9	12	14	11,0855
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9	12	14	12,8913
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9	12	14	11,5999
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9	12	14	12,6311
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9	12	14	11,9994
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9	12	14	11,6056
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9	12	14	13,5585
20	Pekerjaan Balok 15/40	9	12	14	13,0631
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9	12	14	12,3954
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	12	16	18	16,2879
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	12	16	18	12,2415
24	Pekerjaan Beton Plat Leufel t = 7 cm	4	6	8	5,3786
25	Pekerjaan Meja Beton Dapur t = 7 cm	1	1	3	1,4501
26	Pekerjaan Beton Plat tangga	4	6	8	6,0419
27	Pekerjaan Beton Balok tangga 20/30	4	6	8	7,5503
28	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	8	12	16	8,8465
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang kuda - kuda kayu Kruing	1	3	5	4,1644
2	Pasang gording kayu Kruing	1	2	4	2,7331
3	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	4	6	8	6,7162
4	Pasang Genteng Mantili	4	6	8	7,2063
5	Pasang bubungan Genteng Mantili	1	2	4	2,8776
6	Pasang Talang Datar	2	3	5	3,3714
7	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	5,5020
8	Pasang List kayu profil	1	3	5	2,8289
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	2,2220

Tabel 4.2. Lanjutan Rekap Data Hasil Simulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi	Durasi	Durasi	Hasil
		Optimis (HARI)	Paling Disukai (HARI)	Pesimis (HARI)	Simulasi (HARI)
E	PEKERJAAN LANTAI				
1	Pasang Lantai Keramik	5	7	9	7,6351
2	Pasang Keramik KM/WC	1	1	3	1,1545
3	Pasang Keramik Dinding	2	4	6	4,3711
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	2	4	6	4,0552
2	Pasang Pintu Tempert	1	1	3	1,0042
3	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	2,0930
4	Pasang Pintu Rolling	1	2	4	1,3715
5	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	1,5402
6	Pasang Daun Jendela	1	1	3	1,1122
7	Pasang Kaca 5 mm	1	1	3	2,6996
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat Dinding baru	10	12	14	12,2441
2	Cat tembok Exterior (warna merah)	2	4	6	4,4154
3	Cat Kayu	2	4	6	3,9526
5	Mengecat Langit - Langit	4	6	8	5,1916
H	PEKERJAAN SANITAIR	20	24	28	26,7756
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	12,1832
III	PEMBANGUNAN LANTAI II				
A	PEKERJAAN TANAH	2	4	6	4,3442
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasangan batu merah 1 : 4	6	8	10	8,9022
2	Plesteran 1 : 4	6	8	10	7,5496
3	Pasangan batu merah 1 : 4 (Tandon)	1	1	3	1,1377
5	Plesteran 1 : 4 (tandon)	1	1	3	1,7932
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan rabat lantai t = 5 cm (Panggung aula)	1	1	3	1,4405
2	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10	12	14	11,2889
3	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40 (Tandon)	6	8	10	7,1698
4	Pekerjaan Beton KP 15/15	6	8	10	8,8025
5	Pekerjaan Balok RB1 25/30	8	12	16	12,3658
6	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10	12	14	12,1638
7	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10	12	14	10,9278
8	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10	12	14	12,3104
9	Pekerjaan Balok Latai 15/15	4	6	8	5,5124
10	Pekerjaan Balok 20/25 (Atap Tandon)	4	6	8	5,5492

Tabel 4.2. Lanjutan Rekap Data Hasil Simulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis	Hasil Simulasi
		(HARI)	(HARI)	(HARI)	(HARI)
11	Pekerjaan Balok B2 20/30 (Tandon)	4	6	8	6,9810
12	Pekerjaan Beton Plat Atap Tandon t = 8 cm	4	6	8	4,8475
13	Pekerjaan Beton Plat Lantai Tandon t = 12 cm	4	6	8	5,3687
14	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4	6	8	6,0518
15	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4	6	8	5,9980
16	Pekerjaan Beton Plat Lisplank t = 5 cm	2	4	6	3,2662
17	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4	6	8	5,2519
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang Rangka Baja	14	18	20	17,6859
2	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10	12	14	11,8366
3	Pasang Genteng Mantili	10	12	14	11,1470
4	Pasang bubungan Genteng Mantili	4	6	8	5,8040
5	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	6,1172
6	Pasang List Gypsum	4	6	8	6,3751
7	Pasang List kayu profil	4	6	8	5,7712
8	Pasang Talang Datar	1	2	4	2,0537
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	2,1313
E	PEKERJAAN LANTAI				
1	Pasang Lantai Keramik 40 X 40	10	12	14	11,2791
2	Pasang Keramik KM/WC 20/20	1	2	4	1,7243
3	Pasang Keramik Dinding 20/25	1	3	5	3,2531
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	1	3	5	3,6043
2	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	1,6903
3	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	1,0779
4	Pasang Daun Jendela	1	1	3	1,1616
5	Pasang Kaca 5 mm	1	2	4	2,8133
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat dinding baru	10	12	14	10,3199
2	Cat Kayu Baru	1	2	4	2,0842
3	Mengecat Langit - Langit	1	3	5	3,1281
H	PEKERJAAN SANITAIR	12	18	24	16,1681
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	12,4428
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG				
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan dan Pasang Bouplank	1	1	3	1,8219

Tabel 4.2. Lanjutan Rekap Data Hasil Simulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis	Durasi Paling Disukai	Durasi Pesimis	Hasil Simulasi
		(HARI)	(HARI)	(HARI)	(HARI)
B	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	2	2	4	2,4931
2	Galian Strous	2	2	4	2,3465
3	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	2,0174
C	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	1	3	5	3,3920
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	1	3	5	2,3170
3	Pasang Batako 1 : 4	1	3	5	4,3419
D	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Beton Poer	1	1	3	1,3449
2	Pekerjaan Beton Strouiss dia. 20 cm	1	1	3	1,5451
3	Pekerjaan Beton Sloof 15/20	2	4	6	5,2576
4	Pekerjaan beton Kolom 15/15	2	4	6	3,7372
5	Pekerjaan beton Ring 15/15	2	4	6	3,6793
V.	PEMBUATAN DUKER				
1	Galian tanah Keras	1	2	4	3,1583
2	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	1,6451
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4 (Duker)	1	2	4	3,1366
4	Plesteran 1 : 4 (Duker)	1	2	4	2,5608
5	Pekerjaan Beton Sloof	2	4	6	3,0654
6	Pekerjaan Beton Plat Duker	1	3	5	2,3283

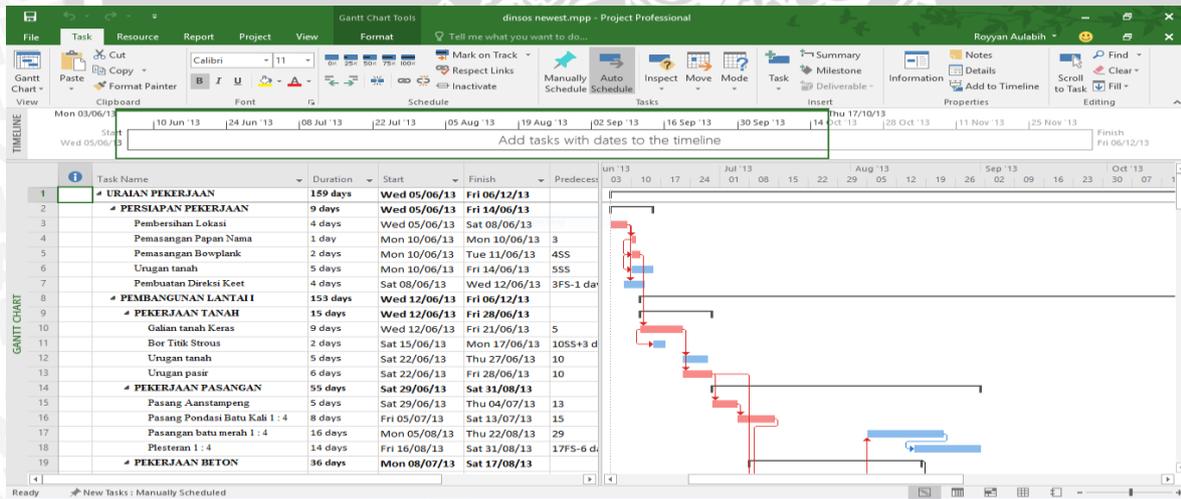
4.3 Penyusunan Penjadwalan dengan Microsoft Project

Tahap selanjutnya setelah didapatkan data hasil simulasi *Monte Carlo* untuk setiap pekerjaan, dilakukan penyusunan penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project. Sehingga akan didapatkan 4 buah jadwal yaitu jadwal optimis, jadwal pesimis, jadwal paling disukai dan jadwal hasil simulasi *Monte Carlo*. Langkah pertama adalah membuat jadwal project dengan durasi paling disukai dengan acuan urutan pekerjaan berdasarkan kurva S rencana proyek, sehingga durasi total pekerjaan tidak jauh berbeda dengan durasi pada kurva S rencana proyek. Setelah didapatkan susunan pekerjaan pada Microsoft Project, maka dibuat jadwal pekerjaan dengan durasi optimis, pesimis, paling disukai dan hasil simulasi *Monte Carlo*.

Berikut langkah-langkah pejadwalan dengan Microsoft Project :

1. Mulai Microsoft Project dengan memilih blank project.
2. Masukkan data setiap item pekerjaan dari hasil simulasi *Monte Carlo*. Tentukan waktu pekerjaan proyek yang akan dimulai dengan *tollbar project, project information, start date*.
3. Gunakan *automatically task mode* untuk mempermudah penjadwalan di Microsoft Project.
4. Setelah itu memasukkan durasi setiap pekerjaan pada Microsoft Project.
5. Tentukan waktu kerja proyek pada *tollbars project, change working time, work weeks, detail*. Agar proyek dikerjakan pada hari senin sampai dengan sabtu dengan durasi 8 jam kerja.
6. Kemudian membuat jadwal proyek dan *predecessor* sesuai dengan kurva S rencana sebagai acuan.

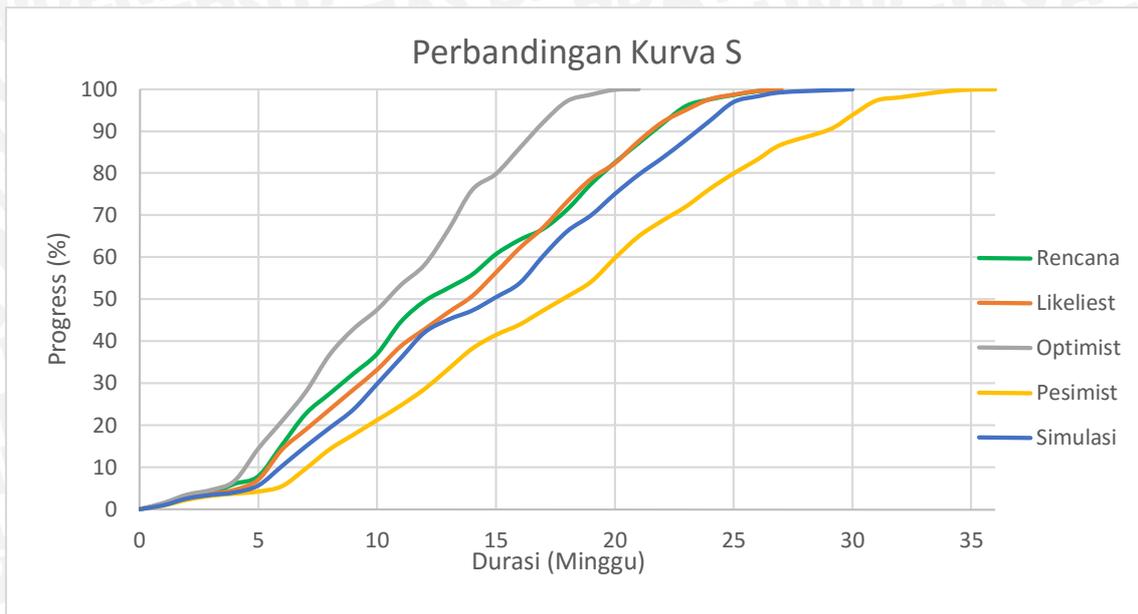
Penjadwalan waktu optimis, paling disukai, pesimis dan hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 3 – 6. Berikut ini contoh penjadwalan menggunakan Microsoft Project.



Gambar 4.3 Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project

4.4 Penyusunan Kurva S

Sebelum menyusun kurva S harus diketahui jadwal dari masing - masing kegiatan, bobot (persentase) dari kegiatan tersebut hingga distribusinya. Kurva S terdiri dari sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing dari angka 0 sampai 100 ini. Jadwal tiap pekerjaan diperoleh dari hasil penjadwalan Microsoft Project, sedangkan bobot tiap pekerjaan



Gambar 4.5 Perbandingan Kurva S Rencana dan Hasil Simulasi

Tabel 4.3 Total durasi penjadwalan

Jadwal	Optimis	Paling Disukai	Pesimis	Hasil Simulasi
Durasi (hari)	119	159	203	169

Dari Gambar 4.5 dan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa jadwal rencana berada diantara durasi optimis dan durasi pesimis. Sehingga perencana atau kontraktor telah memperhitungkan durasi yang aman untuk proyek tersebut. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* dapat dipertimbangkan sebagai jadwal yang lebih ideal, dikarenakan jadwal tersebut berada diantara durasi yang paling disukai dan durasi pesimis. Sehingga jadwal tersebut lebih aman untuk digunakan dan probabilitasnya lebih besar. Perbedaan juga dapat di temukan pada pekerjaan kritis di tiap – tiap pekerjaan, dapat di lihat bahwa jadwal dengan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* memiliki pekerjaan kritis yang paling sedikit dibandingkan dengan jadwal lainnya yaitu sebanyak 25 pekerjaan kritis.

Tabel 4.4 Pekerjaan kritis pada jadwal durasi optimis

No	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Pembersihan Lokasi	3 hari
2	Pemasangan Papan Nama	1 hari
3	Pemasangan Bowplank	1 hari
4	Galian tanah Keras	8 hari
5	Urugan pasir	3 hari
6	Pasang Aanstampeng	3 hari
7	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7 hari
8	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8 hari
9	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8 hari
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9 hari
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9 hari
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9 hari
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9 hari
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9 hari
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9 hari
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9 hari
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9 hari
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9 hari
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9 hari
20	Pekerjaan Balok 15/40	9 hari
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9 hari
22	Cat Dinding baru	10 hari
23	Cat tembok Exterior (warna merah)	2 hari
24	Cat Kayu	2 hari
25	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10 hari
26	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10 hari
27	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10 hari
28	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10 hari
29	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4 hari
30	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4 hari
31	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4 hari
32	Pasang Rangka Baja	14 hari
33	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10 hari
34	Pasang Genteng Mantili	10 hari
35	Pasang bubungan Genteng Mantili	4 hari
36	Pasang Rangka Plafond + eternit	4 hari
37	Pasang List Gypsum	4 hari
38	Pasang List kayu profil	4 hari

Tabel 4.5 Pekerjaan kritis pada jadwal durasi paling disukai

No	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Pembersihan Lokasi	4 hari
2	Pemasangan Papan Nama	1 hari
3	Pemasangan Bowplank	2 hari
4	Galian tanah Keras	9 hari
5	Urugan pasir	6 hari
6	Pasang Aanstampeng	5 hari
7	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	8 hari
8	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	9 hari
9	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	9 hari
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	12 hari
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	12 hari
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	12 hari
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	12 hari
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	12 hari
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	12 hari
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	12 hari
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	12 hari
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	12 hari
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	12 hari
20	Pekerjaan Balok 15/40	12 hari
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	12 hari
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	16 hari
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	16 hari
24	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	12 hari
25	Cat Dinding baru	12 hari
26	Cat tembok Exterior (warna merah)	4 hari
27	Cat Kayu	4 hari
28	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	12 hari
29	Pekerjaan Balok RB1 25/30	12 hari
30	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	12 hari
31	Pekerjaan Balok Talang 15/25	12 hari
32	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	12 hari
33	Pekerjaan Beton Plat Tangga	6 hari
34	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	6 hari
35	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	6 hari
36	Pasang Rangka Baja	18 hari
37	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	12 hari
38	Pasang Genteng Mantili	12 hari
39	Pasang bubungan Genteng Mantili	6 hari
40	Pasang Rangka Plafond + eternit	6 hari
41	Pasang List Gypsum	6 hari
42	Pasang List kayu profil	6 hari

Tabel 4.6 Pekerjaan kritis pada jadwal durasi pesimis

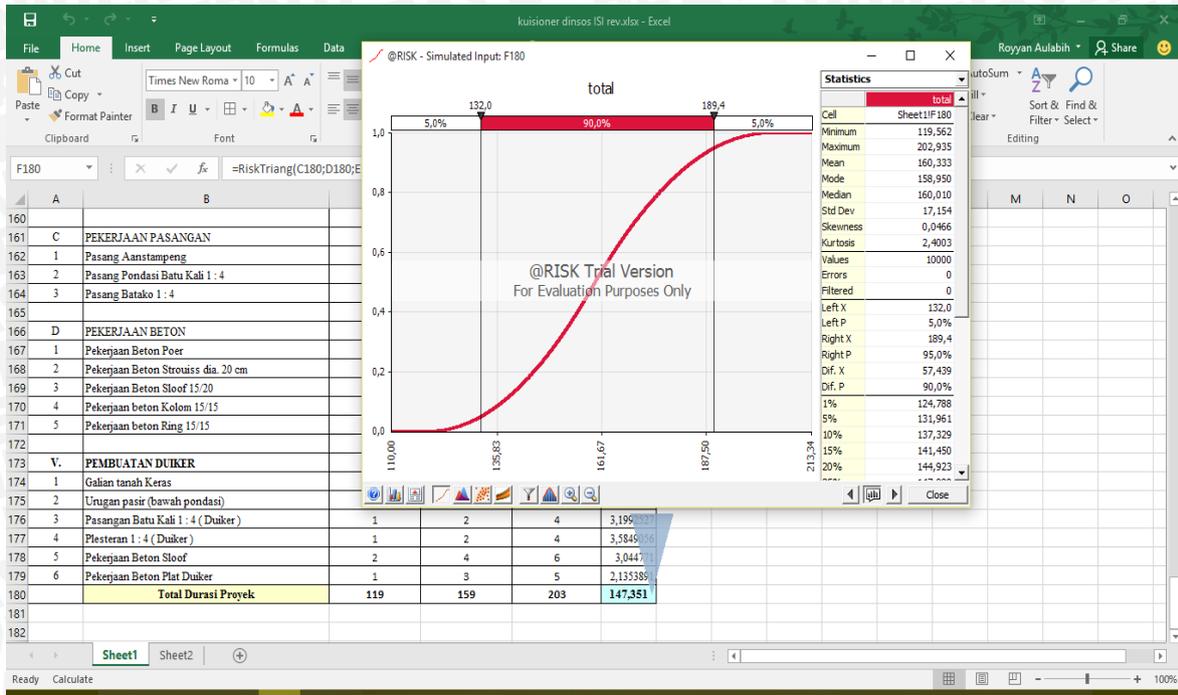
No	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Pembersihan Lokasi	6 hari
2	Pemasangan Papan Nama	2 hari
3	Pemasangan Bowplank	3 hari
4	Galian tanah Keras	12 hari
5	Urugan pasir	7 hari
6	Pasang Aanstampeng	7 hari
7	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	10 hari
8	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	12 hari
9	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	12 hari
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	14 hari
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	14 hari
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	14 hari
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	14 hari
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	14 hari
15	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	16 hari
16	Cat Dinding baru	14 hari
17	Cat tembok Exterior (warna merah)	6 hari
18	Cat Kayu	6 hari
19	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	14 hari
20	Pekerjaan Balok RB1 25/30	16 hari
21	Pekerjaan Beton Plat Tangga	8 hari
22	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	8 hari
23	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	8 hari
24	Pasang Rangka Baja	20 hari
25	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	14 hari
26	Pasang Genteng Mantili	14 hari
27	Pasang bubungan Genteng Mantili	8 hari
28	Pasang Rangka Plafond + eternit	8 hari
29	Pasang List Gypsum	8 hari
30	Pasang List kayu profil	8 hari

Tabel 4.7 Pekerjaan kritis pada jadwal durasi hasil simulasi

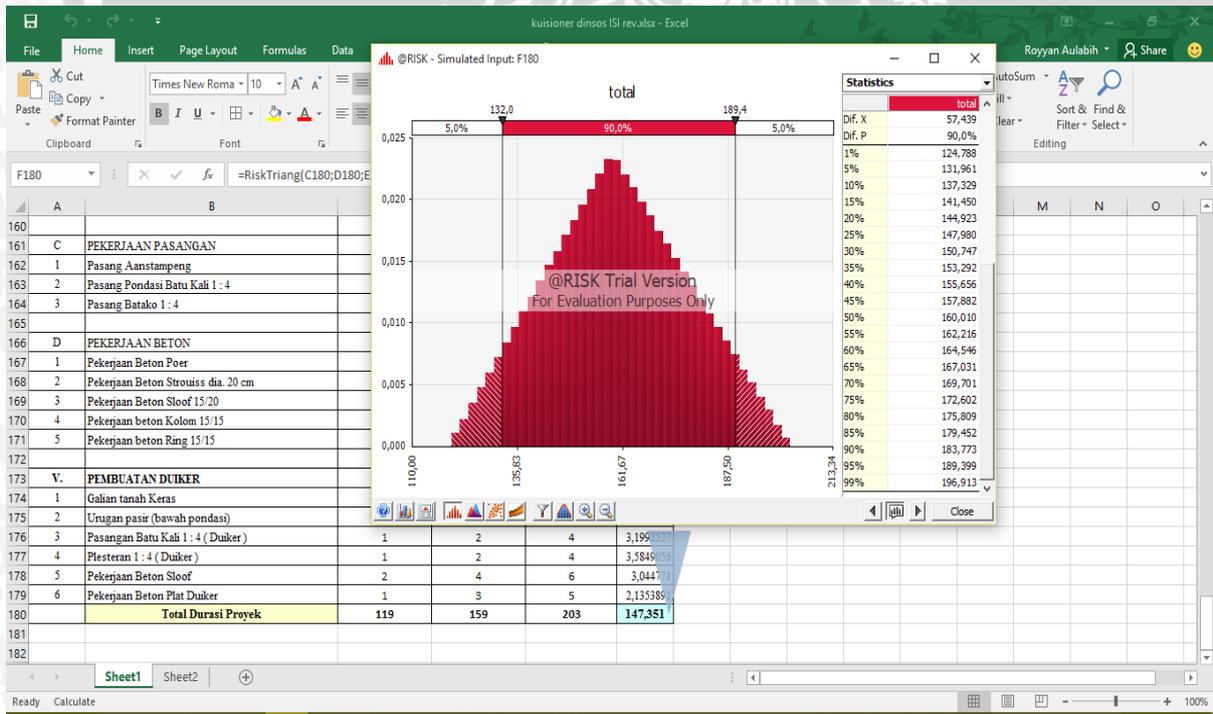
No	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Pembersihan Lokasi	5 hari
2	Pemasangan Papan Nama	2 hari
3	Pemasangan Bowplank	3 hari
4	Galian tanah Keras	9 hari
5	Urugan pasir	6 hari
6	Pasang Aanstampeng	4 hari
7	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	8 hari
8	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	10 hari
9	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	13 hari
10	Pekerjaan Balok B5 25/40	14 hari
11	Pekerjaan Balok 15/40	14 hari
12	Cat Dinding baru	13 hari
13	Cat tembok Exterior (warna merah)	5 hari
14	Cat Kayu	4 hari
15	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	12 hari
16	Pekerjaan Balok RB1 25/30	13 hari
17	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	13 hari
18	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	13 hari
19	Pekerjaan Beton Plat Tangga	7 hari
20	Pasang Rangka Baja	18 hari
21	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	12 hari
22	Pasang Genteng Mantili	12 hari
23	Pasang bubungan Genteng Mantili	6 hari
24	Pasang Rangka Plafond + eternit	7 hari
25	Pasang List Gypsum	7 hari

4.6 Probabilitas Penjadwalan

Dari hasil simulasi menggunakan *software @RISK* telah diketahui probabilitas penyelesaian pekerjaan proyek hasil simulasi *Monte Carlo* tiap pekerjaan yang telah di susun menjadi jadwal pada *software* Microsoft Project menghasilkan total durasi selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%. Jadwal dari hasil simulasi memiliki probabilitas yang lebih besar bila di dibandingkan dengan jadwal rencana yang memiliki durasi selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Untuk memperbesar probabilitas selesainya proyek sesuai jadwal dan menghindari resiko yang tidak diinginkan pada kelangsungan proyek, hendaknya dapat diperhitungkan lebih baik lagi untuk perencanaan jadwal proyek.



Gambar 4.6 Grafik Frekuensi dengan Deskripsi Statistik



Gambar 4.7 Grafik Frekuensi

Tabel 4.8 Persentase Probabilitas Penyelesaian Proyek

Persentase	Durasi	Persentase	Durasi
1%	124,788	55%	162,216
10%	137,329	60%	164,546
15%	141,450	65%	167,031
20%	144,923	70%	169,701
25%	147,980	75%	172,602
30%	150,747	80%	173,809
35%	153,292	85%	179,452
40%	155,656	90%	183,773
45%	157,882	95%	189,399
50%	160,010	99%	196,913

Tabel 4.9 Probabilitas Durasi Penyelesaian Proyek

Jadwal	Durasi	Probabilitas
Rencana	162	55%
Optimis	119	1%
Paling Disukai	159	50%
Pesimis	203	99%
Hasil Simulasi	169	70%



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penjadwalan pada pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar sudah mempertimbangkan waktu yang aman karena durasi tiap pekerjaan pada jadwal rencana berada diantara durasi optimis dan pesimis. Total durasi pekerjaan dari penjadwalan optimis selama 119 hari dan penjadwalan pesimis selama 203 hari. Sedangkan total durasi rencana selama 162 hari.
2. Metode *Monte Carlo* dapat diterapkan pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar dengan cara melakukan simulasi *Monte Carlo* dari data durasi optimis, paling disukai dan pesimis. Setelah didapatkan data hasil simulasi, dapat dilakukan penjadwalan menggunakan durasi hasil simulasi.
3. Hasil penerapan metode *Monte Carlo* pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar dapat mengetahui total durasi dari waktu simulasi *Monte Carlo* yaitu selama 169 hari dan dapat mengetahui probabilitas terlaksananya pekerjaan sesuai dengan jadwal.
4. Terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi optimis selama 119 hari, durasi paling disukai selama 159 hari, durasi pesimis selama 203 hari dan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari. Sedangkan perbedaan pada pekerjaan kritis pada jadwal durasi optimis memiliki 38 pekerjaan kritis, jadwal durasi paling disukai memiliki 42 pekerjaan kritis, jadwal durasi pesimis memiliki 30 pekerjaan kritis, jadwal durasi hasil simulasi memiliki pekerjaan kritis yang paling sedikit sebanyak 25 pekerjaan, sehingga jadwal hasil simulasi memiliki resiko yang lebih kecil di banding jadwal yang lain.
5. Perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* adalah lama durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Lama durasi jadwal rencana selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%.

5.2 Saran

Sebaiknya para perencana atau kontraktor untuk memiliki estimasi durasi optimis, paling disukai dan pesimis selain jadwal rencana yang ada. Sehingga dapat memudahkan perencana atau kontraktor untuk memiliki alternatif estimasi penjadwalan. Untuk alternatif tersebut bisa dipertimbangkan penggunaan metode *Monte Carlo* dalam merencanakan penjadwalan pekerjaan proyek, dikarenakan dengan metode ini dapat memperkirakan besarnya probabilitas terlaksananya pekerjaan proyek sesuai dengan jadwal. Sehingga dapat merencanakan jadwal yang efisien dan mengurangi resiko yang mungkin terjadi pada pelaksanaan pekerjaan proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- Ardila, Muhammad F. 2012. *Evaluasi Akselerasi Pelaksanaan Pembangunan Proyek Berdasarkan Time Schedule Kurva S pada Gedung Laboratorium Dan Penghubung FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*. <http://www.slideshare.net/vichytekege/jurnal-evaluasi-akselerasi-pelaksanaan-pembangunan-proyek-berdasarkan-time-schedule-kurva-s-pada-1>. (diakses 23 Mei 2015).
- Dewi, S. M. & Djakfar, L. 2008. *Statistika Dasar untuk Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media Press.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Konstruksi Jilid I*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fadjar, A. 2008. *Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek*. Jurnal SMARTek. 6 (4):222-227.
- Monte Carlo Method. 2008. *Monte Carlo Method*. http://www.riskglossary.com/link/monte_carlo_method.htm. (diakses 20 Mei 2015).
- Napsiyana, G. Azka. 2013. *Perencanaan Pengendalian Jadwal Dengan Menggunakan Program Microsoft Project Profesional 2013 Dalam Pengelolaan Proyek*. <http://www.slideshare.net/aka122/jurnal-microsoft-project-professional-2013-dalam-pengelolaan-proyek>. (diakses 23 Mei 2015).
- Nurmalasari. 2012. Analisis Resiko Usaha Penanaman Komoditas Palawija pada Lahan Sawah di Kecamatan Barombong Kabupaten Gowa. *Skripsi*. Dipublikasikan. Makassar: Universitas Hassanuddin.
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*. 3rd ed. Newton Square. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Rubinstein, R. Y. 1981. *Simulation and the Monte Carlo Method*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc.
- Soeharto. I. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jilid I. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Utama, M. S. 2009. *Aplikasi Analisis Kuantitatif*. Edisi Ketiga. Denpasar: Fakultas Ekonomi Universitas Udayana.
- Wiharyo, B. 2010. Aplikasi Penjadwalan Dengan Menggunakan Metode Probabilistik pada Proyek Dermaga Lamongan. *Skripsi*. Dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Lampiran 1. Rekap Kuisisioner Tugas Akhir



KUISISIONER TUGAS AKHIR

Saya adalah Mahasiswa Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang saat ini sedang melakukan pendidikan tugas akhir bidang Manajemen Konstruksi dengan judul “Penerapan Metode Monte Carlo Pada Penjadwalan Proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar”. Penelitian ini merupakan syarat untuk kelulusan di jenjang pendidikan Strata Satu (S1).

Kesuksesan penelitian ini sangat bergantung pada partisipasi Anda . Karena itu saya sangat berharap kesediaan Anda untuk berpartisipasi dan mengisi kuisisioner yang saya lampirkan. Atas bantuan dan kesediaan Anda dalam mengisi kuisisioner ini saya ucapkan terima kasih.

Peneliti,

Royyan Aulabih

KUISIONER

Responden :

Jabatan :

Berapakah perkiraan durasi optimis, paling disukai dan pesimis untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar di bawah ini?

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)
I	PERSIAPAN PEKERJAAN			
1	Pembersihan Lokasi	3	4	6
2	Pemasangan Papan Nama	1	1	2
3	Pemasangan Bowplank	1	2	3
4	Urugan tanah	4	5	6
5	Pembuatan Direksi Keet	3	4	6
II	PEMBANGUNAN LANTAI I			
A	PEKERJAAN TANAH			
1	Galian tanah Keras	8	9	12
2	Bor Titik Strous	1	2	3
3	Urugan tanah	3	5	7
4	Urugan pasir	3	6	7
B	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasang Aanstampeng	3	5	7
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7	8	10
3	Pasangan batu merah 1 : 4	14	16	22
4	Plesteran 1 : 4	12	14	18
C	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan Rabat Lantai	2	4	6
2	Pekerjaan Rabat Lantai Kerja Footplat	1	1	3
3	Pekerjaan beton Strous	2	4	6
4	Pekerjaan beton Footplat 80 X 80 Cm	4	6	8
5	Pekerjaan beton Footplat 100 X 100 Cm	4	6	8
6	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8	9	12
7	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8	9	12
8	Pekerjaan Beton Balok Latei 15/15	9	12	14
9	Pekerjaan Beton KP 15/15	9	12	14

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9	12	14
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9	12	14
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9	12	14
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9	12	14
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9	12	14
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9	12	14
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9	12	14
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9	12	14
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9	12	14
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9	12	14
20	Pekerjaan Balok 15/40	9	12	14
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9	12	14
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	12	16	18
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	12	16	18
24	Pekerjaan Beton Plat Leufel t = 7 cm	4	6	8
25	Pekerjaan Meja Beton Dapur t = 7 cm	1	1	3
26	Pekerjaan Beton Plat tangga	4	6	8
27	Pekerjaan Beton Balok tangga 20/30	4	6	8
28	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	8	12	16
D	PEKERJAAN ATAP			
1	Pasang kuda - kuda kayu Kruing	1	3	5
2	Pasang gording kayu Kruing	1	2	4
3	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	4	6	8
4	Pasang Genteng Mantili	4	6	8
5	Pasang bubungan Genteng Mantili	1	2	4
6	Pasang Talang Datar	2	3	5
7	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8
8	Pasang List kayu profil	1	3	5
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4
E	PEKERJAAN LANTAI			
1	Pasang Lantai Keramik	5	7	9
2	Pasang Keramik KM/WC	1	1	3
3	Pasang Keramik Dinding	2	4	6
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA			
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	2	4	6
2	Pasang Pintu Tempert	1	1	3
3	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3
4	Pasang Pintu Rolling	1	2	4

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)
5	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3
6	Pasang Daun Jendela	1	1	3
7	Pasang Kaca 5 mm	1	1	3
G	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Cat Dinding baru	10	12	14
2	Cat tembok Exterior (warna merah)	2	4	6
3	Cat Kayu	2	4	6
5	Mengecat Langit - Langit	4	6	8
H	PEKERJAAN SANITAIR	20	24	28
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14
III	PEMBANGUNAN LANTAI II			
A	PEKERJAAN TANAH	2	4	6
B	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasangan batu merah 1 : 4	6	8	10
2	Plesteran 1 : 4	6	8	10
3	Pasangan batu merah 1 : 4 (Tandon)	1	1	3
5	Plesteran 1 : 4 (tandon)	1	1	3
C	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan rabat lantai t = 5 cm (Panggung aula)	1	1	3
2	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10	12	14
3	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40 (Tandon)	6	8	10
4	Pekerjaan Beton KP 15/15	6	8	10
5	Pekerjaan Balok RB1 25/30	8	12	16
6	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10	12	14
7	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10	12	14
8	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10	12	14
9	Pekerjaan Balok Latai 15/15	4	6	8
10	Pekerjaan Balok 20/25 (Atap Tandon)	4	6	8
11	Pekerjaan Balok B2 20/30 (Tandon)	4	6	8
12	Pekerjaan Beton Plat Atap Tandon t = 8 cm	4	6	8
13	Pekerjaan Beton Plat Lantai Tandon t = 12 cm	4	6	8
14	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4	6	8
15	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4	6	8
16	Pekerjaan Beton Plat Lisplank t = 5 cm	2	4	6

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)
17	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4	6	8
D	PEKERJAAN ATAP			
1	Pasang Rangka Baja	14	18	20
2	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10	12	14
3	Pasang Genteng Mantili	10	12	14
4	Pasang bubungan Genteng Mantili	4	6	8
5	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8
6	Pasang List Gypsum	4	6	8
7	Pasang List kayu profil	4	6	8
8	Pasang Talang Datar	1	2	4
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4
E	PEKERJAAN LANTAI			
1	Pasang Lantai Keramik 40 X 40	10	12	14
2	Pasang Keramik KM/WC 20/20	1	2	4
3	Pasang Keramik Dinding 20/25	1	3	5
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA			
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	1	3	5
2	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3
3	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3
4	Pasang Daun Jendela	1	1	3
5	Pasang Kaca 5 mm	1	2	4
G	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Cat dinding baru	10	12	14
2	Cat Kayu Baru	1	2	4
3	Mengecat Langit - Langit	1	3	5
H	PEKERJAAN SANITAIR	12	18	24
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG			
A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan dan Pasang Bouplank	1	1	3
B	PEKERJAAN TANAH			
1	Galian tanah Keras	2	2	4
2	Galian Strous	2	2	4

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Pesimis (HARI)
3	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3
C	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasang Aanstampeng	1	3	5
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	1	3	5
3	Pasang Batako 1 : 4	1	3	5
D	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan Beton Poer	1	1	3
2	Pekerjaan Beton Strouiss dia. 20 cm	1	1	3
3	Pekerjaan Beton Sloof 15/20	2	4	6
4	Pekerjaan beton Kolom 15/15	2	4	6
5	Pekerjaan beton Ring 15/15	2	4	6
V.	PEMBUATAN DUIKER			
1	Galian tanah Keras	1	2	4
2	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4 (Duiker)	1	2	4
4	Plesteran 1 : 4 (Duiker)	1	2	4
5	Pekerjaan Beton Sloof	2	4	6
6	Pekerjaan Beton Plat Duiker	1	3	5

Lampiran 2. Rekap Hasil Pengolahan Simulasi Monte Carlo

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
I	PERSIAPAN PEKERJAAN				
1	Pembersihan Lokasi	3	4	6	5
2	Pemasangan Papan Nama	1	1	2	2
3	Pemasangan Bowplank	1	2	3	3
4	Urugan tanah	4	5	6	6
5	Pembuatan Direksi Keet	3	4	6	5
II	PEMBANGUNAN LANTAI I				
A	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	8	9	12	9
2	Bor Titik Strous	1	2	3	2
3	Urugan tanah	3	5	7	7
4	Urugan pasir	3	6	7	6
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	3	5	7	4
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7	8	10	8
3	Pasangan batu merah 1 : 4	14	16	22	15
4	Plesteran 1 : 4	12	14	18	17
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Rabat Lantai	2	4	6	6
2	Pekerjaan Rabat Lantai Kerja Footplat	1	1	3	2
3	Pekerjaan beton Strous	2	4	6	4
4	Pekerjaan beton Footplat 80 X 80 Cm	4	6	8	5
5	Pekerjaan beton Footplat 100 X 100 Cm	4	6	8	7
6	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8	9	12	9
7	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8	9	12	10
8	Pekerjaan Beton Balok Latei 15/15	9	12	14	11
9	Pekerjaan Beton KP 15/15	9	12	14	12
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9	12	14	10
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9	12	14	11
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9	12	14	11
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9	12	14	12
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9	12	14	13
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9	12	14	12
16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9	12	14	13
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9	12	14	12

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9	12	14	12
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9	12	14	14
20	Pekerjaan Balok 15/40	9	12	14	14
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9	12	14	13
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	12	16	18	17
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	12	16	18	13
24	Pekerjaan Beton Plat Leufel t = 7 cm	4	6	8	6
25	Pekerjaan Meja Beton Dapur t =7 cm	1	1	3	2
26	Pekerjaan Beton Plat tangga	4	6	8	7
27	Pekerjaan Beton Balok tangga 20/30	4	6	8	8
28	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	8	12	16	9
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang kuda - kuda kayu Kruing	1	3	5	5
2	Pasang gording kayu Kruing	1	2	4	3
3	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	4	6	8	7
4	Pasang Genteng Mantili	4	6	8	8
5	Pasang bubungan Genteng Mantili	1	2	4	3
6	Pasang Talang Datar	2	3	5	4
7	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	6
8	Pasang List kayu profil	1	3	5	3
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	3
E	PEKERJAAN LANTAI				
1	Pasang Lantai Keramik	5	7	9	8
2	Pasang Keramik KM/WC	1	1	3	2
3	Pasang Keramik Dinding	2	4	6	5
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	2	4	6	5
2	Pasang Pintu Tempert	1	1	3	2
3	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	3
4	Pasang Pintu Rolling	1	2	4	2
5	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	2
6	Pasang Daun Jendela	1	1	3	2
7	Pasang Kaca 5 mm	1	1	3	3
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat Dinding baru	10	12	14	13
2	Cat tembok Exterior (warna merah)	2	4	6	5
3	Cat Kayu	2	4	6	4
5	Mengecat Langit - Langit	4	6	8	6

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
H	PEKERJAAN SANITAIR	20	24	28	27
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	13
III	PEMBANGUNAN LANTAI II				
A	PEKERJAAN TANAH	2	4	6	5
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasangan batu merah 1 : 4	6	8	10	9
2	Plesteran 1 : 4	6	8	10	8
3	Pasangan batu merah 1 : 4 (Tandon)	1	1	3	2
5	Plesteran 1 : 4 (tandon)	1	1	3	2
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan rabat lantai t = 5 cm (Panggung aula)	1	1	3	2
2	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10	12	14	12
3	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40 (Tandon)	6	8	10	8
4	Pekerjaan Beton KP 15/15	6	8	10	9
5	Pekerjaan Balok RB1 25/30	8	12	16	13
6	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10	12	14	13
7	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10	12	14	11
8	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10	12	14	13
9	Pekerjaan Balok Lantai 15/15	4	6	8	6
10	Pekerjaan Balok 20/25 (Atap Tandon)	4	6	8	6
11	Pekerjaan Balok B2 20/30 (Tandon)	4	6	8	7
12	Pekerjaan Beton Plat Atap Tandon t = 8 cm	4	6	8	5
13	Pekerjaan Beton Plat Lantai Tandon t = 12 cm	4	6	8	6
14	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4	6	8	7
15	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4	6	8	6
16	Pekerjaan Beton Plat Lisplank t = 5 cm	2	4	6	4
17	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4	6	8	6
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang Rangka Baja	14	18	20	18
2	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10	12	14	12
3	Pasang Genteng Mantili	10	12	14	12
4	Pasang bubungan Genteng Mantili	4	6	8	6
5	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	7
6	Pasang List Gypsum	4	6	8	7
7	Pasang List kayu profil	4	6	8	6

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
8	Pasang Talang Datar	1	2	4	3
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	3
E	PEKERJAAN LANTAI				
1	Pasang Lantai Keramik 40 X 40	10	12	14	12
2	Pasang Keramik KM/WC 20/20	1	2	4	2
3	Pasang Keramik Dinding 20/25	1	3	5	4
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	1	3	5	4
2	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	2
3	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	2
4	Pasang Daun Jendela	1	1	3	2
5	Pasang Kaca 5 mm	1	2	4	3
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat dinding baru	10	12	14	11
2	Cat Kayu Baru	1	2	4	3
3	Mengecat Langit - Langit	1	3	5	4
H	PEKERJAAN SANITAIR	12	18	24	17
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	13
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG				
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan dan Pasang Bouplank	1	1	3	2
B	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	2	2	4	3
2	Galian Strous	2	2	4	3
3	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	3
C	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	1	3	5	4
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	1	3	5	3
3	Pasang Batako 1 : 4	1	3	5	5
D	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Beton Poer	1	1	3	2
2	Pekerjaan Beton Strouiss dia. 20 cm	1	1	3	2

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Optimis (HARI)	Durasi Paling Disukai (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Hasil Simulasi (HARI)
3	Pekerjaan Beton Sloof 15/20	2	4	6	6
4	Pekerjaan beton Kolom 15/15	2	4	6	4
5	Pekerjaan beton Ring 15/15	2	4	6	4
V. PEMBUATAN DUIKER					
1	Galian tanah Keras	1	2	4	4
2	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	2
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4 (Duiker)	1	2	4	4
4	Plesteran 1 : 4 (Duiker)	1	2	4	3
5	Pekerjaan Beton Sloof	2	4	6	4
6	Pekerjaan Beton Plat Duiker	1	3	5	3



Lampiran 3. Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis



Lampiran 3. Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis



Lampiran 3. Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis



Lampiran 3. Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis



Lampiran 3. Penjadwalan Menggunakan Durasi Optimis



Lampiran 4. Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai



Lampiran 4. Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai



Lampiran 4. Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai



Lampiran 4. Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai

Lampiran 4. Penjadwalan Menggunakan Durasi Paling Disukai



Lampiran 5. Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis



Lampiran 5. Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis



Lampiran 5. Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis



Lampiran 5. Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis



Lampiran 5. Penjadwalan Menggunakan Durasi Pesimis



Lampiran 6. Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi



Lampiran 6. Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi



Lampiran 6. Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi



Lampiran 6. Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi

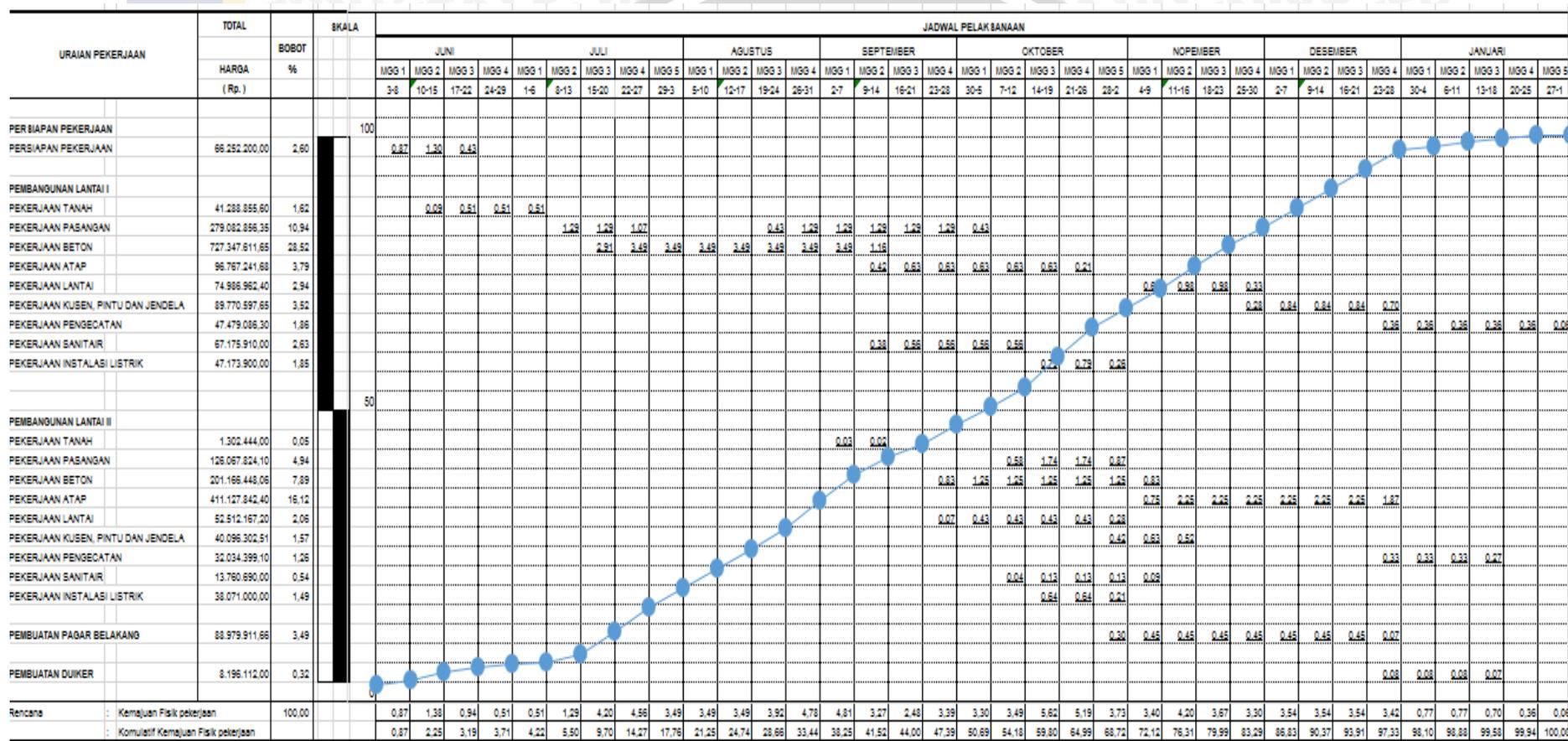
Lampiran 6. Penjadwalan Menggunakan Durasi Hasil Simulasi



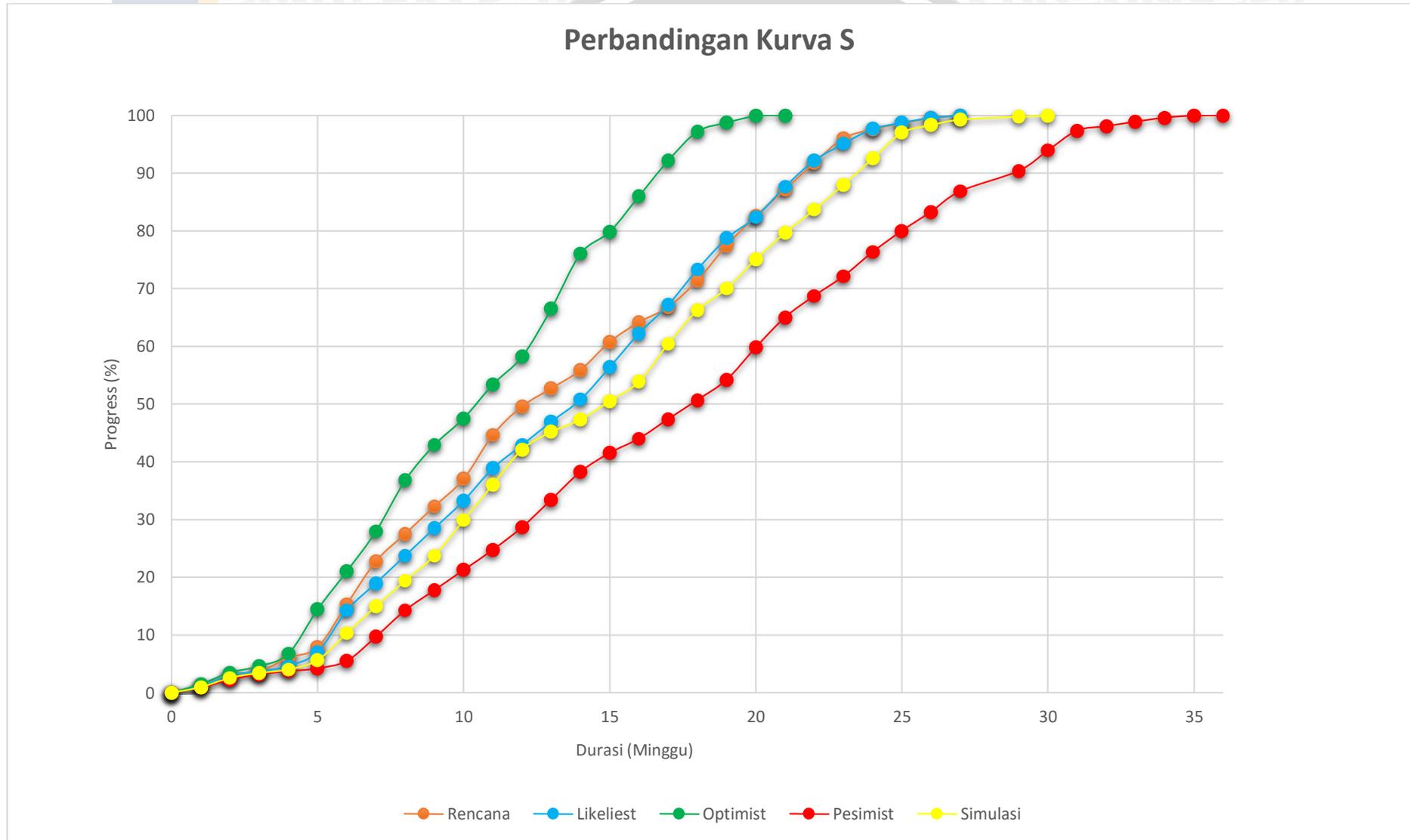
Lampiran 8. Kurva S Durasi Optimis

NO	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL	BOBOT %	SKALA	JADWAL PELAKSANAAN																					
		HARGA			JUNI				JULI					AGUSTUS				SEPTEMBER				OKTOBER				
		(Rp.)			MGG 1	MGG 2	MGG 3	MGG 4	MGG 1	MGG 2	MGG 3	MGG 4	MGG 5	MGG 1	MGG 2	MGG 3	MGG 4	MGG 1	MGG 2	MGG 3	MGG 4	MGG 1	MGG 2	MGG 3	MGG 4	MGG 5
					3-8	10-15	17-22	24-29	1-6	8-13	15-20	22-27	29-3	5-10	12-17	19-24	26-31	2-7	9-14	16-21	23-28	30-5	7-12	14-19	21-26	28-2
I	PERSIAPAN PEKERJAAN			100																						
A	PERSIAPAN PEKERJAAN	66.252.200,00	2,80		1,48	1,11																				
II	PEMBANGUNAN LANTAI I																									
A	PEKERJAAN TANAH	41.288.855,80	1,82			0,88	0,74																			
B	PEKERJAAN PASANGAN	279.082.856,35	10,94				0,36	2,19	1,09		0,36	2,19	2,19	2,19	0,36											
C	PEKERJAAN BETON	727.347.611,85	28,52						6,58	6,58	6,58	6,58	2,19													
D	PEKERJAAN ATAP	96.767.241,88	3,79									1,08	1,83	1,08												
E	PEKERJAAN LANTAI	74.986.962,40	2,94												0,73	2,20										
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA	89.770.597,65	3,52														1,76	1,76								
G	PEKERJAAN PENGECATAN	47.479.086,30	1,86																	0,25	0,74	0,74	0,12			
H	PEKERJAAN SANITAIR	67.175.910,00	2,63									0,66	0,79	0,79	0,40											
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	47.173.900,00	1,85											1,11	0,74											
III	PEMBANGUNAN LANTAI II			50																						
A	PEKERJAAN TANAH	1.302.444,00	0,05							0,05																
B	PEKERJAAN PASANGAN	126.067.824,10	4,94													3,30	1,65									
C	PEKERJAAN BETON	201.166.448,06	7,89												1,31	1,97	1,97	1,97	0,66							
D	PEKERJAAN ATAP	411.127.842,40	16,12															2,93	4,40	4,40	4,40					
E	PEKERJAAN LANTAI	52.512.167,20	2,06												0,33	0,65	0,65	0,43								
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA	40.096.302,51	1,57														1,57									
G	PEKERJAAN PENGECATAN	32.034.399,10	1,26																	0,21	0,63	0,42				
H	PEKERJAAN SANITAIR	13.760.690,00	0,54																							
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	38.071.000,00	1,49											0,90	0,60											
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG	88.979.911,86	3,49												0,47	1,40	1,40	0,23								
V	PEMBUATAN DUKER	8.196.112,00	0,32																	0,16	0,16					
	Rencana	: Kemajuan Fisik pekerjaan	100,00		1,48	2,00	1,10	2,19	7,67	6,58	6,95	8,82	6,12	4,80	5,88	4,82	8,32	9,49	3,82	6,16	6,16	5,01	1,53	1,16	0,12	
		: Kumulatif Kemajuan Fisik pekerjaan			1,48	3,48	4,58	6,77	14,44	21,02	27,97	36,79	42,91	47,52	53,40	58,22	66,54	76,03	79,85	86,01	92,17	97,18	98,71	99,88	100,00	

Lampiran 10. Kurva S Durasi Pesimis



Lampiran 12. Grafik Perbandingan Kurva S



Lampiran 13. Rekap Hasil Perhitungan Jumlah Iterasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Tercepat (HARI)	Durasi Paling Memungkinkan (HARI)	Durasi Terlama (HARI)	Jumlah Iterasi
I	PERSIAPAN PEKERJAAN				
1	Pembersihan Lokasi	3	4	6	5000
2	Pemasangan Papan Nama	1	1	2	5000
3	Pemasangan Bowplank	1	2	3	9250
4	Urugan tanah	4	5	6	1800
5	Pembuatan Direksi Keet	3	4	6	5000
II	PEMBANGUNAN LANTAI I				
A	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	8	9	12	1800
2	Bor Titik Strous	1	2	3	9250
3	Urugan tanah	3	5	7	7200
4	Urugan pasir	3	6	7	7200
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	3	5	7	7200
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	7	8	10	1401,3841
3	Pasangan batu merah 1 : 4	14	16	22	2222,2222
4	Plesteran 1 : 4	12	14	18	1800
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Rabat Lantai	2	4	6	9250
2	Pekerjaan Rabat Lantai Kerja Footplat	1	1	3	9250
3	Pekerjaan beton Strous	2	4	6	9250
4	Pekerjaan beton Footplat 80 X 80 Cm	4	6	8	5000
5	Pekerjaan beton Footplat 100 X 100 Cm	4	6	8	5000
6	Pekerjaan Beton Sloof 20/30	8	9	12	1800
7	Pekerjaan Beton Sloof S2 15/20	8	9	12	1800
8	Pekerjaan Beton Balok Latei 15/15	9	12	14	2126,6541
9	Pekerjaan Beton KP 15/15	9	12	14	2126,6541
10	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	9	12	14	2126,6541
11	Pekerjaan Beton Kolom K2 30/30	9	12	14	2126,6541
12	Pekerjaan Beton Kolom K3 20/20	9	12	14	2126,6541
13	Pekerjaan Beton Kolom K4 15/30 (Teras Samping)	9	12	14	2126,6541
14	Pekerjaan Beton Kolom K5 20/35 (Teras Depan)	9	12	14	2126,6541
15	Pekerjaan Balok B1 30/50	9	12	14	2126,6541

16	Pekerjaan Balok B2 20/30	9	12	14	2126,6541
17	Pekerjaan Balok RB 2 15/20	9	12	14	2126,6541
18	Pekerjaan Balok B4 15/25 (Teras)	9	12	14	2126,6541
19	Pekerjaan Balok B5 25/40	9	12	14	2126,6541
20	Pekerjaan Balok 15/40	9	12	14	2126,6541
21	Pekerjaan Balok Plat Leufel 15/20	9	12	14	2126,6541
22	Pekerjaan Beton Plat t = 12 cm	12	16	18	1800
23	Pekerjaan Beton Plat t = 8 cm (Teras)	12	16	18	1800
24	Pekerjaan Beton Plat Leufel t = 7 cm	4	6	8	5000
25	Pekerjaan Meja Beton Dapur t =7 cm	1	1	3	9250
26	Pekerjaan Beton Plat tangga	4	6	8	5000
27	Pekerjaan Beton Balok tangga 20/30	4	6	8	5000
28	Pekerjaan Beton Balok 20/60 (lengkung)	8	12	16	5000
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang kuda - kuda kayu Kruing	1	3	5	9700
2	Pasang gording kayu Kruing	1	2	4	9325
3	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	4	6	8	5000
4	Pasang Genteng Mantili	4	6	8	5000
5	Pasang bubungan Genteng Mantili	1	2	4	9325
6	Pasang Talang Datar	2	3	5	8265,3061
7	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	5000
8	Pasang List kayu profil	1	3	5	9700
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	9325
E	PEKERJAAN LANTAI				
1	Pasang Lantai Keramik	5	7	9	3673,4694
2	Pasang Keramik KM/WC	1	1	3	9250
3	Pasang Keramik Dinding	2	4	6	9250
					79
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	2	4	6	9250
2	Pasang Pintu Tempert	1	1	3	9250
3	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	9250
4	Pasang Pintu Rolling	1	2	4	9325
5	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	9250
6	Pasang Daun Jendela	1	1	3	9250
7	Pasang Kaca 5 mm	1	1	3	9250
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat Dinding baru	10	12	14	1250
2	Cat tembok Exterior (warna merah)	2	4	6	9250
3	Cat Kayu	2	4	6	9250
5	Mengecat Langit - Langit	4	6	8	5000

H	PEKERJAAN SANITAIR	20	24	28	1250
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	1250
III	PEMBANGUNAN LANTAI II				
A	PEKERJAAN TANAH	2	4	6	9250
B	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasangan batu merah 1 : 4	6	8	10	2812,5
2	Plesteran 1 : 4	6	8	10	2812,5
3	Pasangan batu merah 1 : 4 (Tandon)	1	1	3	9250
5	Plesteran 1 : 4 (tandon)	1	1	3	9250
C	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan rabat lantai t = 5 cm (Panggung aula)	1	1	3	9250
2	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40	10	12	14	1250
3	Pekerjaan Beton Kolom K1 30/40 (Tandon)	6	8	10	2812,5
4	Pekerjaan Beton KP 15/15	6	8	10	2812,5
5	Pekerjaan Balok RB1 25/30	8	12	16	5000
6	Pekerjaan Balok RB 3 15/20	10	12	14	1250
7	Pekerjaan Balok Talang 15/25	10	12	14	1250
8	Pekerjaan Balok Konsol Talang 15/25	10	12	14	1250
9	Pekerjaan Balok Latai 15/15	4	6	8	5000
10	Pekerjaan Balok 20/25 (Atap Tandon)	4	6	8	5000
11	Pekerjaan Balok B2 20/30 (Tandon)	4	6	8	5000
12	Pekerjaan Beton Plat Atap Tandon t = 8 cm	4	6	8	5000
13	Pekerjaan Beton Plat Lantai Tandon t = 12 cm	4	6	8	5000
14	Pekerjaan Beton Plat Tangga	4	6	8	5000
15	Pekerjaan Beton Plat Talang t = 8 cm	4	6	8	5000
16	Pekerjaan Beton Plat Lisplank t = 5 cm	2	4	6	9250
17	Pekerjaan Beton Plat Canopi t = 7 cm	4	6	8	5000
D	PEKERJAAN ATAP				
1	Pasang Rangka Baja	14	18	20	1401,3841
2	Pasang Usuk Kayu Kruing + Reng Kayu balau	10	12	14	1250
3	Pasang Genteng Mantili	10	12	14	1250
4	Pasang bubungan Genteng Mantili	4	6	8	5000
5	Pasang Rangka Plafond + eternit	4	6	8	5000
6	Pasang List Gypsum	4	6	8	5000
7	Pasang List kayu profil	4	6	8	5000
8	Pasang Talang Datar	1	2	4	9325
9	Pasang Lisplank Wood plank	1	2	4	9325
E	PEKERJAAN LANTAI				

1	Pasang Lantai Keramik 40 X 40	10	12	14	1250
2	Pasang Keramik KM/WC 20/20	1	2	4	9325
3	Pasang Keramik Dinding 20/25	1	3	5	9700
F	PEKERJAAN KUSEN, PINTU DAN JENDELA				
1	Pasang Kusen Kayu Kamper	1	3	5	9700
2	Pasang Pintu+Kusen PVC	1	1	3	9250
3	Pasang Daun Pintu Panil	1	1	3	9250
4	Pasang Daun Jendela	1	1	3	9250
5	Pasang Kaca 5 mm	1	2	4	9325
G	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat dinding baru	10	12	14	1250
2	Cat Kayu Baru	1	2	4	9325
3	Mengecat Langit - Langit	1	3	5	9700
H	PEKERJAAN SANITAIR	12	18	24	5000
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	10	12	14	1250
IV	PEMBUATAN PAGAR BELAKANG				
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan dan Pasang Bouplank	1	1	3	9250
B	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah Keras	2	2	4	5000
2	Galian Strous	2	2	4	5000
3	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	9250
					81
C	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pasang Aanstampeng	1	3	5	9700
2	Pasang Pondasi Batu Kali 1 : 4	1	3	5	9700
3	Pasang Batako 1 : 4	1	3	5	9700
D	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan Beton Poer	1	1	3	9250
2	Pekerjaan Beton Strouiss dia. 20 cm	1	1	3	9250
3	Pekerjaan Beton Sloof 15/20	2	4	6	9250
4	Pekerjaan beton Kolom 15/15	2	4	6	9250
5	Pekerjaan beton Ring 15/15	2	4	6	9250
V.	PEMBUATAN DUKER				
1	Galian tanah Keras	1	2	4	9325
2	Urugan pasir (bawah pondasi)	1	1	3	9250

3	Pasangan Batu Kali 1 : 4 (Duiker)	1	2	4	9325
4	Plesteran 1 : 4 (Duiker)	1	2	4	9325
5	Pekerjaan Beton Sloof	2	4	6	9250
6	Pekerjaan Beton Plat Duiker	1	3	5	9700

