



**ANALISIS DURASI PEKERJAAN DINDING PANEL
BERDASARKAN METODE PERT DAN CCPM
(Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**INDIRA THENISIA LATUBA FARMA
NIM. 135060101111076**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2017



LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DURASI PEKERJAAN DINDING PANEL
BERDASARKAN METODE PERT DAN CCPM

(Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)

SKRIPSI
TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



INDIRA THENISIA LATUBA FARMA

NIM. 135060101111076

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 31 Juli 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rahayu Kusumaningrum, ST., MT., M.Sc.
NIP. 201304 880705 2 001

Saifoe El Unas, ST., MT.
NIP. 19681219 200003 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1

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



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI

Analisis Durasi Pekerjaan Dinding Panel Berdasarkan Metode PERT dan CCPM (Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)

Nama Mahasiswa : Indira Thenisia Latuba Farma

NIM : 135060101111076

Program Studi : Teknik Sipil

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Rahayu Kusumaningrum, ST., MT., M.Sc

Dosen Penguji 2 : Saifoe El Unas, ST., MT

Dosen Penguji 3 : Dr. Eng Achfas Zacoeb, ST., MT

Tanggal Ujian : 25 Juli 2017

SK Penguji : 859/UN 10.F07/SK/2017



LEMBAR ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas 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 atau plagiasi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undang yang berlaku (UU No. 20 tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang,



Indira Thenisia Latuba Farma

NIM. 135060101111076

RIWAYAT HIDUP

Indira Thenisia Latuba Farma lahir di Surabaya, 05 April 1997. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara, dan merupakan anak dari Indarto dan Titik Indrawati. Menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Hang Tuah 10 Juanda selama 6 tahun dari tahun 2003 s.d. 2009. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Sidoarjo selama 2 tahun dari tahun 2009 s.d. 2011. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Sidoarjo selama 2 tahun dari tahun 2011 s.d. 2013. Selama pendidikan SMP hingga SMA aktif dalam bidang seni dengan mengikuti paduan suara, klub orkestra, dan seni lukis.

Selepas masa sekolah menengah atas, kemudian melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Universitas Brawijaya, lulus Program Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2017. Selama menjalani kehidupan perkuliahan, ikut berpartisipasi sebagai asisten Laboratorium Struktur dan Material dan asisten Tugas Besar Hidrologi, sedangkan untuk kegiatan organisasi aktif pada Himpunan Mahasiswa Sipil di bawah Divisi FKMTSI di Departemen Eksternal. Selain itu, penulis juga turut serta sebagai panitia dalam beberapa acara di Jurusan Teknik Sipil.

Malang, Juli 2017

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya di berbagai kesempatan dalam penyelesaian tugas akhir dengan judul **“Analisis Durasi Pekerjaan Dinding Panel berdasarkan Metode PERT dan CCPM (Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)”**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan maksimal tanpa bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua tercinta, Mama dan Papa, serta adik tersayang yang telah memberikan semangat, masukan, dukungan moral, dan motivasi hingga saat ini.
2. Bapak Ir. Sugeng P Budio, MS dan Ibu Ir. Siti Nurlina, MT, selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan.
3. Bapak Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST, M.Eng. (Prac) selaku Ketua Program Studi S1 yang telah membimbing dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
4. Ibu Rahayu Kusumaningrum, ST., MT., M.Sc sebagai Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan saran, arahan, masukan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Saifoe El Unas, ST., MT sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran, arahan, masukan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, arahan, masukan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
7. Ibu Cristin Remayanti, ST., MT selaku pembimbing akademik dan ibu kedua di Malang, yang selalu memberikan berbagai dukungan hingga saat ini.
8. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan masukan selama masa perkuliahan hingga nanti.
9. Priska Ika, Mala, dan Anggun selaku teman satu tim skripsi yang telah bekerja dan berjuang bersama demi gelar ST.
10. Indo+ (Ilusi, Mustika, Abthal, Salwa, Arif, Adam, Khalid) sebagai keluarga di Malang yang selalu berbagi suka dan duka.
11. Nida Ayu Rachmayanti, Ayu Febrianti, Rizki Anas, dan Christin Natalia sebagai sahabat yang selalu memberikan dukungan tanpa henti.



12. Marsa Achadian, Retno Iswandari, dan Arif Rachman atas segala pengalaman bersama menjadi partner KKN-P.
13. Abthal Hazazi Puspito selaku partner studio perancangan 1, dan 2.
14. Segenap keluarga besar mahasiswa Teknik Sipil Universitas Brawijaya, terlebih teman-teman angkatan 2013 yang telah membantu dan mendukung selama masa perkuliahan.

Untuk penyempurnaan skripsi ini, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini juga bermanfaat bagi pembaca khususnya untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Malang, Juli 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Material Konstruksi	5
2.2 Dinding	5
2.3 Panel	6
2.3.1 Pengertian Panel	6
2.3.2 Komponen Dasar	6
2.3.3 Jenis Panel	7
2.3.4 Keunggulan Panel	11
2.3.5 Cara Pemasangan	12
2.4 Tenaga Kerja	15
2.4.1 Produktivitas Tenaga Kerja	16
2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tenaga Kerja	17
2.4.3 Pengukuran Produktivitas Kerja	18
2.5 Sampel	19
2.5.1 Metode Slovin	19
2.5.2 Metode Proportionate Stratified Random Sampling	20
2.5.3 Distribusi Frekuensi	20
2.5.4 Ukuran Pemusatan Data (Tendensi Sentral)	21



2.6	Manajemen Waktu Proyek	23
2.6.1	PERT (Program Evaluation and Review Technique)	23
2.6.2	CCPM (Critical Chain Project Management)	27
2.7	Penelitian Terdahulu	34
BAB III. METODE PENELITIAN		37
3.1.	Metode Penelitian	37
3.2.	Diagram Alir Penelitian	37
3.3.	Subjek Penelitian	39
3.4.	Objek dan Lokasi Penelitian	39
3.5.	Prosedur Penelitian	39
3.5.1.	Tahap Persiapan Penelitian	39
3.5.2.	Tahap Pengumpulan Data	39
3.5.3.	Tahap Pengolahan dan Analisis Data	40
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Gambaran Umum Proyek Panel	45
4.2	Tipe Panel	45
4.3	Langkah Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel	47
4.3.1	Pemasangan Besi Stek	47
4.3.2	Pemasangan Dinding Panel	49
4.3.3	Pemasangan Perkuatan	52
4.3.4	Pemasangan MEP	53
4.3.5	Pemlesteran Tahap 1	55
4.3.6	Persiapan Pemlesteran Tahap 2	56
4.3.7	Pemlesteran Tahap 2	57
4.4	Pekerjaan Pemasangan Besi Stek	59
4.4.1	Analisis Waktu	59
4.4.2	Distribusi Frekuensi	59
4.5	Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel	61
4.5.1	Analisis Waktu	61
4.5.2	Distribusi Frekuensi	62
4.6	Pekerjaan Pemasangan Perkuatan	65
4.6.1	Analisis Waktu	65
4.6.2	Distribusi Frekuensi	66
4.7	Pekerjaan Pemasangan MEP	67



4.7.1 Analisis Waktu.....	67
4.7.2 Distribusi Frekuensi	68
4.8 Pekerjaan Pemlesteran Tahap 1	69
4.8.1 Analisis Waktu.....	69
4.8.2 Distribusi Frekuensi	71
4.9 Pekerjaan Persiapan Pemlesteran Tahap 2	73
4.9.1 Analisis Waktu.....	73
4.9.2 Distribusi Frekuensi	75
4.10 Pekerjaan Pemlesteran Tahap 2	77
4.10.1 Analisis Waktu	77
4.10.2 Distribusi Frekuensi.....	79
4.11 Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	81
4.11.1 Penjadwalan dengan Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	83
4.11.2 Hubungan Kegiatan pada Penjadwalan dengan Metode PERT.....	91
4.12 Metode CCPM (<i>Critical Chain Project Management</i>)	92
4.12.1 Hubungan Kegiatan pada Penjadwalan dengan Metode CCPM	98
4.13 Produktivitas Pekerjaan Dinding Panel	99
4.14 Probabilitas Pekerjaan Dinding Panel	100
4.14.1 Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m).....	100
4.14.2 Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m) + <i>buffer</i>	101
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	109

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	34
Tabel 3.1	Hasil Sampling dengan Metode <i>Proportionated Stratified Random Sampling</i> ..	42
Tabel 3.2	Contoh Tabel <i>Daily Record Sheet</i> pada Pemasangan Dinding	42
Tabel 4.1	Hasil Sampling dengan Metode <i>Proportionated Stratified Random Sampling</i> ..	46
Tabel 4.2	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan Besi Stek	59
Tabel 4.3	Frekuensi Pemasangan Besi Stek	60
Tabel 4.4	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan Dinding Panel 1	61
Tabel 4.5	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan Dinding Panel 2	61
Tabel 4.6	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan Dinding Panel 3	62
Tabel 4.7	Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 1	62
Tabel 4.8	Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 2	63
Tabel 4.9	Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 3	64
Tabel 4.10	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan Perkuatan.....	65
Tabel 4.11	Frekuensi Pemasangan Perkuatan	66
Tabel 4.12	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemasangan MEP	67
Tabel 4.13	Frekuensi Pemasangan MEP	68
Tabel 4.14	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 1	69
Tabel 4.15	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 2.....	70
Tabel 4.16	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 3	70
Tabel 4.17	Frekuensi Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 1	71
Tabel 4.18	Frekuensi Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 2.....	72
Tabel 4.19	Frekuensi Pemlesteran Tahap 1 untuk Panel 3.....	72
Tabel 4.20	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 1	73
Tabel 4.21	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 2	74
Tabel 4.22	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 3	74
Tabel 4.23	Frekuensi Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 1	75
Tabel 4.24	Frekuensi Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 2	76
Tabel 4.25	Frekuensi Persiapan Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 3	76
Tabel 4.26	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 1	78
Tabel 4.27	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 2.....	78
Tabel 4.28	Hasil <i>Daily Record Sheet</i> Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 3.....	78



Tabel 4.29 Frekuensi Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 1	79
Tabel 4.30 Frekuensi Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 2	80
Tabel 4.31 Frekuensi Pemlesteran Tahap 2 untuk Panel 1	81
Tabel 4.32 Nilai a, m, b, S, dan V per m ² (menit).....	82
Tabel 4.33 Tahapan Penjadwalan.....	83
Tabel 4.34 Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 1	84
Tabel 4.35 Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 2	86
Tabel 4.36 Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 3	88
Tabel 4.37 Nilai durasi per m ² Tahapan 1 Metode PERT.....	90
Tabel 4.38 Nilai durasi per m ² Tahapan 2 Metode PERT.....	90
Tabel 4.39 Nilai durasi per m ² Tahapan 3Metode PERT.....	90
Tabel 4.40 Tahapan Penjadwalan.....	92
Tabel 4.41 Hubungan Aktivitas Tahapan 1 Nilai Terealistis (m)	93
Tabel 4.42 Durasi Pekerjaan Panel 3	95
Tabel 4.43 Hubungan Aktivitas Tahapan 1 Nilai Terealistis (m) + <i>buffer</i>	95
Tabel 4.44 Nilai durasi per m ² Tahapan 1 Metode CCPM	97
Tabel 4.45 Nilai durasi per m ² Tahapan 2 Metode CCPM	97
Tabel 4.46 Nilai durasi per m ² Tahapan 3 Metode CCPM	97
Tabel 4.47 Durasi Terealistis (m) Pekerjaan Dinding Panel Metode CCPM (Menit)	100
Tabel 4.48 Durasi Terealistis (m) + <i>buffer</i> Pekerjaan Dinding Panel dengan Metode CCPM (Menit).....	101

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tampilan Panel EPS	6
Gambar 2.2	M-Panel Jenis Single Panel	7
Gambar 2.3	Berat dan Ketebalan Panel tipe PSM	8
Gambar 2.4	Potongan Single Panel PSMHP	8
Gambar 2.5	Berat dan Ketebalan Panel PSMHP	9
Gambar 2.6	Berat dan Ketebalan Panel PST	10
Gambar 2.7	M-Panel Jenis Double Panel	10
Gambar 2.8	Potongan Double Panel	11
Gambar 2.9	Pemasangan Besi Stek	13
Gambar 2.10	Pemasangan Panel	13
Gambar 2.11	Pemasangan Cross-Brace dan U-Mesh	13
Gambar 2.12	Pemasangan Wiremesh Siku	14
Gambar 2.13	Pemasangan Support dan Instalasi M/E	14
Gambar 2.14	Plester I dan Kepalaan	14
Gambar 2.15	Plesteran II dan Perataan	15
Gambar 2.16	Acian dan Finishing	15
Gambar 2.17	Skema Sistem Produksi	17
Gambar 2.18	Contoh Histogram	21
Gambar 2.19	Tiga Macam Taksiran Waktu pada Distribusi Beta.....	24
Gambar 2.20	<i>Expected Value</i> , Nilai Tengah, a , m , b dalam Distribusi Beta	25
Gambar 2.21	Kasus Ideal: Tiga Proyek dengan Sumber Daya yang didedikasikan	28
Gambar 2.22	Kebutuhan Sumber Daya pada Tiga Proyek dengan <i>Multitasking</i>	29
Gambar 2.23	Kebutuhan Sumber Daya pada Tiga Proyek tanpa <i>Multitasking</i>	29
Gambar 2.24	Hilangnya Waktu Pengamanan akibat <i>Student Syndrome</i>	30
Gambar 2.25	Kurva Usaha terhadap Waktu dengan Perlakuan <i>Student Syndrome</i>	31
Gambar 2.26	Perhitungan Konsumsi <i>Buffer</i>	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1	Detail Tipe Panel	45
Gambar 4.2	Denah Panel	46
Gambar 4.3	(a) Besi Stek Polos Ø8, (b) Bor dan Mata Bor 8 mm	47
Gambar 4.4	Besi Stek yang Dipasang saat Pengecoran	48
Gambar 4.5	Pengeboran Lubang untuk Besi Stek, (b) Pemasangan Besi Stek	49
Gambar 4.6	(a) Panel tipe PSM 10, (b) Mata gergaji besi, dan (c) <i>Bolt Cutter</i>	50
Gambar 4.7	(a) Pengukuran as kolom, (b) Penggunaan lot benang agar perletakan panel lurus	50



Gambar 4.8	Pemasangan Dinding Panel	51
Gambar 4.9	(a) Pemotongan Besi Wiremesh, (b) Pemotongan EPS	51
Gambar 4.10	Kawat Bendrat	52
Gambar 4.11	Pliers/Tang	52
Gambar 4.12	(a) Pengikatan antar Panel, (b) Pengikatan Panel ke Stek Besi	53
Gambar 4.13	(a) <i>Over lapping</i> pada wiremesh, (b) Perkuatan antar panel	53
Gambar 4.14	(a) Hot Gun, (b) Pipa MEP	54
Gambar 4.15	Pelelehan EPS dengan Menggunakan <i>Hot Gun</i>	54
Gambar 4.16	Plesteran tahap 1	55
Gambar 4.17	Jidar	56
Gambar 4.18	Benang dan Lot yang Berfungsi sebagai Sikuan	57
Gambar 4.19	Acuan yang Terbuat dari Plesteran	57
Gambar 4.20	Plesteran Tahap 2	58
Gambar 4.21	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Besi Stek	60
Gambar 4.22	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 1	63
Gambar 4.23	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 2	64
Gambar 4.24	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 3	65
Gambar 4.25	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Perkuatan	67
Gambar 4.26	Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan MEP	69
Gambar 4.27	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 1	71
Gambar 4.28	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 2	72
Gambar 4.29	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 3	73
Gambar 4.30	Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1	75
Gambar 4.31	Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2	76
Gambar 4.32	Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3	77
Gambar 4.33	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1	79
Gambar 4.34	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2	80
Gambar 4.35	Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3	81
Gambar 4.36	Set Panel 1	84
Gambar 4.37	Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 1	85
Gambar 4.38	Set Panel 2	86
Gambar 4.39	Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 2	87
Gambar 4.40	Set Panel 3	88
Gambar 4.41	Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 3	89



Gambar 4.42	<i>Time Scale Diagram</i> 3 Tahapan Pekerjaan Metode PERT	91
Gambar 4.43	Set Panel 1	92
Gambar 4.44	<i>Network Diagram</i> Nilai Terealistis (m) Tahapan 3 Metode CCPM	94
Gambar 4.45	<i>Network Diagram</i> Nilai Terealistis (m) + <i>buffer</i> Tahapan 3 Metode CCPM	96
Gambar 4.46	<i>Time Scale Diagram</i> Tiga Tahapan Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m)	98
Gambar 4.47	<i>Time Scale Diagram</i> Tiga Tahapan Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m) + <i>buffer</i>	99
Gambar 4.48	Grafik Distribusi Nilai z untuk Durasi Terealistis	101
Gambar 4.47	Grafik Distribusi Nilai z untuk Durasi Terealistis + <i>buffer</i>	102

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan	109
Lampiran 2. Laporan Harian Pekerjaan	123
Lampiran 3. Tabel Distribusi Z (Positif)	135
Lampiran 4. Tabel Distribusi Z (Negatif)	136
Lampiran 5. Tabel R	137
Lampiran 6. Uji Validasi Data	138
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	139
Lampiran 8. Denah Ruko The Boulevard Lt.03 AS A-O	142
Lampiran 9. Detail Potongan Panel Lt.03 AS A-O	143

RINGKASAN

Indira Thenisia Latuba Farma, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2017, *Analisis Durasi Pekerjaan Dinding Panel berdasarkan Metode PERT dan CCPM (Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)*, Dosen Pembimbing : Rahayu Kusumaningrum, ST., MT., M.Sc. dan Saifoe El Unas, ST., MT.

Keberhasilan dari suatu proyek adalah jika proyek yang dilaksanakan sesuai dengan jadwal dan sesuai dengan standar proyek yaitu tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Hal ini yang mendorong munculnya penggabungan kemajuan teknologi khususnya dalam bidang material bahan bangunan dengan teknologi terbaru untuk mendapatkan hasil pengerjaan yang cepat. Salah satunya adalah material Panel, dengan bahan utama adalah *Expanded Polystyrene System (EPS)* dan *Wiremesh*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama pekerjaan panel dapat terselesaikan dan mengetahui produktivitas dan probabilitas pekerjaan dinding panel.

Penelitian dilakukan dengan pengamatan secara langsung pekerjaan di lapangan untuk mencatat waktu pada masing-masing kegiatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) untuk mendapatkan total durasi pekerjaan dinding panel lalu dilanjutkan dengan Metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) untuk mendapatkan nilai produktivitas. Dimana durasi pekerjaan untuk 1 hari kerja adalah selama 8 jam dengan perkiraan waktu efektif 1 jam adalah 40 menit Nilai probabilitas pekerjaan didapatkan dengan menggunakan tabel distribusi nilai Z (normal baku).

Dari analisis dan perhitungan didapat durasi untuk tiap tahapan pekerjaan ditinjau dari segi waktu optimis (a), realistik (m), dan pesimis (b) adalah: pemasangan besi stek sampai plesteran tahap 1 sebesar 49,513 menit/ panel, persiapan plesteran tahap 2 sebesar 18,859 menit/ panel, dan plesteran tahap 2 adalah 30,117 menit/ panel. Untuk total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding panel menggunakan metode PERT adalah 6,598 jam/m² dan total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding panel menggunakan metode CCPM adalah: dengan durasi terealistis (m) sebesar 6,587 jam/m², dengan durasi terealistis (m) + *buffer* sebesar 6,634 jam/m². Hasil nilai produktivitas pekerjaan dinding panel ditinjau dari durasi CCPM adalah 16,508 m²/jam. Probabilitas pekerjaan dinding panel berdasarkan durasi pada metode PERT dan CCPM adalah: dengan durasi terealistis (m) sebesar 75,78%, dengan durasi terealistis (m) + *buffer* sebesar 99,98%.

Kata kunci : Panel, penjadwalan, produktivitas, probabilitas, PERT, CCPM

SUMMARY

Indira Thenisia Latuba Farma, *Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, July 2017, Analysis of Panel Wall Construction Based on PERT and CCPM Method (A Case Study: Shophouse Project of The Boulevard, Jakarta Garden City), Academic Supervisors: Rahayu Kusumaningrum, ST., MT., M.Sc. and Saifoe El Unas, ST., MT.*

The success of a project is marked by punctuality on schedule and done accordingly to the project's standard; on time, within budget, and meeting the quality specified. This encourages the combination of technological advancements, especially in building materials, with the newest technology in order to acquire the shortest construction duration. One of it is the Panel material, with the main material being Expanded Polystyrene System (EPS) and Wiremesh. This research aims to discover how long does it take for a panel construction to finish and to find out the productivity and probability of a wall panel construction.

The research was done by direct observation on field to record the duration on each construction. The method used in this research was PERT Method (Program Evaluation and Review Technique), in order to acquire the duration on wall panel construction, then followed by CCPM Method (Critical Chain Project Management) in order to acquire the productivity value. Which the duration for 1 workday is 8 hours with the effective time estimation of an hour is 40 minutes. The probability value of construction was obtained by using distribution of Z value (normal standard).

From the analysis and calculation, it was found that the duration for each construction stage, seen from optimistic (a), realistic (m), and pessimistic (b) duration were: iron cutting installation to plastering stage 1 took 49,513 mins/panel, preparation for plastering stage 2 took 18,859 mins/panel, and plastering step 2 took 30,117 mins/panel. The total duration from scheduling to panel wall construction using PERT method was 6,598 hrs/m² and the total scheduling of wall panel construction using CCPM method were: with realistic duration (m) took 6,598 hrs/m², with realistic duration (m) + buffer took 6,587 hrs/m². The productivity value of wall panel construction seen from CCPM duration was 16.508 m²/hour. The probability of wall panel construction based on PERT and CCPM method were: with realistic duration (m) took 75,78%, with realistic duration (m) + buffer took 99,98%.

Keywords : *panel, schedulling, productivity, probability, PERT method, CCPM method*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap proyek konstruksi dibutuhkan adanya manajemen atau pengelolaan konstruksi yang dituntut memiliki kinerja yang baik dan benar agar memperoleh hasil akhir sesuai dengan keinginan. Sumber daya merupakan faktor penentu keberhasilan suatu proyek konstruksi. Menurut Terry (1968), sumber yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan dalam manajemen berupa unsur dasar (*basic element*) atau sarana/alat yang meliputi: *men, materials, machines, methods, money and markets*.

Setiap proyek konstruksi selalu dihadapkan pada parameter penting pelaksanaan proyek yang sering dikenal sebagai sasaran proyek konstruksi. Sehingga salah satu keberhasilan dari proyek konstruksi dapat ditentukan dengan penyelesaian proyek konstruksi sesuai dengan jangka waktu dan tanggal yang telah ditentukan dalam dokumen kontrak dan sesuai dengan rencana dan spesifikasi awal perencanaan, dengan kata lain keberhasilan suatu proyek adalah jika proyek yang dilaksanakan sesuai dengan jadwal dan sesuai dengan standar proyek yaitu tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya.

Hal inilah yang mendorong munculnya inovasi – inovasi baru untuk mendukung pengerjaan proyek konstruksi baik dari segi ketepatan waktu dan kualitas bahan, dari proses pengerjaan dan material yang digunakan. Semakin banyak cara atau teknik yang digunakan sebagai penunjang material bahan bangunan khususnya pada pembangunan gedung. Untuk mendapatkan hasil pengerjaan yang cepat diperlukan adanya penggabungan kemajuan teknologi khususnya dalam bidang material bahan bangunan dengan beberapa teknologi terbaru yang dianggap dapat saling menunjang kegunaan bahan material dalam proses pengerjaan.

Material ini adalah Panel, dimana bahan utamanya menggunakan *Expanded Polystyrene System (EPS)* dan *Wiremesh*. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam perusahaan penyedia material panel, salah satunya adalah PT. M-Panel Indonesia. Material Panel berfungsi sebagai pengganti material untuk rangka atap, dinding, partisi, tangga, lantai dan yang lain. Panel merupakan material yang sangat mudah pelaksanaannya dan memerlukan waktu yang relatif sangat cepat dibandingkan dengan batu bata konvensional. Teknologi pembuatan dinding dengan menggunakan Panel semakin banyak diminati di

bidang konstruksi di Indonesia. Oleh karena itu diperlukan adanya analisis terhadap durasi pekerjaan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Setelah durasi pekerjaan didapatkan, akan diketahui berapa nilai buffer yang dapat diambil yang nantinya digunakan dalam penjadwalan dengan metode CCPM (*Critical Chain project Management*). Penjadwalan ini berguna untuk mengetahui berapa lama pekerjaan panel dapat terselesaikan yang membuat suatu proyek menjadi lebih efektif dari segi waktu.

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam upaya untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang lebih efektif dan efisien diperlukan adanya penggunaan material yang sesuai. Sebuah teknologi baru yaitu Panel sangat cocok diterapkan dalam pekerjaan dinding ini. Panel terdiri dari lembaran EPS dan kawat baja yang membuat pengerjaannya akan menjadi lebih ringan, mudah dan cepat. Karena digunakan sebagai pengganti beton bertulang konvensional, maka material ini perlu dilakukan analisis produktivitas dan penjadwalannya.

1.3 Rmusan Masalah

Dari uraian diatas dapat dipersamaankan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa durasi yang dibutuhkan pada pekerjaan dinding panel ditinjau dari metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)?
2. Berapa total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding Panel dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)?
3. Berapa total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding Panel dengan menggunakan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*)?
4. Berapa produktivitas pekerjaan dinding Panel ditinjau dari durasi CCPM (*Critical Chain Project Management*)?
5. Berapa probabilitas durasi pekerjaan dinding Panel dengan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) terhadap durasi yang diharapkan dari metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyelesaian penelitian ini batasan masalah atau ruang lingkup studi untuk dianalisis sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
2. Objek penelitian dikhususkan terhadap pekerjaan dinding.
3. Pengamatan pekerjaan dinding dilakukan mulai dari tahap awal pemasangan hingga plesteran.
4. Material yang ditinjau adalah material M-Panel (Panel).
5. Metode yang digunakan adalah PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CCPM (*Critical Chain Project Management*).
6. Nilai buffer yang dimasukkan pada penjadwalan metode CCPM adalah nilai tengah antara nilai pesimis (b) dikurangi nilai terealistis (m).

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui berapa durasi yang dibutuhkan pada pekerjaan dinding panel ditinjau dari metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*).
2. Mengetahui berapa total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding Panel dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).
3. Mengetahui berapa total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding Panel dengan menggunakan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*).
4. Mengetahui berapa produktivitas pekerjaan dinding Panel ditinjau dari durasi CCPM (*Critical Chain Project Management*).
5. Mengetahui probabilitas durasi pekerjaan dinding Panel dengan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) terhadap durasi yang diharapkan dari metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi referensi bagi penulis, konsultan maupun kontraktor dalam memilih material baru yang lebih efektif dan efisien digunakan sesuai dengan kebutuhan yang harus dipenuhi.
2. Dapat menambah wawasan di dunia ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di lingkungan akademis maupun aplikasi di lapangan di bidang jasa konstruksi.
3. Dapat digunakan sebagai referensi mahasiswa yang akan meneliti lebih lanjut tentang penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Konstruksi

Material Konstruksi adalah komponen yang paling banyak memakan waktu dan biaya, hal itu menyebabkan pemilihan material yang tepat menjadi unsur yang sangat penting. Pemilihan material yang baik sesuai dengan waktu dan biaya serta tenaga kerja yang tersedia dapat meningkatkan mutu proyek sekaligus dapat menekan biaya konstruksi.

2.2 Dinding

Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Umumnya, dinding membatasi suatu bangunan dan menyokong struktur lainnya, membatasi ruang dalam bangunan menjadi ruangan-ruangan, atau melindungi atau membatasi suatu ruang di alam terbuka. Tiga jenis utama dinding struktural adalah dinding bangunan, dinding pembatas (*boundary*), serta dinding penahan (*retaining*).

Di daerah tropis, dinding memenuhi berbagai fungsi seperti: (Frick & Setiawan, 2001)

1. Membagi ruang yang luas atas ruang yang ukurannya lebih nyaman.
2. Mencegah masuknya debu atau air hujan dan sekaligus memungkinkan pengudaraan ruang dalam.
3. Menyediakan tempat teduh, segar, dan nyaman serta memberi kebebasan (*privacy*) dan perlindungan bagi penghuni.
4. Menerima beban (*load bearing wall*) dari konstruksi lantai atas atau atap dan menyalurkan beban itu kepada sloof dan pondasi.

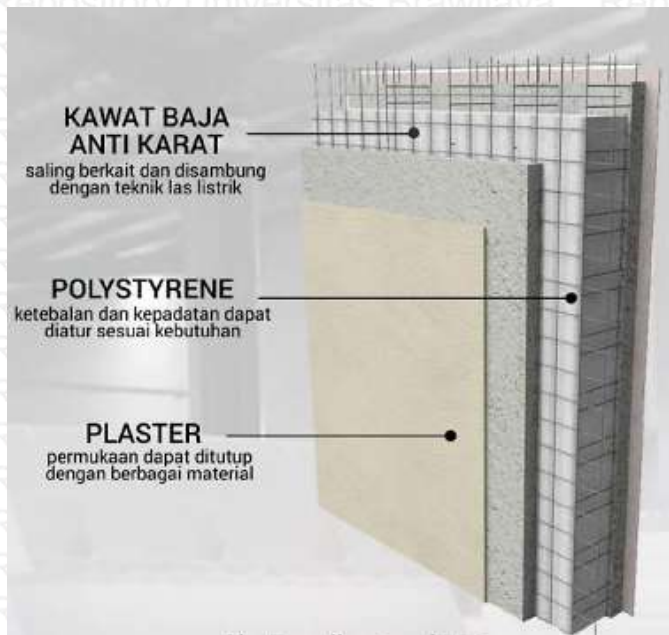
Terdapat beberapa hal dalam perencanaan penggunaan material dinding yang harus diperhatikan untuk menunjang keberhasilan dan kelancaran pelaksanaan suatu proyek, yaitu sebagai berikut: (Ningrum, 2014)

1. Tepat guna, yaitu pemilihan jenis material dan proses pengerjaan disesuaikan dengan konstruksi bangunan.
2. Tepat mutu, yaitu material dinding yang digunakan sesuai dengan spesifikasi atau persyaratan yang ditentukan.
3. Tepat waktu, yaitu perencanaan jadwal pekerjaan disesuaikan dengan sumber daya yang tersedia sehingga dalam pelaksanaannya dapat berjalan dengan efektif.

4. Tepat biaya, yaitu anggaran yang telah di tentukan dapat digunakan sebagaimana mestinya dan seefisien mungkin, tanpa mengorbankan standar mutu hingga pekerjaan selesai.

2.3 Panel

2.3.1 Pengertian Panel



Gambar 2.1 Tampilan Panel EPS
Sumber: Modul M-Panel, 2010

Material M-Panel merupakan hasil inovasi teknologi konstruksi terkini yang terbuat dari bahan-bahan yang ramah lingkungan, bersifat ringan tapi tetap kokoh, tidak menyalurkan api dan kedap suara. M-Panel digunakan sebagai pengganti material bangunan konvensional seperti batu bata. Pada prinsipnya material dapat berfungsi sebagai struktur sehingga dapat mengurangi penggunaan struktur konvensional pada bangunan.

M-Panel menyediakan sistem panel-panel modular siap pakai untuk pemasangan yang lebih cepat dibandingkan dengan sistem konvensional. Sistem M-Panel memenuhi fungsi struktural dan fungsi daya tahan beban, menawarkan daya tahan yang tinggi terhadap suhu dan kebisingan serta menyediakan beragam jenis bentuk dan model untuk memberikan fleksibilitas dalam penentuan desain

2.3.2 Komponen Dasar

Panel terdiri dari komponen EPS (*Extended Polystyrene Stereof foam*) dan jaringan kawat baja (*wiremesh*).

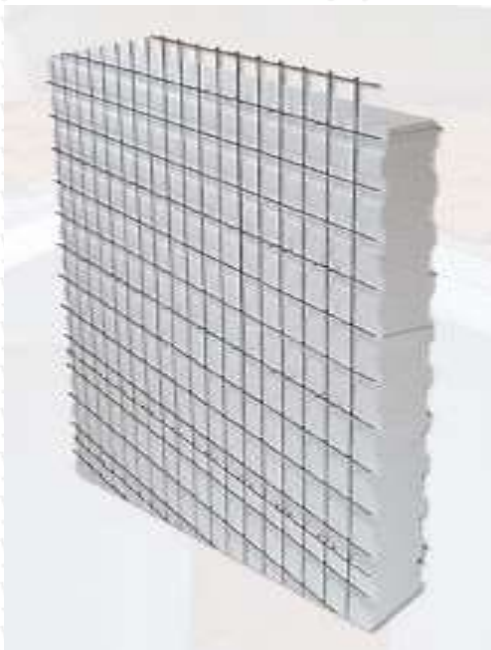
1. EPS pada panel memiliki material yang disebut *polyfoam*. Material ini bersifat tidak beracun, tidak berbahaya, tidak merambatkan api dan tidak mengandung bahan kimia aktif. Material *polyfoam* ini didesain dengan kepadatan dan ketebalan yang berbeda, sesuai dengan jenis panel yang akan digunakan. Kepadatan material EPS ini bervariasi, mulai dari 15-35 kgf/m³ dengan ketebalan antara 40-320 mm.
2. Jaring kawat baja (*wiremesh*) terbuat dari kawat baja yang telah di galvanis dan dilas/*welding*, yang diletakkan dikedua sisi panel EPS dan saling terhubung satu dengan yang lainnya. Diameter kawat yang digunakan bervariasi sesuai dengan kegunaan yaitu mulai dari 2,5 – 3mm dengan kekuatan tarik > 600 MPa

2.3.3 Jenis Panel

M-panel memiliki beberapa macam tipe dan model yang dapat digunakan untuk berbagai macam pekerjaan sesuai dengan kebutuhannya. Ada beberapa jenis panel yaitu:

1. Single Panel

- **Single Panel Struktur (PSM)**



Gambar 2.2 M-Panel Jenis *Single Panel*
Sumber: Booklet M-Panel, 2017

PSM merupakan dinding panel struktur yang terbuat dari lapisan EPS (*Expanded Polystyrene*) yang diselimuti oleh kawat baja dan dihubungkan dengan konektor kawat baja, yang kemudian di plester pada kedua sisinya. Single panel tipe PSM memiliki ketentuan sebagai berikut:

- Jarak kawat baja dengan EPS = 1 cm.

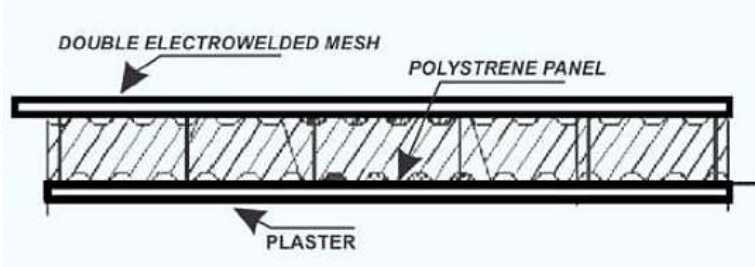
- Tebal plesteran = 2,5 cm dari kawat baja tertular.
- Tebal EPS = 4cm – 24cm (tergantung dari fungsi dan kegunaannya)
- Dimensi kotakan kawat baja = 7,5 cm x 7,5 cm
- Diameter kawat baja selimut = 2,5 mm
- Diameter kawat baja konektor = 3,00 mm
- Lebar modul lembaran panel = 1,2 m
- Panjang modul lembaran panel = maksimal 9,00 m (sesuai dengan permintaan)

PSM ø 2,5-3,5 Kepadatan 15 Kg/m ³	Ketebalan EPS (mm)	Ketebalan beton (mm)	Jarak antara dua jaring siku (mm)	Ketebalan total (mm)	Berat panel (Kg/m ²)	Berat dinding (panel+beton) (Kg/m ²)
PSM 40	40	35	62.5	110	3.54	146.5
PSM 50	50	35	72.5	120	3.73	146.7
PSM 60	60	35	82.5	130	3.93	147.0
PSM 80	80	35	102.5	150	4.32	147.4
PSM 100	100	35	122.5	170	4.71	147.9
PSM 120	120	35	142.5	190	5.10	148.4
PSM 140	140	35	162.5	210	5.49	148.9
PSM 160	160	35	182.5	230	5.88	149.4
PSM 180	180	35	202.5	250	6.27	149.9
PSM 200	200	35	222.5	270	6.66	150.3

Gambar 2.3 Berat dan Ketebalan Panel tipe PSM

Sumber: Booklet M-Panel, 2017

- **Single Panel dengan 2 Kawat Baja (PSMHP)**



Gambar 2.4 Potongan Single Panel PSMHP

Sumber: Booklet M-Panel, 2017

PSMHP merupakan dinding yang terbuat dari lapisan EPS (*Expanded Polystyrene*) yang diselimuti oleh dua lapisan kawat baja pada kedua sisinya dan dihubungkan oleh konektor baja, yang kemudian diplester pada kedua sisinya. Panel tipe PSMHP memiliki ketentuan sebagai berikut:

- Jarak kawat baja lapisan pertama dengan EPS = 1,00 cm
- Jarak kawat baja lapis kedua dengan kawat baja lapis pertama = 1,00 cm

- Tebal EPS = 4 – 8 cm (tergantung dari tiap fungsi dan kegunaan)
- Tebal plesteran = 5 cm dari EPS terluar atau 3 cm dari kawat baja lapis terluar
- Dimensi kotakan kawat baja = 7,5 cm x 7,5 cm
- Diameter kawat baja selimut = 2,5 mm
- Diameter kawat baja konektor = 3,0 mm

Tipe Panel PSMHP	Ketebalan EPS (mm)	Ketebalan beton tiap sisi (mm)	Jarak antara penguat (mm)	Ketebalan total (mm)
PSMHP 50	50	50	80	150
PSMHP 60	60	50	90	160
PSMHP 80	80	50	110	180
PSMHP 100	100	50	130	200
PSMHP 120	120	50	150	220
PSMHP 140	140	50	170	240
PSMHP 160	160	50	190	260
PSMHP 180	180	50	210	280
PSMHP 200	200	50	230	300

Gambar 2.5 Berat dan Ketebalan Panel PSMHP

Sumber: Booklet M-Panel, 2017

- **Single Panel Partisi (PST)**

PST adalah dinding panel untuk partisi yang terbuat dari lapisan EPS (*Expanded Polystyrene*) yang di selimuti oleh kawat baja dan dihubungkan dengan konektor kawat baja yang kemudian di plester di kedua sisinya. PST memiliki ketentuan sebagai berikut:

- Jarak kawat baja dengan EPS = 0,5 cm
- Tebal plesteran adalah 2,0 cm dari kawat baja terluar
- Tebal EPS = 4 – 24 cm (tergantung dari tiap fungsi dan kegunaan)
- Dimensi kotakan kawat baja = 7,5 cm x 7,5 cm
- Dimensi kawat baja selimut = 2,5 mm
- Diameter kawat baja konektor = 3,0 mm

PSM ϕ 2,5-3,5 Kepadatan 15 Kg/m ³	Ketebalan EPS (mm)	Ketebalan beton (mm)	Jarak antara dua jaring siku (mm)	Ketebalan total (mm)	Berat panel (Kg/m ²)	Berat dinding (panel+beton) (Kg/m ²)
PST 40	40	25	52.5	90	3.49	106.4
PST 50	50	25	62.5	100	3.69	106.6
PST 60	60	25	72.5	110	3.88	106.9
PST 80	80	25	92.5	130	4.27	107.4
PST 100	100	25	112.5	150	4.66	107.8
PST 120	120	25	132.5	150	5.06	108.3
PST 140	140	25	152.5	190	5.45	108.8
PST 160	160	25	172.5	210	5.84	109.3
PST 180	180	25	192.5	230	6.24	109.8
PST 200	200	25	212.5	250	6.62	109.8

Gambar 2.6 Berat dan Ketebalan Panel PST
Sumber: Booklet M-Panel, 2017

2. Double Panel

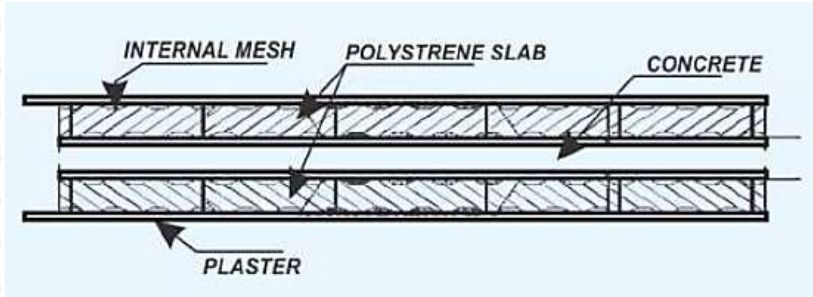


Gambar 2.7 M-Panel Jenis Double Panel
Sumber: Booklet M-Panel, 2017

Double Panel merupakan dua lembar EPS (*Expanded Polystyrene*) yang masing-masing diselubungi kawat baja dan dihubungkan oleh kawat baja konektor yang dilas elektrik sehingga terdapat rongga ditengahnya. Rongga tersebut diisi dengan tulangan baja dan cor beton lalu dipleser di kedua sisi bagian luar. Double Panel memiliki ketentuan sebagai berikut:

- Ketebalan rongga = bervariasi 8 – 16 cm, tergantung dari kegunaan dan perhitungan struktur

- Ketebalan EPS = <5 cm
- Jarak kawat baja dengan EPS = 1 cm
- Tebal plesteran sisi luar = 2,5 cm dari kawat baja
- Lebar panel per lembaran modul = 1,2 m



Gambar 2.8 Potongan Double Panel
Sumber: Booklet M-Panel, 2017

2.3.4 Keunggulan Panel

1. Hemat Biaya dan Cepat

Keuntungan dalam penggunaan material panel adalah berupa penghematan. Penghematan ini berupa biaya bangunan, biaya tenaga kerja, dan waktu pengerjaan konstruksi karena menggunakan sistem *modular cutting list*. Dalam waktu rata-rata 8 jam kerja mampu menyelesaikan panel seluas 40-60 m².

2. Kedap Suara

Panel bersifat kedap suara dan dapat menjadi *acoustic barrier* yang baik.

3. Ringan dan Kokoh

Panel memiliki sifat ringan dan padat, sehingga akan mempermudah proses konstruksi. Berat panel ± 3,5 – 5 kg/m², karena itu bangunan dengan menggunakan material panel membutuhkan sedikit tenaga kerja.

4. Hemat Energi dan Ramah Lingkungan

Panel dibuat dengan proses dan bahan baku yang ramah lingkungan. Dalam proses konstruksi penggunaan material alam dapat dikurangi secara signifikan, sehingga panel dapat menjadi solusi konstruksi berbasis ramah lingkungan. Panel juga dapat menghemat pemakaian energi pendingin/penghangat ruangan sampai 40%, karena panel dapat mempertahankan suhu dalam ruangan.

5. Tahan Api

Bahan Polystyrene yang terdapat dalam material panel bersifat *fire retardant* (memadamkan api) dan sudah diuji melalui tes verifikasi di laboratorium.

6. Daya Tahan Gempa

Material Panel dapat mempertahankan struktur bangunan dari kerusakan akibat gempa bumi. Hal ini sangat bermanfaat karena Indonesia terletak di daerah seismik yang dapat terjadi gempa sewaktu-waktu.

7. Mudah di Desain dan Serbaguna

Panel dapat mendukung berbagai macam desain, karena panel dapat dipotong dengan mudah dan dapat diberi sentuhan akhir dengan berbagai macam material lainnya. Panel juga mudah untuk dikaitkan dengan unsur konstruksi lain yaitu atap, lantai, keramik, dan gypsum.

2.3.5 Cara Pemasangan

Panel adalah sistem bangunan *semi-prefab*, dimana setelah terpasang, panel masih perlu di plester dengan cara *shotcrete* yang jauh lebih cepat dari taplok plaster manual. Pemasangan Panel sama sekali tidak mengandalkan alat berat seperti *hoist*, *forklift*, atau *crane*. Karena panel yang belum terplester sangat ringan ($3-4 \text{ kg/m}^2$), logistik pemindahan panel dari truk/*container* ke lokasi pemasangan dapat dengan mudah dikerjakan oleh tukang.

Pemasangan Panel masih mengambil manfaat dari biaya tenaga di Indonesia yang relatif rendah dibandingkan negara lain, namun jauh lebih efisien kebutuhan tukanganya dibandingkan dengan menumpuk bata, tidak tergantung / perlu investasi alat berat, dan dengan produk akhir yang unggul. Panel dipesan dan dikirim secara *modular cutting-list*, dimana panel-panel dinding sudah diproduksi secara presisi, sesuai dengan ukuran dan bentuk/bukaan-bukaan untuk proyek spesifik.

Keuntungan dari sistem *modular cutting-list* ini adalah:

1. Penghematan pada waktu pemasangan. Saat panel tiba dapat langsung dipasang, karena tidak perlu memotong dan menumpuk (bata). Panel ini difabrikasi dengan presisi tinggi, sehingga bisa meminimalisir masalah *craftsmanship* di lapangan.
2. Penghematan biaya. Harga panel adalah perluasannya m^2 , semua potongan atau bukaan tidak dikenakan biaya tambahan. Dan akan ada tambahan beberapa modul tipikal untuk cadangan apabila ada terjadi kesalahan pemasangan di lapangan. *Waste* dan *reject* material, seperti yang selalu terjadi pada bata dan bata ringan, akan minimal bahkan hilang.
3. Ramah lingkungan dikarenakan semua bongkah EPS yang dipotong akan 100% didaur ulang untuk menjadi panel-panel berikutnya.

Tahapan pemasangan dinding M-Panel adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan besi stek

Sloof / lantai / kolom / balok secara *zigzag*. Untuk struktur baja, stek dilas pada kolom WF.

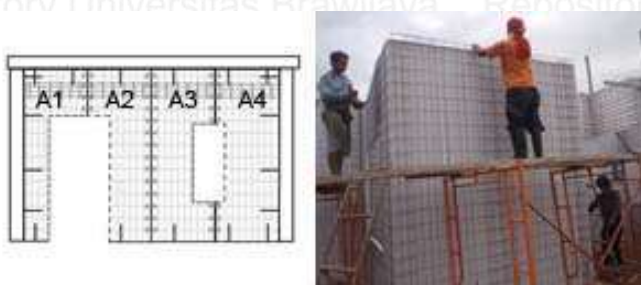


Gambar 2.9 Pemasangan Besi Stek

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

2. Pemasangan Panel

Siapkan panel sesuai dengan gambar, atau potong panel *modular* sesuai kebutuhan. Ikatkan M-Panel pada besi stek yang sudah disediakan dengan menggunakan kawat beton.



Gambar 2.10 Pemasangan Panel

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

3. Pemasangan cross-brace dan u-mesh

Pasang *cross-brace* pada setiap sudut bukaan pintu dan jendela di kedua sisi panel. Pasang *U-mesh* pada sekeliling bukaan pintu dan jendela.



Gambar 2.11 Pemasangan Cross-Brace dan U-Mesh

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

4. Pemasangan wiremesh siku

Pasang *wiremesh* siku pada setiap sudut dinding, dipasang pada sisi dalam dan luar sudut. *Wiremesh* siku berfungsi sebagai kolom dan pengaku.



Gambar 2.12 Pemasangan Wiremesh Siku

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

5. Pemasangan support dan instalasi M/E

Pasangkan support. Lalu lakukan pekerjaan lot, supaya dinding menjadi tegak dan lurus. Pasangkan instalasi listrik, air, dan A/C, dengan melelehkan *EPS* menggunakan *heat gun*.



Gambar 2.13 Pemasangan Support dan Instalasi M/E

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

6. Plester I dan kepalaan

Lakukan *shotcrete* lapis pertama dengan menggunakan mesin *shotcrete* pada kedua sisi dinding. Setelah kering, buatlah ‘kepalaan’ untuk acuan tebal akhir dinding pada kedua sisi.



Gambar 2.14 Plesteran

Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

7. Plester II dan perataan

Lakukan *shotcrete* lapis kedua sampai tebal yang diinginkan pada kedua sisi dinding. Ratakan plester dengan menggunakan *hollow* kemudian haluskan.



Gambar 2.15 Plesteran II dan Perataan
Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

8. Acian dan Finishing

Dinding siap untuk diaci dan dicat.



Gambar 2.16 Acian dan Finishing
Sumber: *Booklet M-Panel*, 2017

2.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah setiap orang yang dapat melakukan pekerjaan dan akan menghasilkan barang dan/atau jasa baik yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat.

Pengertian tenaga kerja menurut beberapa ahli adalah sebagai berikut :

1. Eeng Ahman dan Epi Indriani

Tenaga kerja adalah seluruh jumlah penduduk yang dianggap dapat bekerja dan sanggup bekerja jika ada permintaan kerja. Ada banyak pendapat mengenai usia dari para tenaga kerja ini. Menurut Eeng Ahman dan Epi Indriani, anak-anak jalanan sudah termasuk tenaga kerja.

2. Suparmoko dan Icuk Ranggabawono

Tenaga kerja adalah penduduk yang telah memasuki usia kerja dan memiliki pekerjaan, yang sedang mencari pekerjaan, dan yang melakukan kegiatan lain seperti sekolah, kuliah dan mengurus rumah tangga.

Secara garis besar penduduk suatu Negara dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok tenaga kerja dan kelompok bukan tenaga kerja. Penduduk yang sudah memasuki usia kerja tergolong kelompok tenaga kerja. Batas usia kerja yang berlaku di Indonesia adalah penduduk yang berusia 15 tahun sampai dengan 64 tahun. Banyak pendapat mengenai usia dari tenaga kerja ini, ada yang berpendapat di atas 17 tahun dan ada pula yang berpendapat di atas 20 tahun, bahkan ada yang berpendapat di atas 7 tahun, dikarenakan anak-anak jalanan yang bekerja sudah termasuk tenaga kerja.

2.4.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Secara umum produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik (barang atau jasa) dengan masukan yang sebenarnya. Artinya perbandingan antara hasil yang masuk atau output-input. Masukan sering dibatasi dengan masukan tenaga kerja sedangkan keluaran diukur dalam kesatuan fisik, bentuk, dan nilai. (Sinungan, 2003)

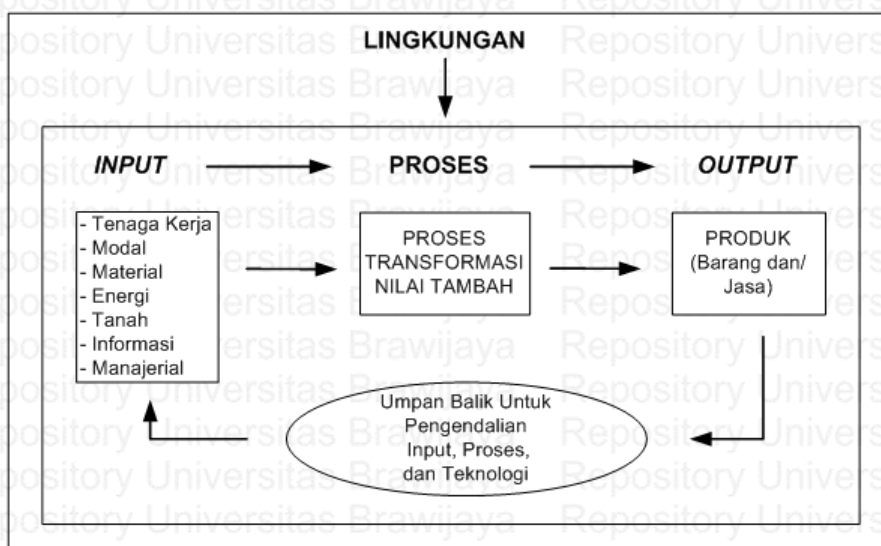
Tenaga kerja merupakan perbandingan terbaik antara hasil yang diperoleh dengan jumlah kerja yang dikeluarkan. Produktivitas kerja dikatakan tinggi jika hasil yang diperoleh lebih besar dari pada sumber tenaga kerja yang dipergunakan dan sebaliknya. Produktivitas yang diukur dari daya guna (efisiensi penggunaan personal sebagai tenaga kerja). Produktivitas ini digambarkan dari kecepatan penggunaan metode atau cara kerja dan alat yang tersedia, sehingga volume dan beban kerja dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang tersedia. Hasil yang diperoleh bersifat non material yang tidak dapat dinilai dengan uang, sehingga produktivitas hanya digambarkan melalui efisiensi personal dalam pelaksanaan tugas-tugas pokoknya. (Ervianto, 2008)

Ada dua definisi produktivitas yang berhubungan dengan dunia konstruksi yaitu:

1. Schexnayder & Mayo (2003), Produktivitas dalam hal jumlah pekerjaan yang dihasilkan, dan produktivitas dalam kaitannya dengan nilai uang dari karya yang dihasilkan.
2. Levy (2002), Kontraktor biasanya menilai produktivitas dari hubungan antara pekerjaan dan output yang dihasilkan karena mereka dapat melakukan perubahan untuk meningkatkan produktivitas. Produktivitas memiliki bermacam-macam arti, masing-masing bidang pengetahuan memiliki pengertian yang berlainan mengenai produktivitas, pada umumnya produktivitas dinyatakan sebagai rasio dari output yang dihasilkan dari tiap unit sumber daya yang digunakan (*input*) dibandingkan menjadi sebuah rasio yang pada suatu waktu dengan kualitas sama atau meningkat. *Invisible input* meliputi tingkat

pengetahuan, kemampuan teknis, metodologi kerja dan pengaturan organisasi, dan motivasi kerja.

Secara skematis sederhana, sistem produksi dapat digambarkan seperti dalam gambar 2.11



Gambar 2.17 Skema Sistem Produksi

Sumber : *Production Planning and Inventory* (Gaspersz, V., 1998)

Dari gambar 2.17 terlihat bahwa elemen utama dalam sistem produksi adalah *input*, proses, dan *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan.

2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tenaga Kerja

Produktivitas dalam konstruksi dipengaruhi oleh tujuh faktor, yaitu *buildability*, *structure of industry*, *training*, *mechanisation and automation*, *foreign labour*, *standardisation*, *building control* Low (Ervianto, 2008). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas dapat dibagi menjadi dua, yaitu faktor dari dalam pekerja (moral dan tingkah laku, absensi dan keterlambatan, keahlian, kerja sama tim, dan motivasi pekerja) dan faktor luar (material, alat, informasi, *schedule*, kepemimpinan serta kontrol dan pengawasan). Pembagian dua faktor ini didasarkan pada kemampuan dari pekerja untuk mengontrol faktor-faktor tersebut, dimana faktor luar menunjukkan bahwa faktor tersebut berada di luar kontrol pekerja dan lebih cenderung berada dibawah kontrol pihak manajemen.

Kaming, Olomolaiye, Holt, dan Harris (1997) mengklasifikasikan beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja proyek, yaitu sebagai berikut:

1. Metode dan teknologi, yaitu terdiri dari faktor desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, dan pengukur kerja

2. Manajemen lapangan, yaitu terdiri dari faktor perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, dan manajemen tenaga kerja,
3. Lingkungan kerja, yaitu terdiri dari faktor keselamatan tenaga kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia, yaitu tingkat upah pekerja, kepuasan kerja, insentif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja, hubungan kerja antar sejawat, kemangkiran.

2.4.3 Pengukuran Produktivitas Kerja

Secara umum produktivitas diartikan sebagai suatu perbandingan antara hasil keluaran dan masukan atau *output* : *input* (Umar, 1998). Produktivitas dinyatakan dengan persamaan: (Thomas & Kramer, 1988).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Pengertian output meliputi volume dan kualitas, sedangkan input meliputi bahan dan energi, tenaga kerja dan peralatan modal. Jadi dapat juga dikatakan bahwa produktivitas merupakan upaya untuk mewujudkan hasil – hasil tertentu yang diinginkan dengan mengerahkan sejumlah sumber daya (Umar, 1998).

$$\text{Produktivitas Pekerja (m}^2\text{/jam)} = \frac{\text{Hasil Kerja (m}^2\text{)}}{\text{Jam/ Durasi Kerja}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dalam bidang konstruksi, produktivitas dikaitkan dengan waktu pelaksanaan proyek. Untuk mengetahui seberapa produktivitas dari seorang pekerja atau unit kerja perlu dilakukan perhitungan durasi waktu. Dimana semakin pendek durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan maka produktivitas semakin tinggi (Umar, 1998).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Durasi Waktu}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dalam suatu proyek konstruksi, salah satu hal yang menjadi faktor penentu keberhasilan suatu proyek konstruksi adalah kinerja tenaga kerja yang akan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Oleh karena tenaga kerja merupakan salah satu bagian terbesar dari biaya konstruksi dan jumlah tenaga kerja untuk menjalankan suatu pekerjaan dalam konstruksi lebih rentan terhadap pengaruh manajemen dari material atau modal, maka ukuran produktivitas ini sering disebut sebagai produktivitas tenaga kerja. Produktivitas



tenaga kerja berhubungan dengan unit – unit produksi, misalnya meter kubik atau meter persegi per jam tenaga kerja.

Selain faktor tenaga kerja, produktivitas berkaitan dengan investasi atas pendidikan atau pelatihan serta metode pekerjaan masing – masing tenaga kerja itu sendiri. Investasi bisa dilihat dari pendidikannya atau tingkat pengetahuan dan keterampilannya yang diperoleh sebagai konsekuensi atas investasi yang dilakukan terhadap suatu program formal untuk peningkatan pengetahuan atau keterampilan guna mendukung kinerjanya dalam bekerja, selain juga dari pengalaman kerja serta pendidikan non formal yang didapat langsung dari lapangan. Sedangkan metode pekerjaan dapat memiliki manfaat peningkatan produktivitas bila tenaga kerja memiliki kemampuan menterjemahkan gambar rencana bangunan ke kegiatan kegiatan terstruktur untuk pelaksanaan sesuai dengan metode konstruksinya. Kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan pengalaman kerjanya. Keluaran (*output*) yang berbeda – beda akibat kondisi maupun belum adanya standar, kembali menjadi kendala untuk angka acuan produktivitas.

2.5 Sampel

Penarikan sampel diperlukan jika populasi yang diambil sangat besar, dan peneliti memiliki keterbatasan untuk menjangkau seluruh populasi maka peneliti perlu mendefinisikan populasi target dan populasi terjangkau kemudian menentukan jumlah sampel dan teknik sampling yang digunakan.

2.5.1 Metode Slovin

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan persamaan Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N e^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan Keterangan

- n = jumlah sampel
- N = jumlah populasi
- e = batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

2.5.2 Metode Proportionate Stratified Random Sampling

Metode ini digunakan jika terdapat populasi yang tidak sejenis, sehingga besaran sampel pada masing-masing variasi diambil secara proporsional untuk memperoleh jumlah sampel.

$$n = \frac{\text{Populasi Kelas}}{\text{Jumlah Populasi Keseluruhan}} \times \text{Jumlah sampel yang ditentukan} \dots\dots\dots (2.5)$$

2.5.3 Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi adalah bentuk tabel pengelompokan data ke dalam beberapa kategori yang menunjukkan banyaknya data dalam setiap katageri. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menyusun distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jangkauan, ialah data terbesar dikurangi dengan data terkecil.
2. Menentukan banyaknya kelas interval.

Banyaknya kelas sering biasa diambil paling sedikit 5 kelas dan paling banyak 15 kelas, atau untuk n berukuran besar dapat menggunakan aturan *Sturges*, yaitu:

$$k = 1 + (3,3) \log n \dots\dots\dots (2-6)$$

di mana :

k = banyaknya kelas

n = jumlah data

3. Menentukan panjang kelas interval p, digunakan aturan:

$$I = \frac{R}{k} \dots\dots\dots (2-7)$$

di mana :

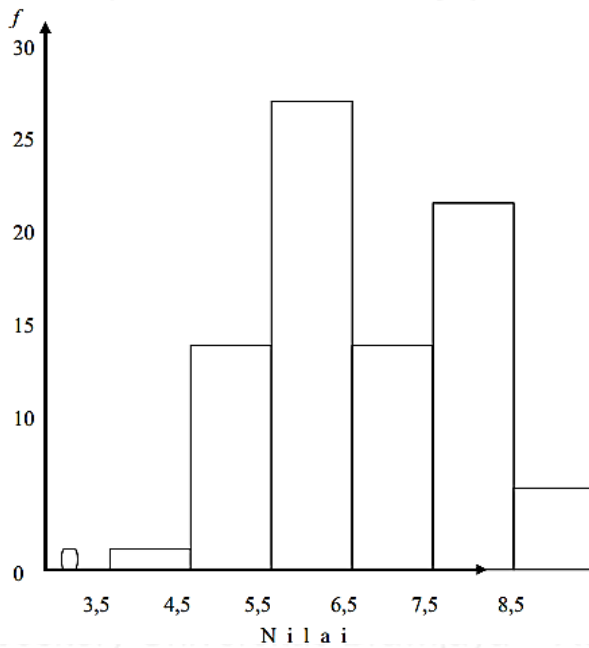
R = range atau kisaran

k = banyaknya selang kelas

4. Menentukan batas bawah kelas interval pertama.
5. Melakukan penturusan atau tabulasi, memasukkan nilai ke dalam interval kelas.

Nilai batas bawah kelas pertama dapat diambil sama dengan data terkecil tetapi selisihnya harus dari panjang kelas yang telah ditentukan.

Setelah data disusun dalam daftar distribusi frekuensi, maka selanjutnya diolah menjadi diagram, sumbu horisontal menyatakan kelas interval, dan dan sumbu vertikal menyatakan frekuensi, baik *absolute* maupun relatif seperti terlihat pada contoh histogram berikut.



Gambar 2.18 Contoh Histogram

Dari diagram histogram tersebut akan didapatkan angka yang diinginkan melalui data yang sering muncul.

2.5.4 Ukuran Pemusatan Data (Tendensi Sentral)

Ukuran pemusatan atau disebut dengan tendensi sentral adalah penjabaran data yang berulang atau berpusat pada nilai-nilai tertentu secara kuantitatif. Ukuran pemusatan adalah cara untuk mencari nilai tengah dari satu gugus data, yang telah diurutkan dari nilai yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya dari nilai terbesar sampai yang terkecil. Sedangkan ukuran penyimpangan data atau disebut juga ukuran dispersi adalah ukuran yang menyatakan seberapa jauh penyimpangan nilai-nilai data dari nilai pusatnya. Ukuran pemusatan dan penyimpangan data dibagi atas dua jenis, yaitu ukuran pemusatan dan penyimpangan data untuk data yang tidak dikelompokkan serta ukuran pemusatan dan penyimpangan data untuk data yang dikelompokkan.

1. Rata-rata (*mean*)

Rata-rata (*mean*) dapat didefinisikan sebagai jumlah seluruh nilai data dibagi dengan jumlah data yang digunakan. Menurut Supranto (2008), persamaan untuk menghitung nilai rata-rata data yang tidak dikelompokkan dan data yang dikelompokkan.

- Data tidak dikelompokkan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2-8)$$

- Data dikelompokkan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i X_i}{\sum_{i=1}^k f_i} \dots\dots\dots (2-9)$$

2. Median

Median dapat didefinisikan sebagai nilai tengah yang memisahkan data yang tinggi dan data yang rendah. Menurut Supranto (2008), persamaan untuk menghitung median data yang tidak dikelompokkan dan data yang dikelompokkan.

- Data tidak dikelompokkan

Untuk n ganjil $\rightarrow Me = X_{(n+1)/2} \dots\dots\dots (2-10)$

Untuk n genap $\rightarrow Me = \frac{X_{(\frac{n}{2})} + X_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} \dots\dots\dots (2-11)$

- Data dikelompokkan

$$Me = Bb + \frac{(0,5 f_t - f_{sm})}{f_m} I \dots\dots\dots (2-12)$$

Dimana:

Bb = Batas kelas terendah, dimana terletak median yaitu pada frekuensi kumulatif ke- $\frac{1}{2}n$

f_t = Frekuensi total

f_{sm} = Total frekuensi sebelum median

f_m = Frekuensi pada kelas yang mengandung medi

I = Interval kelas

3. Modus

Modus dapat didefinisikan sebagai nilai yang paling sering muncul. Untuk menghitung nilai modus pada data tidak dikelompokkan tidak sulit yaitu dengan menghitung secara manual berapa banyak nilai pengamatan yang paling sering muncul, sedangkan untuk menghitung nilai modus pada data tidak dikelompokkan adalah sebagai berikut (Supranto, 2008):

- Data tidak dikelompokkan

$$Mo = Bb + \left(\frac{a}{a+b}\right) I \dots\dots\dots (2-13)$$

Dimana:

Bb = Batas bawah kelas dengan frekuensi tertinggi

a = Selisih frekuensi tertinggi dengan frekuensi kelas sebelumnya

b = Selisih frekuensi tertinggi dengan frekuensi kelas sesudahnya

I = Interval kelas

2.6 Manajemen Waktu Proyek

Dalam proyek biasanya terdapat 3 macam sasaran yang berbeda, antara lain: biaya, jadwal, dan mutu. Biaya proyek adalah jumlah biaya langsung yang dialokasikan untuk proyek. Tugas manager proyek adalah mengendalikan biaya-biaya itu yang secara langsung dapat dikontrol oleh organisasi proyek. Biaya ini biasanya meliputi tenaga kerja, material dan beberapa jasa penunjang. Biasanya manager proyek mempunyai suatu anggaran proyek yang meliputi biaya-biaya yang ditetapkan oleh proyek.

Sistem manajemen waktu ini berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Karena dalam perencanaan dan penjadwalan telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough & Scars,1991)

Adapun aspek-aspek manajemen waktu antara lain (Clough & Scars,1991):

- Menentukan penjadwalan proyek;
- Mengukur dan membuat laporan kemajuan proyek;
- Membandingkan penjadwalan dengan kondisi di lapangan;
- Menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kondisi di lapangan pada akhir penyelesaian proyek;
- Merencanakan penanganan untuk mengatasi masalah tersebut;
- Memperbaharui kembali penjadwalan proyek.

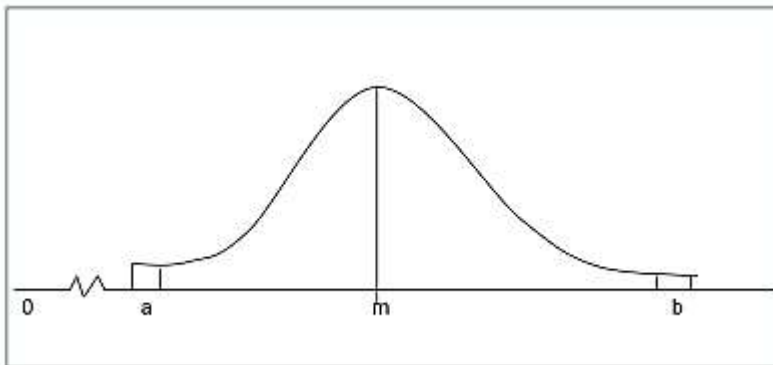
2.6.1 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek (Setianingrum, 2011). PERT juga merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-

perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek-proyek

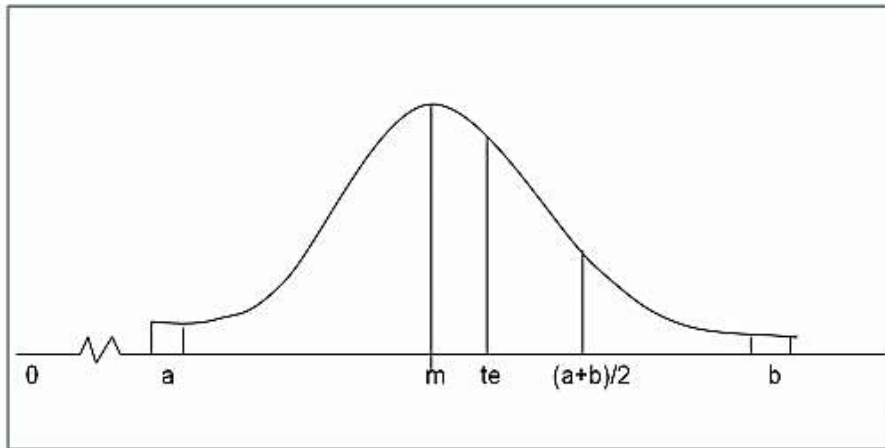
Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis. Levin dan Kirkpatrick (1966) menjelaskan bahwa waktu optimis adalah perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai, kemungkinan terjadinya hanya satu kali dari 100, waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang lain yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan, kemungkinan terjadinya juga hanya satu kali dalam 100, sedangkan waktu realistis atau waktu yang paling mungkin adalah waktu yang berdasarkan pikiran estimator. Perkiraan waktu optimis biasanya dinyatakan oleh huruf a, waktu realistis oleh huruf m, dan waktu pesimis dinyatakan oleh huruf b.

Dari kurva distribusi (gambar 2.19) dapat dijelaskan arti a, b, dan m. Kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m. Kurva a dan b terletak di pinggir kanan kiri dari kurva distribusi, yang menandai batas rentang waktu kegiatan.



Gambar 2.19 Tiga Macam Taksiran Waktu pada Distribusi Beta
Sumber : *Operations Research* Jilid 2, 2007

Ketiga angka perkiraan waktu tadi, yaitu a, b, m, dihubungkan menjadi satu angka yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan. Angka te adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah besar. Dalam menentukan angka te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya (gambar 2.20).



Gambar 2.20 Expected Value, Nilai Tengah, a, m, dan b dalam Distribusi Beta
Sumber : *Operations Research* Jilid 2, 2007

Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat). PERT menggunakan unsur *probability*. Dalam Siswanto (2007), disebutkan bahwa PERT, melalui distribusi beta, menggunakan taksiran-taksiran waktu untuk menentukan waktu penyelesaian suatu kegiatan agar lebih realistik. Menurut Hayun (2005), *triple duration estimate* merupakan dasar perhitungan untuk PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka actual time akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic* (waktu optimis) dan *pessimistic duration* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistis) adalah mode dari distribusi beta tersebut.

Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* (*te*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$Te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan keterangan:

- Te = *expected duration*
- a = waktu optimis
- m = waktu realistis
- b = waktu pesimis

Dengan menggunakan konsep *te*, maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku *slack* = 0 (Soeharto, 1999). Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dipersamakan sebagai berikut :

Deviasi standar kegiatan:

$$S = \frac{1}{6} (b - a) \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan keterangan:

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk variasi kegiatan dipersamakan:

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan keterangan:

V (te) = varian kegiatan

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

$$Scr = \sqrt{\sum V(te) \text{ pada lintasan kritis}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan persamaan :

$$P(TE \geq T(d)) = P\left(Z \leq \frac{TE - T(d)}{Scr}\right) \dots\dots\dots (2.18)$$

Dengan nilai z dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{Scr} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan keterangan:

z = angka kemungkinan mencapai target

T(d) = target jadwal

TE = jumlah waktu kergiatan kritis

S = deviasi standar kegiatan

Angka z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z.

2.6.2 CCPM (*Critical Chain Project Management*)

CCPM (*Critical Chain Project Management*) atau juga disebut Metode Rantai Kritis dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraint* yang dipublikasikan oleh E. M. Goldratt dalam bukunya *Critical Chain* pada tahun 1997. *Theory of Constraint* diberlakukan bagi proyek-proyek untuk memperbaiki kinerja proyek kedepan. Ini merupakan metode baru yang memfokuskan pada sukses penyelesaian pekerjaan yang tepat waktu pada proyek secara keseluruhan (Kasidi, 2008).

Dalam berbagai proyek, *Critical Chain* didefinisikan sebagai rantai terpanjang dari kejadian-kejadian yang saling berkaitan, dimana keterkaitan satu sama lain tersebut terletak pada pekerjaan atau sumber daya yang saling berhubungan (Kerzner, 2006).

Critical Chain Project Management merupakan metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dalam perencanaannya menghilangkan *multitasking*, dan memindahkan durasi pengaman pada masing-masing kegiatan dalam bentuk *buffer* di akhir proyek. Pada mulanya, diagram jadwal jaringan kerja proyek dibuat berdasarkan durasi yang diperkirakan dengan ketergantungan pada kebutuhan dan kendala yang dihadapi sebagai input. Kemudian jalur kritis atau *Critical Path* baru dihitung, setelah itu sumber daya tersedia dimasukkan dan sumber daya terbatas ditentukan. Sumber daya terbatas pada *Critical Path* disebut *Critical Chain*

Langkah berikutnya dalam CCPM adalah menghitung ulang jadwal proyek berdasarkan perkiraan durasi tugas terpendek. Dasar pemikiran tentang CCPM untuk mempendek perkiraan durasi adalah sebagai berikut (Raz, Barnes, & Dvir, 2001):

1. Semua kegiatan dalam proyek ini adalah tergantung dari tingkat ketidakpastian.
2. Ketika diminta untuk memberikan perkiraan durasi, pemilik tugas menambahkan margin keamanan agar dapat dipastikan penyelesaian tugas tepat waktu. Ini berarti bahwa durasi tugas secara umum berlebihan.
3. Bagaimanapun, karena margin keamanan merupakan internal untuk tugas, jika tidak dibutuhkan maka hal itu akan menjadi sia-sia. Sebagai sumber daya untuk tugas berikut ini, tidak tersedia sampai waktu yang dijadwalkan, ketika hal itu terjadi maka jelaslah bahwa manajer akan menggunakan *buffer* karena terdapat sedikit insentif untuk selesai lebih awal. Di sisi lain, setiap keterlambatan penyelesaian tugas pada *critical chain* merambat ke tugas selanjutnya. Dengan demikian keuntungan akan hilang, penundaan akan diteruskan seluruhnya, dan proyek akan mengalami keterlambatan untuk menyelesaikan, bahkan jika sudah cukup banyak *buffer* yang disembunyikan dalam tugas-tugas.

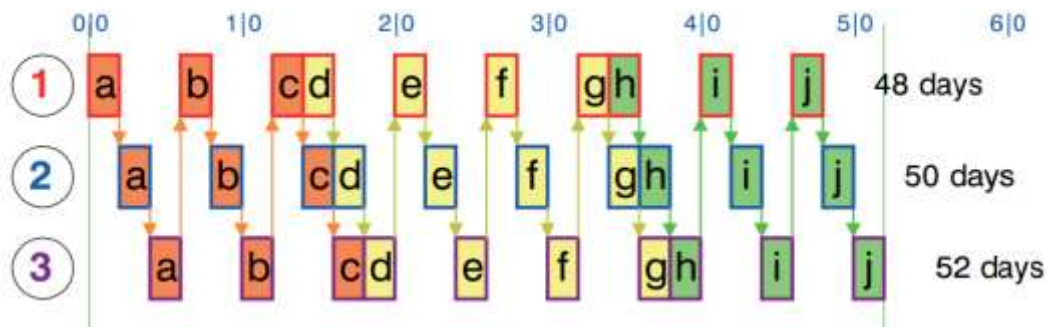
Perbedaan antara durasi proyek berdasarkan perkiraan baru dan durasi proyek awal disebut *buffer* proyek, dan akan ditampilkan pada grafik Gantt sebagai tugas yang terpisah (Raz et al., 2001).

1. Multitasking

Multitasking adalah praktik menugaskan satu orang untuk melaksanakan dua atau lebih tugas secara bersamaan (Zultner, 2003). Menurut Sahupala (2010), *multitasking* pada aktivitas proyek memiliki banyak dampak buruk bagi proyek. Misalkan masing-masing proyek terdiri dari 10 pekerjaan dan memiliki 3 jenis sumber daya yang dibutuhkan. Ketiga proyek tersebut masing-masing hanya diberikan waktu selama 20 hari untuk diselesaikan (lihat gambar 2.21) sehingga masing-masing pekerjaan pada proyek membutuhkan waktu 2 hari. Jika manajer proyek menggunakan metode multitasking untuk membuat kemajuan dimasing-masing proyek setiap minggunya. Sehingga sebelum proyek pertama selesai, sumber daya sudah melakukan pekerjaan di proyek kedua begitu seterusnya. Maka manajer proyek memiliki “kemajuan” dari masing-masing proyek untuk dilaporkan setiap minggunya. Hal ini akan berdampak pada kebutuhan waktu yang panjang ketika tidak memiliki banyak sumber daya. Berdasarkan gambar 2.22 maka masing-masing waktu memiliki waktu 48, 50, 52 hari untuk diselesaikan.



Gambar 2.21 Kasus Ideal: Tiga Proyek dengan sumberdaya yang didedikasikan
Sumber : *Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer*, (Zultner, R. E., 2003)



Gambar 2.22 Kebutuhan sumber daya pada tiga proyek dengan *multitasking*.

Sumber : *Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer* (Zultner, R. E., 2003)

Sedangkan jika masing-masing sumber daya menyelesaikan semua pekerjaan di proyeknya sebelum berpindah ke proyek yang lain. Sehingga tidak ada sumber daya yang berpindah ke pekerjaan yang lain dan kemudian meneruskan kembali pekerjaan yang telah ditinggalkannya. Maka hal ini dapat menghasilkan kualitas pekerjaan yang lebih baik dengan kata lain membedakannya dalam skala prioritas menghindari *multitasking*. Berdasarkan gambar 2.23, maka semua proyek diselesaikan lebih cepat dalam waktu 20, 28, 36 hari untuk diselesaikan.



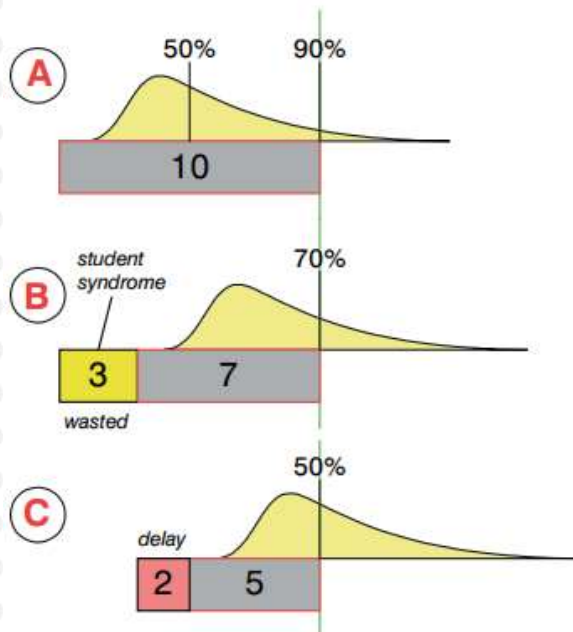
Gambar 2.23 Kebutuhan sumber daya pada tiga proyek tanpa *multitasking*.

Sumber : *Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer*, (Zultner, R. E., 2003)

2. Student Syndrome

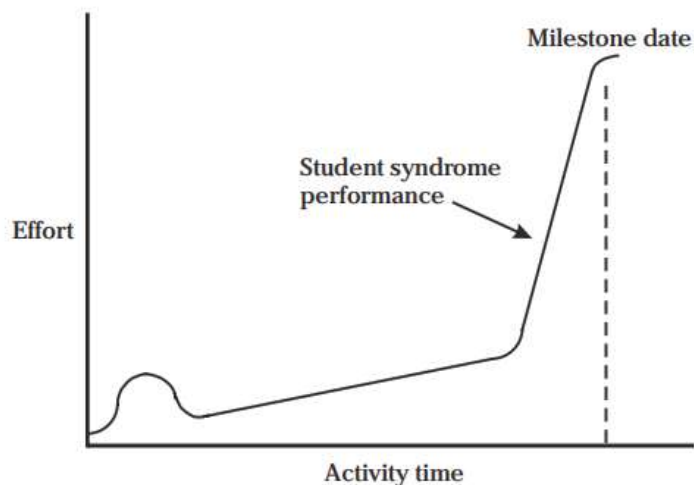
Student Syndrome merupakan kebiasaan seseorang mengerjakan tugas di waktu-waktu akhir, bahkan panjangnya waktu yang diberikan tersebut tidak cukup untuk menyelesaikan tugas tersebut lebih cepat (Leach, 1999). Karena itu, semua manajer proyek mengharapkan semua pekerjaan pada jalur kritis dapat dilaksanakan tepat waktu. Namun, jika mereka percaya memiliki waktu pengaman dalam perkiraan mereka, maka mereka tidak akan memprioritaskan untuk bekerja pada permulaan durasi aktivitas yang telah ditentukan atau biasa disebut menunda-nunda pekerjaan

tersebut. Kecenderungan ini yang membuat terbuangnya waktu pengaman sebelum mereka memulai aktivitas, dan menyebabkan mereka mngerjakan pekerjaan tersebut pada akhir-akhir waktu yang telah dijadwalkan. Sehingga jika terjadi permasalahan pada saat tersebut, maka tidak ada cukup waktu lagi untuk menyelesaikannya (Sahupala, 2010).



Gambar 2.24 Hilangnya waktu pengaman akibat *student syndrome*
 Sumber : *Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer*, (Zultner, R. E., 2003)

Didalam Gambar 2.24 A, dengan 90% kemungkinan waktu komitmen, mereka mempunyai banyak waktu untuk menyelesaikan pekerjaan. Jadi mereka berpikir dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut dalam waktu 7 hari, yaitu dengan mengerjakan sedikit beberapa pekerjaan yang mendesak atau mengulur waktu memulai pekerjaan. Permulaan ini tidak masalah karena masih ada waktu pengaman 5 hari. Didalam gambar 2.24 B, dapat dilihat bahwa waktu pengaman telah terbuang dengan percuma selama 3 hari. Sayangnya pada hari berikutnya seperti yang dapat dilihat dalam gambar 2.24 C ketika mereka mulai melakukan pekerjaan terjadi masalah yang tidak terduga sehingga waktu yang tersisa berkurang menjadi 5 hari, yang berarti waktu pengaman yang disediakan telah habis. Oleh karena itu mereka berusaha mempercepat untuk menyelesaikan pekerjaan dengan mengambil waktu pada malam hari, tidak peduli seberapa besar usaha yang ia lakukan.



Gambar 2.25 Kurva usaha terhadap waktu dengan perlakuan *student syndrome*
 Sumber : *Critical Chain Project Management*, (Leach, L. P., 1999)

3. Parkinson's Law

Parkinson's Law merupakan salah satu kebiasaan yang harus dihindari dalam penerapan penjadwalan metode CCPM. Karena hal ini mengakibatkan pemborosan waktu pada proyek. *Parkinson's Law* ini adalah kecenderungan seseorang untuk menyelesaikan pekerjaan pada waktunya meskipun sebenarnya pekerjaan itu dapat diselesaikan sebelum jadwal yang telah ditentukan atau *deadline*.

4. Buffer Management

Buffer Management merupakan alat yang digunakan dalam pengontrolan dan pengawasan suatu proyek. Manajemen *buffer* dapat memberikan pandangan yang jelas terhadap dampak resiko yang kumulatif kepada kinerja proyek, termasuk pertimbangan tentang batasan sumber daya dan berfokus kepada penyebab ketidakpastian didalam manajemen proyek. Dengan *buffer management* ini akan terlihat suatu proyek telah menggunakan *buffer* yang tersedia dan pada aktivitas mana yang menggunakan *buffer* tersebut serta dapat menentukan apakah perlu tindakan perbaikan (Laksamana, 2011)

Didalam metode *Critical Chain Project Management*, *buffer* ditambahkan pada durasi yang digunakan pada penjadwalan proyek untuk melindungi *critical chain* bagi suksesnya proyek. Banyak faktor yang mempengaruhi ukuran suatu *buffer* proyek, ada faktor-faktor resiko sebagai berikut : gangguan dalam persediaan material dan alat, pembiayaan tidak beraturan, kesalahan disain, cuaca buruk, kerusakan peralatan, pemborong tidak efisien, gangguan administrasi yang sah, dan lain-lain.

Buffer yang digunakan di dalam *critical chain* adalah sebagai berikut :

a. *Project Buffer*

Merupakan *buffer* yang terdapat pada akhir jalur *critical chain* yang berguna untuk mengatasi variasi pada suatu proyek sehingga dapat mencegah keterlambatan.

b. *Feeding Buffer*

Merupakan *buffer* yang berfungsi untuk melindungi *critical chain* agar tidak terpengaruh pada keterlambatan aktivitas tersebut.

c. *Resource Buffer*

Merupakan *buffer* yang terdapat di antar dua tugas yang dilaksanakan oleh sumber daya yang kritis untuk mencegah mundurnya pelaksanaan tugas yang disebabkan tidak adanya sumber daya.

Buffer Management menyediakan suatu alat antisipasi yang jelas untuk mengantisipasi tindakan-tindakan dan keputusan-keputusan di dalam suatu proyek. Dimana instrumen yang digunakan adalah dengan memperlihatkan pada sejauh mana penetrasi *buffer* terhadap suatu interval waktu, yang nantinya akan memberi suatu pandangan perspektif dari tingkat konsumsi *buffer*. Sehingga tim proyek perlu memonitor *Project buffer* dan *feeder-feeder buffer* pada interval waktu tertentu pada proyek, biasanya pada progres mingguan. (Kasidi, 2008).

Para manajer proyek harus memperbaharui *buffer-buffer* setiap kali mereka memonitor pekerjaan pada masing-masing pengawas lapangan, untuk memperkirakan seberapa banyak waktu yang mereka sudah habiskan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan sampai dengan saat ini. Karena proses-proses monitoring dan ketersediaan sumber daya adalah berdasar pada laporan masing-masing pengawas lapangan. Dimana sejumlah waktu yang tersedia diharapkan tidak berubah untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang belum diselesaikan. Sehingga bukan berapa banyak pekerjaan yang mereka sudah selesaikan sejauh ini, tetapi berapa banyak waktu yang tersedia untuk menyelesaikan semua pekerjaan.

Untuk menjelaskan bagaimana cara *buffer* bekerja untuk melindungi jadwal proyek dari resiko ketidakpastian dapat dilihat pada gambar 2.26. Sebagai contoh kita kembali melanjutkan dengan proyek yang sama dengan tiga pekerjaan masing-masing mempunyai durasi 10 hari, kemudian waktu yang direncanakan sebagai suatu *critical chain* proyek adalah 15 hari jangka waktu proyek yang di harapkan dan sembilan hari waktu keamanan proyek (*buffer*) (Zultner, 2003).



Gambar 2.26 Perhitungan konsumsi *buffer*.

Sumber : *Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer* (Zultner, R. E., 2003)

Kemajuan pekerjaan proyek aktual adalah sebagai berikut :

- Gambar 2.26 bulatan 1 menjelaskan pekerjaan yang pertama menghabiskan waktu pekerjaan enam hari dari lima hari waktu yang diharapkan, maka *buffer* proyek berkurang satu hari menjadi delapan hari waktu keamanan proyek
- Gambar 2.26 bulatan 2 menjelaskan pekerjaan yang kedua menghabiskan waktu pelaksanaan tiga hari dari lima hari sebagai ganti lima hari waktu yang diharapkan, maka *buffer* proyek ditambahkan dua hari dari *buffer* sebelumnya menjadi sepuluh hari waktu keamanan proyek.
- Gambar 2.26 bulatan 3, menjelaskan pekerjaan yang ketiga menghabiskan waktu selama 10 hari dari lima hari waktu yang diharapkan, maka *buffer* proyek berkurang lima hari menjadi lima hari waktu keamanan proyek.

Hasil akhir dari proyek tersebut dapat menjelaskan bahwa kita dapat menyelesaikan proyek lebih awal yaitu selama 24 hari. Itu berarti jika proyek ini dilaksanakan dalam waktu 10 hari, kita dapat mengharapkan bahwa sembilan diantara sepuluh hari, proyek itu akan selesai dalam waktu 24 hari. Tetapi karena kita mengurangi enam hari dari jadwal rencana yaitu 30 hari. Maka kita telah menginvestasikan sebagian dari *buffer* proyek untuk meningkatkan kemungkinan 95%, 98%, atau lebih untuk pekerjaan berikutnya.

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 *Penelitian Terdahulu*

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1.	Rifky Rezha Pranata Yudha (2010)	Analisa Produktivitas Pekerjaan Dinding Panel, Dinding Batu Bata Konvensional dan SNI Pekerjaan Dinding	- <i>Baseline</i> <i>Productivity</i> - <i>Daily Record Sheet</i> - Analisa Harga Satuan SNI	Hasil dari analisa produktivitas dinding adalah: - Pemasangan = 12,723 m ² /jam - Plester I = 108,814 m ² /jam - Plester II = 28,346 m ² /jam Dan produktivitas pekerjaan dinding bata konvensional berdasarkan SNI adalah: - Pemasangan = 1,33 m ² /jam - Plester = 1,00 m ² /jam Harga satuan dinding Panel tiap m ² adalah Rp 245.348,80 dan bata konvensional sebesar Rp 130.422,08
2.	Ilham Hariadi (2009)	Analisa Penjadwalan Proyek Apartemen Tamansari Panoramic Bandung dengan Menggunakan	- <i>Critical Chain</i> <i>Project</i> <i>Management</i>	Durasi pelaksanaan <i>critical</i> <i>chain</i> selama 266 hari, dan memiliki <i>buffer</i> sebesar 78 hari sehingga durasi total pekerjaan sama dengan penjadwalan proyek apartemen Tamansari. Dan didapatkan hasil analisa

	<p><i>Metode Critical Chain Project Management</i></p>	<p>menggunakan penetrasi <i>buffer</i> terhadap konsumsi <i>buffer</i> yang berlebihan yaitu 21% atau 21 hari dan progress pekerjaan masih 18% atau 53 hari sehingga mengindikasikan bahwa proyek mengalami keterlambatan. Dan memiliki sisa <i>buffer</i> sebesar 73% atau 57 hari.</p>
--	--	--



BAB III

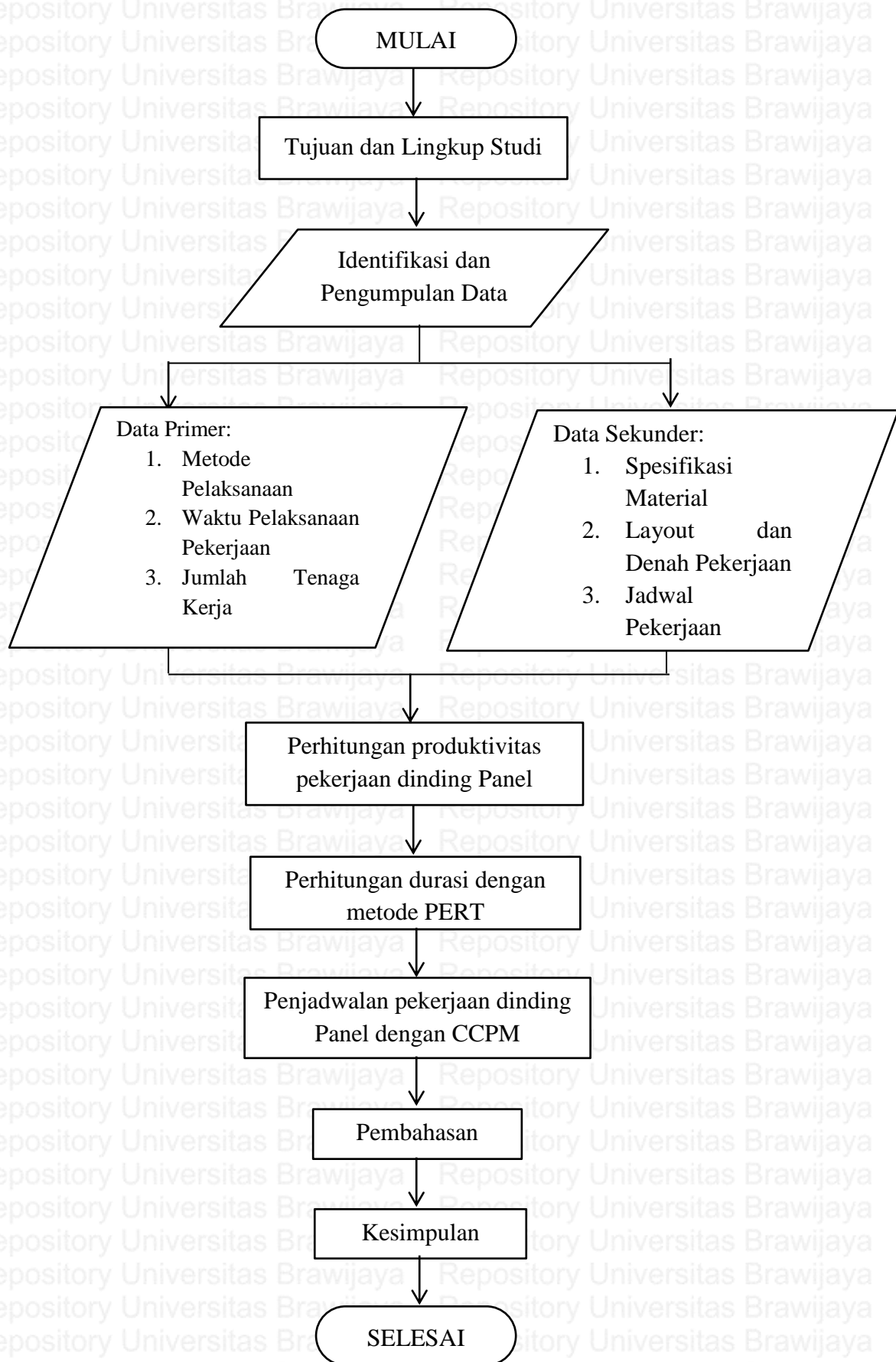
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian menjelaskan bagaimana cara suatu penelitian dilaksanakan mulai dari tahap awal hingga tahap akhir berupa kesimpulan. Metode penelitian digunakan sebagai dasar akan langkah-langkah berurutan yang didasarkan pada tujuan penelitian dan menjadi suatu perangkat yang digunakan untuk memperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian. Data yang diperoleh dari penelitian yang menggambarkan suatu kondisi proyek tertentu disusun rapi dan dianalisis. Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif dengan jenis *job analysis* yaitu penelitian yang bukan bersifat eksperimen dan dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi berupa data primer mengenai status gejala yang ada, yaitu keadaan gejala menurut apa adanya pada saat penelitian dilakukan. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur dan data sekunder yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, kemudian menentukan teknik *survey* yang dilakukan.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan gambaran proses yang akan dilakukan dimulai dari tinjauan dan lingkup studi dilanjutkan dengan apa saja yang dibutuhkan, analisisnya dan hasil dari proses penyusunan penelitian digambarkan dalam diagram alir. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah analisis produktivitas tenaga kerja, durasi, dan penjadwalan pekerjaan dinding Panel.

3.4 Objek dan Lokasi Penelitian

Nama Proyek : Ruko The Boulevard
Alamat : Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
Kontraktor : PT. Mitra Griya Persada Nusantara
Sub Kontraktor : PT. M-Panel Indonesia

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dinding panel dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Pengumpulan Data
3. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana yang sekiranya perlu dilakukan agar diperoleh efisiensi dan efektivitas waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. Studi pustaka.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Menentukan objek penelitian dapat dijadikan sumber data.
4. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pengumpulan data.
5. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir.
6. Observasi lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lokasi.

3.5.2 Tahap Pengumpulan Data

Sumber Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang didapatkan langsung dari objek yang diteliti. Metode yang digunakan adalah metode survei dan metode observasi. Data yang didapatkan adalah:

1. Data Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Data ini berupa metode pengerjaan dinding panel yang dilakukan oleh pelaksana yang nantinya akan mempengaruhi mutu, biaya, dan waktu pelaksanaan.

2. Data Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Data waktu pelaksanaan pekerjaan meliputi data mengenai jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dinding panel tersebut. Data ini meliputi data pemasangan panel hingga penyemprotan plester pada panel.

Sumber Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang didapatkan secara tidak langsung yaitu melalui pihak lain. Data yang diperoleh adalah:

1. Data Spesifikasi Material

Data material yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan material M-Panel dengan jenis *single panel*.

2. Layout dan Denah Pekerjaan

3. Jadwal Pekerjaan dinding Panel

3.5.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Setelah peneliti mendapatkan data hasil studi lapangan, maka data-data tersebut diolah dan di analisis sehingga mendapatkan pengukuran empiris akan penelitian yang dilakukan, dalam hal ini ialah analisis durasi pekerjaan yang didapatkan dari hasil produktivitas dan penjadwalan.

Dalam penelitian ini digunakan cara pengambilan sampel dengan metode slovin dan proportionate stratified random sampling. Metode yang digunakan dalam mengukur produktivitas pemasangan dinding panel adalah dengan laporan pekerjaan di lapangan atau lembar catatan harian (*Daily Record Sheet*) dan untuk menentukan durasi digunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Sedangkan metode yang digunakan pada penjadwalan adalah metode CCPM (*Critical Chain Project Management*).

1. Metode Slovin

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel yang dibutuhkan adalah menggunakan persamaan Slovin, sebagai berikut

$$n = \frac{N}{1 + N e^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan Keterangan

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

Pada penelitian ini populasi yang diamati adalah pekerjaan dinding panel. Berdasarkan persamaan Slovin, maka jumlah sampel dalam penelitian ini dengan jumlah populasi adalah 30 dinding panel dan toleransi kesalahan 0,05 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n &= \frac{30}{1 + 30(0,05)^2} \\ &= 27,91 = 28 \end{aligned}$$

Jumlah minimal sampel yang diperlukan adalah sebesar 27,91 dinding sehingga akan diambil sampel dengan pembulatan ke atas sebesar 28 dinding panel.

2. Metode *Proportionate Stratified Random Sampling*

Metode *proportionated stratified random sampling* digunakan untuk jumlah sampel yang tidak homogen. Pada proyek ruko the boulevard ini terdapat beberapa tipe panel yang memiliki lebar dan tinggi yang berbeda oleh karena itu digunakan persamaan ini untuk menentukan jumlah sampel pada tiap tipe panel. Persamaan *Proportionated Stratified Random Sampling* adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{Populasi Kelas}}{\text{Jumlah Populasi Keseluruhan}} \times \text{Jumlah sampel yang ditentukan} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan menggunakan metode slovin didapatkan jumlah sampel yang ditentukan adalah 28 dinding panel. Selanjutnya dapat dihitung jumlah sampel tiap panel dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

- Tipe Panel PSM 10 – 3A

$$n = \frac{9}{30} \times 28 = 8$$

Untuk perhitungan tipe lain dapat disimpulkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1
Hasil Sampling dengan *Metode Proportionated Stratified Random Sampling*

No.	Tipe Panel	Jumlah (panel)	Hasil Sampling (panel)
1	PSM 10 – A	9	8
2	PSM 10 – B	9	8
3	PSM 10 – C	8	8
4	PSM 10 – D	4	4
Jumlah		30	28

Pada tabel 3.1 terlihat bahwa pada tipe PSM 10 – 3D jumlah panel hanya 4 buah, oleh karena itu hasil sampelnya langsung digunakan keseluruhan jumlah panel tersebut yaitu 4 buah.

3. Lembar Catatan Harian (*Daily Record Sheet*)

Daily record sheet merupakan produktivitas harian. Volume dari pekerjaan yang dihasilkan dibagi dengan waktu kerja, yang dipersamakan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Durasi Waktu}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Sedangkan pengukuran produktivitas pekerja, dihitung dengan persamaan berikut

$$\text{Produktivitas Pekerja (m}^2/\text{jam)} = \frac{\text{Hasil Kerja (m}^2\text{)}}{\text{Jam/ Durasi Kerja}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Contoh tabel rekapitulasi pengamatan harian pekerjaan untuk mempermudah analisis produktivitas kerja dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2
Contoh Tabel *Daily Record Sheet* pada Pemasangan Dinding

No	Luas	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1							
2							
3							
4							
5							
			Rata-Rata				

4. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengunrangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek-proyek (Nurhayati, 2010). Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis (a) , waktu pesimis (b) , dan waktu realistik (m).

Untuk probabilitas atau waktu yang diharapkan (t_e) didapatkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan keterangan:

T_e = *expected duration*

a = waktu optimis

m = waktu realistik

b = waktu pesimis

5. CCPM (*Critical Chain Project Management*)

Critical Chain Project Management merupakan metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dalam perencanaannya menghilangkan *multitasking*, *student syndrome*, *paskinson's law* dan memindahkan durasi pengaman pada masing-masing kegiatan dalam bentuk *buffer* di akhir proyek.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek Panel

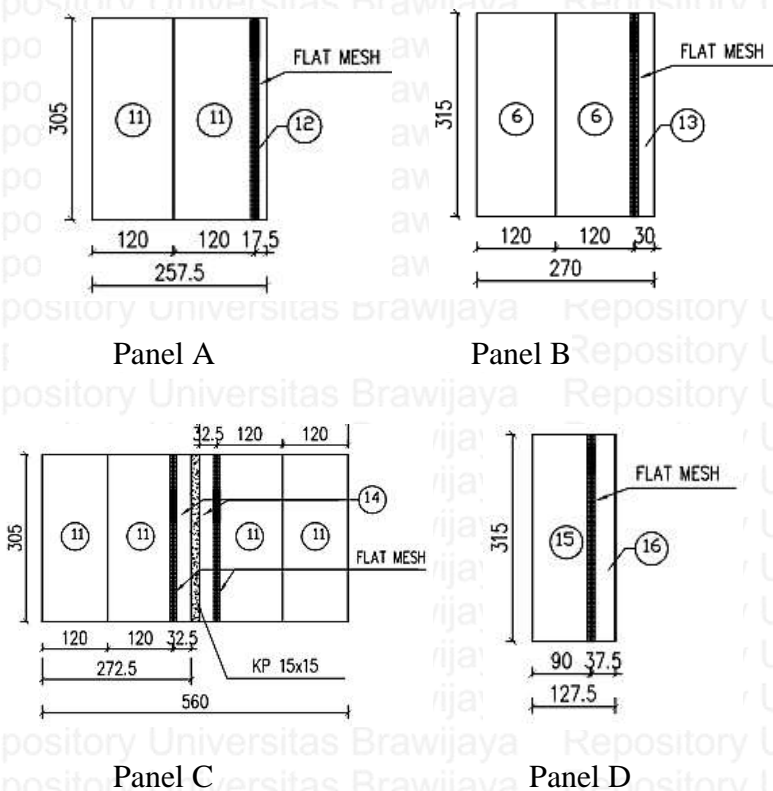
Adapun data umum pada objek penelitian adalah:

- Nama Proyek : Ruko The Boulevard
- Lokasi Proyek : Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
- Owner : PT. Modernland Realty Tbk
- Kontraktor : PT. Mitra Griya Persada Nusantara
- Sub Kontraktor : PT. M-Panel Indonesia

4.2 Tipe Panel

Berikut adalah beberapa tipe panel pada proyek pembangunan Ruko The Boulevard.

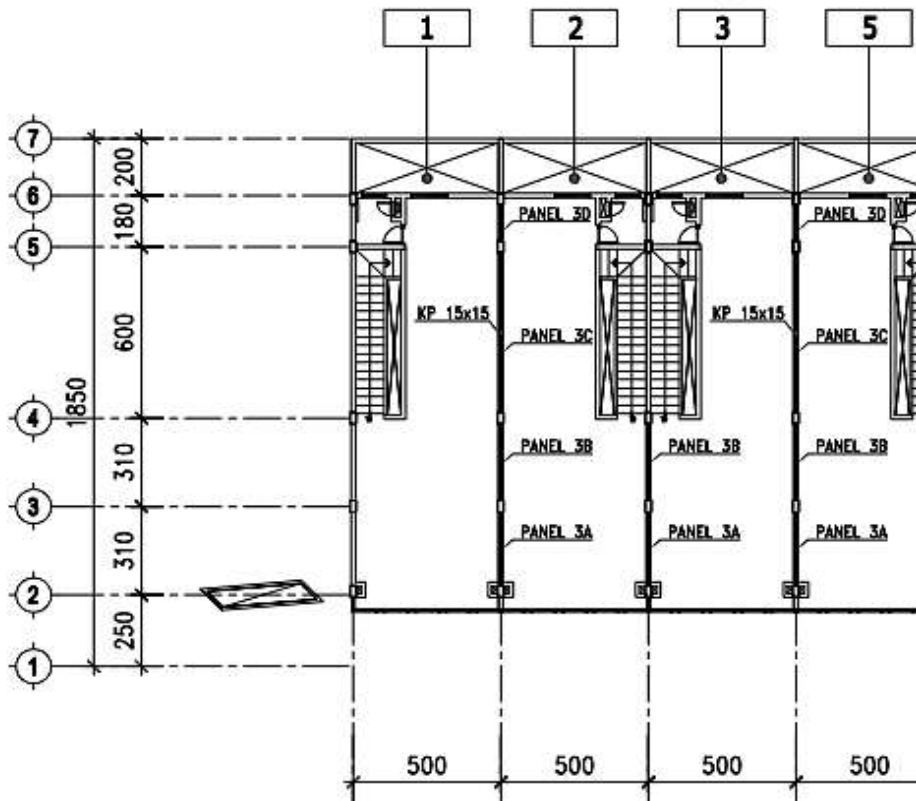
Dengan Luasan Panel A adalah $3,66 \text{ m}^2$, Panel B adalah $3,78 \text{ m}^2$, Panel C adalah $3,66 \text{ m}^2$, dan Panel D adalah $2,385 \text{ m}^2$.



Gambar 4.1 Detail Tipe Panel

Sumber: PT. M-Panel Indonesia, 2017

Proyek Ruko The Boulevard memiliki 57 ruko dengan 3 lantai, akan tetapi tidak semua ruko termasuk dalam populasi. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup 18 ruko dengan jumlah dinding panel yaitu 30 buah. Panel yang digunakan memiliki beberapa tipe dengan panjang dan lebar masing-masing, dengan detail yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.2 Denah Panel

Sumber: PT. M-Panel Indonesia, 2017

Pada penelitian ini, sampel yang diambil untuk masing-masing tipe panel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1

Hasil Sampling dengan Metode *Proportionated Stratified Random Sampling*

No.	Tipe Panel (PSM 10)	Jumlah (panel)	Hasil Sampling (panel)
1	A	9	8
2	B	9	8
3	C	8	8
4	D	4	4
Jumlah		30	28

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa pada tipe PSM 10 –D jumlah panel hanya 4 buah, oleh karena itu hasil sampelnya langsung digunakan keseluruhan jumlah panel tersebut yaitu 4 buah.

4.3 Langkah Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel

4.3.1 Pemasangan Besi Stek

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Besi steK polos $\varnothing 8$
- Bor dan mata bor 8 mm
- Palu



(a)



(b)

Gambar 4.3 (a) Besi Stek Polos $\varnothing 8$, (b) Bor dan Mata Bor 8 mm

2. Tahapan Pemasangan Besi Stek

Pemasangan besi steK bertujuan sebagai penopang sebuah panel dan untuk perkuatan.

Besi steK harus dipasang secara *zig-zag*, hal ini bertujuan untuk menjaga agar sebuah panel tetap berdiri. Terdapat dua cara dalam pemasangan besi steK, yaitu:

- ##### a) Pemasangan besi steK yang dilakukan sebelum pengecoran.

Besi SteK yang digunakan adalah besi polos ukuran $\varnothing 8$ dengan jarak pemasangan antar besi steK adalah 50 cm. Panjang besi steK ini sendiri adalah 30 cm.



Gambar 4.4 Besi Stek yang Dipasang saat Pengecoran

b) Pemasangan besi stek yang dilakukan setelah pengecoran.

Jika besi stek dipasang setelah pengecoran, maka cara pemasangannya adalah dengan membor lubang besi stek seperti terlihat pada gambar 4.5(a). Pasang besi stek pada satu sisi terlebih dahulu, lalu panel dipasang, setelahnya pasang stek besi pada sisi lainnya. Pemasangan besi stek pada lubang yang telah dibuat adalah dengan menggunakan palu. Besi stek harus berada pada satu garis lurus dan ditempatkan di kedua sisi panel tetapi berada di luar garis yang telah ditentukan.



(a)



(b)

Gambar 4.5 (a) Pengeboran Lubang untuk Besi Stek, (b) Pemasangan Besi Stek

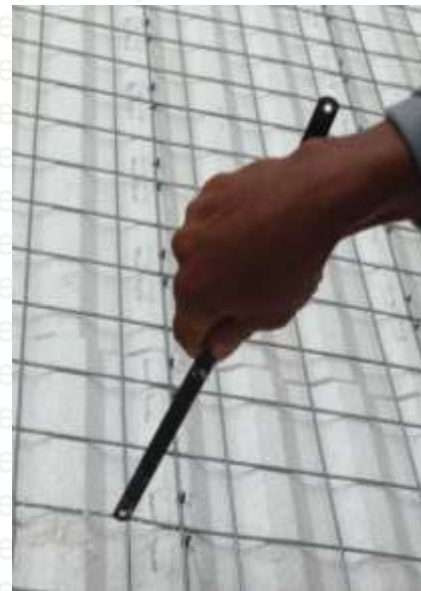
4.3.2 Pemasangan Dinding Panel

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Panel tipe PSM 10
- Mata gergaji besi
- *Bolt Cutter* (Gunting Wiremesh)



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.6 (a) Panel tipe PSM 10, (b) Mata gergaji besi, dan (c) Bolt Cutter

2. Tahapan Pemasangan Dinding Panel

Sebelum dinding dipasang, terlebih dahulu dilakukan pembersihan area jika diperlukan. Tahap pertama dalam pemasangan dinding adalah mencari as dari kolom (lihat gambar 4.7.a) agar pemasangan panel bisa sejajar dan lurus. Setelah as kolom ditandai, pasang panel diantara besi stek yang telah terpasang.



(a)



(b)

Gambar 4.7 (a) Pengukuran as kolom, (b) Penggunaan lot benang agar perletakan panel lurus



Gambar 4.8 Pemasangan Dinding Panel

Pada proyek ini, terdapat perubahan ukuran panel dari yang direncanakan karena adanya penurunan pada balok. Oleh karena itu, panel harus dipotong agar mendapatkan ukuran yang sesuai. Pemotongan panel dapat dilakukan dengan memotong wiremesh terlebih dahulu menggunakan *bolt cutter*, lalu memotong EPS dengan menggunakan mata gergaji/gergaji.



(a)



(b)

Gambar 4.9 (a) Pemotongan Besi Wiremesh, (b) Pemotongan EPS

4.3.3 Pemasangan Perkuatan

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Kawat Bendrat
- *Pliers*/Tang



Gambar 4.10 Kawat Bendrat



Gambar 4.11 Pliers/Tang

2. Tahapan Pemasangan Perkuatan

Setelah panel terpasang, langkah selanjutnya adalah pengikatan antar panel dan panel ke besi stek. Pengikatan dilakukan dengan kawat bendrat. Pada proyek ruko the boulevard perkuatan hanya berupa stek besi yang diikat kawat bendrat ke panel seperti terlihat pada gambar 4.13.b.. Hal ini disebabkan panel yang diproduksi memiliki *overlapping* (lihat gambar 4.13.a), yaitu *wiremesh* pada salah satu panel akan lebih panjang dari pada EPS yang ada. Oleh karena itu, perkuatan dengan menggunakan *flatmesh* tidak diperlukan dikarenakan *overlapping* dan *flatmesh* memiliki fungsi yang sama.



(a)



(b)

Gambar 4.12 (a) Pengikatan antar panel, (b) Pengikatan panel ke stek besi



(a)



(b)

Gambar 4.13 (a) *Over lapping* pada wiremesh, (b) Perkuatan antar panel

4.3.4 Pemasangan MEP

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Pipa MEP
- *Hot Gun*



(a)



(b)

Gambar 4.14 (a) Hot Gun, (b) Pipa MEP

2. Tahapan Pemasangan MEP

Pada tahap instalasi MEP, EPS harus dilelehkan dengan menggunakan *hot gun*.

Setelah itu kabel-kabel atau pipa dapat ditempatkan pada posisi tersebut. *Wiremesh* yang telah terpotong dapat ditutupi kembali dengan *flatmesh* tambahan.



Gambar 4.15 Pelelehan EPS dengan menggunakan *hot gun*

4.3.5 Plesteran tahap 1

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Semen (pc)
- Pasir
- Air
- Cangkul
- Ember
- Sendok Adukan

2. Tahapan Plesteran tahap 1



Gambar 4.16 Plesteran tahap 1

Sebelum plesteran dimulai, pastikan terlebih dahulu semua perkuatan dan instalasi MEP telah terpasang. Pada plesteran tahap 1, lapisan *shotcrete* harus menutupi keseluruhan *wiremesh*. Hal ini bertujuan untuk merekatkan antara EPS dengan *wiremesh*. Campuran *shotcrete* memiliki 2 tipe, dapat menggunakan *premixed* atau yang dicampur/disiapkan di lokasi. Pada proyek ruko the boulevard untuk tahap plesteran, baik pada tahap 1 dan 2 keduanya menggunakan campuran *shotcrete* yang disiapkan di lokasi. Desain campurannya adalah sebagai berikut:

- Menggunakan semen tipe PORTLAND
- Diameter pasir adalah 0-6 mm
- Perbandingan semen/pasir adalah $\frac{1}{4}$
- Air $< 0,52$

Dapat pula ditambahkan campuran penguat yaitu:

- *Fluidifiers*
- *Hydro repellers*
- *Polypropylene fiber*

4.3.6 Persiapan Plesteran tahap 2

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Benang
- Lot
- Paku
- Jidar



Gambar 4.17 Jidar

2. Tahapan Persiapan Plesteran Tahap 2

Pada persiapan plesteran tahap 2, hal yang pertama dilakukan adalah memasang acuan ketebalan *shotcrete*. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan benang dan lot (lihat gambar 4.18) untuk mendapatkan hasil yang sejajar dan sesuai dengan tebal plester yang diinginkan, yaitu 2-3 cm.



Gambar 4.18 Benang dan Lot yang Berfungsi sebagai Sikuan



Gambar 4.19 Acuan yang terbuat dari plesteran

4.3.7 Plesteran tahap 2

1. Alat dan Bahan Pemasangan

- Semen (pc)
- Pasir

- Air
- Cangkul
- Ember
- Sendok Adukan
- Jidar
- Rostam

1. Tahapan Plesteran Tahap 2

Setelah acuan dikerjakan, tunggu hingga acuan kering sebelum memasuki proses plesteran tahap 2. Pada plesteran 2, tahapan yang dikerjakan sama dengan plesteran biasa untuk dinding konvensional. Plesteran selalu dilakukan dari bagian bawah. Setelah pelaksanaan *shotcrete* selesai, proses acian dapat dilakukan setelah dinding didiamkan selama 48 jam.



Gambar 4.20 Plesteran tahap 2

4.4 Pekerjaan Pemasangan Besi Stek

4.4.1 Analisis Waktu

Tabel 4.2

Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan Besi Stek

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	B	3,78	08:24,4	1	
2	A	3,66	07:46,8	1	
3	B	3,78	07:31,0	1	
4	C	3,66	07:56,5	1	
5	D	2,835	05:48,9	1	
6	C	3,66	08:04,5	1	
7	A	3,66	06:39,9	1	
8	B	3,78	09:55,6	1	
9	C	3,66	07:00,4	1	
10	B	3,78	08:45,1	1	
11	D	2,835	06:31,8	1	
12	C	3,66	07:22,9	1	
13	A	3,66	09:13,3	1	
14	A	3,66	07:54,6	1	
15	D	2,835	06:03,7	1	
16	A	3,66	07:40,8	1	
17	C	3,66	08:13,6	1	
18	B	3,78	07:25,3	1	
19	C	3,66	07:04,7	1	
20	D	2,835	06:06,2	1	
21	A	3,66	07:00,3	1	
22	C	3,66	09:37,2	1	
23	B	3,78	07:19,4	1	
24	A	3,66	08:08,9	1	
25	B	3,78	07:10,1	1	
26	B	3,78	07:29,0	1	
27	A	3,66	09:77,2	1	
28	C	3,66	07:01,2	1	

4.4.2 Distribusi Frekuensi

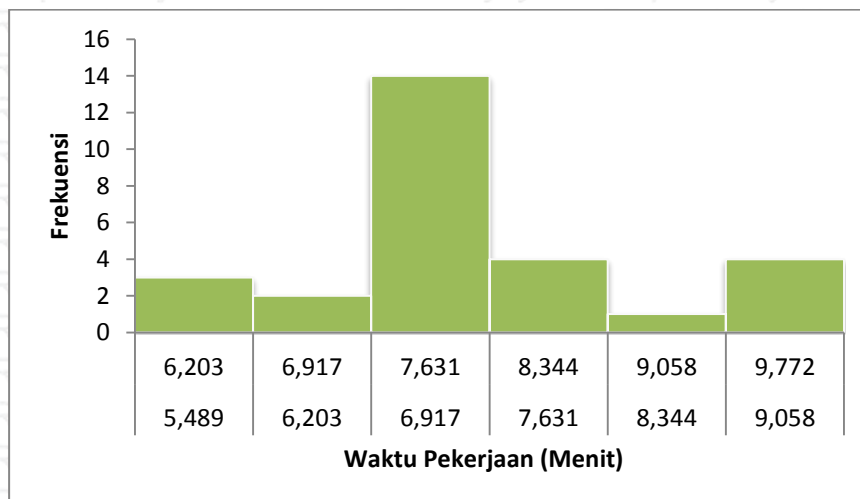
Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Data pada pemasangan besi stek dibagi

menjadi 6 kelas. Berikut adalah hasil distribusi frekuensi untuk pekerjaan pemasangan besi stek:

Tabel 4.3
Frekuensi Pemasangan Besi Stek

Waktu (menit)	Frekuensi
5,489 – 6,203	3
6,203 – 6,917	2
6,917 – 7,631	14
7,631 – 8,344	4
8,344 – 9,058	1
9,058 – 9,772	4
Total	28

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Besi Stek

Dari gambar 4.21 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan besi stek yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{5,489 + 6,203}{2} = 5,846 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{6,917 + 7,631}{2} = 7,274 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{9,058 + 9,772}{2} = 9,415 \text{ menit}$$

4.5 Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel

4.5.1 Analisis Waktu

Pada saat pekerjaan pemasangan dinding panel hasil *daily record sheet* dikelompokkan menjadi 3 bagian berdasarkan luasan panel yaitu:

- Panel 1 (Tipe A dan C) = 3,66 m²
- Panel 2 (Tipe B) = 3,78 m²
- Panel 3 (Tipe C) = 2,835 m²

Hal ini dikarenakan pekerjaan pemasangan dinding panel memiliki luasan berbeda-beda yang akan berpengaruh pada perhitungan durasi pekerjaan.

Tabel 4.4
Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan Dinding Panel 1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	A	3,66	02:13,8	1	
2	A	3,66	04:17,2	1	
3	A	3,66	03:42,9	1	
4	A	3,66	04:16,2	1	
5	A	3,66	04:03,1	1	
6	A	3,66	02:57,3	1	
7	A	3,66	04:21,0	1	
8	A	3,66	03:01,7	1	
9	C	3,66	04:55,6	1	
10	C	3,66	03:30,1	1	
11	C	3,66	02:41,4	1	
12	C	3,66	03:18,1	1	
13	C	3,66	04:53,7	1	
14	C	3,66	03:11,0	1	
15	C	3,66	04:04,5	1	
16	C	3,66	03:08,4	1	

Tabel 4.5
Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan Dinding Panel 2

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja		Ket
				Tukang	Pekerja Kasar	
1	B	3,78	11:24,0	2		Panel dipotong
2	B	3,78	13:32,0	2		Panel dipotong
3	B	3,78	11:24,8	2		Panel dipotong
4	B	3,78	12:02,4	2		Panel dipotong
5	B	3,78	10:44,3	2		Panel dipotong

No	Tipe	Luas	Waktu Pekerjaan	Jumlah Pekerja	Ket
6	B	3,78	11:37,1	2	Panel dipotong
7	B	3,78	11:29,3	2	Panel dipotong
8	B	3,78	10:40,7	2	Panel dipotong

Tabel 4.6
Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan Dinding Panel 3

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	D	2,835	02:20,8	1	
2	D	2,835	01:49,3	1	
3	D	2,835	02:39,6	1	
4	D	2,835	02:31,6	1	

4.5.2 Distribusi Frekuensi

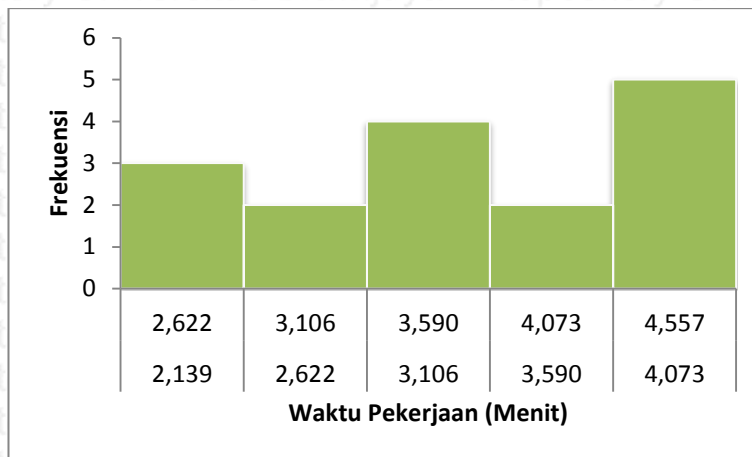
Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Pada panel 1 dibagi menjadi 5 kelas, panel 2 dibagi menjadi 4 kelas, dan panel 3 dibagi menjadi 3 kelas.

- **Panel 1 (Tipe A dan C)**

Tabel 4.7
Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 1

Waktu (menit)	Frekuensi
2,139 – 2,622	3
2,622 – 3,106	2
3,106 – 3,590	4
3,590 – 4,073	2
4,073 – 4,557	5
Total	16

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 1

Dari gambar 4.22 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan dinding panel 1 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{2,139 + 2,622}{2} = 2,381 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{4,073 + 4,557}{2} = 4,315 \text{ menit}$$

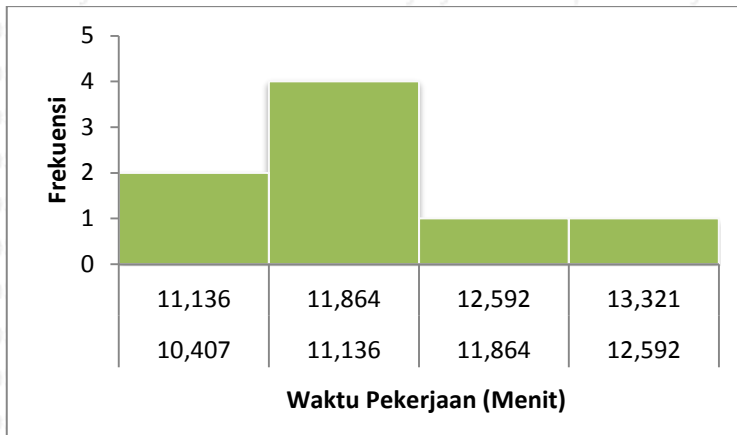
$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{4,073 + 4,557}{2} = 4,315 \text{ menit}$$

- **Panel 2 (Tipe B)**

Tabel 4.8
Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 2

Waktu (menit)	Frekuensi
10,407 – 11,136	2
11,136 – 11,864	4
11,864 – 12,592	1
12,592 – 13,321	1
Total	8

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 2

Dari gambar 4.23 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan dinding panel 2 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{10,407 + 11,136}{2} = 10,772 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{11,136 + 11,864}{2} = 11,499 \text{ menit}$$

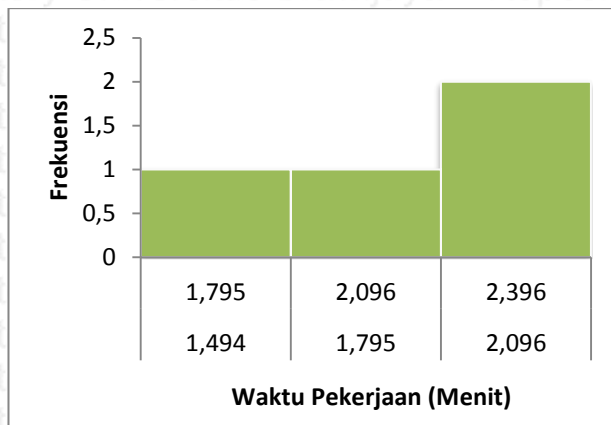
$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{12,592 + 13,321}{2} = 12,956 \text{ menit}$$

- **Panel 3 (Tipe D)**

Tabel 4.9
Frekuensi Pemasangan Dinding Panel Tipe D

Waktu (menit)	Frekuensi
1,494 – 1,795	1
1,795 – 2,096	1
2,096 – 2,396	2
Total	4

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Dinding Panel 3

Dari gambar 4.24 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan dinding panel tipe D yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{1,494 + 1,795}{2} = 1,644 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{2,096 + 2,396}{2} = 2,246 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{2,096 + 2,396}{2} = 2,246 \text{ menit}$$

4.6 Pekerjaan Pemasangan Perkuatan

4.6.1 Analisis Waktu

Tabel 4.10

Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan Perkuatan

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	B	3,78	05:64,5	1	
2	C	3,66	07:15,9	1	
3	D	2,835	06:45,0	1	
4	A	3,66	09:22,5	1	
5	D	2,835	07:21,3	1	
6	A	3,66	06:32,1	1	
7	A	3,66	07:18,3	1	
8	C	3,66	07:42,2	1	
9	B	3,78	07:22,9	1	
10	C	3,66	06:49,7	1	
11	B	3,78	09:57,4	1	
12	A	3,66	08:11,6	1	
13	A	3,66	07:14,3	1	
14	B	3,78	09:08,3	1	

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
15	C	3,66	08:49,6	1	
16	C	3,66	05:42,3	1	
17	A	3,66	07:20,8	1	
18	D	2,835	06:49,3	1	
19	C	3,66	08:13,8	1	
20	B	3,78	08:24,0	1	
21	A	3,66	09:17,2	1	
22	B	3,78	07:30,1	1	
23	C	3,66	08:20,0	1	
24	A	3,66	08:57,4	1	
25	D	2,835	06:51,3	1	
26	B	3,78	08:26,0	1	
27	B	3,78	08:20,2	1	
28	C	3,66	07:11,5	1	

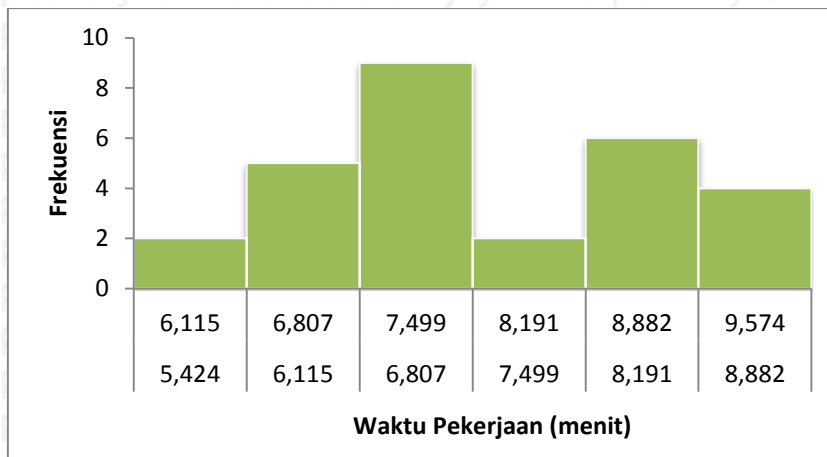
4.6.2 Distribusi Frekuensi

Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Data pada pemasangan perkuatan dibagi menjadi 6 kelas. Berikut adalah hasil distribusi frekuensi untuk pekerjaan pemasangan perkuatan:

Tabel 4.11
Frekuensi Pemasangan Perkuatan

Waktu (menit)	Frekuensi
5,424 – 6,115	2
6,115 – 6,807	5
6,807 – 7,499	9
7,499 – 8,191	2
8,191 – 8,882	6
8,882 – 9,574	4
Total	28

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan Perkuatan

Dari gambar 4.25 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan perkuatan yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{5,424 + 6,115}{2} = 5,769 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{6,807 + 7,499}{2} = 7,153 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{8,882 + 9,574}{2} = 9,228 \text{ menit}$$

4.7 Pekerjaan Pemasangan MEP

4.7.1 Analisis Waktu

Tabel 4.12

Hasil *Daily Record Sheet* Pemasangan MEP

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	A	3,66	16:16,3	1	
2	B	3,78	20:42,4	1	
3	C	3,66	21:58,9	1	
4	A	3,66	20:06,1	1	
5	D	2,835	19:33,6	1	
6	B	3,78	20:18,5	1	
7	C	3,66	17:15,3	1	
8	B	3,78	22:09,4	1	
9	C	3,66	20:20,8	1	
10	D	2,835	17:25,5	1	
11	A	3,66	21:00,1	1	
12	A	3,66	20:46,6	1	
13	B	3,78	20:19,9	1	
14	C	3,66	21:37,6	1	

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
15	A	3,66	17:40,8	1	
16	C	3,66	19:16,3	1	
17	A	3,66	19:03,7	1	
18	D	2,835	16:32,2	1	
19	C	3,66	19:03,7	1	
20	B	3,78	20:21,3	1	
21	B	3,78	16,22,9	1	
22	D	2,835	17:14,3	1	
23	B	3,78	21:06,2	1	
24	C	3,66	17:40,2	1	
25	A	3,66	18:02,3	1	
26	A	3,66	19:22,8	1	
27	B	3,78	20:33,1	1	
28	C	3,66	18:05,6	1	

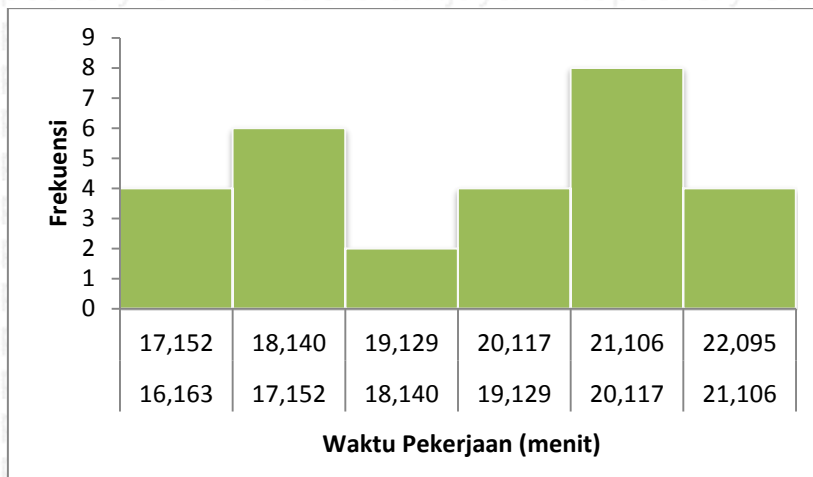
4.7.2 Distribusi Frekuensi

Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Data pada pemasangan MEP dibagi menjadi 6 kelas. Berikut adalah hasil distribusi frekuensi untuk pekerjaan pemasangan MEP:

Tabel 4.13
Frekuensi Pemasangan MEP

Waktu (menit)	Frekuensi
16,163 – 17,152	4
17,152 – 18,140	6
18,140 – 19,129	2
19,129 – 20,117	4
20,117 – 21,106	8
21,106 – 22,095	4
Total	28

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Histogram Distribusi Frekuensi Pemasangan MEP

Dari gambar 4.26 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan MEP yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{16,163 + 17,152}{2} = 16,657 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{20,117 + 21,106}{2} = 20,6117 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{21,106 + 22,095}{2} = 21,601 \text{ menit}$$

4.8 Pekerjaan Plesteran Tahap 1

4.8.1 Analisis Waktu

Pada saat pekerjaan plesteran tahap 1 hasil *daily record sheet* dikelompokkan menjadi 3 bagian berdasarkan luasan panel yaitu:

- Panel 1 (Tipe A dan C) = 3,66 m²
- Panel 2 (Tipe B) = 3,78 m²
- Panel 3 (Tipe C) = 2,835 m²

Hal ini dikarenakan pekerjaan plesteran tahap 1 memiliki luasan berbeda-beda yang akan berpengaruh pada perhitungan durasi pekerjaan.

Tabel 4.14

Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 1 untuk Panel 1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	A	3,66	13:17,5		1
2	A	3,66	11:08,2		1
3	A	3,66	14:11,3		1
4	A	3,66	14:56,1		1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
5	A	3,66	13:03,5		1
6	A	3,66	13:04,5		1
7	A	3,66	14:20,1		1
8	A	3,66	14:40,3		1
9	C	3,66	14:31,1		1
10	C	3,66	10:00,7		1
11	C	3,66	13:56,3		1
12	C	3,66	14:46,5		1
13	C	3,66	12:51,2		1
14	C	3,66	12:55,2		1
15	C	3,66	14:06,4		1
16	C	3,66	15:92,3		1

Tabel 4.15
Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 1 untuk Panel 2

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	B	3,78	11:42,6		1
2	B	3,78	13:42,8		1
3	B	3,78	12:26,3		1
4	B	3,78	15:98,5		1
5	B	3,78	13:15,3		1
6	B	3,78	10:68,2		1
7	B	3,78	10:48,9		1
8	B	3,78	13:16,3		1

Tabel 4.16
Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 1 untuk Panel 3

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	D	2,835	11:56,8		1
2	D	2,835	12:48,5		1
3	D	2,835	15:24,3		1
4	D	2,835	12:39,1		1

4.8.2 Distribusi Frekuensi

Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Pada panel 1 dibagi menjadi 5 kelas, pada panel 2 dibagi menjadi 4 kelas, dan pada panel 3 dibagi menjadi 3 kelas.

- **Panel 1 (Tipe A dan C)**

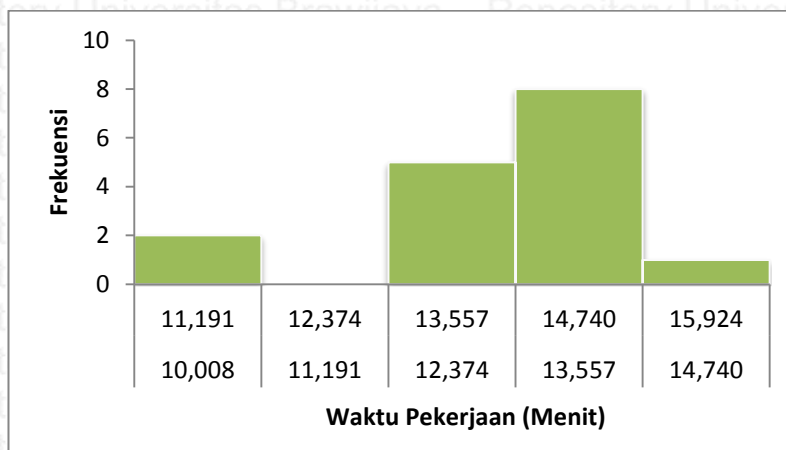
Tabel 4.17

Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 1

Waktu (menit)	Frekuensi
10,008 – 11,191	2
11,191 – 12,374	0
12,374 – 13,557	5
13,557 – 14,740	8
14,740 – 15,924	1
Total	16

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram

distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 1

Dari gambar 4.27 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan plesteran tahap 1 untuk panel 1 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{10,008 + 11,191}{2} = 10,5991 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{13,557 + 14,740}{2} = 14,148 \text{ menit}$$

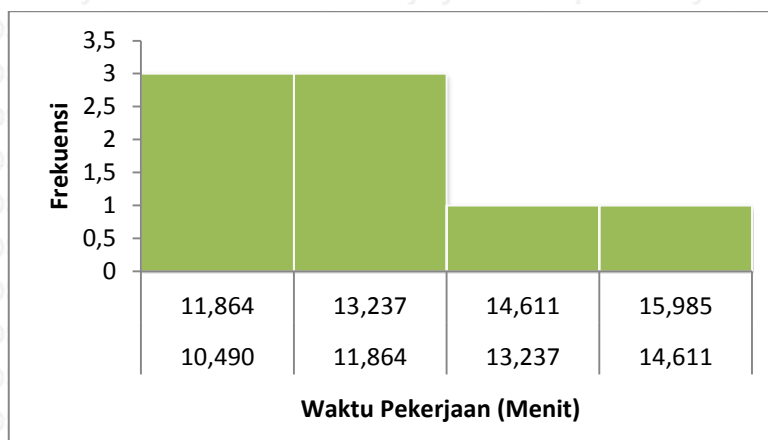
$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{14,740 + 15,924}{2} = 15,332 \text{ menit}$$

- **Panel 2 (Tipe B)**

Tabel 4.18
Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 2

Waktu (menit)	Frekuensi
10,490 – 11,864	3
11,864 – 13,237	3
13,237 – 14,611	1
14,611 – 15,985	1
Total	8

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 2

Dari gambar 4.28 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan plesteran tahap 1 untuk panel 2 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{10,490 + 11,864}{2} = 11,177 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{11,864 + 13,237}{2} = 12,551 \text{ menit}$$

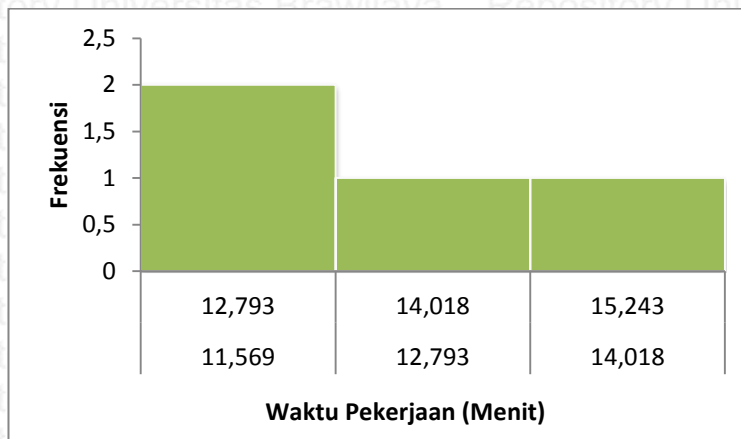
$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{14,611 + 15,985}{2} = 15,298 \text{ menit}$$

- **Panel 3 (Tipe D)**

Tabel 4.19
Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 3

Waktu (menit)	Frekuensi
11,569 – 12,793	2
12,793 – 14,018	1
14,018 – 15,243	1
Total	4

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 1 untuk Panel 3

Dari gambar diatas dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan plesteran tahap 1 untuk panel 3 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{11,569 + 12,793}{2} = 12,181 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{11,569 + 12,793}{2} = 12,181 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{14,018 + 15,243}{2} = 14,631 \text{ menit}$$

4.9 Pekerjaan Persiapan Plesteran Tahap 2

4.9.1 Analisis Waktu

Pada saat pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 hasil *daily record sheet* dikelompokkan menjadi 3 bagian berdasarkan luasan panel yaitu:

- Panel 1 (Tipe A dan C) = 3,66 m²
- Panel 2 (Tipe B) = 3,78 m²
- Panel 3 (Tipe C) = 2,835 m²

Hal ini dikarenakan pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 memiliki luasan berbeda-beda yang akan berpengaruh pada perhitungan durasi pekerjaan.

Tabel 4.20

Hasil *Daily Record Sheet* Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	A	3,66	20:48,3		1
2	A	3,66	21:56,2		1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
3	A	3,66	22:06,7		1
4	A	3,66	21:23,7		1
5	A	3,66	20:28,7		1
6	A	3,66	23:23,2		1
7	A	3,66	21:05,4		1
8	A	3,66	23:19,4		1
9	C	3,66	24:15,5		1
10	C	3,66	17:46,2		1
11	C	3,66	21:20,0		1
12	C	3,66	24:77,4		1
13	C	3,66	20:32,3		1
14	C	3,66	22:67,3		1
15	C	3,66	23:50,6		1
16	C	3,66	20:05,5		1

Tabel 4.21

Hasil *Daily Record Sheet* Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	B	3,78	21:14,7		1
2	B	3,78	20:62,7		1
3	B	3,78	19:48,1		1
4	B	3,78	21:15,9		1
5	B	3,78	21:08,3		1
6	B	3,78	21:56,5		1
7	B	3,78	22:05,7		1
8	B	3,78	21:44,5		1

Tabel 4.22

Hasil *Daily Record Sheet* Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	D	2,835	21:44,0		1
2	D	2,835	23:09,4		1
3	D	2,835	17:23,0		1
4	D	2,835	18:00,7		1

4.9.2 Distribusi Frekuensi

Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Pada panel 1 dibagi menjadi 5 kelas, pada panel 2 dibagi menjadi 4 kelas, dan pada panel 3 dibagi menjadi 3 kelas.

- **Panel 1 (Tipe A dan C)**

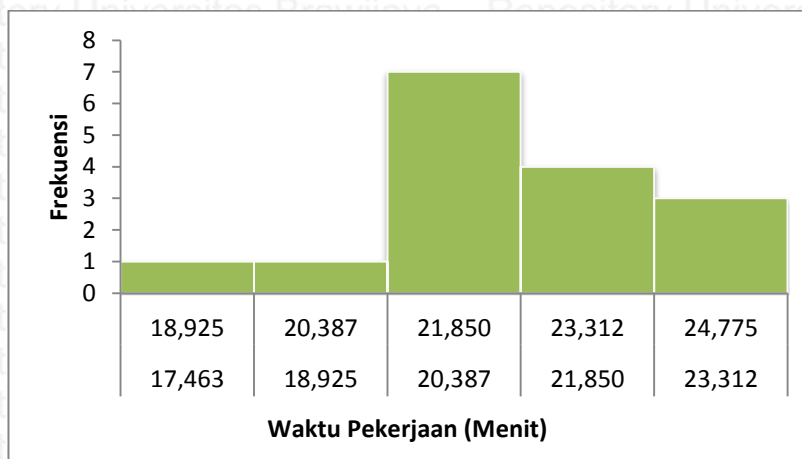
Tabel 4.23

Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

Waktu (menit)	Frekuensi
17,463 – 18,925	1
18,925 – 20,387	1
20,387 – 21,850	7
21,850 – 23,312	4
23,312 – 24,775	3
Total	16

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram

distribusi frekuensi seperti terlihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

Dari gambar 4.30 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan persiapan pemasangan plesteran tahap 2 untuk panel 1 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{17,463 + 18,925}{2} = 18,194 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{20,387 + 21,850}{2} = 21,119 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{23,312 + 24,775}{2} = 24,043 \text{ menit}$$

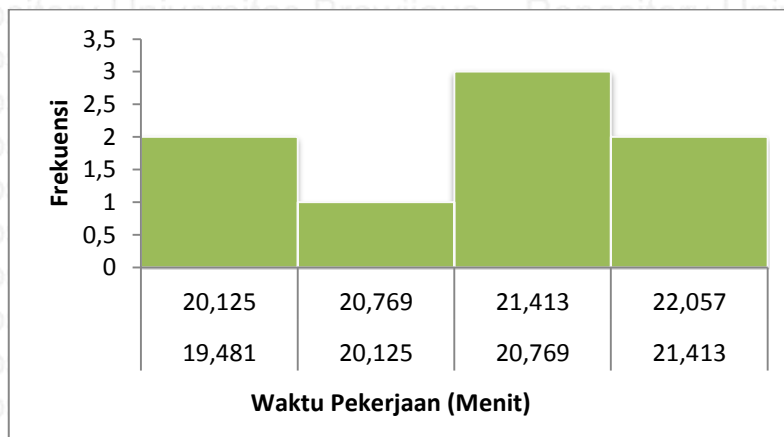
- **Panel 2 (Tipe B)**

Tabel 4.24

Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

Waktu (menit)	Frekuensi
19,481 – 20,125	2
20,125 – 20,769	1
20,769 – 21,413	3
21,413 – 22,057	2
Total	8

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti berikut:



Gambar 4.31 Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

Dari gambar 4.31 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan persiapan plesteran tahap 2 untuk panel 2 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{19,481 + 20,125}{2} = 19,803 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{20,769 + 21,413}{2} = 21,091 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{21,413 + 22,057}{2} = 21,735 \text{ menit}$$

- **Panel 3 (Tipe D)**

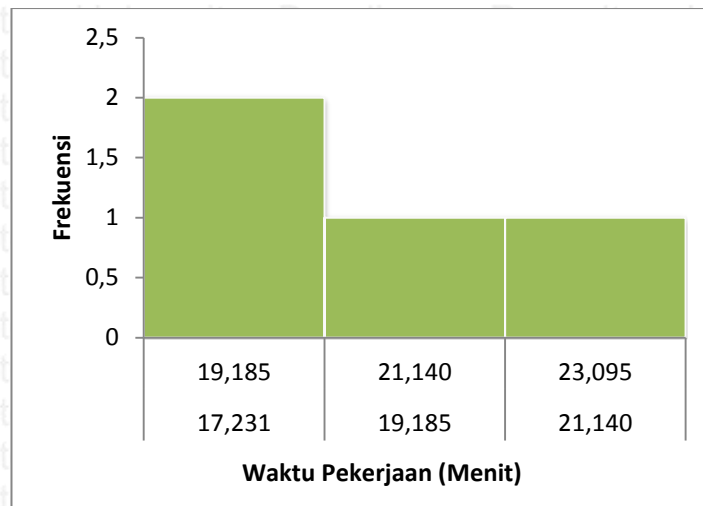
Tabel 4.25

Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

Waktu (menit)	Frekuensi
17,231 – 19,185	2
19,185 – 21,140	1

Waktu (menit)	Frekuensi
21,140 – 23,095	1
Total	4

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti berikut:



Gambar 4.32 Histogram Distribusi Frekuensi Persiapan Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

Dari gambar 4.32 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan persiapan plesteran tahap 2 untuk panel 3 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{17,231 + 19,185}{2} = 18,208 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{17,231 + 19,185}{2} = 20,163 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{21,140 + 23,095}{2} = 22,117 \text{ menit}$$

4.10 Pekerjaan Plesteran Tahap 2

4.10.1 Analisis Waktu

Pada pekerjaan plesteran tahap 2 hasil *daily record sheet* dikelompokan menjadi 3 bagian berdasarkan luasan panel yaitu:

- Panel 1 (Tipe A dan C) = 3,66 m²
- Panel 2 (Tipe B) = 3,78 m²
- Panel 3 (Tipe C) = 2,835 m²

Hal ini dikarenakan pekerjaan plesteran tahap 2 memiliki luasan berbeda-beda yang akan berpengaruh pada perhitungan durasi pekerjaan.

Tabel 4.26
Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	A	3,66	29:55,1		1
2	A	3,66	31:23,6		1
3	A	3,66	30:37,9		1
4	A	3,66	32:21,9		1
5	A	3,66	30:41,5		1
6	A	3,66	31:01,7		1
7	A	3,66	31:29,8		1
8	A	3,66	33:88,2		1
9	C	3,66	30:11,5		1
10	C	3,66	32:24,9		1
11	C	3,66	33:46,8		1
12	C	3,66	34:07,6		1
13	C	3,66	32:44,2		1
14	C	3,66	32:12,3		1
15	C	3,66	32:00,9		1
16	C	3,66	30:50,4		1

Tabel 4.27
Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	B	3,78	34:05,3		1
2	B	3,78	30:45,9		1
3	B	3,78	29:78,1		1
4	B	3,78	31:27,7		1
5	B	3,78	35:67,5		1
6	B	3,78	35:09,2		1
7	B	3,78	31:09,5		1
8	B	3,78	30:27,6		1

Tabel 4.28
Hasil *Daily Record Sheet* Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
1	D	2,835	31:57,6		1
2	D	2,835	29:55,6		1

No	Tipe Panel	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan (Menit)	Jumlah Pekerja	
				Tukang	Pekerja Kasar
3	D	2,835	29:59,5		1
4	D	2,835	30:11,1		1

4.10.2 Distribusi Frekuensi

Pada penelitian ini hasil data analisis yang ada ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi. Hal ini bertujuan untuk membagi data yang ada kedalam kelas interval tertentu agar data yang ada lebih mudah untuk diolah. Pada panel 1 dibagi menjadi 5 kelas, pada panel 2 dibagi menjadi 4 kelas, dan pada panel 3 dibagi menjadi 3 kelas.

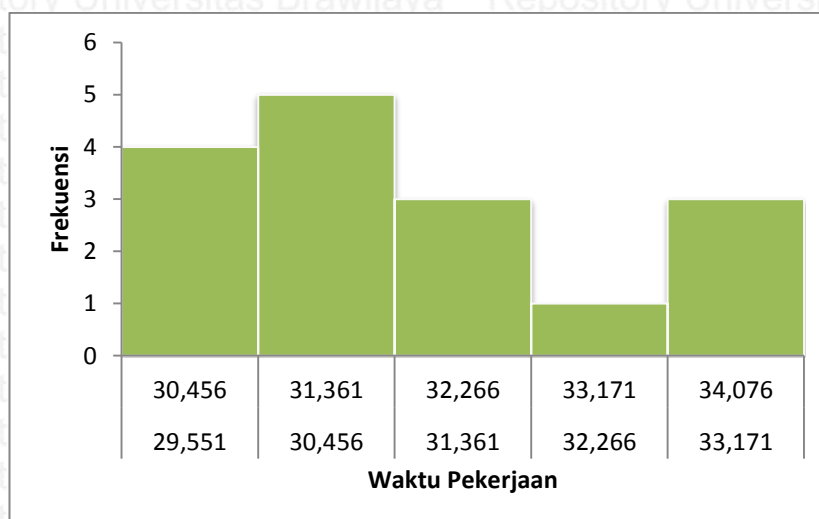
- **Panel 1 (Tipe A dan C)**

Tabel 4.29

Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

Waktu (menit)	Frekuensi
29,551 – 30,456	4
30,456 – 31,361	5
31,361 – 32,266	3
32,266 – 33,171	1
33,171 – 34,076	3
Total	16

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti berikut:



Gambar 4.33 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 1

Dari gambar 4.33 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan pemasangan plesteran tahap 2 untuk panel 1 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{29,551 + 30,456}{2} = 30,003 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{30,456 + 31,361}{2} = 30,909 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{33,171 + 34,076}{2} = 33,624 \text{ menit}$$

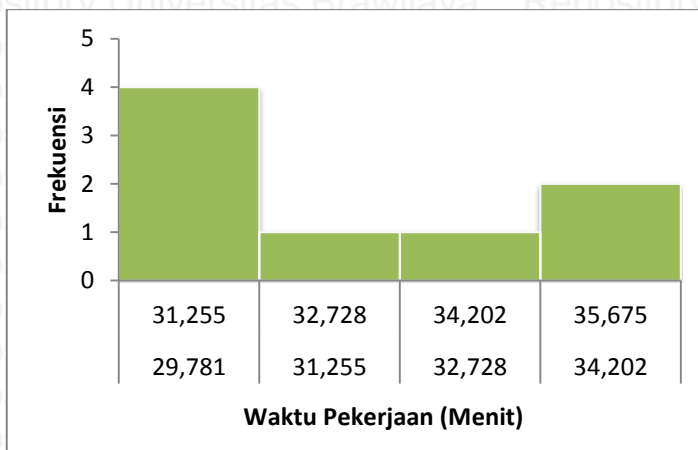
• **Panel 2 (Tipe B)**

Tabel 4.30

Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

Waktu (menit)	Frekuensi
29,781 – 31,255	4
31,255 – 32,728	1
32,728 – 34,202	1
34,202 – 35,675	2
Total	8

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti berikut:



Gambar 4.34 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 2

Dari gambar 4.34 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan plesteran tahap 2 untuk panel 2 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{29,781 - 31,255}{2} = 30,518 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{29,781 - 31,255}{2} = 30,518 \text{ menit}$$

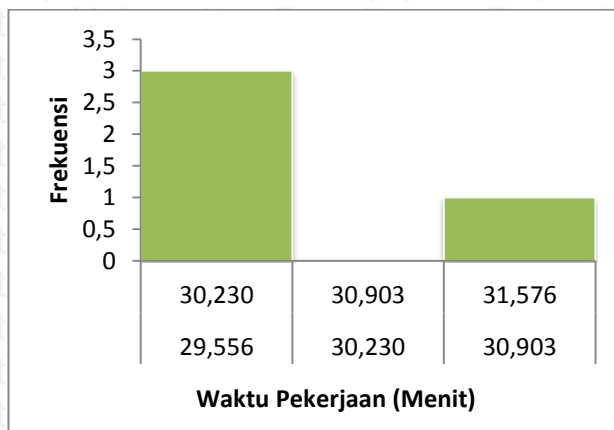
$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{34,202 - 35,675}{2} = 34,939 \text{ menit}$$

- **Panel 3 (Tipe D)**

Tabel 4.31 Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

Waktu (menit)	Frekuensi
29,556 – 30,230	3
30,230 – 30,903	0
30,903 – 31,576	1
Total	4

Setelah diolah menjadi tabel frekuensi, lalu ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi frekuensi seperti berikut:



Gambar 4.35 Histogram Distribusi Frekuensi Plesteran Tahap 2 untuk Panel 3

Dari gambar 4.35 dapat diperoleh tiga perkiraan waktu untuk kegiatan plesteran tahap 2 untuk panel 3 yaitu:

$$\text{Waktu Optimis (a)} = \frac{29,556 + 30,230}{2} = 29,893 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Terealistis (m)} = \frac{29,556 + 30,230}{2} = 30,566 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pesimis (b)} = \frac{30,903 + 31,576}{2} = 31,239 \text{ menit}$$

4.11 Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Dalam metode PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu Optimis (a), waktu terealistis (m), dan waktu pesimis (b). Waktu ini diperoleh dari hasil data analisis waktu yang dipaparkan dalam bentuk distribusi frekuensi sebelumnya.

Tabel 4.32
 Nilai a, m, b, S, dan V per m² (menit)

No	Tahap Pekerjaan	a	m	b	S	V(Te)	Te
1	Pemasangan Besi Stek	5,85	7,27	9,42	0,59	0,35	7,39
	Pemasangan Dinding Panel 1	2,38	4,31	4,31	0,32	0,10	3,99
2	Pemasangan Dinding Panel 2	10,77	11,50	12,96	0,36	0,13	11,62
	Pemasangan Dinding Panel 3	1,64	2,25	2,25	0,10	0,01	2,15
3	Pemasangan Perkuatan	5,77	7,15	9,23	0,58	0,33	7,27
4	Pemasangan MEP	16,66	20,61	21,60	0,82	0,68	20,12
5	Plesteran Tahap 1 Panel 1	10,60	14,15	15,33	0,79	0,62	13,75
	Plesteran Tahap 1 Panel 2	11,18	12,55	15,30	0,69	0,47	12,78
	Plesteran Tahap 1 Panel 3	12,18	12,18	14,63	0,41	0,17	12,59
	Persiapan Plesteran Tahap 2 Panel 1	18,19	21,12	24,04	0,97	0,95	21,12
6	Persiapan Plesteran Tahap 2 Panel 2	19,80	21,09	21,74	0,32	0,10	20,98
	Persiapan Plesteran Tahap 2 Panel 3	18,21	18,21	22,12	0,65	0,42	18,86
7	Plesteran Tahap 2 Panel 1	30,00	30,91	33,62	0,60	0,36	31,21
	Plesteran Tahap 2 Panel 2	30,52	30,52	34,94	0,74	0,54	31,25
	Plesteran Tahap 2 Panel 3	29,89	29,89	31,24	0,22	0,05	30,12

Rentang waktu pada tiga angka estimasi (a, m, b) dalam metode PERT seperti tabel diatas menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu. Besarnya ketidakpastian dipersamakan sebagai berikut:

- Deviasi Standar Kegiatan Pemasangan Besi Stek

$$S = \frac{1}{6} (b - a) = \frac{1}{6} (9,42 - 5,85) = 0,59 \text{ menit}$$

Dimana S = deviasi standar kegiatan

a = waktu Optimis

b = waktu pesimis

Seperti terlihat pada tabel 4.32 bahwa nilai deviasi standar yang didapat sangat beragam. Semakin besar nilai deviasi standar yang diperoleh maka semakin besar pula perbedaan nilai sampel terhadap nilai rata-ratanya, dengan kata lain data sampel semakin menyebar atau bervariasi. Sebaliknya, semakin kecil nilai deviasi standar maka perbedaan nilai sampel terhadap rata-ratanya semakin kecil dan data semakin homogen. Pada penelitian ini, nilai standar deviasi terkecil adalah pekerjaan pemasangan dinding untuk panel 3 yaitu 0,1 dan nilai terbesar adalah pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 untuk panel 1 yaitu 0,97.

- Varians Kegiatan Pemasangan Besi Stek

$$V = S^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 = \left(\frac{9,42-5,85}{6}\right)^2 = 0,35 \text{ menit}$$

Dimana V = varian kegiatan

a = waktu Optimis

b = waktu pesimis

Dari tiga waktu yang telah didapatkan, dapat diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yaitu *expected duration* dengan persamaan sebagai berikut:

- *Expected Duration* Pemasangan Besi Stek

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6} = \frac{5,85 + 4(7,27) + 9,42}{6} = 7,39 \text{ menit}$$

Dimana Te = *Expected Duration*

a = waktu Optimis

m = waktu terealistis

b = waktu pesimis

Nilai pada *Expected Duration* (Te) inilah yang akan digunakan sebagai durasi untuk penjadwalan dengan metode PERT.

4.11.1 Penjadwalan dengan Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Pada penelitian ini penjadwalan dibagi menjadi 3 tahapan pekerjaan. Pembagian tahapan ini dikarenakan pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 dan plesteran tahap 2 dikategorikan sebagai pekerjaan finishing. Untuk mengerjakan persiapan plesteran tahap 2 diperlukan waktu tunggu sekitar 1 hari untuk menunggu hasil dari pekerjaan plesteran tahap 1 mengering. Dan untuk mengerjakan plesteran tahap 2 diperlukan waktu tunggu sekitar 1 jam untuk menunggu kepalaan kering.

Tabel 4.33

Tahapan Penjadwalan

Tahapan	Jenis Pekerjaan
1	Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1
2	Persiapan Plesteran Tahap 2
3	Plesteran Tahap 2

Penjadwalan pada metode PERT dilakukan untuk 1 set panel, dimana 1 set panel terdiri dari 2 panel yaitu panel x dan y seperti terlihat pada gambar 4.36, 4.38. Akan tetapi untuk panel 3 hanya terdiri dari 1 panel saja seperti pada gambar 4.40. Proyek Ruko The

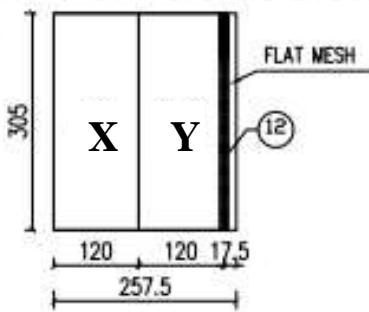
Boulevard ini memiliki 3 jenis luasan panel yang berbeda seperti yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu:

- Panel 1 (Tipe A dan C) = $3,66 \text{ m}^2$
- Panel 2 (Tipe B) = $3,78 \text{ m}^2$
- Panel 3 (Tipe C) = $2,835 \text{ m}^2$

Oleh karena itu penjadwalan dilakukan pada ketiga jenis panel untuk mendapatkan durasi total dengan metode PERT, dengan asumsi untuk 1 hari kerja adalah 8 jam untuk 1 jamnya adalah 40 menit.

A. Tahapan 1 (Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1)

1. Penjadwalan Panel 1 (2 Panel, Luas = $3,66 \text{ m}^2$)



Gambar 4.36 Set Panel 1

Keterkaitan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan untuk penjadwalan Panel 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

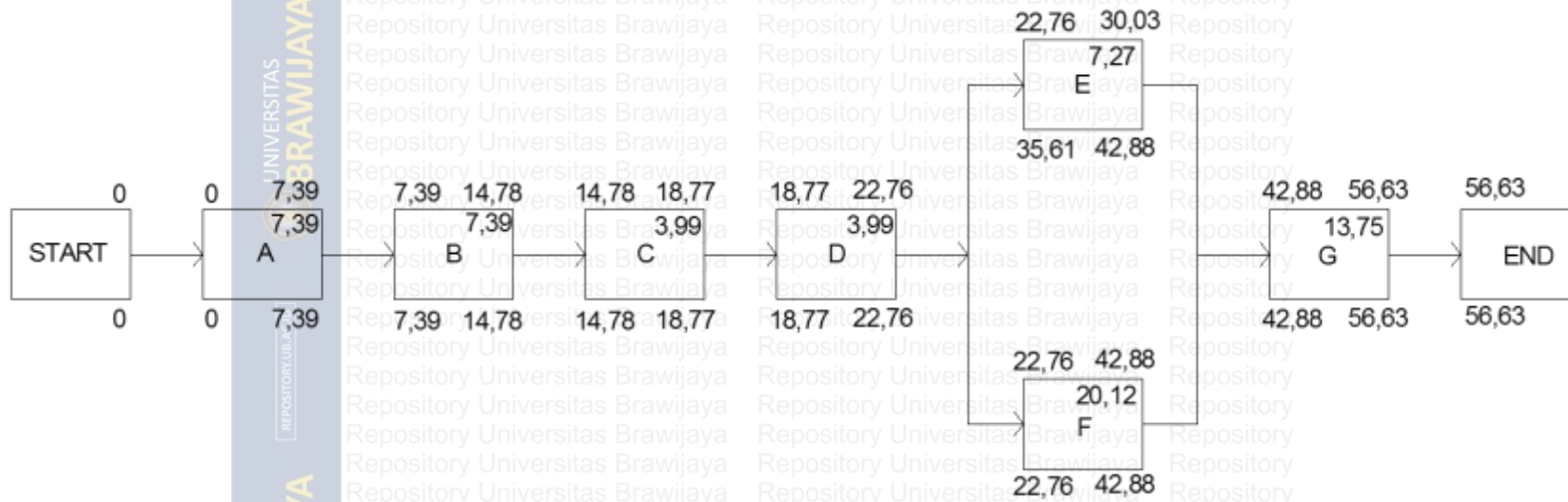
Tabel 4.34

Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 1

No	Pekerjaan	Kode Aktivitas	Successor	Durasi Te (Menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	A	B	7,39
2	Pemasangan Besi Stek Y	B	C	7,39
3	Pemasangan Panel X	C	D	3,99
4	Pemasangan Panel Y	D	E,F	3,99
5	Pemasangan Perkuatan	E	G	7,27
6	Pemasangan MEP	F	G	20,12
7	Plesteran Tahap 1	G	-	13,75

Pada tabel 4.34 untuk durasi Te yang digunakan pada pemasangan panel dan plesteran tahap 1 adalah nilai Te untuk pekerjaan panel 1 dengan luasan panel $3,66 \text{ m}^2$.

Berikut adalah network diagram untuk pekerjaan pemasangan dinding panel 1 menggunakan metode PERT:

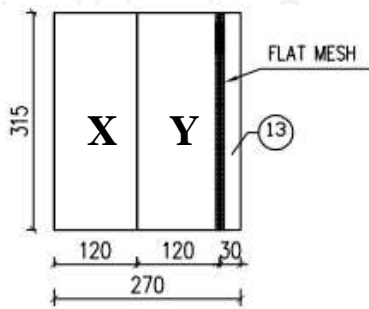


Gambar 4.37 Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 1

Pada gambar 4.37 terlihat bahwa total durasi T_e yang didapatkan adalah 56,63 menit. Durasi ini adalah durasi untuk 1 set panel dengan ukuran $3,66 \text{ m}^2$. Untuk mendapatkan hasil durasi per m^2 , maka hasil durasi yang telah didapatkan dibagi dengan luasan panelnya. Berikut perhitungan durasi per m^2 untuk Pemasangan Dinding Panel 1:

$$\text{Durasi per } m^2 = \frac{\text{Durasi } T_e}{(2 \times \text{luas panel})} = \frac{56,63}{(2 \times 3,66)} = 7,736 \text{ menit}/m^2$$

2. Penjadwalan Panel 2 (2 Panel, Luas = 3,78 m²)



Gambar 4.38 Set Panel 2

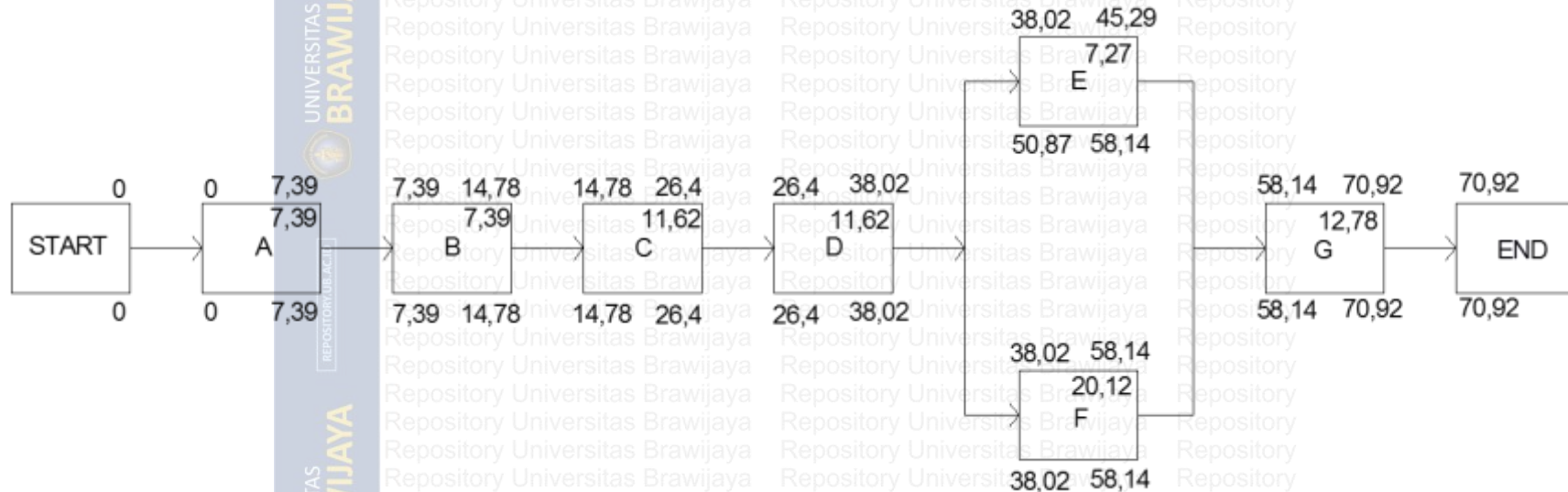
Keterkaitan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan untuk penjadwalan Panel 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.35
Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 2

No	Pekerjaan	Kode Aktivitas	Successor	Durasi Te (Menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	A	B	7,39
2	Pemasangan Besi Stek Y	B	C	7,39
3	Pemasangan Panel X	C	D	11,62
4	Pemasangan Panel Y	D	E,F	11,62
5	Pemasangan Perkuatan	E	G	7,27
6	Pemasangan MEP	F	G	20,12
7	Plesteran Tahap 1	G	-	12,78

Pada tabel 4.35 untuk durasi Te yang digunakan pada pemasangan panel dan plesteran tahap 1 adalah nilai Te untuk pekerjaan panel 2 dengan luasan panel 3,78 m².

Berikut adalah network diagram untuk pekerjaan pemasangan dinding panel 2 menggunakan metode PERT:

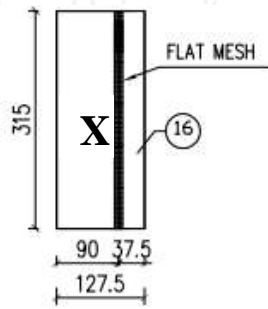


Gambar 4.39 Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 2

Pada gambar 4.39 terlihat bahwa total durasi T_e yang didapatkan adalah 70,92 menit. Durasi ini adalah durasi untuk 1 set panel dengan ukuran 3,78 m². Untuk mendapatkan hasil durasi per m², maka hasil durasi yang telah didapatkan dibagi dengan luasan panelnya. Berikut perhitungan durasi per m² untuk Pemasangan Dinding Panel 2:

$$\text{Durasi per } m^2 = \frac{\text{Durasi } T_e}{(2 \times \text{luas panel})} = \frac{70,92}{(2 \times 3,78)} = 9,381 \text{ menit}/m^2$$

3. Penjadwalan Panel 3 (1 Panel, Luas = 2,835 m²)



Gambar 4.40 Set Panel 3

Keterkaitan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan untuk penjadwalan Panel 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

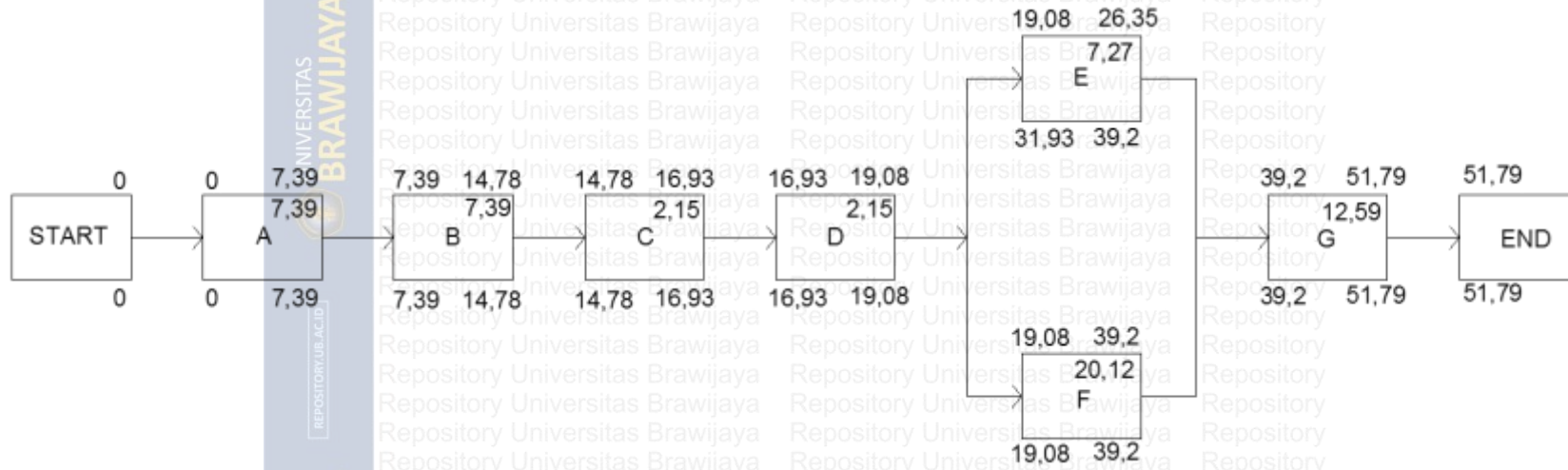
Tabel 4.36

Hubungan Aktivitas dan Durasi Pekerjaan Panel 3

No	Pekerjaan	Kode Aktivitas	Successor	Durasi Te (Menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	A	B	7,39
2	Pemasangan Besi Stek Y	B	C	7,39
3	Pemasangan Panel X	C	D	2,15
4	Pemasangan Panel Y	D	E,F	2,15
5	Pemasangan Perkuatan	E	G	7,27
6	Pemasangan MEP	F	G	20,12
7	Plesteran Tahap 1	G	-	12,59

Pada tabel 4.36 untuk durasi Te yang digunakan pada pemasangan panel dan plesteran tahap 1 adalah nilai Te untuk pekerjaan panel 3 dengan luasan panel 2,835 m².

Berikut adalah network diagram untuk pekerjaan pemasangan dinding panel 3 menggunakan metode PERT:



Gambar 4.41 Network Diagram PDM Pemasangan Dinding Panel 3

Pada gambar 4.41 terlihat bahwa total durasi T_e yang didapatkan adalah 51,79 menit. Durasi ini adalah durasi untuk 1 set panel dengan ukuran 2,835 m². Untuk mendapatkan hasil durasi per m², maka hasil durasi yang telah didapatkan dibagi dengan luasan panelnya. Berikut perhitungan durasi per m² untuk Pemasangan Dinding Panel 2:

$$\text{Durasi per } m^2 = \frac{\text{Durasi } T_e}{(2 \times \text{luas panel})} = \frac{51,79}{(1 \times 2,835)} = 18,268 \text{ menit/m}^2$$

Nilai durasi per m^2 untuk ketiga dinding panel dapat disimpulkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.37
Nilai durasi per m^2 Tahapan 1 Metode PERT

No	Pekerjaan	Durasi Per m^2 (menit/ m^2)
1	Panel 1	7,736
2	Panel 2	9,381
3	Panel 3	18,268

Dari ketiga nilai durasi per m^2 diatas, nilai yang digunakan adalah durasi yang terbesar yaitu pada panel 3 dengan nilai durasi adalah 18,268 menit/ m^2

B. Tahapan 2 (Persiapan Plesteran Tahap 2)

Pada Tahapan 2 pekerjaan tidak digambarkan dalam sebuah *network diagram* karena hanya berupa pekerjaan tunggal. Pada pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 terdapat 3 nilai durasi T_e yaitu:

Tabel 4.38
Nilai durasi per m^2 Tahapan 2 Metode PERT

No	Pekerjaan	Luasan (m^2)	Durasi T_e (menit)	Durasi Per m^2
1	Persiapan Plesteran tahap 2 Panel 1	3,66	21,119	5,7702
2	Persiapan Plesteran tahap 2 Panel 2	3,78	20,984	5,5513
3	Persiapan Plesteran tahap 2 Panel 3	2,835	18,859	6,6522

Pada tabel 4.38 untuk mendapatkan nilai durasi per m^2 , maka durasi T_e dibagi dengan luasan panel. Dari ketiga nilai durasi per m^2 diatas, nilai yang digunakan adalah durasi yang terbesar yaitu pada pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 untuk panel 3 dengan nilai durasi adalah 6,6522 menit/ m^2 .

C. Tahapan 3 (Plesteran Tahap 2)

Pada Tahapan 3 pekerjaan juga tidak digambarkan dalam sebuah *network diagram* karena hanya berupa pekerjaan tunggal. Pada pekerjaan plesteran tahap 2 terdapat 3 nilai durasi T_e yaitu:

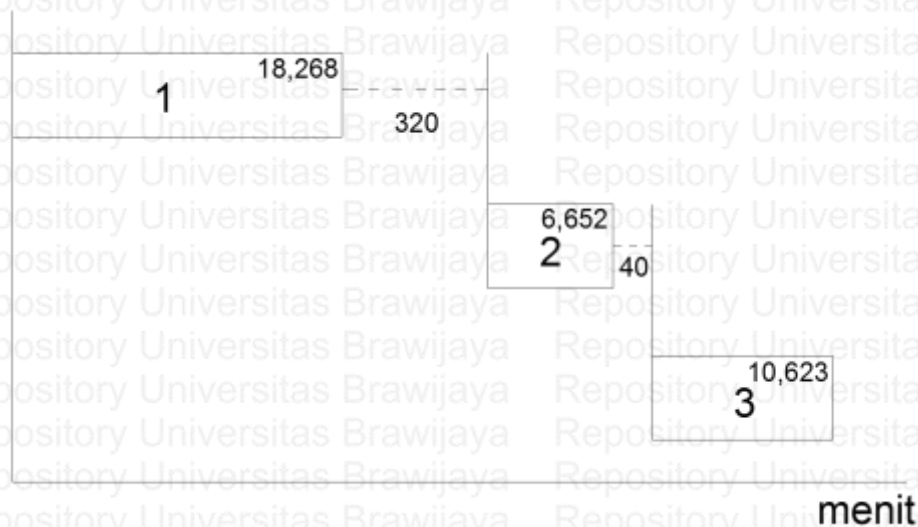
Tabel 4.39
Nilai durasi per m^2 Tahapan 2 Metode PERT

No	Pekerjaan	Luasan (m^2)	Durasi T_e (menit)	Durasi Per m^2
1	Plesteran tahap 2 Panel 1	3,66	31,210	8,5273
2	Plesteran tahap 2 Panel 2	3,78	31,255	8,2685
3	Plesteran tahap 2 Panel 3	2,835	30,117	10,6232

Pada tabel 4.39 untuk mendapatkan nilai durasi per m^2 , maka durasi Te dibagi dengan luasan panel. Dari ketiga nilai durasi per m^2 diatas, nilai yang digunakan adalah durasi yang terbesar yaitu pada pekerjaan plesteran tahap 2 untuk panel 3 dengan nilai durasi adalah $10,6232/m^2$.

4.11.2 Hubungan Kegiatan pada Penjadwalan dengan Metode PERT

Setelah didapatkan durasi untuk ketiga tahapan pekerjaan, maka digambarkan hubungan dari ketiga tahapan pekerjaan tersebut dengan *time scale diagram*.



Gambar 4.42 Time Scale Diagram 3 Tahapan Pekerjaan Metode PERT

Pada gambar diatas terlihat bahwa tahapan 1 memiliki durasi 18,268 menit, sedangkan untuk menuju tahapan 2 dan 3 waktu yang diperlukan ditambahkan dengan slack yang ada. Untuk masuk ke tahapan 2 (pekerjaan persiapan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 hari atau 320 menit untuk menunggu hasil dari pekerjaan plesteran tahap 1 mengering. Dan untuk mengerjakan tahapan 3 (pekerjaan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 jam atau 40 menit untuk menunggu kepalaan kering.

Berikut adalah total durasi pekerjaan pemasangan dinding panel dengan metode PERT yang didapatkan dari ketiga tahapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi Pekerjaan} &= \text{Tahapan 1} + \text{Slack} + \text{Tahapan 2} + \text{Slack} + \text{Tahapan 3} \\
 &= 18,268 + 320 + 6,652 + 40 + 10,623 \\
 &= 395,543 \text{ menit}/m^2 = 6,598 \text{ jam}/m^2
 \end{aligned}$$

4.12 Metode CCPM (*Critical Chain Project Management*)

Langkah awal dalam penyusunan jaringan kerja menggunakan metode CCPM adalah menentukan tahapan pekerjaan dan menjabarkan setiap aktivitas pekerjaan di dalamnya. Selanjutnya adalah menentukan hubungan pada tiap pekerjaan yang dibuat dalam bentuk *Successor* (pekerjaan yang mengikuti) dan menentukan durasi yang akan digunakan pada penjadwalan dengan metode CCPM. Pada penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM perbedaan terletak pada waktu durasi kegiatannya, dimana durasi yang digunakan pada adalah nilai terealistis (m) yang telah didapatkan dari metode PERT lalu ditambahkan dengan nilai *buffer* atau angka keamanan. Berikut persamaan untuk mendapatkan nilai *buffer*:

$$\text{Nilai buffer} = \left(\frac{\text{Nilai Pesimis} - \text{Nilai terealistis}}{2} \right)$$

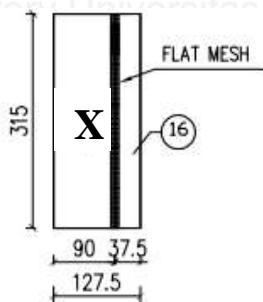
Pada penelitian ini penjadwalan dibagi menjadi 2 jenis yaitu untuk penjadwalan dengan durasi terealistis (m) yang telah didapatkan dengan metode PERT dan durasi terealistis (m) yang ditambahkan dengan nilai *buffer*. Penjadwalan dilakukan melalui 3 tahapan sebagai berikut:

Tabel 4.40
Tahapan Penjadwalan

Tahapan	Jenis Pekerjaan
1	Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1
2	Persiapan Plesteran Tahap 2
3	Plesteran Tahap 2

Penjadwalan pada metode CCPM dilakukan hanya untuk panel 3. Dikarenakan pada metode PERT diperoleh nilai durasi terbesar adalah pada panel 3. Untuk panel 3 penjadwalan terdiri dari 1 panel saja seperti pada gambar 4.43.

A. Tahapan 1 (Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1)



Gambar 4.43 Set Panel 3 (Luas = 2,835 m²)

- **Penjadwalan dengan Menggunakan Nilai Terealistis (m)**

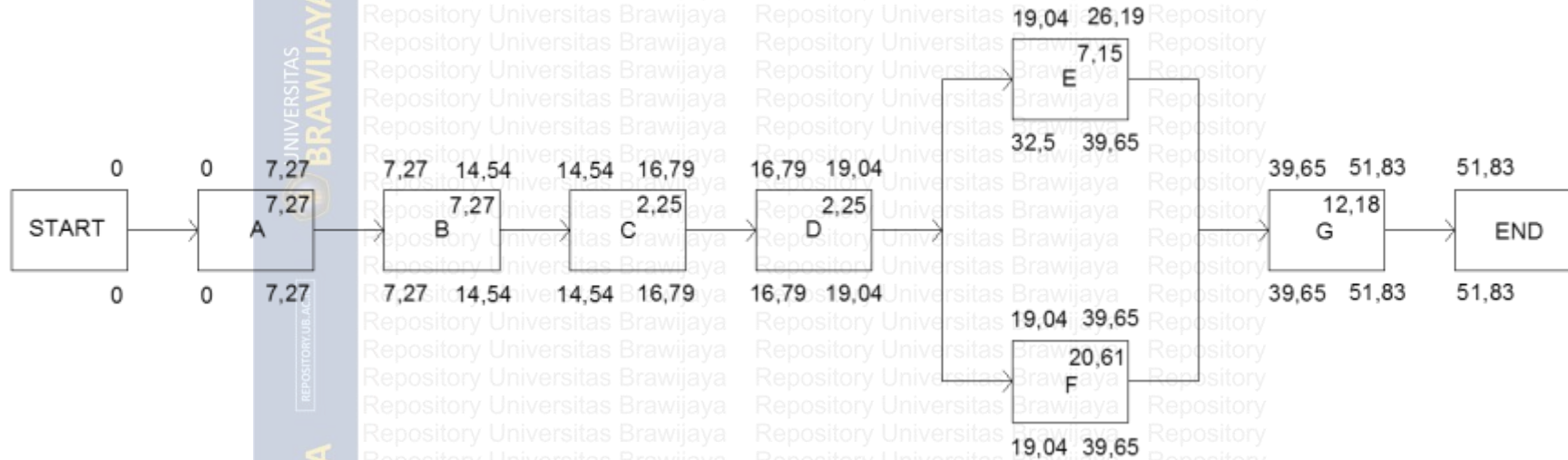
Keterkaitan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan untuk penjadwalan Panel 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.41
Hubungan Aktivitas Tahapan 1 Nilai Terealistis (m)

No	Pekerjaan	Kode Aktivitas	Successor	Nilai Terealistis (menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	A	B	7,27
2	Pemasangan Besi Stek Y	B	C	7,27
3	Pemasangan Panel X	C	D	2,25
4	Pemasangan Panel Y	D	E,F	2,25
5	Pemasangan Perkuatan	E	G	7,15
6	Pemasangan MEP	F	G	20,61
7	Plesteran Tahap 1	G	-	12,18

Pada tabel 4.41 nilai terealistis akan digunakan langsung sebagai durasi pekerjaannya

Berikut adalah *network diagram* untuk pemasangan dinding panel 3 menggunakan metode nilai terealistis:



Gambar 4.44 Network Diagram Nilai Terealistis (m) Tahapan 3 Metode CCPM

Pada gambar 4.44 terlihat bahwa total durasi yang didapatkan adalah 51,83 menit. Durasi ini adalah durasi untuk 1 set panel dengan ukuran 2,835 m². Untuk mendapatkan hasil durasi per m², maka hasil durasi yang telah didapatkan dibagi dengan luasan panelnya.

Berikut perhitungan durasi per m² untuk Pemasangan Dinding Panel 1:

$$\text{Durasi per } m^2 = \frac{\text{Durasi}}{(2 \times \text{luas panel})} = \frac{51,83}{(1 \times 2,835)} = 18,282 \text{ menit/m}^2$$

- **Penjadwalan dengan Menggunakan Nilai Terealistis (m) + Buffer**

Keterkaitan antar pekerjaan dan durasi pekerjaan untuk penjadwalan Panel 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.42
Durasi Pekerjaan Panel 3

No	Pekerjaan	Nilai Terealistis (m)	Nilai Pesimis (b)	Buffer (menit)	Durasi (menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	7,27	9,45	1,07	8,34
2	Pemasangan Besi Stek Y	7,27	9,45	1,07	8,34
3	Pemasangan Panel X	2,25	2,25	0	2,25
4	Pemasangan Panel Y	2,25	2,25	0	2,25
5	Pemasangan Perkuatan	7,15	9,23	1,04	8,19
6	Pemasangan MEP	20,61	21,60	0,49	21.11
7	Plesteran Tahap 1	12,18	14,63	1,22	13,41

Pada tabel 4.22 nilai durasi didapatkan dengan menjumlahkan nilai terealistis (m) dengan nilai *buffer* seperti berikut:

- Pemasangan Besi Stek X

$$\text{Nilai durasi} = \text{Nilai Terealistis} + \left(\frac{\text{Nilai Pesimis} - \text{Nilai terealistis}}{2} \right)$$

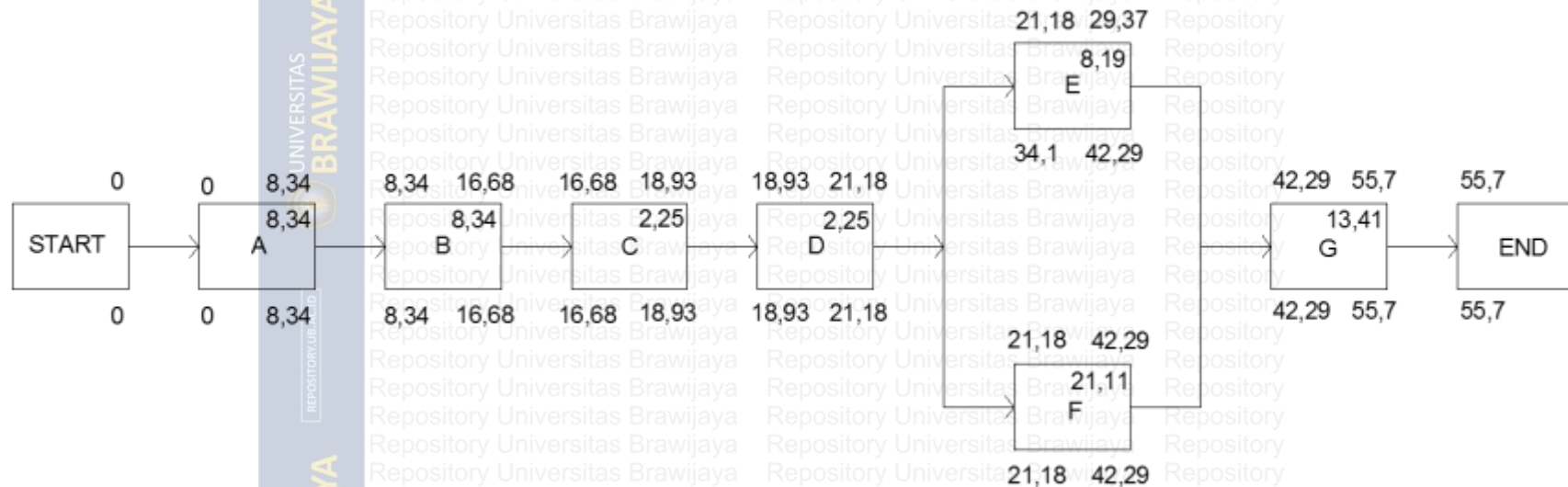
$$\text{Nilai durasi} = 7,27 + \left(\frac{9,45 - 7,27}{2} \right) = 8,34 \text{ menit}$$

Setelah durasi ditentukan, lalu selanjutnya adalah menentukan urutan ketergantungan antara kegiatan satu dengan kegiatan yang lain dan mengetahui kegiatan selanjutnya (*successor*).

Tabel 4.43
Hubungan Aktivitas Tahapan 1 Nilai Terealistis (m) + *buffer*

No	Pekerjaan	Kode Aktivitas	Successor	Durasi (menit)
1	Pemasangan Besi Stek X	A	B	8,34
2	Pemasangan Besi Stek Y	B	C	8,34
3	Pemasangan Panel X	C	D	2,25
4	Pemasangan Panel Y	D	E,F	2,25
5	Pemasangan Perkuatan	E	G	8,19
6	Pemasangan MEP	F	G	21.11
7	Plesteran Tahap 1	G	-	13,41

Berikut adalah *network diagram* untuk pemasangan dinding panel 3 menggunakan nilai terrealistis + *buffer*:



Gambar 4.45 Network Diagram Nilai Terealistis (m) + *buffer* Tahapan 3 Metode CCPM

Pada gambar 4.45 terlihat bahwa total durasi yang didapatkan adalah 55,7 menit. Durasi ini adalah durasi untuk 1 set panel dengan ukuran 2,835 m². Untuk mendapatkan hasil durasi per m², maka hasil durasi yang telah didapatkan dibagi dengan luasan panelnya. Berikut perhitungan durasi per m² untuk Pemasangan Dinding Panel 1:

$$\text{Durasi per } m^2 = \frac{\text{Durasi}}{(2 \times \text{luas panel})} = \frac{55,7}{(1 \times 2,835)} = 19,647 \text{ menit/m}^2$$

Nilai durasi per m² dapat disimpulkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.44
Nilai durasi per m² Tahapan 1 Metode CCPM

	Pekerjaan	Durasi Per m ² (menit/m ²)
1	Dengan nilai terealistis (m)	18,282
2	Dengan nilai terealistis (m) + <i>buffer</i>	19,647

B. Tahapan 2 (Persiapan Plesteran Tahap 2)

Pada Tahapan 2 pekerjaan tidak digambarkan dalam sebuah *network diagram* karena hanya berupa pekerjaan tunggal. Pada pekerjaan persiapan plesteran tahap 2 terdapat 2 nilai durasi yaitu:

Tabel 4.45
Nilai durasi per m² Tahapan 2 Metode CCPM

No	Pekerjaan	Luasan (m ²)	Durasi (menit)	Durasi Per m ²
1	Dengan nilai terealistis (m)	2,835	18,21	6,4232
2	Dengan nilai terealistis (m) + <i>buffer</i>	2,835	20,16	7,1111

Pada tabel 4.45 untuk mendapatkan nilai durasi pada pekerjaan nomor 2, maka nilai terealistis yaitu 18,21 ditambahkan dengan nilai *buffer* yaitu 1,95 menjadi 20,16 menit.

C. Tahapan 3 (Plesteran Tahap 2)

Pada Tahapan 3 pekerjaan juga tidak digambarkan dalam sebuah *network diagram* karena hanya berupa pekerjaan tunggal. Pada pekerjaan plesteran tahap 2 terdapat 2 nilai durasi yaitu:

Tabel 4.46
Nilai durasi per m² Tahapan 3 Metode CCPM

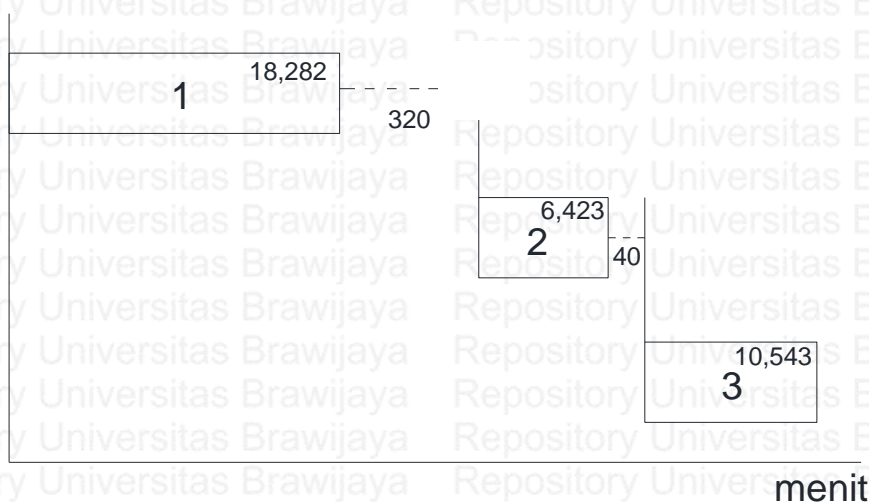
No	Pekerjaan	Luasan (m ²)	Durasi (menit)	Durasi Per m ²
1	Dengan nilai terealistis (m)	2,835	29,89	10,543
2	Dengan nilai terealistis (m) + <i>buffer</i>	2,835	30,57	10,783

Pada tabel 4.46 untuk mendapatkan nilai durasi pada pekerjaan nomor 2, maka nilai terealistis yaitu 29,89 ditambahkan dengan nilai *buffer* yaitu 0,67 menjadi 30,57 menit.

4.12.1 Hubungan Kegiatan pada Penjadwalan dengan Metode CCPM

Setelah didapatkan durasi untuk ketiga tahapan pekerjaan, maka digambarkan hubungan dari ketiga tahapan pekerjaan tersebut dengan *time scale diagram*.

- **Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m)**



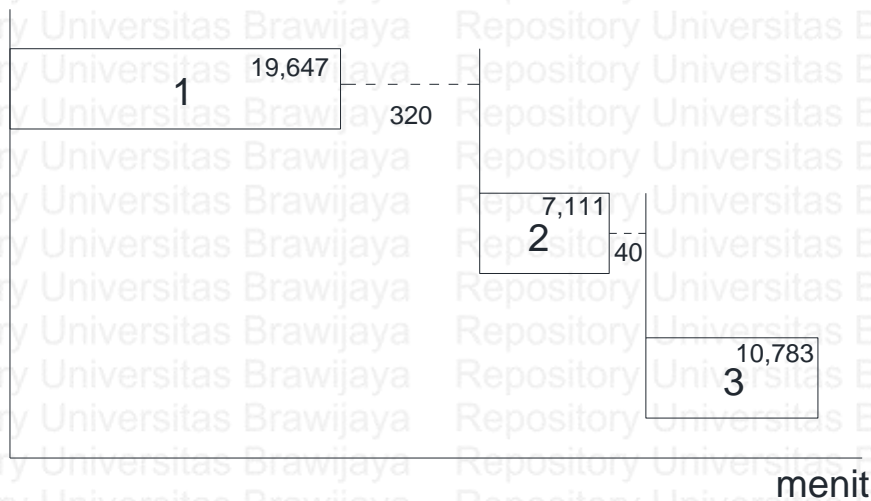
Gambar 4.46 Time Scale Diagram Tiga Tahapan Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m)

Pada gambar diatas terlihat bahwa tahapan 1 memiliki durasi 18,282 menit, sedangkan untuk menuju tahapan 2 dan 3 waktu yang diperlukan ditambahkan dengan slack yang ada. Untuk masuk ke tahapan 2 (pekerjaan persiapan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 hari atau 320 menit untuk menunggu hasil dari pekerjaan plesteran tahap 1 mengering. Dan untuk mengerjakan tahapan 3 (pekerjaan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 jam atau 40 menit untuk menunggu kepalaan kering.

Berikut adalah total durasi pekerjaan pemasangan dinding panel dengan metode PERT yang didapatkan dari ketiga tahapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi Pekerjaan} &= \text{Tahap 1} + \text{Slack} + \text{Tahap 2} + \text{Slack} + \text{Tahap 3} \\
 &= 18,282 + 320 + 6,423 + 40 + 10,543 \\
 &= 395,248 \text{menit/m}^2 = 6,587 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

- **Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m) + *buffer***



Gambar 4.47 Time Scale Diagram Tiga Tahapan Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m) + *buffer*

Pada gambar diatas terlihat bahwa tahapan 1 memiliki durasi 19,647 menit, sedangkan untuk menuju tahapan 2 dan 3 waktu yang diperlukan ditambahkan dengan slack yang ada. Untuk masuk ke tahapan 2 (pekerjaan persiapan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 hari atau 320 menit untuk menunggu hasil dari pekerjaan plesteran tahap 1 mengering. Dan untuk mengerjakan tahapan 3 (pekerjaan plesteran tahap 2) diperlukan waktu tunggu sekitar 1 jam atau 40 menit untuk menunggu kepalaan kering.

Berikut adalah total durasi pekerjaan pemasangan dinding panel dengan metode PERT yang didapatkan dari ketiga tahapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi Pekerjaan} &= \text{Tahap 1} + \text{Slack} + \text{Tahap 2} + \text{Slack} + \text{Tahap 3} \\
 &= 19,647 + 320 + 7,111 + 40 + 10,783 \\
 &= 397,541 \text{ menit/m}^2 = 6,625 \text{ jam/m}^2
 \end{aligned}$$

4.13 Produktivitas Pekerjaan Dinding Panel

Dari hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan dapat diperoleh produktivitas untuk pekerjaan dinding panel.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Tahapan 1} + \text{Durasi Tahapan 2} + \text{Durasi Tahapan 3} \\
 &= 55,7 + 20,16 + 30,57 = 106,43 \text{ menit} = 1,774 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Untuk panel 3 dengan luasan 2,835 maka durasi per m² diperoleh:

$$\text{Durasi per m}^2 = \frac{1,774}{2,835} = 0,626$$

Durasi yang digunakan untuk memperoleh nilai produktivitas adalah durasi per m² dari metode CCPM (*Critical Chain Project Management*). Sedangkan untuk mendapatkan nilai produktivitas adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{Durasi}} = \frac{1}{0,626} = 1,598 \text{ m}^2/\text{jam} = 12,779 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Karena untuk 1 hari terdapat 8 jam kerja, maka nilai produktivitas yang telah diperoleh dirubah menjadi hari dengan mengkalikan 8.

4.14 Probabilitas Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel

Probabilitas pekerjaan pemasangan dinding panel dapat dihitung dengan mencari nilai z. Nilai TE yang digunakan adalah nilai durasi (menit) dari metode PERT sedangkan nilai Td adalah nilai durasi (menit) dari metode CCPM yaitu durasi terealistis (m) dan durasi terealistis (m) + *buffer*. Nilai TE, Td, dan S yang digunakan adalah nilai durasi panel 3 yang hanya melalui lintasan kritis, oleh karena itu nilai durasi untuk pekerjaan pemasangan perkuatan tidak termasuk.

4.14.1 Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m)

Tabel 4.47 Durasi Terealistis Pekerjaan Dinding Panel Metode CCPM (Menit)

Tahapan	Jenis Pekerjaan	TE	Td	V(Te)
1	Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1	51,79	51,83	1,54
2	Persiapan Plesteran Tahap 2	18,859	18,21	0,42
3	Plesteran Tahap 2	30,117	29,89	0,05
	Total	100,766	99,93	1,68

Setelah didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan (TE) dan total target waktu penyelesaian proyek (Td) maka dapat diperoleh kemungkinan untuk mencapai target pekerjaan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Scr = \sqrt{\sum V \text{ pada lintasan kritis}}$$

$$Scr = \sqrt{1,68} = 1,296$$

$$P(TE \leq T(d)) = P\left(Z \leq \frac{T(d) - TE}{Scr}\right)$$

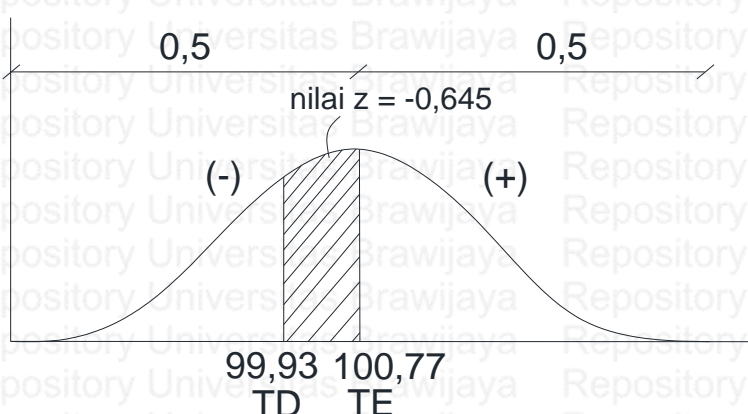
Maka dapat dicari nilai z dengan persamaan berikut:

$$z = \frac{T(d) - TE}{Scr}$$

$$= \frac{99,93 - 100,766}{1,296}$$

$$= -0,645$$

Untuk mendapatkan nilai probabilitas, nilai $z = -0,645$ dicari dalam tabel distribusi z . Pada tabel, nilai $z = -0,645$ menunjukkan angka probabilitas sebesar 0,2578. Maka probabilitas untuk pekerjaan dinding panel adalah:



Gambar 4.48 Grafik Distribusi Nilai z untuk Durasi Terealistis

$$P(TE \leq T(d)) = 0,2389$$

$$= 0,2578 \times 100\% = 25,78\%$$

Terlihat pada gambar 4.48 bahwa nilai TE lebih besar dari nilai Td , maka nilai z tidak perlu ditambahkan dengan 0,5. Oleh karena itu probabilitas dari waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan total target waktu penyelesaian proyek adalah sebesar 25,78%.

4.14.2 Pekerjaan dengan Durasi Terealistis (m) + Buffer

Tabel 4.48 Durasi Terealistis (m) + buffer pekerjaan Dinding Panel dengan Metode CCPM (Menit)

Tahapan	Jenis Pekerjaan	TE	Td	V(Te)
1	Pemasangan Besi Stek s/d Plesteran Tahap 1	51,79	55,7	1,21
2	Persiapan Plesteran Tahap 2	18,859	20,16	0,42
3	Plesteran Tahap 2	30,117	30,57	0,05
	Total	100,766	106,43	3,0833

Setelah didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan (TE) dan total target waktu penyelesaian proyek (Td) maka dapat diperoleh kemungkinan untuk mencapai target pekerjaan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Scr = \sqrt{\sum V \text{ pada lintasan kritis}}$$

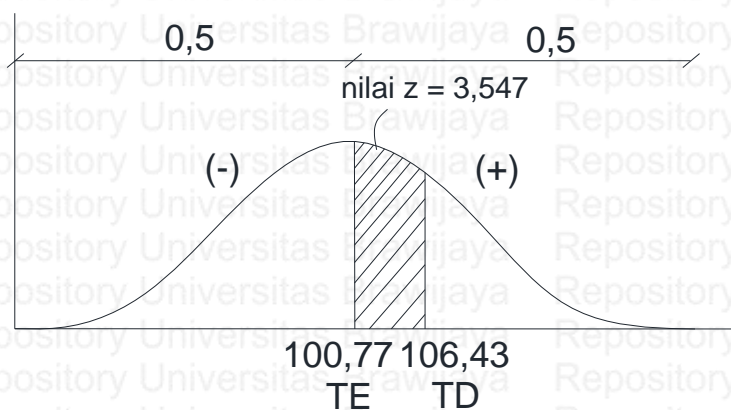
$$Scr = \sqrt{1,68} = 1,296$$

$$P (TE \leq T(d)) = P \left(Z \leq \frac{T(d) - TE}{Scr} \right)$$

Maka didapatkan nilai z dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} z &= \frac{T(d) - TE}{Scr} \\ &= \frac{106,43 - 100,77}{1,296} \\ &= 3,547 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai probabilitas, nilai $z = 3,547$ dicari dalam tabel distribusi z. Pada tabel, nilai $z = 3,547$ menunjukkan angka probabilitas sebesar 0,4998. Maka probabilitas untuk pekerjaan dinding panel adalah



Gambar 4.49 Grafik Distribusi Nilai z untuk Durasi Terealistis + *buffer*

$$\begin{aligned} P (TE \leq T(d)) &= 0,4998 + 0,5 \\ &= 0,9998 \times 100\% = 99,98\%. \end{aligned}$$

Dikarenakan nilai Td lebih besar dari nilai TE, maka nilai z perlu ditambahkan dengan 0,5. Oleh karena itu probabilitas dari waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan total target waktu penyelesaian proyek adalah sebesar 99,98%.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pengamatan dapat diambil kesimpulan mengenai pekerjaan pemasangan dinding panel sebagai berikut:

1. Durasi pelaksanaan yang dibutuhkan pada pekerjaan dinding panel ditinjau dari metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) adalah sebagai berikut:
 - Pemasangan besi Stek s/d plesteran tahap 1 adalah $0,292 \text{ jam/m}^2$.
 - Persiapan plesteran tahap 2 adalah $0,112 \text{ jam/m}^2$.
 - Plesteran tahap 2 adalah $0,177 \text{ jam/m}^2$.
2. Total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding panel menggunakan metode PERT dengan menambahkan waktu tunggu sebesar 360 menit untuk plesteran tahap 2 adalah $6,598 \text{ jam/m}^2$.
3. Total durasi dari penjadwalan pekerjaan dinding panel menggunakan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) dengan menambahkan waktu tunggu sebesar 360 menit untuk plesteran tahap 2 adalah sebagai berikut:
 - Dengan menggunakan durasi terrealistis (m) adalah $6,587 \text{ jam/m}^2$
 - Dengan menggunakan durasi terrealistis (m) + *buffer* adalah $6,625 \text{ jam/m}^2$Nilai total *buffer* adalah $0,038 \text{ jam}$ untuk keseluruhan pekerjaan dinding panel.
4. Produktivitas pada pekerjaan dinding panel ditinjau dari durasi CCPM (*Critical Chain Project Management*) adalah $12,779 \text{ m}^2/\text{hari}$
5. Probabilitas durasi pekerjaan dinding Panel dengan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) terhadap durasi yang diharapkan dari metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*):
 - Dengan menggunakan durasi terrealistis (m) adalah $25,78 \%$
 - Dengan menggunakan durasi terrealistis (m) + *buffer* adalah $99,98 \%$

5.2 Saran

Setelah melakukan pengamatan di lapangan dan melihat analisis data, ada beberapa saran dari peneliti yaitu:

1. Disarankan bagi kontraktor yang membutuhkan pekerjaan yang cepat dapat menggunakan material Panel sebagai alternatif material konvensional, karena material Panel memiliki produktivitas yang tinggi.
2. Untuk peneliti selanjutnya dapat meneliti durasi pekerjaan dinding Panel dengan tahapan-tahapan yang berbeda sehingga akan didapatkan waktu yang berbeda pula sehingga dapat menjadi pembanding
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat meneliti semua jenis dinding Panel karena penelitian ini hanya terdapat satu jenis dinding yang diteliti yaitu PSM 10.
4. Untuk kedepannya jika ada yang akan melakukan penelitian lebih lanjut tentang penjadwalan material Panel mungkin dapat menggunakan metode yang berbeda seperti CPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Clough, R. H. & Scars, G. A. (1991). *Construction Project Management*. Canada: John Willey & Sons Inc.
- Ervianto, W. I. (2008). Pengukuran Produktivitas Kelompok Pekerja Bangunan dalam Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Gedung Bertingkat di Surakarta). *Jurnal Teknik Sipil*. IX (1): 31-42.
- Frick, H. & Setiawan, P. L. (2001). *Ilmu Konstruksi Bangunan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gaspersz, V. (1998). *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT menuju Manufacturing 21*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press.
- Hayun, A. (2005). Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode Pert-CPM: Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang. *Journal The Winners*. VI (2): 155-174.
- Heizer, J. & Render, B. (2005). *Operations Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G.D. & Harris, F. C. (1997). Factor Influencing Craftmen's Productivity in Indonesia. *International Journal of Project Management*. XV (1): 21-30
- Kasidi, D. (2008). Penerapan Metode Critichal Chain Project Management pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Sudirman Tower). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.
- Kerzner, H. R. (2006). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Leach, L. P. (1999). *Critical Chain Project Management*. Massachusetts: Artech House, Inc.
- Levin, R. & Kirkpatrick, C. (1966). *Planning and Control with PERT-CPM*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Levy, S. M. (2002). *Project Management in Construction*. Chicago: McGraw-Hill Professional.
- Ningrum, D. N. K. (2014). Analisa Perbandingan Produktivitas Pemasangan Dinding M-PANEL dan Dinding Konvensional Batu Bata (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Ruko Modern Arcade di Tangerang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- PT. Modern Panel Indonesia. (2017) *Booklet M-Panel*.

- Raz, T., Barnes, R. & Dvir, D. (2001). A Critical Look at Critical Chain Project Management. *Project Management Journal*, XXXIV (4): 173-177.
- Sahupala, J. (2010). Implementasi Critical Chain Project Management untuk Meningkatkan Kinerja Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmu Ekonomi*. I (1): 44-47.
- Schexnayder, C.J & Mayo, R. (2003) *Construction Management Fundamentals*. Chicago: McGraw-Hill Professional.
- Setianingrum, G. (2011). Analisis Dan Simulasi Percepatan Aktivitas PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sinungan, M. (2003), *Produktivitas apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bumi Askara.
- Siswanto. (2007). *Operations Research jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Supranto, J., (2008). *Statistika Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Terry, G. R. (1968). *Principles of Management*. Illinois: Richard D. Erwin.
- Thomas, H.R. & Kramer, D. F. (1988). *The Manual of Construction Productivity Measurement and Performance Evaluation*. Austin, TX: Construction Industry Institute.
- Umar, H. (1998). *Riset Sumber Daya Manusia Organisasi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zultner, R. E. (2003). Getting Project Out of Your System: A Critical Chain Primer. *The Journal of Information Technology Management*. XVI (3): 10-18.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

Lampiran 2. Laporan Harian Pekerjaan

Lampiran 8. Denah Ruko The Boulevard Lt.03 AS A-O

Lampiran 9. Detail Potongan Panel Lt.03 AS A-O

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Gnyu Persada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cakuncy, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemasangan Besi Stek

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	8:24,4			1		
2	3,66 (A)	7:46,8			1		
3	3,78 (B)	7:31,00			1		
4	3,66 (C)	7:56,5			1		
5	2,835 (D)	5:48,9			1		
6	3,66 (C)	8:04,5			1		
7	3,66 (A)	6:39,9			1		
8	3,78 (B)	9:55,6			1		
9	3,66 (C)	7:00,4			1		
10	3,78 (B)	8:45,11			1		
11	2,835 (D)	6:31,8			1		
12	3,66 (C)	7:22,9			1		
13	3,66 (A)	9:13,3			1		
14	3,66 (A)	7:54,6			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (Dian Pratiwi)


 (Indra thenisla L.F.)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Gnyo Perrada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemasangan Besi Stek

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	2,835 (D)	06:03,74			1		
2	3,66 (A)	07:40,81			1		
3	3,66 (C)	08:13,56			1		
4	3,78 (B)	07:25,3			1		
5	3,66 (C)	07:04,7			1		
6	2,835 (D)	06:06,3			1		
7	3,66 (A)	07:00,32			1		
8	3,66 (C)	09:37,22			1		
9	3,78 (B)	07:19,45			1		
10	3,66 (A)	08:08,89			1		
11	3,78 (B)	07:00,4			1		
12	3,78 (B)	07:29,1			1		
13	3,66 (A)	09:37,2			1		
14	3,66 (C)	07:01,16			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (.....DIAN NUGRAHA.....)


 (.....Indra Theresia LF.....)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Griya Persada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (c)	4 : 55,6			1		
2	2,835 (D)	2 : 20,8			2		Pemotongan
3	2,835 (D)	1 : 49,4			2		Pemotongan
4	3,66 (A)	2 : 13,8			2		Pemotongan
5	3,78 (B)	11 : 24,01			2		Pemotongan
6	3,66 (A)	4 : 17,23			1		
7	3,66 (c)	3 : 30,14			1		
8	3,78 (B)	13 : 32,05			1		
9	3,66 (c)	2 : 41,4			2		pemotongan
10	3,66 (c)	3 : 18,19			2		pemotongan
11	3,66 (A)	3 : 42,96			1		
12	3,78 (B)	11 : 24,8			2		Pemotongan
13	3,78 (B)	12 : 02,48			1		
14	3,66 (A)	4 : 16,27			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (... DAN HARTONO ...)


 (... Indira Theresia LF ...)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Griya Persada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cabang, Jakarta Timur
 Hari/Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemasangan Dinding Panel

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (C)	04: 53,71			1		
2	2,835 (D)	02: 39,6			1		
3	3,66 (A)	04: 07,18			1		
4	3,78 (B)	10: 44,35			2		pemotongan
5	2,835 (D)	01: 96,52			1		
6	3,38 (B)	11: 37,1			2		pemotongan
7	3,66 (A)	02: 57,74			1		
8	3,78 (B)	11: 29,38			2		pemotongan
9	3,66 (C)	03: 11,02			1		
10	3,66 (A)	04: 21,02			1		
11	3,78 (B)	10: 40,8			2		pemotongan
12	3,66 (A)	03: 01,8			1		
13	3,66 (C)	04: 04,58			1		
14	3,66 (C)	03: 08,43			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (Dhanu Prasanna.....)


 (Indira Thea Lisa LF.....)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek: Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel: PT. Mitra Griya Persada Nurantara
 Lokasi: Jatarta Garden City, Catung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal:
 Jenis Pekerjaan: Pemasangan Perkuatan

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	5:64,5			1		
2	3,66 (C)	7:15,91			1		
3	2,835 (D)	6:45,1			1		
4	3,66 (A)	9:22,5			1		
5	2,835 (D)	7:21,39			1		
6	3,66 (A)	6:32,17			1		
7	3,66 (A)	7:18,3			1		
8	3,66 (C)	7:42,28			1		
9	3,78 (B)	7:22,9			1		
10	3,66 (C)	6:49,73			1		
11	3,78 (B)	9:57,4			1		
12	3,66 (A)	8:11,7			1		
13	3,66 (A)	7:14,3			1		
14	3,78 (B)	9:08,3			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (... Dita Pratiwi ...)


 (... Indra Thania LF ...)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Graha Perkuda Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
 Hari/Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemasangan Pertukaran

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (c)	08:49,62			1		
2	3,66 (c)	05:42,33			1		
3	3,66 (A)	07:20,8			1		
4	2,835 (D)	06:49,3			1		
5	3,66 (c)	08:13,8			1		
6	3,78 (B)	08:24,01			1		
7	3,66 (A)	09:17,22			1		
8	3,78 (B)	07:30,6			1		
9	3,66 (c)	08:20,04			1		
10	3,66 (A)	08:57,4			1		
11	2,835 (D)	06:51,74			1		
12	3,78 (B)	08:16,06			1		
13	3,78 (B)	08:20,26			1		
14	3,66 (c)	07:11,54			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya



(Dan Pranata)



(Indra Thesisia LF)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek: Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel: PT. Mitra Griya Persada Nusantara
 Lokasi: Jakarta Garden city, Catung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal:
 Jenis Pekerjaan: Pemasangan MEP

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (A)	16:16,32			1		
2	3,78 (B)	20:42,4			1		
3	3,66 (C)	21:58,91			1		
4	3,66 (A)	20:06,12			1		
5	2,835 (D)	19:33,67			1		
6	3,78 (B)	20:18,59			1		
7	3,66 (C)	17:15,34			1		
8	3,78 (B)	22:09,45			1		
9	3,66 (C)	20:20,88			1		
10	2,835 (D)	17:25,5			1		
11	3,66 (A)	21:00,11			1		
12	3,66 (A)	20:46,6			1		
13	3,78 (B)	20:19,9			1		
14	3,66 (C)	21:37,63			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (Dian Irawan.....)


 (Indira Thonisia LF.....)

DATA HASIL PENGAMATAN

Proyek: Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel: PT. Mitra Briya Persada Nusantara
 Lokasi: Jakarta Garden City, Cabung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal:
 Jenis Pekerjaan: Pemasangan MEP

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (A)	17:40,86			1		
2	3,66 (C)	19:16,3			1		
3	3,66 (A)	19:03,78			1		
4	2,835 (D)	16:32,22			1		
5	3,66 (C)	19:07,77			1		
6	3,78 (B)	21:21,31			1		
7	3,78 (B)	16:22,85			1		
8	2,835 (D)	17:14,35			1		
9	3,78 (B)	21:06,25			1		
10	3,66 (C)	17:40,27			1		
11	3,66 (A)	18:02,35			1		
12	3,66 (A)	19:22,83			1		
13	3,78 (B)	20:33,12			1		
14	3,66 (C)	18:05,64			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya



(Dan Iwanan.....)



(Indira Theresia L.F.)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Enya Perrado Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Catung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemlesteran Tahap 1

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	11:42,6				1	
2	3,78 (O)	13:42,84				1	
3	3,78 (O)	12:26,31				1	
4	3,66 (C)	14:31,18				1	
5	3,66 (A)	13:17,5				1	
6	2,835 (O)	11:56,86				1	
7	3,66 (C)	10:00,7				1	
8	2,835 (O)	12:89,12				1	
9	3,66 (A)	11:08,2				1	
10	3,78 (O)	15:98,5				1	
11	3,66 (A)	14:11,39				1	
12	3,66 (C)	13:56,39				1	
13	3,66 (A)	14:56,1				1	
14	3,66 (C)	14:46,52				1	
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (Dan Raman)


 (Indira Therista LF)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Griya Pegada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garaan City, Carung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemlesteran tahap I

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	13 : 15,38			1		
2	3,78 (B)	10 : 68,2			1		
3	3,66 (C)	12 : 51,22			1		
4	3,66 (A)	13 : 03,5			1		
5	3,66 (C)	12 : 55,28			1		
6	3,66 (C)	14 : 06,47			1		
7	3,66 (A)	13 : 04,5			1		
8	7,78 (B)	10 : 48,9			1		
9	2,835 (D)	15 : 24,3			1		
10	3,66 (A)	14 : 20,12			1		
11	3,78 (B)	13 : 16,73			1		
12	3,66 (A)	14 : 40,67			1		
13	3,66 (C)	15 : 92,3			1		
14	2,835 (D)	12 : 68,44			1		
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia



(.....DIAN PRADANA.....)

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya



(.....Indira Thanisia LF.....)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Puko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. M - Panel Indonesia
 Lokasi Jakarta Garden City, Catung, Jakarta Timur
 Hari Tanggal
 Jenis Pekerjaan Persiapan Pemlesteran Tahap 2

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	21:14,78				1	
2	3,78 (B)	20:62,7				1	
3	3,66 (A)	20:48,24				1	
4	3,66 (C)	24:15,6				1	
5	3,66 (C)	17:46,28				1	
6	3,66 (A)	21:56,2				1	
7	3,66 (C)	21:2				1	
8	3,66 (A)	22:06,7				1	
9	3,66 (A)	21:23,78				1	
10	3,78 (B)	19:48,1				1	
11	3,78 (B)	21:15,92				1	
12	2,835 (D)	21:04,4				1	
13	2,835 (D)	23:09,4				1	
14	3,66 (C)	24:77,45				1	
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya


 (Danu Pratomo.....)


 (Indira Thenisca LF.....)

DATA HASIL PENGAMATAN

Proyek: Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel: PT. Mira Griya Persada Nusantara
 Lokasi: Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
 Hari/Tanggal:
 Jenis Pekerjaan: Persiapan Pemlesteran Tahap 2

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (c)	20:32,39				1	
2	2,835 (D)	17:23,06				1	
3	3,78 (B)	21:08,32				1	
4	3,66 (A)	20:28,7				1	
5	3,78 (B)	21:56,59				1	
6	3,78 (B)	22:05,73				1	
7	3,66 (c)	22:47,4				1	
8	3,66 (A)	23:23,3				1	
9	3,66 (A)	21:05,41				1	
10	3,66 (c)	23:50,69				1	
11	3,66 (c)	20:05,7				1	
12	2,835 (D)	18:00,22				1	
13	3,66 (A)	23:19,41				1	
14	3,78 (B)	21:44,5				1	
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia



(Dian Rana)

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya



(Indira Thenisia LF)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Griya Persada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Catung, Jakarta Timur
 Hari/Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemlesteran Tahap 2

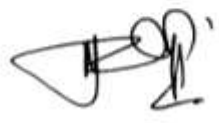
No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,78 (B)	34 : 05,32				1	
2	3,78 (B)	30 : 45,9				1	
3	3,66 (A)	29 : 55,12				1	
4	3,66 (C)	30 : 11,57				1	
5	3,66 (A)	31 : 23,6				1	
6	3,66 (C)	32 : 24,9				1	
7	3,66 (A)	30 : 37,91				1	
8	3,66 (C)	33 : 40,8				1	
9	3,66 (C)	34 : 07,6				1	
10	3,78 (B)	29 : 70,1				1	
11	3,78 (B)	31 : 27,31				1	
12	2,835 (D)	31 : 57,63				1	
13	2,835 (D)	29 : 55,67				1	
14	3,66 (C)	32 : 44,26				1	
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
Mahasiswa Teknik Sipil
Universitas Brawijaya


(Dan Marsan)


(Indira Thenista LF)

DAFTAR HASIL PENGAMATAN

Proyek Ruko The Boulevard
 Pelaksana Panel PT. Mitra Carya Persada Nusantara
 Lokasi Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
 Hari/Tanggal
 Jenis Pekerjaan Pemeliharaan Tanap 2

No	Luas (m ²)	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m ² /jam)	Jumlah Pekerja		Ket
		Total	Jam		Tukang	Pekerja Kasar	
1	3,66 (A)	32 : 21,9				1	
2	3,66 (A)	30 : 41,68				1	
3	3,66 (C)	32 : 12,49				1	
4	3,66 (C)	31 : 00,9				1	
5	3,66 (A)	31 : 01,7				1	
6	2,835 (D)	29 : 59,53				1	
7	2,835 (D)	30 : 11,15				1	
8	3,78 (B)	35 : 67,5				1	
9	3,66 (A)	31 : 29,88				1	
10	3,78 (B)	35 : 09,21				1	
11	3,66 (C)	30 : 50,47				1	
12	3,78 (B)	31 : 09,6				1	
13	3,66 (A)	33 : 88,2				1	
14	3,78 (B)	30 : 27,6				1	
15							

Jakarta, 12 Mei 2017

Mengetahui,
 PT. Modern Panel Indonesia

Peneliti
 Mahasiswa Teknik Sipil
 Universitas Brawijaya



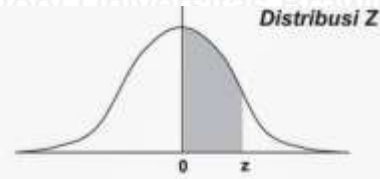
(.....
 Fauzi)



(.....
 Indra Theresia LF)

Lampiran 3. Tabel Distribusi Z (Positif)

Kumulatif sebaran frekuensi normal
(Area di bawah kurva normal baku dari 0 sampai z)



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000



Lampiran 4. Tabel Distribusi Z (Negatif)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003
-3.8	0.00007	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005
-3.7	0.00011	0.00010	0.00010	0.00010	0.00009	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
-3.6	0.00016	0.00015	0.00015	0.00014	0.00014	0.00013	0.00013	0.00012	0.00012	0.00011
-3.5	0.00023	0.00022	0.00022	0.00021	0.00020	0.00019	0.00019	0.00018	0.00017	0.00017
-3.4	0.00034	0.00032	0.00031	0.00030	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026	0.00025	0.00024
-3.3	0.00048	0.00047	0.00045	0.00043	0.00042	0.00040	0.00039	0.00038	0.00036	0.00035
-3.2	0.00069	0.00066	0.00064	0.00062	0.00060	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050
-3.1	0.00097	0.00094	0.00090	0.00087	0.00084	0.00082	0.00079	0.00076	0.00074	0.00071
-3.0	0.00135	0.00131	0.00126	0.00122	0.00118	0.00114	0.00111	0.00107	0.00103	0.00100
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2388	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2482	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

Lampiran 5. Tabel R

DF = n-2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
	r 0,005	r 0,05	r 0,025	r 0,01	r 0,001
1	0,9877	0,9969	0,9995	0,9999	1,0000
2	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900	0,9990
3	0,8054	0,8783	0,9343	0,9587	0,9911
4	0,7293	0,8114	0,8822	0,9172	0,9741
5	0,6694	0,7545	0,8329	0,8745	0,9509
6	0,6215	0,7067	0,7887	0,8343	0,9249
7	0,5822	0,6664	0,7498	0,7977	0,8983
8	0,5494	0,6319	0,7155	0,7646	0,8721
9	0,5214	0,6021	0,6851	0,7348	0,8470
10	0,4973	0,5760	0,6581	0,7079	0,8233
11	0,4762	0,5529	0,6339	0,6835	0,8010
12	0,4575	0,5324	0,6120	0,6614	0,7800
13	0,4409	0,5140	0,5923	0,6411	0,7604
14	0,4259	0,4973	0,5742	0,6226	0,7419
15	0,4124	0,4821	0,5577	0,6055	0,7247
16	0,4000	0,4683	0,5425	0,5897	0,7084
17	0,3887	0,4555	0,5285	0,5751	0,6932
18	0,3783	0,4438	0,5155	0,5614	0,6788
19	0,3687	0,4329	0,5034	0,5487	0,6652
20	0,3598	0,4227	0,4921	0,5368	0,6524
21	0,3515	0,4132	0,4815	0,5256	0,6402
22	0,3438	0,4044	0,4716	0,5151	0,6287
23	0,3365	0,3961	0,4622	0,5052	0,6178
24	0,3297	0,3882	0,4534	0,4958	0,6074
25	0,3233	0,3809	0,4451	0,4869	0,5974
26	0,3172	0,3739	0,4372	0,4785	0,5880
27	0,3115	0,3673	0,4297	0,4705	0,5790
28	0,3061	0,3610	0,4226	0,4629	0,5703
29	0,3009	0,3550	0,4158	0,4556	0,5620
30	0,2960	0,3494	0,4093	0,4487	0,5541
31	0,2913	0,3440	0,4032	0,4421	0,5465
32	0,2869	0,3388	0,3972	0,4357	0,5392
33	0,2826	0,3338	0,3916	0,4296	0,5322
34	0,2785	0,3291	0,3862	0,4238	0,5254
35	0,2746	0,3246	0,3810	0,4182	0,5189
36	0,2709	0,3202	0,3760	0,4128	0,5126
37	0,2673	0,3160	0,3712	0,4076	0,5066
38	0,2638	0,3120	0,3665	0,4026	0,5007
39	0,2605	0,3081	0,3621	0,3978	0,4950
40	0,2573	0,3044	0,3578	0,3932	0,4896
41	0,2542	0,3008	0,3536	0,3887	0,4843
42	0,2512	0,2973	0,3496	0,3843	0,4791

Lampiran 6. Uji Validasi Data

No	1	2	3	4	5	6	7	Total
1	8,24	4,56	5,65	16,16	11,43	21,15	34,05	101,236
2	7,47	2,21	7,16	20,42	13,43	20,63	30,46	101,774
3	7,31	1,49	6,45	21,59	12,26	20,48	29,55	99,1413
4	7,56	2,14	9,23	20,06	14,31	24,16	30,12	107,573
5	5,49	11,24	7,21	19,34	13,18	17,46	31,24	105,155
6	8,05	4,17	6,32	20,19	11,57	21,56	32,25	104,106
7	6,40	3,30	7,18	17,15	10,01	21,20	30,38	95,624
8	9,56	13,32	7,42	22,09	12,89	22,07	33,47	120,821
9	7,00	2,41	7,23	20,21	11,08	21,24	34,08	103,252
10	8,45	3,18	6,50	17,26	15,99	19,48	29,78	100,632
11	6,32	3,43	9,57	21,00	14,11	21,16	31,28	106,873
12	7,23	11,25	8,12	20,47	13,56	21,04	31,58	113,245
13	9,13	12,02	7,14	20,20	14,56	23,09	29,56	115,713
14	7,55	4,16	9,08	21,38	14,47	24,77	32,44	113,85
15	6,04	4,54	8,50	17,41	13,15	20,32	32,22	102,176
16	7,41	2,40	5,42	19,16	10,68	17,23	30,42	92,7206
17	8,14	4,03	7,21	19,04	12,51	21,08	32,12	104,134
18	7,25	10,44	6,49	16,32	13,04	20,29	31,01	104,846
19	7,05	1,97	8,14	19,04	12,55	21,57	31,02	101,324
20	6,06	11,37	8,24	21,21	14,06	22,06	29,60	112,604
21	7,00	2,57	9,17	16,23	13,05	22,67	30,11	100,808
22	9,37	11,29	7,30	17,14	10,49	23,23	35,68	114,508
23	7,19	3,11	8,20	21,06	15,24	21,05	31,30	107,164
24	8,09	4,21	8,57	17,40	14,20	23,51	35,09	111,076
25	7,10	10,41	6,51	18,02	13,16	20,06	30,50	105,77
26	7,29	3,02	8,26	19,23	14,40	18,01	31,10	101,303
27	9,77	4,05	8,20	20,33	15,92	23,19	33,88	115,351
28	7,01	3,08	7,12	18,06	12,68	21,45	30,28	99,6738
Nilai korelasi r hitung	0,498	0,650	0,387	0,423	0,418	0,602	0,413	
	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	

$$dF = N - 2 = 26$$

$$r = 0,3739$$

$$r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$$

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Single Panel Tipe PSM 10



Gambar 2. Persiapan Pemasangan Dinding Panel



Gambar 3. Pemasangan Dinding Panel





Gambar 4. Pemasangan Perkuatan Panel



Gambar 5. Pemasangan MEP



Gambar 6. Pemlesteran Tahap 1



Gambar 7. Persiapan Pemlesteran Tahap 2



Gambar 8. Pemlesteran Tahap 2