

TUGAS AKHIR

Evaluasi Jadwal Pelaksanaan dan Pengelolaan Sumber Daya Proyek Pembangunan untuk Meminimalisir Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia

**(Studi Kasus pembangunan puskesmas GARUDA di CV. REIL KONSULTAN
PEKANBARU)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Oleh

Nama : Andri Wibowo

No. Mahasiswa : 07 522 200

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, Desember 2011

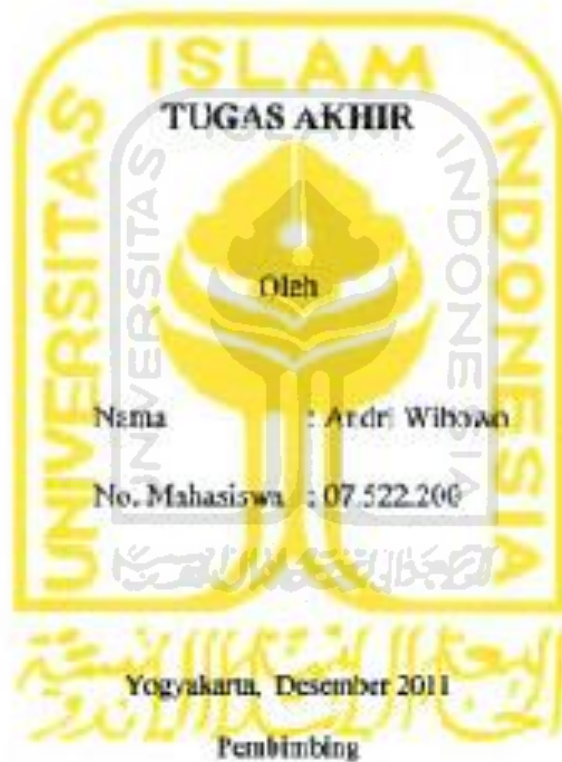
Andri Wibowo

07.522.200

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN DAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA PROYEK PEMBANGUNAN UNTUK MEMINIMALISIR WAKTU, BIAYA, DAN SUMBER DAYA MANUSIA

(Studi Kasus pembangunan puskesmas GARUDA di CV. REFI. KONSULTAN
PEKANBARU)



Ir. Ali Park'ar, MT

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN DAN PENGELOLAAN
SUMBER DAYA PROYEK PEMBANGUNAN UNTUK
MEMINIMALISIR WAKTU, BIAYA, DAN SUMBER DAYA
MANUSIA**

**(Studi Kasus pembangunan puskesmas GARUDA di CV. REIL KONSULTAN
PEKANBARU)**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Andri Wibawa
No. Mahasiswa : 07.522.200

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Desember 2011

Tim Penguji

Ir. Ali Parkhan, MT
Ketua

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE
Anggota I

Drs. R. Abdul Dialal, MM
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE



2012
1



CV. REIL KONSULTAN

SURVEY PERENCANAAN PENGAWASAN

Jalan Unggan IV Perum. Taman Duta Seraya Blok C-3 Kel. Semp. Tiga
Kec. Bukit Raya - Pekanbaru
E-mail - reil_konsult@yahoo.com

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANDRI WIBOWO
Nim : 075222100
Fakultas : TEKNIK
Prodi : SI Teknik Industri
PTS : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Adalah benar bahwa mahasiswa tersebut telah melakukan pengambian data dalam proyek Pembangunan Gedung Kantor Plusvemas Garuda di perusahaan kami guna kepentingan dalam penyusunan skripsi.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 25 Agustus 2011
CV. REIL KONSULTAN

RICHCO WATUYO
Direktur

PERSEMBAHAN

Dengan penuh cinta dan keikhlasan ku persembahkan karya ini untuk Sang Rabbul Izzati...

Teruntuk yang tersayang Ibunda Maryati dan ayahanda Subandi yang tak pernah letih menguntai do'a, merajut kasih sayang, memberi nasehat, dukungan, kesabaran, senyum serta air mata...

Teruntuk kakakku Yuliastuti dan Slamet Raharjo, sang penyuntik semangatku Nur Riana Fajarwati, Dan keponakan kecilku Bili dan Rahma. Terimakasih untuk do'a dan dukungannya...

Teruntuk semua Guru-guru yang telah memberikanku ilmu-ilmu yang sangat berharga dalam hidupku..

Serta saudara-saudara ku D'lambes family, Anggi (Kentung), Topan, Abdul, Ady, Zaenal, Rezy, Anum, Megy, Sita, Mutex trimakasih atas dukungan dan kebersamaan kita selama ini. Sukses buat kita semua.. amin...

Jazakumullah Khoiron katsiron

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦١﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٦٢﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَب ﴿٦٣﴾

“*Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya pada Tuhan-mulah engkau berharap*”. (QS : Al-Insyirah (94) : 6-8)

وَعَاثَكُمْ مِّن كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَإِن تَعُدُّوا نِعْمَتِ
اللَّهِ لَا تُحْصَوْهَا إِنَّا الْإِنسَانَ لظَالِمٌ كَفَّارٌ ﴿٣٤﴾

“*Dan Dia telah memberikan kepadamu dan segala apa yang kamu mohonkan kepadanya. Dan jika kamu menghitung nikmat Allah, tidaklah dapat kamu menghinggakannya. Sesungguhnya manusia itu, sangat zalim dan sangat mengingkari (nikmat Allah)*”. (QS. Ibrahim 34)

وَلَوْ أَنَّمَا فِي الْأَرْضِ مِن شَجَرَةٍ أَقْلَامٌ وَالْبَحْرُ يَمُدُّهُ مِن بَعْدِهِ سَبْعَةُ
أَبْحُرٍ مَا نَفِدَتْ كَلِمَاتُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٣٧﴾

“*Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan lautan (menjadi tinta), ditambahkan kepadanya tujuh lautan (lagi) setelah (kering)nya, niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat-kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa, Maha Bijaksana*”. (QS : Luqman (31) : 27)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, Rabb alam semesta. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah *Shallallahu alaihi wa Sallam*, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah-Nya yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga Tugas Akhir dengan Judul "*Evaluasi Jadwal Pelaksanaan dan Pengelolaan Sumber Daya Proyek Pembangunan Puskesmas GARUDA*" ini dapat terselesaikan.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjan Strata-1 Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak M. Ibnu Mastur, Drs., H., MSIE selaku Ketua Prodi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu, Bapak, Kakak, dan Nur Riana Fajarwati atas segala doa, semangat, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.
5. Bapak Ir. Rido Waluyo selaku Direktur CV. Reil Konsultan dan Ahmad Surya Hadi ST yang selalu memberi dukungan, membimbing, dan membantu jalannya penelitian.

6. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dan semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Dan semoga Allah SWT memberikan ridha dan membalas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Desember 2011



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAKUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Penjadwalan	8
2.2 Pengertian Proyek	10
2.3 Teknik dan Metode Kegiatan Proyek	12
2.3.1 Merencanakan	12
2.3.2 Mengorganisir	13
2.3.3 Memimpin.....	14
2.3.4 Mengendalikan.....	14
2.4. <i>Network Planning</i>	14

2.5	Analisis Metode BOW	19
2.6	<i>Work Breakdown Structure</i> (WBS)	21
2.7	Penentuan Waktu	22
2.8	Metode <i>Network planning</i>	25
2.8.1	Persamaan dan Perbedaan PERT dan CPM	25
2.8.2	PERT	27
2.9	Statistik	31
2.10	Teori Probabilitas	31
2.11	Meratakan Penggunaan Sumber Daya	33
2.11.1	Limit Jadwal Kegiatan	35
2.11.2	Minimum Moment Algorithm	37
 BAB III METODE PENELITIAN		 40
3.1	Objek Penelitian	40
3.2	Kebutuhan Data	40
3.3	Variabel Penelitian	41
3.4	Metode Pengumpulan Data	41
3.4.1	Data Primer	42
3.4.2	Data Skunder	43
3.4.3	Data Pengolahan	43
3.5	Pengolahan Data	44
3.5.1	Identifikasi Aktivitas	44
3.5.2	Menentukan Urutan Aktivitas	45
3.5.3	Membuat <i>Network Diagram</i>	45
3.5.4	Mengestimasi Waktu Pelaksanaan Kegiatan	45
3.5.5	Menentukan Jalur Kritis	46
3.5.6	Menghitung Waktu Penyelesaian	47
3.5.7	Menghitung Probabilitas Waktu Penyelesaian Proyek	48
3.5.8	Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia	48
3.6	Diagram Alir Penelitian	51
3.7	Analisis Pemecahan Masalah	52
3.8	Kesimpulan dan Saran	52

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	53
4.1 Pengumpulan Data	53
4.1.1 Umum	53
4.1.2 Tinjauan Umum	54
4.1.3 Mengestimasi Waktu Pelaksanaan Kegiatan	56
4.1.4 Jumlah Tenaga Kerja Lapangan.....	58
4.2 Pengolahan Data	60
4.2.1 Menghitung Waktu Penyelesaian	60
4.2.2 Menentukan Jalur Kritis Metode PERT.....	62
4.2.3 Menghitung Probabilitas Waktu Penyelesaian	63
4.2.4 Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia.....	67
4.2.5 Penyusunan Man Power.....	87
4.2.6 Perhitungan Pinalti.....	93
4.2.7 Analisis Biaya Usulan.....	94
BAB V PEMBAHASAN	99
5.1 Analisis Jalur Kritis PERT.....	99
5.1.1 Lintasan Kritis (<i>Critical Part</i>)	99
5.1.2 Probabilitas Waktu Penyelesaian.....	101
5.2 Analisis Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia.....	101
5.2 Perbandingan waktu,biaya dan tenaga kerja pada kondisi riil dengan kondisi usulan	102
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran	105

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Aktivitas Pembangunan Gedung Puskesmas GARUDA	54
Tabel 4.2	Daftar Tenaga Kerja Proyek	56
Tabel 4.3	Rincian Waktu Pembangunan Puskesmas GARUDA	57
Tabel 4.4	Jumlah Tenaga Kerja Lapangan Waktu Yang Diharapkan (TE)....	58
Tabel 4.5	Perhitungan Waktu Yang Diharapkan (TE).....	60
Tabel 4.6	Aktivitas Kritis.....	63
Tabel 4.7	Perhitungan Varian	64
Tabel 4.8	Kegiatan Kritis	67
Tabel 4.9	Pelaksanaan Pekerjaan (Kondisi Sebenarnya).....	68
Tabel 4.10	Tanggal Pelaksanaan Pekerjaan (Kondisi Sebenarnya).....	70
Tabel 4.11	Rencana Pelaksanaan Pekerjaan oleh CV Reil Konsultan.....	72
Tabel 4.12	Tanggal Rencana Pelaksanaan Pekerjaan oleh CV Reil Konsultan	74
Tabel 4.13	Pelaksanaan Pekerjaan Waktu Yang Diharapkan (<i>Expected Time</i>)	76
Tabel 4.14	Tanggal Pelaksanaan Pekerjaan Waktu Yang Diharapkan (<i>Expected Time</i>)	78
Tabel 4.15	Pelaksanaan Pekerjaan Pekerjaan Yang Dilakukan Tipe I	82
Tabel 4.16	Pelaksanaan Pekerjaan Pekerjaan Yang Dilakukan Tipe II.....	85
Tabel 4.17	Perbandingan Kondisi Awal dan Kondisi Usulan	93
Tabel 4.18	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Persiapan / M ²	94
Tabel 4.19	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Pondasi / M ³	94
Tabel 4.20	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Dinding/ Plesteran A / M ²	94
Tabel 4.21	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Kuda-Kuda/ Rangka Atap/Atap A / M ²	95
Tabel 4.22	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Plafond A / M ²	95
Tabel 4.23	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecatan A/M ² .	96
Tabel 4.24	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Kuda-Kuda/ Rangka Atap/Atap B / M ²	96

Tabel 4.25	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Alat Penggantung B / M ²	96
Tabel 4.26	Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Luar Bangunan/ M ²	97
Tabel 4.27	Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Kozen, Pintu dan Jendela A / M ²	97
Tabel 4.28	Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Instalasi Air A / M ²	97
Tabel 4.29	Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Instalasi Air B / M ²	98
Tabel 5.1	Kegiatan Kritis Waktu yang Diharapkan (<i>Expected Time</i>).....	100



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Network</i> Suatu Kegiatan.....	15
Gambar 2.2	Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B	16
Gambar 2.3	Kegiatan C,D dan E Pendahulu Kegiatan F.....	17
Gambar 2.4	Kegiatan G dan H Pendahulu Kegiatan I dan J.....	17
Gambar 2.5	Kegiatan L Pendahulu Kegiatan M dan N	17
Gambar 2.6	Gambar Yang Salah Bila Kegiatan P,Q, dan R Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama	18
Gambar 2.7	Kegiatan P,Q, dan R Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama	18
Gambar 2.8	Lingkaran Kejadian.....	24
Gambar 2.9	Rata-Rata Jumlah Tenaga Kerja.....	34
Gambar 2.10	Tingkat Kebutuhan Pada Proyek.....	39
Gambar 3.1	Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	51
Gambar 4.1	Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu (Kondisi Sebenarnya)	71
Gambar 4.2	Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu (CV Reil Konsultan).....	75
Gambar 4.3	Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu Pada Waktu Yang Diharapkan (<i>Expected Time</i>)	79
Gambar 4.4	Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Yang Dilakukan Tipe I	84
Gambar 4.5	Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Yang Dilakukan Tipe I	87

ABSTRAK

Proyek pembangunan merupakan hal yang sangat penting guna mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai bidang. Perkembangan dan pertumbuhan pembangunan berhubungan langsung dengan kontraktor. Dalam mengestimasi waktu pelaksanaan proyek maka diperlukan optimalisasi sumber daya yang ada serta meminimalkan kendala. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Puskesmas GARUDA yang terletak Di PEKANBARU RIAU. Berdasarkan kondisi riil memiliki durasi selama 168 hari, kebutuhan tenaga kerja sebanyak 2.877 orang-hari, dan total biaya pelaksanaan Rp 1.237.240.000,00. Sedangkan hasil perhitungan Jadwal pelaksanaan pembangunan Puskesmas GARUDA dengan menggunakan metode PERT pada kondisi usulan dapat dilaksanakan selama 152 hari, kebutuhan tenaga kerja sebanyak 2.875 orang-hari, dan total biaya pelaksanaan Rp 1.213.265.202,00. Maka pada kondisi usulan dapat menghemat waktu selama 16 hari, tenaga kerja 2 orang-hari, dan biaya sebesar Rp 23.974.798,00.

Kata Kunci : proyek, optimalisasi, PERT (program evaluation and review technique), time schedule.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembangunan merupakan hal yang sangat penting dan strategis dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai bidang. Perkembangan dan pertumbuhan pembangunan berhubungan langsung dengan industri kontraktor. Mengingat akan peran tersebut maka jasa konstruksi harus terus mengembangkan peran dalam pembangunan (proyek). Pengertian proyek itu sendiri adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk atau pembangunan yang berlangsung dalam waktu tertentu (temporer). Tahapan dalam pelaksanaan proyek meliputi perencanaan, penjadwalan, dan pengontrolan jalannya kegiatan pembangunan dari semua kegiatan. Agar pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan lancar, sebaiknya perusahaan jasa kontraktor harus merencanakan pelaksanaan proyeknya secara profesional. Ini bertujuan untuk mengendalikan terjadinya waktu penyelesaian proyek yang diluar jadwal dan tanpa mengurangi kualitas dari pengerjaannya.

Penjadwalan proyek disini bertujuan untuk mengurutkan dan pembagian waktu yang digunakan dalam penyelesaian proyek. Dengan penjadwalan proyek dapat diketahui rangkaian kegiatan proyek dan jangka waktu kegiatan proyek. Selain itu, dengan penyusunan jadwal proyek dapat memudahkan dalam persiapan kegiatan proyek, terutama dalam mempersiapkan kebutuhan proyek. Tujuan dilakukan

penjadwalan proyek adalah agar waktu pelaksanaan proyek dapat lebih efisien dan hal yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek dapat diatasi. Sehingga perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya untuk menangani keterlambatan.

Masalah keterlambatan dalam penyelesaian proyek sering terjadi disebabkan karena kegiatan proyek dan pengawasan yang akan dilakukan tidak direncanakan dengan baik dan tidak melihat data pelaksanaan proyek yang serupa yang sudah terlaksana melainkan hanya berdasarkan intuisi. Untuk mengendalikan keterlambatan penyelesaian proyek agar dalam pelaksanaan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dan untuk meminimalkan biaya maka perlunya penjadwalan pelaksanaan proyek.

Dalam penjadwalan proyek untuk mengantisipasi terjadinya keterlambatan kegiatan diperlukan bantuan teknik diagram Gantt (yang sesuai dengan penemunya Henry Gantt) atau yang sekarang lebih diperluas dengan menggunakan analisis *network*. Analisis *network* disini yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Ketidak pastian penentuan durasi suatu proyek dalam metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu durasi *optimistis*, durasi *most likely* dan durasi *pesimistis*. Dalam metode ini durasi waktu yang digunakan, diambil dari rata-rata antara *pesimistis*, *most likely*, dan *optimistis*. Sehingga dengan hal tersebut dapat mengamati lintasan kritis dan penjadwalan proyek konstruksi dan dapat melihat durasi yang pasti dari masing-masing kegiatan.

CV. Reil Konsultan Pekanbaru adalah perusahaan konsultan yang bergerak dalam bidang jasa pembangunan. Proyek pembangunan yang telah dilaksanakan yaitu pembangunan puskesmas garuda. Dalam pembangunan puskesmas garuda terjadi keterlambatan penyelesaian dari waktu yang telah ditentukan. Keterlambatan tersebut

dapat menyebabkan kerugian-kerugian yang dapat dialami perusahaan. Sehingga untuk menanggulangi kerugian-kerugian tersebut dilakukan evaluasi jadwal pelaksanaan dan pengelolaan sumber daya proyek dengan tujuan menjadi dasar dalam pelaksanaan proyek selanjutnya dan perusahaan tau dikegiatan mana yang sering terjadi keterlambatan penyelesaian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana jadwal pelaksanaan proyek dan jumlah tenaga kerja yang seharusnya digunakan dalam pembangunan puskesmas GARUDA dengan menggunakan metode PERT?
2. Bagaimana perbedaan jadwal pelaksanaan proyek, jumlah tenaga kerja, biaya, dan penghematan antara kondisi usulan dengan kondisi awal (kondisi riil) dalam pembangunan puskesmas GARUDA?
3. Apa penyebab yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek pembangunan puskesmas GARUDA?

1.3 Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil sesuai tujuan penelitian, penelitian dilakukan dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Data proyek yang dianalisis adalah proyek pembangunan puskesmas GARUDA studi kasus di CV. REIL KONSULTAN PEKANBARU.

2. Pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder data pelaksanaan proyek sesuai dengan waktu yang ditargetkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam Penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jadwal pelaksanaan proyek dan jumlah tenaga kerja yang seharusnya digunakan dalam pembangunan puskesmas GARUDA dengan menggunakan metode PERT.
2. Mengetahui perbedaan jadwal pelaksanaan proyek, jumlah tenaga kerja, biaya, dan penghematan antara kondisi usulan dengan kondisi awal (kondisi riil) dalam pembangunan puskesmas GARUDA.
3. Mengetahui penyebab yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek pembangunan puskesmas GARUDA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberi informasi pada perusahaan tentang jadwal pelaksanaan proyek dan pengelolaan sumber daya proyek pembangunan Puskesmas GARUDA.
2. Sebagai pembandingan dengan metode yang telah diterapkan oleh perusahaan selama ini dalam perencanaan dan penjadwalan proyek.
3. Sebagai kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh dalam bangku perkuliahan yang berkaitan dengan jalur kritis dalam evaluasi jadwal pelaksanaan dan pengelolaan sumber daya proyek pembangunan Puskesmas GARUDA.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terstruktur dan mudah dipahami, maka disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dan dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini menguraikan bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data tersebut dengan metode yang telah ditentukan hasil analisis.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil pengolahan data diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

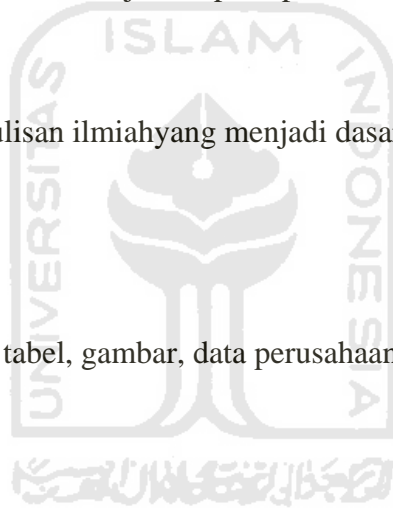
Bab ini berisi kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian. Bertujuan agar dapat dikaji atau dilanjutkan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSAKA

Berisi buku-buku, tulisan ilmiah yang menjadi dasar dan penjelasan dalam penulisan penelitian ini.

LAMPIRAN

Memuat keterangan tabel, gambar, data perusahaan dan hal-hal lain yang perlu dilampirkan.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Dalam pembangunan dan penyelesaian suatu proyek dibutuhkan suatu sistem manajemen yang dapat mendukung kelancaran jalannya suatu proyek. Manajemen sendiri dapat diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh suatu hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang lain. Sistem manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode/teknik atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*) pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan (*controlling*) dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efisien.

Perencanaan, penjadwalan dan pengendalian fungsi, operasi dan jumlah sumber daya dari suatu proyek merupakan hal yang perlu diperhatikan dan tugas yang penuh tantangan yang akan dihadapi oleh manajer konstruksi. Pertanggung jawaban ini melibatkan upaya pengordinasian antara desain dengan konstruksi untuk menghasilkan rencana dan spesifikasi yang perlu untuk merakit menurut paket-paket yang diakui dan sesuai dengan kekhususan subkontrak. Selain itu dalam penyelesaian penjadwalan proyek, *program evaluation and review technique* (PERT) digunakan untuk mengetahui kegiatan mana yang termasuk dalam jalur kritis, mengetahui nilai probabilitas kemajuan pekerjaan.

Dalam penelitian terdahulu yaitu dilakukan oleh Suryanti (2006) tentang Analisis *network* dalam perencanaan dan penjadwalan proyek pembangunan perumahan Fajar Indah Permata pada PT. Fajar Bangun. Tujuan penelitian ini adalah

menentukan waktu yang diharapkan untuk pelaksanaan proyek, mengetahui kegiatan mana yang termasuk jalur kritis dan besarnya probabilitas penyelesaian proyek. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kusnanto (2010) tentang Penjadwalan proyek konstruksi dengan metode PERT (studi kasus proyek pembangunan gedung ruang kuliah dan perpustakaan PGSD kleco FKIP UNS Tahap I). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kegiatan-kegiatan kritis dalam proyek konstruksi menggunakan metode PERT. Kemudian untuk analisis data menggunakan metode *analitis* dan *deskriptif*. *Analitis* berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan *deskriptif* maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak serta kesimpulan dari hasil analisis.

Penelitian evaluasi jadwal pelaksanaan dan pengelolaan sumber daya proyek dengan menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), Dapat diketahui jadwal pelaksanaan pembangunan Puskesmas GARUDA di PEKANBARU, mengetahui kegiatan mana yang termasuk ke jalur kritis dan besarnya probabilitas, sehingga dari hal tersebut dapat diambil tindakan-tindakan untuk mencegah keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Kemudian pembeda penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu dilakukan penyetaraan jumlah sumberdaya guna untuk memanfaatkan atau memakainya secara efisien.

2.1 Pengertian Penjadwalan

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukkan faktor

waktu. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek (Soeharto,1997:114)

Penjadwalan (*Scheduling*) adalah gambaran waktu yang dipergunakan untuk melaksanakan tugas dengan memperhatikan faktor-faktor seperti syarat-syarat tugas, perkiraan permintaan dan kapasitas yang tersedia (Suryanti, 2006). Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan (Ervianto, 2002: 154).

Penjadwalan dalam penyelesaian proyek sangat dibutuhkan, yaitu untuk mengetahui jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan. Penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Manfaat dari penjadwalan proyek adalah membantu dalam menunjukkan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan diantara kegiatan, menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan serta membantu penggunaan orang, uang dan sumber daya bahan dengan mengidentifikasi *bottleneck* kritis (hal-hal yang mungkin menghambat suatu proyek) pada proyek (Render dan Heizer, 2005:79).

Dalam kenyataannya, prosedur penjadwalan melalui proses estimasi mengandung unsur ketidakpastian. Hal ini sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi, yaitu tingkat resiko yang tinggi terhadap setiap perubahan yang terjadi, baik perubahan sistem politik, cuaca, ketergantungan buruh, kegagalan konstruksi, ketergantungan pihak lain, dan lain sebagainya.

Untuk mengantisipasi ketidakpastian dari durasi konstruksi dan penjadwalan, dikembangkan metode penjadwalan dengan mempertimbangkan ketidakpastian tersebut. Adapun cara pendekatan penjadwalan dengan ketidakpastian, yaitu:

1. Cara pertama adalah mengabaikan ketidakpastian durasi, digunakan penjadwalan dengan ekspektasi durasi (*most likely*). Kerugian dari cara ini adalah *schedule* yang bersifat *optimistik*, penggunaan durasi tunggal akan menghasilkan *schedule* dan *updating* secara terus menerus dan ketat.
2. Cara kedua adalah dengan memasukkan kontingensi (*contingency*) dengan tujuan menghindari *schedule* yang terlalu optimis. Contohnya durasi yang diharapkan 2 hari, dalam *schedule* digunakan durasi 2,2% hari (10% kontingensi) (Ervianto, 2005:35).

2.2 Pengertian Proyek

Proyek adalah suatu upaya temporer yang dilakukan untuk membuat suatu produk, layanan, atau hasil yang unik. Menurut Soeharto (1999, h.2) kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

Menurut Soeharto (1995:1) suatu proyek memiliki ciri pokok sebagai berikut:

1. Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.

3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia. Pontas M. Pardede (2005:512), menyatakan bahwa Proyek dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang saling berkaitan yang masing-masing menunjukkan kegiatan waktu yang pasti atas dimulai dan di selesaikannya setiap kegiatan yang seluruhnya akan menghasilkan suatu atau sekelompok barang atau hasil operasi khusus.

Dari pengertian-pengertian yang telah dikemukakan diatas, dapat disimpulkan bahwa proyek adalah program kegiatan yang saling berkaitan dan berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan memanfaatkan jumlah sumber daya tertentu untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya terjamin. Suatu proyek memiliki sasaran yang khusus dengan waktu pelaksanaan yang tegas dan yang sering diformulasikan dengan kriteria SMART (*specific, measurable, attainable, relevant, time-bound*).

Proyek berdasarkan jenisnya dapat dikategorikan sebagai berikut, antara lain:

1. Proyek Kapital

Proyek ini biasanya berupa pengeluaran biaya untuk pembebasan tanah, pembelian peralatan, pemasangan fasilitas, dan konstruksi gedung.

2. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek ini dapat berupa penemuan produk baru, temuan alat baru, atau penelitian mengenai ditemukan bibit unggul untuk suatu tanaman.

3. Proyek yang berhubungan dengan manajemen *service*.

Proyek ini sering muncul dalam perusahaan maupun instansi pemerintah.

Proyek ini dapat berupa:

- a. Perancangan struktur organisasi;
- b. Pembuatan sistem informasi manajemen;
- c. Peningkatan produktivitas perusahaan;
- d. Pemberian pelatihan mengenai suatu metode tertentu.

2.3 Teknik dan Metode Kegiatan Proyek

Wulfram I. Ervianto (2000:4), mengatakan bahwa ada beberapa teknik dan metode yang digunakan untuk menangani kegiatan proyek, antara lain:

2.3.1 Merencanakan

Setiap proyek selalu dimulai dengan proses perencanaan, agar pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan baik. Untuk mewujudkan hal tersebut maka harus ditentukan dahulu sasaran utamanya. Perencanaan sebaiknya mencakup penentuan berbagai cara yang memungkinkan. Setelah itu, baru menentukan salah satu cara yang tepat dengan mempertimbangkan semua kendala yang mungkin timbul.

Perkiraan jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam suatu proyek menjadi sangat penting untuk mencapai keberhasilan proyek sesuai dengan

tujuannya. Kontribusi sumber daya dalam perencanaan memungkinkan perumusan suatu rencana yang akan memberi gambaran secara menyeluruh tentang metode konstruksi yang akan digunakan dalam mencapai tujuan.

Teknik-teknik perencanaan yang tersedia, yang memungkinkan untuk membantu para perencana mengelola kegiatannya yaitu analisis *network*. Seringkali metode ini dapat membantu perencanaan untuk melakukan fungsi berikutnya seperti fungsi pengendalian (*control*).

Perencanaan dapat didefinisikan sebagai peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut. Bentuk dari perencanaan dapat berupa: perencanaan prosedur, perencanaan metode kerja, perencanaan standar pengukuran hasil, perencanaan anggaran, biaya perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal).

2.3.2 Mengorganisir

Kegiatan ini bertujuan melakukan pengaturan dan pengelompokan kegiatan proyek agar kinerja yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Tahap ini menjadi sangat penting jika terjadi ketidak tepatan pengaturan dan pengelompokan kegiatan, bisa berakibat langsung terhadap tujuan proyek.

2.3.3 Memimpin

Pimpinan tunggal dari kelompok dan bagian organisasi yang disertai tugas khusus atau proyek. Dalam memimpin tim ada berbagai bentuk koordinasi dan integrasi yang arus kerjanya vertikal dan horizontal menyilang lini/struktur fungsional. Pada umumnya digunakan gaya kepemimpinan yang mengarah ke partisipasi meskipun dalam beberapa situasi digunakan gaya orientasi ke tugas.

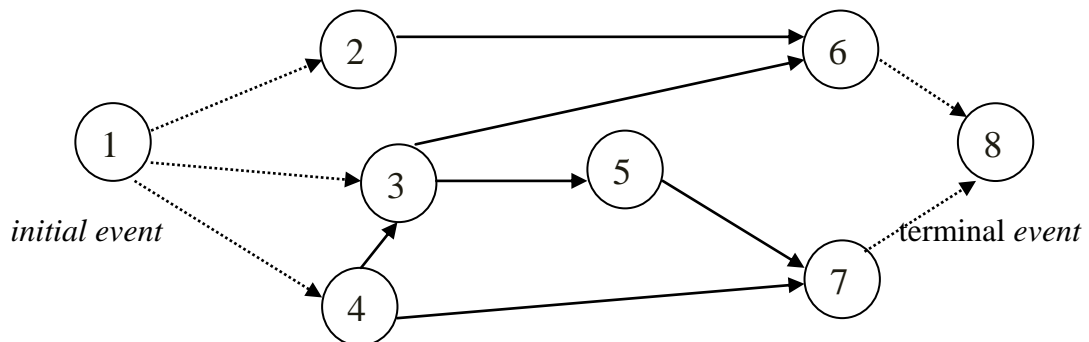
2.3.4 Mengendalikan

Kegiatan proyek diperlukan adanya keterpaduan antara perencanaan dan pengendalian yang relatif lebih erat dibandingkan dalam kegiatan yang bersifat rutin. Untuk itu perlu digunakan metode yang sensitif, artinya dalam mengungkapkan atau mendeteksi penyimpangan sedini mungkin.

2.4 Network Planning

Jaringan kerja (model *network*) adalah suatu diagram yang digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah matematika yang cukup rumit agar menjadi lebih sederhana dan mudah diamati. Masalah-masalah yang dapat diatasi dengan *network* antara lain masalah penjadwalan (*network planing*), masalah transportasi, masalah penggantian peralatan, dan masalah lintasan terpendek. Dengan kata lain *network planning* adalah hubungan ketergantungan antara aktivitas-aktivitas pekerjaan atau variabel yang dapat digambarkan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat

diketahui bagian-bagian pekerjaan yang harus dilembur, didahulukan, dan ditambah biaya.



Gambar 2.1 *Network* suatu kegiatan

Menurut Dimiyati (1999:177) dalam menggambarkan suatu *network* digunakan simbol sebagai berikut:

- Anak panah = *arrow (arc)*, menyatakan sebuah kegiatan atau aktivitas. Kegiatan disini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu). Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti, jadi tidak selalu menggunakan skala. Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap aktivitas, yang menunjukkan bahwa suatu aktivitas dimulai dari pemulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan.
- Lingkaran kecil = *node*, menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) disini didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari suatu atau beberapa kegiatan.
-→ Anak panah terputus-putus, menyatakan kegiatan / aktivitas semua atau *dummy*. *Dummy* di sini berguna untuk membatasi mulanya aktivitas. Seperti halnya aktivitas biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tidak berarti

apa-apa sehingga tidak perlu menggunakan skala, hanya pada *dummy* tidak mempunyai *duration* (jangka waktu tertentu).

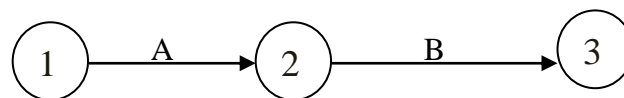
➔ Anak panah tebal merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut:

1. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
2. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
3. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
4. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

Adapun logika ketergantungan kegiatan itu dinyatakan sebagai berikut:

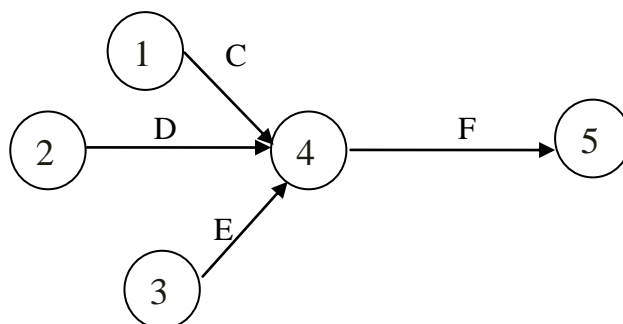
1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai.



Gambar 2.2 kegiatan A merupakan pendahulu kegiatan B

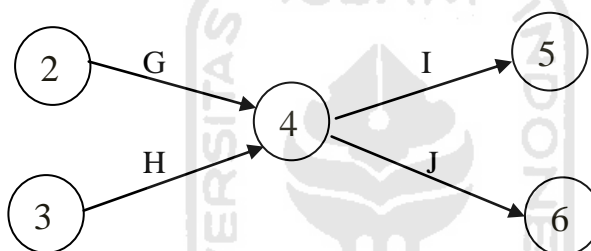
Dalam hal ini dapat ditulis bahwa kegiatan A (1,2) dan kegiatan B(2,3). Jadi kegiatan B dapat dilaksanakan jika kegiatan A sudah terselesaikan.

2. Jika kegiatan C,D dan E harus selesai sebelum kegiatan F dapat dimulai.



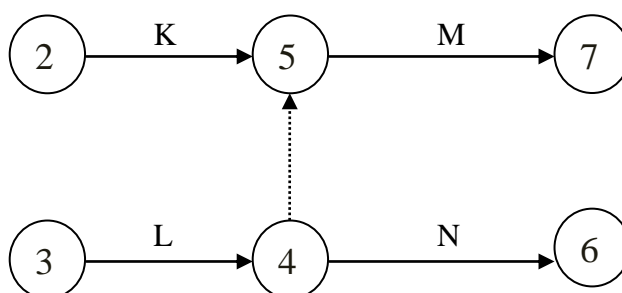
Gambar 2.3 kegiatan C, D dan E merupakan pendahuluan kegiatan F

3. Jika kegiatan G dan H harus dimulai sebelum kegiatan I dan J.



Gambar 2.4 kegiatan G dan H merupakan pendahulu kegiatan I dan J

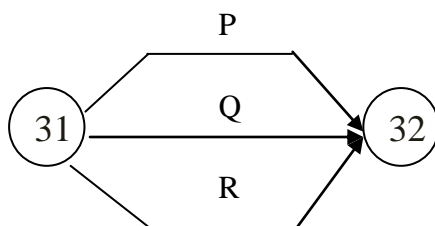
4. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dapat dimulai, tetapi N sudah dapat dimulai bila kegiatan L sudah selesai.



Gambar 2.5 kegiatan L merupakan pendahulu kegiatan M dan N

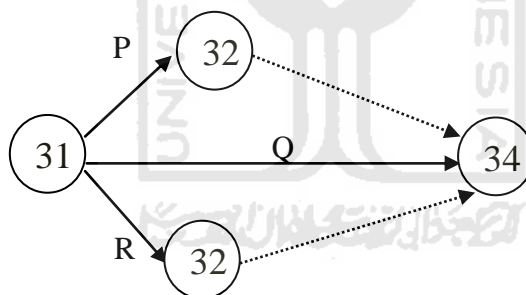
Fungsi *dummy* diatas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan L dari lingkungan kejadian no. 4 ke lingkungan kejadian no. 5.

5. Jika kegiatan P, Q, dan R mulai dan selesai pada lingkungan kejadian yang sama.

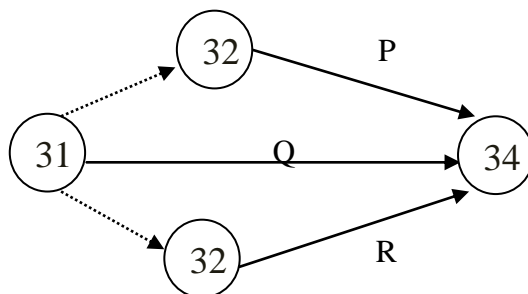


Gambar 2.6 Gambar yang salah bila kegiatan P, Q, dan R mulai dan selesai pada kejadian yang sama

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan *dummy*.



atau



Gambar 2.7 kegiatan P, Q, dan R mulai dan selesai pada kejadian yang sama

Kegiatan: P = (31, 32) P = (32, 34)

Q = (31, 34) atau Q = (31, 34)

R = (31, 33) R = (33, 34)

Dalam hal ini tidak menjadi soal dimana saja diletakkannya *dummy* tersebut, pada permulaan ataupun pada akhir kegiatan-kegiatan tersebut.

2.5 Analisis Metode BOW

BOW merupakan metode yang digunakan untuk menghitung harga satuan pekerjaan. Analisis BOW itu sendiri merupakan suatu rumusan penentuan harga satuan tiap jenis pekerjaan. Koefisien analisis harga satuan BOW ini berasal dari penelitian zaman belanda dahulu, untuk sekarang ini sudah jarang digunakan karena adanya pembengkakan biaya pada koefisien tenaga. Pembengkakan biaya dapat terjadi karena pada BOW ini belum ada unsur penggunaan alat/ peralatan dalam pelaksanaan proyek. Satuannya adalah Rp. .../m³, Rp. .../m², dan Rp. .../m¹. Setiap jenis pekerjaan tercantum indeks analisis yang paten. Ada 2 (dua) kelompok angka/ koefisien dalam analisa.

1. Pecahan/ angka satuan untuk bahan (indeks satuan bahan).
2. Pecahan/ angka satuan tenaga kerja (indeks satuan tenaga kerja).

Kegunaannya :

1. Kalkulasi bahan yang dibutuhkan.
2. Kalkulasi upah yang mengerjakan.

Berdasarkan metode percobaan jumlah bahan pembentuk untuk satu tahun bahan pekerjaan, cara penggunaan : angka analisis/ koefisien dikalikan dengan bahan/ upah setempat.

Prinsip yang terdapat dalam metode BOW mencakup daftar koefisien upah dan bahan yang telah ditetapkan. Keduanya menganalisa harga (biaya) yang diperlukan untuk membuat harga satuan pekerjaan bangunan. Dari kedua koefisien tersebut akan didapatkan kalkulasi bahan-bahan yang diperlukan dan kalkulasi upah yang mengerjakan. Komposisi, perbandingan dan susunan material serta tenaga kerja pada pekerjaan sudah ditetapkan, yang selanjutnya satu dikalikan dengan harga satuan material dan harga satuan upah yang berlaku pada daerah setempat.

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan pasang pondasi batu kali adalah sebagai berikut :

Untuk 1 m³ pasangan batu kali dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir diperlukan :
bahan : An. G. 32h

1.2 m ³ batu kali	@ Rp. 70,000.00	= Rp. 84,000.00
4.0715 zak semen	@ Rp. 46,719.40	= Rp. 190,218.04
0,522 m ³ pasir	@ Rp. 59,547.60	= Rp. 31,083.85
		<u>Rp. 305,301.89</u>

Upah : An. G. 32a

1.200 Tukang batu	@ Rp. 43,500.00	= Rp. 52,200.00
0,120 Kepala Tukang	@ Rp. 50,000.00	= Rp. 6,000.00
3.600 Pekerja	@ Rp. 35,000.00	= Rp. 126,000.00
0,180 Mandor	@ Rp. 45,000.00	= Rp. 8,100.00
		<u>Rp. 192,300.00</u>

$$\begin{aligned}\text{Harga satuan pekerjaan} &= \text{bahan} + \text{upah} \\ &= \text{Rp. } 305,301.89 + \text{Rp. } 192,300.00 \\ &= \text{Rp. } 497,601.89\end{aligned}$$

2.6 Work Breakdown Structure (WBS)

Pada prinsipnya *work breakdown structure* (WBS) adalah pemecahan atau pembagian pekerjaan ke dalam bagian yang lebih kecil (sub-kegiatan) dan memiliki hubungan dengan organisasi. Secara umum mengorganisasi adalah mengatur unsur-unsur sumber daya perusahaan yang terdiri dari tenaga kerja, tenaga ahli, material, dana, dan lain-lain dalam suatu gerak langkah yang disinkron untuk mencapai tujuan organisasi dengan efektif dan efisien (Soeharto, 1997:56). Sehingga WBS dapat digunakan untuk menyusun struktur organisasi pada suatu proyek, selain itu alasan perlunya WBS adalah :

1. Pengembangan WBS di awal *Project Life Cycle* memungkinkan diperolehnya pengertian cakupan proyek dengan jelas, dan proses pengembangan WBS ini membantu semua anggota untuk lebih mengerti tentang proyek selama tahap awal.
2. WBS membantu dalam pengawasan dan peramalan biaya, jadwal, dan informasi mengenai produktifitas yang meyakinkan anggota manajemen proyek sebagai dasar untuk membuat perundingan.

WBS merupakan elemen penting, karena memberikan kerangka yang membantu, antara lain dalam :

1. Penggambaran program sebagai ringkasan dari bagian-bagian yang kecil.
2. Pembuatan perencanaan.
3. Pembuatan *network* dan perencanaan pengawasan.
4. Pembagian tanggung jawab.
5. Penggunaan WBS ini memungkinkan bagian-bagian proyek terdefinisi dengan jelas.

2.7 Penentuan Waktu

Setelah *network* suatu proyek dapat digambarkan, langkah selanjutnya adalah mengestimasi waktu masing-masing aktivitas, dan menganalisis seluruh diagram *network* untuk menentukan waktu kejadian masing masing kejadian (*event*).

Dalam mengestimasi dan menganalisis waktu ini, akan didapatkan satu atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan-kegiatan *network* tersebut yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh kegiatan proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis. Disamping lintasan kritis ini terdapat lintasan-lintasan lain yang mempunyai jangka waktu yang lebih pendek dari pada lintasan kritis. Dengan demikian, maka lintasan yang tidak kritis ini mempunyai waktu untuk bisa terlambat yang dinamakana *float*.

Float memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada sebuah *network* dan ini dipakai pada waktu penggunaan *network* dalam praktek atau digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material, peralatan, dan tenaga

kerja. *Float* ini terbagi atas dua jenis, yaitu *total float* dan *free float* (Dimiyati, 1999: 180).

Untuk memudahkan perhitungan waktu yang digunakan notasi-notasi sebagai berikut:

TE : *earliest event occurrence time*, yaitu saat tercepat terjadinya kejadian/*event*.

TL : *latest event occurrence time*, yaitu saat paling lambat terjadinya kejadian.

ES : *earliest activity start time*, yaitu tercepat dimulainya kegiatan/aktifitas.

EF : *earliest activity finish time*, yaitu LS : *lates activity start time*, yaitu saat paling lambat dimulainya kegiatan.

LF : *lates activity finish time*, yaitu saat paling lambat diselesaikannya kegiatan.

t : *activity duration time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (biasanya dinyatakan dalam hari).

S : *total slack/total float*.

SF : *free slack/free float*.

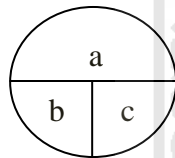
Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu digunakan tiga buah asumsi dasar, yaitu sebagai berikut:

- a. Proyek hanya memiliki satu *initial event* dan satu *terminal event*.
- b. Saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol.
- c. Saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah $TL = TE$ untuk *even* ini.

Adapun perhitungan yang harus dilakukan terdiri atas dua cara, yaitu cara perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*). Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event*

menuju *terminal event* maksudnya ialah menghitung saat yang paling cepat terjadinya *event* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES dan EF).

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari *terminal event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lambat terjadinya *event* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TL, LS dan LF). Dengan selesainya kedua perhitungan ini, barulah *float* dapat dihitung. Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur ini, lingkaran kejadian (*event*) dibagi atas tiga bagian yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.8 Lingkaran kejadian

Keterangan :

a = ruang untuk nomor *event*

b = ruang untuk menunjukkan saat paling cepat terjadinya *event* (TE), yang merupakan hasil perhitungan maju.

c = ruang untuk menunjukkan saat paling lambat terjadinya *event* (TL), yang merupakan hasil perhitungan mundur.

2.8 Metode *Network planning*

Manajemen sebuah proyek harus di pandang sebagai sebuah pekerjaan sekali waktu. Sedangkan kata "*proyek*" bermakna sebuah pekerjaan besar yang sangat besar kemungkinannya tidak terulang pada waktu jangka tertentu di masa depan. Suatu kesalahan akan sangat mahal, sehingga sangat diinginkan untuk melaksanakan tahap demi tahap pekerjaan itu tanpa kesalahan.

Banyak metode telah dikembangkan untuk manajemen proyek, diantaranya *Gantt Chart* dan *Line Diagram*. Hanya saja *Gantt Chart* dan *Line Diagram* tidak cocok untuk proyek besar yang aktifitasnya banyak. Maka untuk mengatasinya orang mengembangkan *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) yang paling populer diantara berbagai teknik lainnya. CPM dan PERT lebih makan waktu dari pada *Gantt Chart*, sehingga lebih mahal. Tetapi, dengan sekala proyek yang lebih besar, CPM dan PERT akan lebih murah dan cocok, dari pada *Gantt Chart* dan *Line Diagram*.

2.8.1 Persamaan dan perbedaan PERT dan CPM

A. Persamaan antara PERT dan CPM

1. Sama-sama merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam menentukan perencanaan, pengendalian dan pengawasan proyek.
2. Keduanya menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja.
3. Keduanya dapat dilakukan berbagai analisis untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya atau penggunaan sumber daya.

B. Perbedaan antara PERT dan CPM

1. CPM menggunakan satu jenis waktu untuk taksiran waktu kegiatan, sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu (waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis).
2. CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan, sedangkan PERT menganggap proyek terdiri dari peristiwa yang susul menyusul.
3. CPM menggunakan pendekatan *activity on arrow* (AOA), yang menggunakan anak panah sebagai representasi dari kegiatan. Sedangkan PERT menggunakan pendekatan *activity on node* (AON), yang menggunakan lingkaran atau (*node*) sebagai simbol kegiatan.

Pada prinsipnya antara metode PERT maupun CPM memiliki fungsi yang sama yaitu digunakan dalam suatu perencanaan, pengendalian, dan pengawasan suatu proyek. Tetap penjadwalan melalui proses estimasi mengandung unsur ketidakpastian. Sehingga cara yang formal untuk memasukkan ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalan secara probabilistik atau metode PERT (Ervianto, 2004:35).

Program Evaluation and Review Technique (PERT) merupakan suatu metode penjadwalan dengan menimbang durasi aktivitas yang bersifat tidak pasti. PERT mengasumsikan fungsi kerapatan probabilitas durasi aktivitas mengikuti durasi beta. Analisis dalam PERT disederhanakan dengan menggunakan nilai-nilai tertentu parameter distribusi beta. Penentuan jalur kritis hanya menimbang mean durasi untuk menentukan jalur kritis, dan probabilitas total durasi didapatkan berdasarkan jalur kritis saja (Andreas Wibowo, 2001:1)

2.8.2 PERT

PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* merupakan suatu metode analitik yang dirancang untuk membantu dalam *scheduling* dan pengawasan kompleks yang merupakan kegiatan-kegiatan tertentu, dan kegiatan itu mungkin tergantung pada kegiatan-kegiatan lain (Handoko, 1999:401).

Karakteristik proyek menyebabkan durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti karena durasi aktivitas dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi yang bervariasi. Metode PERT memberi asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (*stochastic*) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

A. Definisi Parameter PERT

Penentuan tiga durasi ini menimbulkan berbagai macam durasi waktu, sehingga estimasi durasi aktivitas masing-masing perencanaan berbeda-beda karena perbedaan dalam menentukan t_o , t_p , dan t_m .

Pengertian t_o , t_p , dan t_m menurut Adrian (1973,p.270) adalah:

1. Durasi aktivitas pada CPM dapat dinyatakan sebagai durasi yang paling mungkin (t_m) pada PERT. Durasi aktivitas sebenarnya akan menyimpang disekitar t_m . Waktu realistis (t_m) merupakan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah kegiatan yang paling realistis.
2. Durasi optimis (t_o) adalah durasi yang terjadi saat semua kondisi yang mempengaruhi pelaksanaan konstruksi berada pada keadaan optimal.
3. Durasi pesimis (t_p) adalah durasi aktivitas yang dipengaruhi oleh keadaan yang menimbulkan masalah pada proyek.

Dari pengertian ketiga durasi tersebut masih tidak cukup untuk membantu perencana untuk menentukan t_o , t_p , dan t_m . Adrian (1973,p.270) memberi penjelasan bahwa t_m memiliki pengaruh lebih besar pada t_o dari pada t_p . Pengaruh ini dapat diketahui dari selisih yang ada antara t_p dan t_o . Selisih cukup banyak antara t_p dan t_o dapat diasumsikan bahwa t_e yang diperoleh memiliki tingkat variabilitas yang tinggi dari pada selisih t_p dan t_o lebih kecil. Tingkat variabilitas yang tinggi dari t_e menunjukkan tingkat ketidakpastian yang besar, sehingga sedikit keyakinan terhadap t_e tersebut. Tingkat variabilitas ini diukur oleh s_e dan v_e . Nilai s_e dan v_e ini berbanding lurus dengan selisih antara t_p dan t_o , sehingga s_e dan v_e akan besar jika selisih antara t_p dan t_o juga besar.

B. Langkah-langkah Metode PERT

Secara garis besar Metode PERT dan CPM hampir sama dalam pengolahan jaringannya. Perbedaan terdapat pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis.

Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut:

1. Penentuan aktivitas durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni t_o (*optimistic time*), t_p (*pessimistic time*), dan t_m (*most likely time*).
2. Korelasi waktu dengan continuous distribution, serta menentukan *expected time* (t_e), *standar deviasi* (s_e), dan *variansi* (v_e).
3. *Expected time* (t_e) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.

Dengan menggunakan waktu yang diharapkan, dapat dibuat diagram network dan kemudian jalur kritis dapat diidentifikasi. Jalur kritis yaitu jalur yang kegiatan-kegiatannya memiliki *slack* = 0.

Digunakan tiga angka estimasi pada PERT ini menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu pelaksanaan. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka waktu optimis dan waktu pesimis, dirumuskan sebagai berikut :

Deviasi standar kegiatan :

$$se = (tp - to) / 6$$

keterangan: *se* : Standard deviasi *tp* : Pesimistis time

to : Optimasi time

Untuk variansi kegiatan

dirumuskan :

$$ve = se^2 = \left(\frac{tp - to}{6} \right)^2$$

keterangan: *ve* : Variansi *tp* : Pesimistis time

to : Optimasi time *se* : Standar deviasi

perumusan tersebut menunjukkan bahwa durasi aktivitas diasumsikan sebagai *continous probability distribution* yaitu distribusi beta. Arti *se* dan *ve* adalah sebagai indikator tingkat variabilitas *te* yang kita peroleh. *Te* adalah durasi proyek yang diinginkan merupakan jumlah dari *te* jalur kritis. *Ve* merupakan jumlah *ve* jalur kritis, demikian juga halnya *se* yang keduanya adalah

gambaran variabilitas dari te . Perhitungan dimungkinkan adanya dua atau lebih jalur kritis, sehingga sebagai te dipilih jalur kritis dengan ve palang besar.

2.9 Statistik

Data penelitian yang digunakan yaitu durasi aktivitas pelaksanaan masing-masing elemen struktur. Pengolahan dilakukan secara *statistic deskriptif* yang akan menghasilkan parameter-parameter sebagai berikut:

- a. Standar deviasi (se), untuk menentukan to dan tp dengan probabilitas tertentu.
- b. Nilai rata-rata ($mean$) adalah durasi aktivitas rata-rata yang sebenarnya terjadi.
- c. *Skewness* merupakan indikator distribusi normal pada data. Nilai *skewness* terdiri dari dua, yaitu:
 1. *Statistic of Skewness* adalah nilai yang menunjukkan kesimetrisan distribusi normal. Nilai 0 menyatakan distribusi normal simetris. Nilai positif berarti grafik distribusi memiliki “ekor” panjang ke kanan, dan sebaliknya negatif memiliki “ekor” panjang ke kiri. Nilai *skewness* lebih besar dari 1 menyatakan distribusi data memiliki perbedaan dengan distribusi normal ditinjau dari kesimetrisannya.
 2. *Standar error of Skewness* merupakan nilai uji kenormalan suatu distribusi data. Nilai antara -2 sampai 2 menyatakan bahwa data tersebut diasumsikan berdistribusi normal.

2.10 Teori Probabilitas

Teori probabilitas ini memiliki kegunaan yang sangat banyak yaitu untuk penelitian para ahli dan untuk pengambilan keputusan. Keputusan diambil dari

kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi, kemudian kemungkinan-kemungkinan tersebut didalam teori probabilitas diterjemahkan menjadi angka-angka dan kemudian dapat diolah dengan menggunakan metode matematika. Dari perhitungan matematika tersebut dapat digunakan oleh para manager untuk mengambil keputusan dan untuk memutuskan apa yang harus dilakukan selanjutnya atau apa yang harus dipilih.

Karena pada proses pembangunan sering terjadi kemungkinan-kemungkinan pada saat penyelesaian pekerjaan. Sehingga untuk membantu penyelesaiannya menggunakan metode PERT, menggunakan asumsi tiga durasi aktivitas dan analisis statistik untuk menentukan perumusannya. Asumsi awal bahwa durasi PERT merupakan fungsi distribusi normal dalam hal ini fungsi distribusi beta, sehingga probabilitasnya juga demikian yang merupakan salah satu *continuous probability distribution*. Distribusi beta adalah distri probabilitas yang didefinisikan pada interval $(0, 1)$ dari dua parameter positif, yang biasanya dilambangkan dengan α dan β . Distribusi beta bisa disesuaikan dengan pemodelan statistik proporsi dalam aplikasi di mana nilai proporsi sama dengan 0 atau 1 tidak terjadi.

Dalam proses perhitungan menggunakan data dari hasil penelitian lapangan. Data yang diperoleh dibentuk dalam *statistical* data misalnya berupa lengkungan normal yang sesuai dengan teori PERT, bahwa semua durasi tidak sembarang. Fungsi distribusi beta simetris pada nilai rata-ratanya. Hal ini merupakan asumsi PERT mengenai durasi aktivitas sebagai variabel acak yang mendekati distribusi normal (kusnanto, 2010).

Central limiy theorem menyatakan bahwa jika ukuran sampel besar, distribusinya mendekati normal, meskipun distribusi awalnya bukan normal. Hal ini berarti walaupun distribusi populasi adalah *continuous, diskrit, simetris*, maupun

skewed, central limit theorem menetapkan selama varian populasi terhingga, distribusi sampel mendekati normal, jika ukuran sampel cukup besar. Asumsi PERT dianggap cukup konsisten dengan *central limit theorem* karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi aktivitas adalah variabel acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu.

Probabilitas *expected time* yang dihitung dengan menggunakan metode PERT hanya sebesar 50%, oleh karena itu probabilitas penyelesaian proyek harus diatas 80% dan dihitung sebagai berikut :

$$dn = \left(\frac{te_{p2} - te_{p1}}{sd} \right)$$

Keterangan: dn = deviasi normal

sd = standar deviasi

te_{p2} = waktu yang diharapkan pada probabilitas diatas 80%

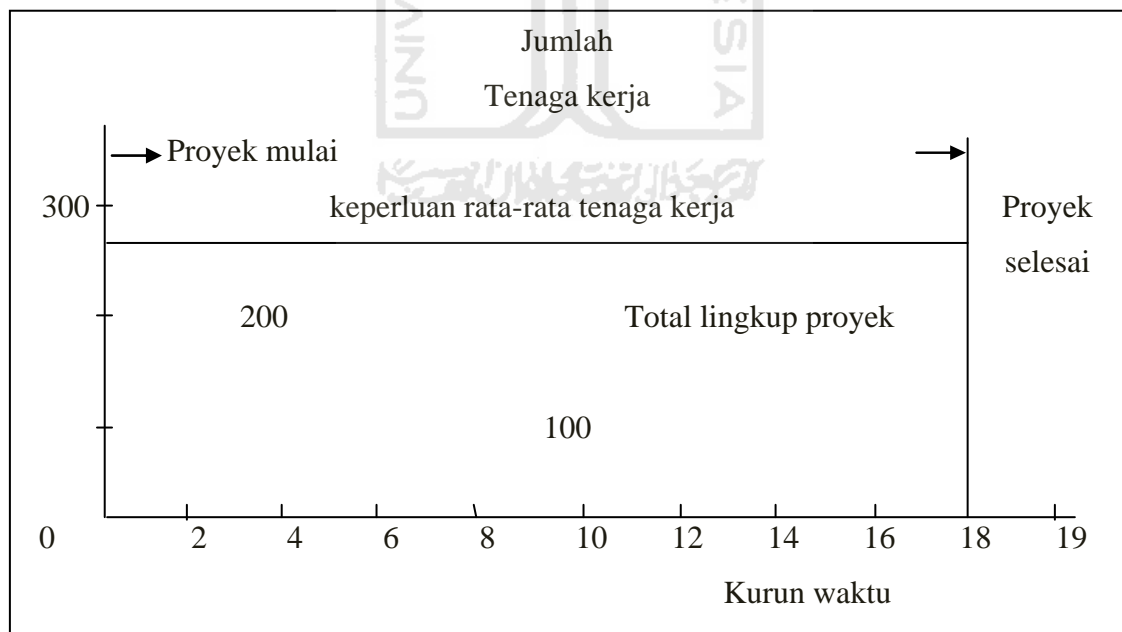
te_{p1} = waktu yang diharapkan pada probabilitas 50%

2.11 Meratakan Penggunaan Sumber Daya

Soeharto (1997:222), mengemukakan bahwa aspek lain yang perlu diperhatikan dalam hubungan antara jadwal dan sumber daya adalah usaha memakainya secara efisien. Hal yang akan ditinjau disini adalah sumberdaya yang berbentuk tenaga kerja. perencanaan sumber daya manusia adalah suatu cara untuk mencoba menetapkan keperluan tenaga kerja untuk suatu periode tertentu baik secara kualitas maupun kuantitas dengan cara-cara tertentu. Ini dikarenakan tenaga kerja salah satu sumber daya yang sangat penting, persediaan terbatas, baik karena faktor

kualitas maupun karena hal-hal lain. Selain itu, untuk merekrut, menyeleksi, dan melatih tenaga kerja memerlukan biaya mahal dan membutuhkan waktu yang cukup lama sebelum mereka siap untuk bekerja. Setelah mereka bergabung dengan proyek, tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Sedangkan menahan mereka untuk *stand-by* akan memerlukan biaya yang tidak efisien atau dapat terjadi pemborosan.

Menurut Ir. Imam Soeharto (2001: 131) secara teoritis, keperluan rata-rata jumlah tenaga kerja dapat dihitung dari total lingkungan kerja proyek yang dinyatakan dalam jam-orang atau bulan-orang dibagi dengan kurun waktu pelaksanaan. Perhitungan ini akan menghasilkan garis lurus seperti terlihat pada gambar 2.9, garis vertikal menunjukkan jumlah tenaga kerja dan garis horizontal menunjukkan kurun waktu pelaksanaan.



Gambar 2.9 Rata-rata jumlah tenaga kerja

Sumber : Ir. Imam Soeharto (2001: 131)

Dicari jalur kritis dan float dengan jaringan kerja pada proyek yang diteliti, kemudian komponen-komponen kegiatan proyek digambarkan pada koordinat yang telah disiapkan. Komponen kegiatan non kritis diatur dan menggeser-geser (sebatas *float* yang tersedia) dan jangan sampai untuk tidak terjadi *fluctuation* yang tajam. Jaringan kerja itu digambarkan dengan skala waktu dan memakai ES (*earliest start*) untuk tiap kegiatan yang menjadi lintasan kritis dari jaringan, dan dalam penyusunan hendaknya lintasan kritis dipaparkan terlebih dahulu.

2.11.1 Limit Jadwal Kegiatan

Setiap kegiatan pada *network* diagram sebuah proyek selalu diapit oleh dua peristiwa yaitu peristiwa awal saat kegiatan yang bersangkutan dimulai dan peristiwa akhir saat kegiatan yang bersangkutan diselesaikan. Masing-masing peristiwa tersebut memiliki saat paling awal dan saat paling lambat yang pada umumnya satu sama lain berbeda. Rencana pelaksanaan yang pasti atau jadwal kegiatan yang pasti masih harus ditentukan dari alternatif atau kemungkinan yang dihadapi. Alternatif tersebut timbul karena adanya perubahan saat paling awal dan saat paling lambat pada masing-masing peristiwa tersebut.

Alternatif jadwal kegiatan baik dengan lama kegiatan konstan maupun dengan lama kegiatan bervariasi, selalu dibatasi oleh dua keadaan ekstrem yaitu: keadaan jadwal paling awal dan keadaan jadwal paling lambat (Tubagus Haedar Ali, 1997:110).

Keadaan jadwal paling awal adalah keadaan dimana pelaksanaan kegiatan dimulai dan diselesaikan seawal mungkin. Kegiatan tersebut tidak mungkin

dilaksanakan sebelum saat paling awal kegiatan yang bersangkutan. Untuk selanjutnya, keadaan jadwal paling awal ini disebut jadwal Tipe I. Hari mulai kegiatan jadwal Tipe I ini disebut hari mulai satu (HM_1). Hari penyelesaian kegiatan jadwal Tipe I disebut hari selesai satu (HS_1). Besar HM_1 dan HS_1 dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$HM_1 = SPA_i + 1$$

$$HS_1 = SPA_i + L$$

SPA_i = saat paling awal peristiwa mulai

L = lama kegiatan atau lama kegiatan minimum

Keadaan jadwal paling lambat adalah keadaan dimana pelaksanaan kegiatan dimulai dan diselesaikan selambat mungkin. Kegiatan tersebut tidak boleh dilaksanakan sesudah saat paling lambat kegiatan yang bersangkutan, agar proyek tidak mengalami keterlambatan. Untuk selanjutnya, keadaan jadwal paling lambat ini disebut jadwal Tipe II. Hari mulai kegiatan pada jadwal Tipe II disebut hari mulai dua (HM_2) dan hari penyelesaian dua (HS_2). Besar HM_2 dan HS_2 dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$HM_2 = SPA_j + 1$$

$$HS_2 = SPA_j + L$$

SPA_j = saat paling lambat peristiwa selesai

L = lama kegiatan atau lama kegiatan minimum

Keadaan jadwal penghabisan *Free Float* adalah keadaan di mana pelaksanaan kegiatan diselesaikan dengan cara menghabiskan *Free Float*-nya dan sesuai dengan cara penyelesaiannya kegiatan tersebut dimulai seawal mungkin. Arti seawal

mungkin disini bermakna relatif karena dikaitkan dengan saat penyelesaian tersebut. Untuk selanjutnya, keadaan jadwal ini disebut jadwal Tipe III. Jadwal Tipe III ini sangat penting artinya bagi fleksibilitas pelaksanaan kegiatan. kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dalam batas-batas pelaksanaan Tipe I dan Tipe III tidak akan mengganggu pelaksanaan kegiatan-kegiatan lainnya . Sedangkan kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dalam batas-batas pelaksanaan Tipe II hanya mungkin bila kegiatan-kegiatan lainnya yang berhubungan ikut serta ditinjau dan diatur sesuai dengan pelaksanaan kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dalam batas-batas Tipe II tersebut diatas. Waktu pelaksanaan Tipe III terletak antara waktu pelaksanaan Tipe I dengan Tipe II.

Penentuan jadwal pelaksanaan kegiatan yang berkisar antara Tipe I sampai dengan Tipe II ditentukan oleh batasan ketersediaan sumber daya dan batasan-batasan lainnya yang berlaku. Bila tidak ditentukan batasan-batasan yang berlaku, biasanya diambil cara pelaksanaan Tipe I.

2.11.2 Minimum Moment Algorithm

Metode minimum moment algorithm mengasumsikan bahwa saat tuntutan sumber daya tentang sumbu horizontal dan histogram. Tujuan minimum moment algorithm adalah untuk mendapatkan perencanaan/alokasi sumber daya yang relatif seragam untuk setiap waktu proyek atau berfluktuasi minimum. Moment minimum diperoleh dari momen histogram tenaga kerja adalah minimum.

Rumus total kebutuhan tenaga kerja dari semua interval waktu:

$$\sum_{i=1}^n y_i = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n$$

Keterangan: Element y_i adalah jumlah kebutuhan tenaga kerja setiap interval waktu (hari ke-i)

Moment dari element adalah $\frac{1}{2}y^2$, pada axis x jadi total moment keseluruhan

$$\text{adalah: } M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

$$M = \frac{1}{2} (y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n)$$

Dari hasil perataan sumber daya manusia, kebutuhan tenaga kerja pada setiap interval waktu (y_i^*) adalah seragam:

$$y_i^* = \frac{\sum y_i}{n}$$

Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam pada setiap interval waktu adalah sebagai berikut:

$$M^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2 n$$

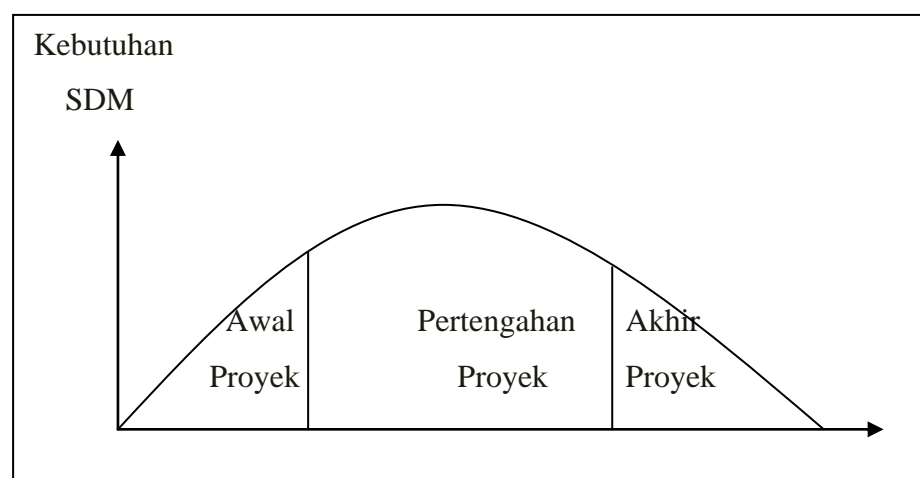
$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n^2} n$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}$$

Kondisi ideal minimum moment merupakan tujuan dari proses perataan tenaga kerja. namun demikian hasil perataan sumber daya manusia dengan kondisi ideal sulit dicapai , paling tidak mendekati kondisi ideal tersebut. Nilai moment histogram hasil perataan sumber daya manusia diharapkan diantara nilai moment histogram ideal dan moment histogram sebelum perataan.

$$M^* (\text{ideal}) \leq M (\text{hasil perataan}) < M (\text{sebelum perataan})$$

Dalam mengatur alokasi jumlah sumber daya manusia sepanjang durasi proyek diusahakan agar fluktuasinya tidak terlalu berlebihan dan cenderung berbentuk kurva distribusi normal. Pada awal proyek, jumlah tenaga kerja sedikit, kemudian sesuai dengan jumlah volume pekerjaan, jumlahnya naik signifikan dan turun menjelang akhir proyek. Harus dipertimbangkan pula kebutuhan maksimal per hari, per minggu atau per bulan agar persediaan tenaga kerja tidak melampaui kemampuan proyek. (Ir. Abrar Husen, MT, 2008: 31)



Gambar 2.10 Tingkat kebutuhan tenaga kerja pada proyek

Sumber: Ir. Abrar Husen, MT (2008: 31)

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilaksanakan dengan mengikuti tahap-tahap yang telah ditentukan, seperti pada pembahasan dibawah ini.

3.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, penelitian mengambil objek atau bahan penelitian dari penjadwalan pelaksanaan proyek pembangunan puskesmas GARUDA pada CV. REIL KONSULTAN PEKANBARU.

3.2 Kebutuhan Data

Dalam hal ini, ada dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga kekinian topik penelitian. Kajian ini dapat diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain-lain. Dengan kajian induktif ini dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Kemudian untuk kajian deduktif yaitu membangun konseptual yang mana parameter-parameter yang relevan sistematika, diklasifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Selain itu kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah durasi atau range waktu pelaksanaan kegiatan yang terdiri dari:

1. Waktu optimis = a

Perkiraan waktu minimum yang diambil dari sebuah aktivitas. Segala sesuatu yang akan terjadi jika kegiatan proyek berjalan menurut rencana, kemungkinan terjadinya 1%.

2. Waktu pesimis = b

Perkiraan waktu maksimum yang diambil dari sebuah aktivitas. Hal ini terjadi bila segala sesuatu berjalan dengan tidak baik. Estimasi ini dapat terjadi dari kemungkinan kesalahan dari awal, karena tidak memasukkan faktor bencana dan lainnya, kemungkinan terjadi 1%.

3. Waktu paling memungkinkan = m

Perkiraan waktu yang paling memungkinkan dari sebuah aktivitas. Hampir semua aktivitas dapat terulang dalam waktu yang sama.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data skunder.

3.4.1 Data primer

Yang dimaksud dengan data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti. Pelaksanaan pengambilan data primer ini dapat dilakukan dengan cara:

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti. Studi ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari beberapa referensi seperti literatur, laporan-laporan ilmiah dan tulisan-tulisan ilmiah lain yang dapat mendukung terbentuknya landasan teori, sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam analisis penelitian.

b. Observasi

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara melaksanakan penelitian langsung kelokasi, dalam hal ini adalah lokasi berlangsungnya pembangunan proyek. Sehingga dengan mengamati secara langsung dapat mengetahui keadaan dan kegiatan yang terjadi sesuai dengan kebutuhan data yang diinginkan dan berdasarkan tujuan penelitian.

c. Wawancara

Merupakan pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung mengenai masalah yang terkait dengan penelitian dan pekerja atau operator proyek sebagai responden.

3.4.2 Data skunder

Data sekunder ini diperoleh dari literatur-literatur atau dokumen lainnya yang berhubungan dengan objek yang diteliti.

3.4.3 Data Pengolahan

Data yang telah terkumpul digunakan dalam pengolahan data, data yang dikumpulkan antara lain :

a. Deskripsi kegiatan proyek

1. Pekerjaan persiapan dan tanah
2. Pekerjaan beton bertulang
3. Pekerjaan pasangan dan plasteran
4. Pekerjaan kusen dan penggantung
5. Pekerjaan rangka dan penutup atap
6. Pekerjaan rangka dan penutup plafon
7. Pekerjaan penutup lantai dan ubin
8. Pekerjaan sanitasi air bersih dan kotor
9. Pekerjaan instalasi listrik
10. Pekerjaan *finishing*
11. Pekerjaan perapihan dan pembersihan

b. Bahan yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan proyek.

c. Jumlah atau banyaknya bahan yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan proyek.

d. Jumlah tenaga kerja untuk masing-masing kegiatan.

e. Lama pengerjaan (waktu) untuk masing-masing kegiatan.

- f. Waktu penyelesaian proyek yang ditargetkan.
- g. Urutan penyelesaian aktivitas proyek atau jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan
- h. Gambar kerja atau gambar teknis lapangan
- i. Perkiraan waktu kegiatan
 - 1. waktu optimistik (a) dalam hari
 - 2. waktu realistik/normal (m) dalam hari
 - 3. waktu pesimistik (b) dalam hari
- j. anggaran biaya yang dialokasikan (proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran)
- k. Hari kerja
- l. Upah harian sesuai dengan jenis pekerjaan
- m. Upah lembur sesuai dengan jenis pekerjaan

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data secara kuantitatif mempergunakan metode penjadwalan PERT. Adapun langkah-langkah *scheduling* metode PERT adalah sebagai berikut:

3.5.1 Identifikasi Aktivitas

Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek dari awal sampai akhir.

3.5.2 Menentukan Urutan Aktivitas

Langkah kedua dalam metode PERT adalah menentukan urutan aktivitas, aktivitas mana yang mendahului dan mengikuti aktivitas lainnya, biasanya langkah ini dilakukan sekaligus dengan identifikasi aktivitas.

3.5.3 Membuat *Network Diagram*

Diagram *Network* dibangun berdasarkan informasi dari urutan aktivitas dan digunakan untuk memperlihatkan urutan aktivitas serta hubungannya satu sama lain, paralel atau seri.

3.5.4 Mengestimasi Waktu Pelaksanaan Kegiatan

Satuan waktu yang biasa digunakan dalam metode PERT adalah mingguan. Karena kebanyakan aktivitas dalam jaringan PERT memerlukan waktu yang lama untuk dapat diselesaikan, sehingga penggunaan satuan minggu lebih efektif. PERT mengasumsi distribusi beta pada estimasi waktu sehingga waktu yang diharapkan (t_e) tiap aktivitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$t_e = \left(\frac{a + 4(m) + b}{6} \right)$$

Keterangan: t_e = waktu yang diharapkan (*expected time*)

a = waktu optimis penyelesaian aktivitas

b = waktu pesimis penyelesaian aktivitas

m = waktu penyelesaian aktivitas yang paling mungkin (*most probable time*)

untuk menghitung varian dan standar deviasi dari tiap waktu penyelesaian aktivitas, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma^2_{E_T} = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2 \qquad \sigma T_E = \sqrt{\sum \sigma_{E_T}^2}$$

Keterangan: $\sigma^2_{E_T}$ = variansi

a = Waktu optimis

b = Waktu pesimis

σT_E = deviasi standar.

3.5.5 Menentukan Jalur Kritis

Jalur kritis ditentukan dengan mengkalkulasikan jalur aktivitas dengan waktu penyelesaian yang paling lama dalam suatu proyek. Jalur kritis menyatakan jumlah waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Jika suatu aktivitas berada diluar jalur kritis maka jika selesai lebih cepat maupun terlambat sekalipun (dalam batas tertentu) tidak akan mempengaruhi total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek.

Jalur kritis dapat ditentukan dengan cara menghitung terlebih dahulu empat hal berikut dari tiap aktivitas, yaitu:

a. ES = *Earliest Start time*

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan. bila waktu kegiatan dinyatakan dalam minggu, maka waktu ini adalah minggu awal kegiatan dimulai.

b. EF = *Earliest Finish time*

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan, bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

c. $LS = Latest\ Start\ time$

Waktu paling akhir kegiatan boleh mulai, yaitu waktu paling akhir suatu kegiatan boleh mulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

d. $LF = Latest\ Finish\ time$

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Lintasan kritis adalah lintasan yang memiliki nilai *Slack* (S) = 0

$$Slack\ (S) = LF - EF$$

$$LS = LF - te$$

3.5.6 Menghitung Waktu Penyelesaian

Setelah jalur kritis ditentukan maka dapat dihitung waktu dan kebutuhan sumber daya yang sebenarnya diperlukan dalam menyelesaikan kegiatan-kegiatan proyek secara keseluruhan, sehingga dapat diketahui waktu total yang dibutuhkan lebih cepat atau lebih lambat dari yang ditargetkan serta kemungkinannya.

3.5.7 Menghitung Probabilitas Waktu Penyelesaian Proyek

Probabilitas *expected time* yang dihitung dengan menggunakan metode PERT hanya sebesar 50%, oleh karena itu probabilitas penyelesaian proyek harus diatas 80% dan dihitung sebagai berikut:

$$dn = \left(\frac{te_{p2} - te_{p1}}{sd} \right)$$

Keterangan: dn = deviasi normal

sd = standar deviasi

te_{p2} = waktu yang diharapkan pada probabilitas diatas 80%

te_{p1} = waktu yang diharapkan pada probabilitas 50%

3.5.8 Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia

Grafik kurva S dibuat dengan sumbu Y sebagai nilai komulatif biaya atau presentase penyelesaian pekerjaan, sedangkan sumbu X menunjukkan parameter waktu. Kurva S juga menggambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang siklus proyek tersebut.

Metode yang digunakan dalam perataan jumlah sumber daya manusia adalah: Metode Minimum Moment Algorithm. Tujuan Minimum Moment Algorithm adalah untuk mendapatkan perencanaan/alokasi sumber daya yang relatif seragam untuk setiap waktu proyek atau berfluktuasi minimum. Moment minimum diperoleh dari momen histogram tenaga kerja adalah minimum.

Rumus total kebutuhan tenaga kerja dari semua interval waktu:

$$\sum_{i=1}^n y_i = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n$$

Keterangan: Element y_i adalah jumlah kebutuhan tenaga kerja setiap interval waktu (hari ke-i)

Moment dari element adalah $\frac{1}{2}y^2$, pada axis x jadi total moment keseluruhan

adalah: $M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2$

$$M = \frac{1}{2} (y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n)$$

Dari hasil perataan sumber daya manusia, kebutuhan tenaga kerja pada setiap interval waktu (y_i^*) adalah seragam:

$$y_i^* = \frac{\sum y_i}{n}$$

Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam pada setiap interval waktu adalah sebagai berikut:

$$M^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2 n$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n^2} n$$

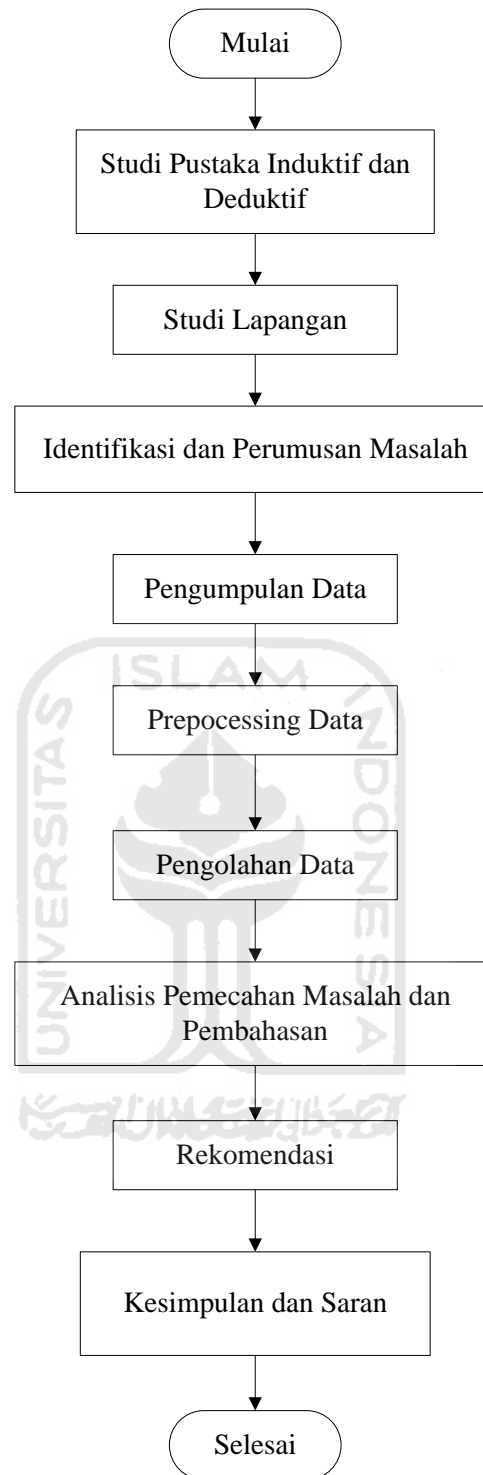
$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}$$

Kondisi ideal minimum moment merupakan tujuan dari proses perataan tenaga kerja. namun demikian hasil perataan sumber daya manusia dengan kondisi ideal sulit dicapai , paling tidak mendekati kondisi ideal tersebut. Nilai moment histogram hasil perataan sumber daya manusia diharapkan diantara nilai moment histogram ideal dan moment histogram sebelum perataan.

$$M^* (\text{ideal}) \leq M (\text{hasil perataan}) < M (\text{sebelum perataan})$$



3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 diagram alir kerangka penelitian

3.7 Analisis Pemecahan Masalah

Menganalisis hasil pengolahan data untuk mengetahui waktu penyelesaian proyek yang optimum dan mengetahui jalur mana yang termasuk lintasan kritis.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan uraian hasil perhitungan dengan menggunakan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan pemberian saran.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Umum

Dalam menentukan jadwal pelaksanaan dan leveling sumber daya manusia (tenaga kerja) proyek, digunakan data-data dari proyek pembangunan gedung Puskesmas GARUDA yang berupa deskripsi kegiatan proyek, durasi dan waktu pelaksanaan masing-masing pekerjaan dengan *time schedule* dan jadwal kerja, jumlah tenaga kerja setiap kegiatan, serta urutan penyelesaian aktivitas proyek. Dalam proses analisis data, dilakukan beberapa penyesuaian yang masih bisa dipertanggungjawabkan secara logis untuk mendapatkan perencanaan yang relevan.

Analisis diawali dengan penyusunan kegiatan-kegiatan dalam proyek. Penyusunan kegiatan yang dimaksud adalah membuat urutan-urutan pekerjaan kemudian membuat hubungan antar pekerjaan sehingga didapatkan jadwal kegiatan dalam proyek dan kegiatan kritis. Kemudian direncanakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada setiap kegiatan, berdasarkan produktivitasnya. Selanjutnya dilakukan usaha-usaha untuk meningkatkan daya guna pemakaian sumber daya manusia, dengan meminimalkan fluktuasi menggunakan metode perataan sumber daya (*resource leveling*), dengan metode optimalisasi (*optimization methode*).

4.1.2 Tinjauan Umum

Berikut ini diberikan data-data yang dipergunakan, berupa data umum proyek, deskripsi kegiatan proyek, durasi dan waktu pelaksanaan masing-masing pekerjaan dengan *time schedule* dan jadwal kerja, jumlah tenaga kerja setiap kegiatan, serta urutan penyelesaian aktivitas proyek.

a. Data Proyek

1. Nama proyek : Pelaksanaan Pembangunan Gedung Puskesmas Garuda
2. Deskripsi proyek : Gedung Puskesmas lantai 1-2
3. Lokasi proyek : Jl. Garuda Kel Tangkerang Tengah Kec. Marpoyan Damai Pekanbaru
4. Kontraktor proyek : CV. TUGU MAS & CO
5. Konsultan perencana/ pengawas : CV. REIL KONSULTAN
6. Tanggal mulai : 2 mei 2011
7. Hari kerja per minggu : senin – minggu
8. Nilai Proyek : Rp 1.330.000.000,00
9. Waktu penyelesaian proyek : 154 hari kalender

b. Identifikasi Aktivitas

Aktivitas yang diperlukan serta urutan pembangunan Gedung Puskesmas Garuda dapat diringkas sebagai berikut ini:

Tabel 4.1 Tabel Aktivitas Pembangunan Gedung Puskesmas GARUDA

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	PREDESSOR	SUCCESSOR
A	Pekerjaan persiapan	Ls	-	B,C
B	Pekerjaan tanah	m3	A	Y

No Kgt	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	PREDESSOR	SUCCESSOR
C	Pekerjaan pondasi	m3	A	D
	Pekerjaan lantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	m3	C	N,O
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	m2	O	H,J,L,M
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	Unit	O	J,L,M
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	m2	O	H,K
H	Pekerjaan instalasi listrik A	Bh	E,G	Selesai
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	Unit	O	Selesai
J	Pekerjaan lantai A	m3	5,6,15	I
K	Pekerjaan plafond A	m2	G	M
L	Pekerjaan alat penggantung A	Bh	E,F	Selesai
M	Pekerjaan pengecatan A	m2	E,F,K	Selesai
N	pekerjaan tangga	m3	D	G
	Pekerjaan lantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	m3	D	E,F,G,J,P,Q,R,T
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	m2	O	S,U,W,X
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	Unit	O	S,W,X
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	m2	O	S,V
S	Pekerjaan instalasi listrik B	Bh	P,R	Selesai
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	Unit	O	Selesai
U	Pekerjaan lantai B	m3	P	Selesai

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	PREDESSOR	SUCCESSOR
V	Pekerjaan plafond B	m2	R	X
W	Pekerjaan alat penggantung B	Bh	P,Q	selesai
X	Pekerjaan pengecatan B	m2	P,Q,V	selesai
Y	Pekerjaan luar bangunan	m3	B	selesai

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dan Sumber Lain

Tabel 4.2 Daftar Tenaga Kerja Proyek

No	PEKERJAAN
1	Tenaga/Pembantu
2	Tukang Gali
3	Tukang Batu
4	Tukang Kayu
5	Tukang Besi
6	Tukang Cat
7	Tukang Pipa

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dan Sumber Lain

4.1.3 Mengestimasi Waktu Pelaksanaan Kegiatan

Waktu pelaksanaan proyek pembangunan gedung Puskesmas Garuda diestimasi dengan 3 asumsi waktu, yaitu optimis, pesimis dan waktu yang paling mungkin berdasarkan data-data konstruksi sebelum dengan obyek serta keadaan yang hampir sama.

Tabel 4.3 Tabel Rincian Waktu Pembangunan Puskesmas GARUDA

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Waktu (Minggu)		
		Optimis	Pesimis	Paling Mungkin
A	Pekerjaan persiapan	1.5	2	1.71
B	Pekerjaan tanah	3	4	3
C	Pekerjaan pondasi	2.5	5	3.5
	Pekerjaan lantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5.5	6	6
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4	5	5
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2	3	2,75
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	1.5	3	2.5
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2	3	3
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3	4	3.5
J	Pekerjaan lantai A	1.5	2	2
K	Pekerjaan plafond A	1.5	2	1.5
L	Pekerjaan alat penggantung A	2	3	2.5
M	Pekerjaan pengecatan A	1.5	3	2
N	pekerjaan tangga	3	5	4.5
	Pekerjaan lantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2	3	3
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	3	6	4,25
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2	3	2.5
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,25	4	2,5

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Waktu (Minggu)		
		Optimis	Pesimis	Paling Mungkin
S	Pekerjaan instalasi listrik B	1.5	3	2
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	3	5	4
U	Pekerjaan lantai B	0.7	1	1
V	Pekerjaan plafond B	1.2	3	1.85
W	Pekerjaan alat penggantung B	1	2	1.5
X	Pekerjaan pengecatan B	2	4	2,8
Y	Pekerjaan luar bangunan	4	6	5

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dan Sumber Lain

4.1.4 Jumlah Tenaga Kerja Lapangan

Dalam penyelesaian proyek pembangunan puskesmas garuda jenis kegiatan dan jumlah tenaga kerja dapat dijelaskan pada tabel 4.4. pada tabel tersebut dapat dilihat berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatannya berdasarkan durasi yang telah ditentukan. Dengan jumlah tenaga kerja yang sudah ada agar tidak terjadi naik turun secara tajam (*fluctuation*) dan dalam pemakaiannya secara efisien dilakukan pemerataan sumber daya (*resource leveling*).

Tabel 4.4 Tabel Jumlah Tenaga Kerja Lapangan Waktu yang Diharapkan (*Expected Time*)

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (MINGGU)	TENAGA KERJA
A	Pekerjaan persiapan	1,72	4
B	Pekerjaan tanah	3,17	3

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (MINGGU)	TENAGA KERJA
C	Pekerjaan pondasi	3,58	7
	Pekerjaan lantai I		
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92	10
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83	6
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2,67	10
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	2,42	7
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83	3
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3,50	3
J	Pekerjaan lantai A	1,92	6
K	Pekerjaan plafond A	1,58	10
L	Pekerjaan alat penggantung A	2,50	6
M	Pekerjaan pengecatan A	2,08	5
N	pekerjaan tangga	4,33	4
	Pekerjaan lantai II		
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	5
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	6
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	8
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,76	7
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	4
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	3
U	Pekerjaan lantai B	0,95	3
V	Pekerjaan plafond B	1,94	6

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (MINGGU)	TENAGA KERJA
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	7
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	3
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	3

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dan Sumber Lain

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Menghitung Waktu Penyelesaian

Berdasarkan asumsi-asumsi ketiga waktu penyelesaian yaitu waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu paling memungkinkan, maka dapat diketahui waktu yang diharapkan *te* (*expected time*) menggunakan rumus :

$$te = \left(\frac{a + 4(m) + b}{6} \right)$$

Keterangan: - waktu optimis = a

- waktu pesimis = b

- waktu paling mungkin = m

Tabel 4.5 Tabel Perhitungan Waktu yang Diharapkan (*Expected Time*)

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
A	Pekerjaan persiapan	1,72	02 Mei 2011	14 Mei 2011
B	Pekerjaan tanah	3,17	14 Mei 2011	05 Juni 2011

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
C	Pekerjaan pondasi	3,58	14 Mei 2011	07 Juni 2011
	Pekerjaan lantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92	07 Juni 2011	18 Juli 2011
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83	06 Agustus 2011	09 September 2011
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2,67	14 Agustus 2011	01 September 2011
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	2,42	18 Agustus 2011	03 September 2011
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83	09 September 2011	28 September 2011
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3,50	02 September 2011	27 September 2011
J	Pekerjaan lantai A	1,92	10 September 2011	24 September 2011
K	Pekerjaan plafond A	1,58	03 September 2011	13 September 2011
L	Pekerjaan alat penggantung A	2,50	10 September 2011	27 September 2011
M	Pekerjaan pengecatan A	2,08	13 September 2011	27 September 2011
N	pekerjaan tangga	4,33	18 Juli 2011	17 Agustus 2011
	Pekerjaan lantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	18 Juli 2011	06 Agustus 2011
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	06 Agustus 2011	05 September 2011
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	06 Agustus 2011	23 Agustus 2011
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,76	07 Agustus 2011	27 Agustus 2011
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	09 September 2011	23 September 2011
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	20 Agustus 2011	17 September 2011

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
U	Pekerjaan lantai B	0,95	10 September 2011	16 September 2011
V	Pekerjaan plafond B	1,94	27 Agustus 2011	08 September 2011
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	07 September 2011	18 September 2011
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	08 September 2011	27 September 2011
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	17 Agustus 2011	21 September 2011

Keterangan tabel : D = Durasi

4.2.2 Menentukan Jalur Kritis Metode PERT

Kemudian disusun *network* untuk setiap asumsi waktu-waktu sekaligus menentukan waktu minimum yang dibutuhkan untuk melengkapi proyek secara keseluruhan dengan mencari lintasan terpanjang (lintasan kritis) atau lintasan yang memiliki nilai *slack* sama dengan 0, dengan metode PERT. Dapat digambarkan dalam diagram *network* yang terdapat pada lampiran.

Dari diagram *network*/gambar pada lampiran, dapat dilihat bahwa lintasan kritis (bergaris tebal) untuk perhitungan waktu yang diharapkan adalah :

A – C – D – O – E – H

Tabel 4.6 Tabel Aktivitas Kritis

Kegiatan	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (minggu)
A	Pekerjaan persiapan	1,72
C	Pekerjaan pondasi	3,58
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92
O	Pekerjaan struktur/ beton B	2,83
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83
	Jumlah	21,71

Dengan total waktu penyelesaian proyek pembangunan gedung puskesmas Garuda yaitu selama 21,71 minggu. Dalam prakteknya proyek pembangunan puskesmas Garuda dijadwalkan untuk berlangsung selama 22 minggu.

4.2.3 Menghitung Probabilitas Waktu Penyelesaian

Probabilitas waktu penyelesaian proyek untuk waktu yang diharapkan (*expected time*) yang dihitung dengan menggunakan metode PERT hanya sebesar 50%. Probabilitas penyelesaian proyek harus diatas 80%, sehingga perlu dilakukan perhitungan dan dihitung sebagai berikut:

$$dn = \left(\frac{te_{p2} - te_{p1}}{sd} \right)$$

Keterangan : dn = Deviasi normal

se = Standar deviasi

te_{p_2} = Waktu yang diharapkan pada probabilitas diatas 80%

te_{p_1} = waktu yang diharapkan pada probabilitas 50%

Untuk menghitung variansi dan standar deviasi dari tiap waktu penyelesaian aktivitas, dengan rumus sebagai berikut :

$$ve = se^2 = \left(\frac{tp - to}{6} \right)^2 \quad se = (tp - to) / 6$$

$$se = \sqrt{\sum ve}$$

Keterangan: ve = variansi

to = Waktu optimis

tp = Waktu pesimis

se = Standar deviasi

Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Variansi

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Optimis	Pesimis	Variansi
A	Pekerjaan persiapan	1,5	2	0,007
B	Pekerjaan tanah	3	4	0,028
C	Pekerjaan pondasi	2,5	5	0,174

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Optimis	Pesimis	Variansi
	Pekerjaan lantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,5	6	0,007
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4	5	0,028
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2	3	0,028
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	1,5	3	0,063
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2	3	0,028
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3	4	0,028
J	Pekerjaan lantai A	1,5	2	0,007
K	Pekerjaan plafond A	1,5	2	0,007
L	Pekerjaan alat penggantung A	2	3	0,028
M	Pekerjaan pengecatan A	1,5	3	0,063
N	pekerjaan tangga	3	5	0,111
	Pekerjaan lantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2	3	0,028
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	3	6	0,250
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2	3	0,028
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,25	4	0,028
S	Pekerjaan instalasi listrik B	1,5	3	0,063
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	3	5	0,111
U	Pekerjaan lantai B	0,7	1	0,003
V	Pekerjaan plafond B	1,2	3	0,063
W	Pekerjaan alat penggantung B	1	2	0,028
X	Pekerjaan pengecatan B	2	4	0,063

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Optimis	Pesimis	Variansi
Y	Pekerjaan luar bangunan	4	6	0,111
	Jumlah			1,378

Standar deviasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\sum \text{varian}}$$

$$Sd = \sqrt{1,378} \quad Sd = 1,174$$

Menurut tabel distribusi normal, probabilitas 95% memiliki deviasi normal (dn) = 1,65 sehingga dapat dihitung umur proyek dengan kemungkinan penyelesaian 95% menggunakan rumus sebagai berikut :

$$dn = \left(\frac{te_{p2} - te_{p1}}{sd} \right)$$

$$1,65 = \left(\frac{te_{p2} - 21,71}{1,174} \right)$$

$$te_{p2} = 23,65$$

Waktu yang diperoleh untuk menyelesaikan proyek dengan kemungkinan berhasil adalah 23,65 minggu. Sehingga waktu yang diperlukan tambahan waktu selama :

$$23,65 \text{ minggu} - 21,71 \text{ minggu} = 1,94 \text{ minggu} \approx 2 \text{ minggu}$$

4.2.4 Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia

Perataan jumlah sumber daya dilakukan dengan mengatur komponen-komponen kegiatan proyek yang berupa tenaga kerja dan waktu, dari suatu jaringan kerja yang sudah diketahui jalur kritis dan *float*nya komponen kegiatan diatur dengan cara menggeser-geser komponen pada kegiatan non-kritis sebatas *float* yang tersedia dan mengusahakan agar tidak terjadi *fluctuation* yang tajam dan harus memenuhi persyaratan. Dari hasil perhitungan menggunakan metode PERT telah diketahui kegiatan kritis, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.8 Tabel Kegiatan Kritis

No	URAIAN PEKERJAAN	KGT	D	R
1	Pekerjaan persiapan	A	1,72 w	4
2	Pekerjaan pondasi	C	3,58 w	7
3	Pekerjaan struktur/ beton A	D	5,92 w	10
4	Pekerjaan struktur/ beton B	O	2,83 w	5
5	Pekerjaan dinding/ plesteran A	E	4,83 w	6
6	Pekekerjaan instalasi listrik A	H	2,83 w	3

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																										
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
O	Pekerjaan strukture/ beton B	3	5													5	5	5										
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	6	5																5	5		5	5	5	5			
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2	8																8	8								
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	4	6																6	6		6	6					
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2	4																				4	4				
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	2	4																4	4								
U	Pekerjaan lantai B	1	3																						3			
V	Pekerjaan plafond B	2	6																				6	6				
W	Pekerjaan alat penggantung B	2	6																							6	6	
X	Pekerjaan pengecatan B	3	3																						3	3	3	
Y	Pekerjaan luar bangunan	6	2																	2		2	2	2	2	2		
	Jumlah tenaga kerja			3	3	3	12	9	9	9	16	10	10	10	10	15	9	9	38	40	11	28	52	42	32	30	16	426
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan			6	6	6	24	18	18	18	32	20	20	20	20	30	18	18	76	80	22	56	104	84	64	60	32	852

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dari laporan mingguan dan Sumber Lain

Keterangan tabel : D = durasi

R = jumlah tenaga kerja

Tabel 4.10 Tabel Tanggal Pelaksanaan Pekerjaan (kondisi sebenarnya)

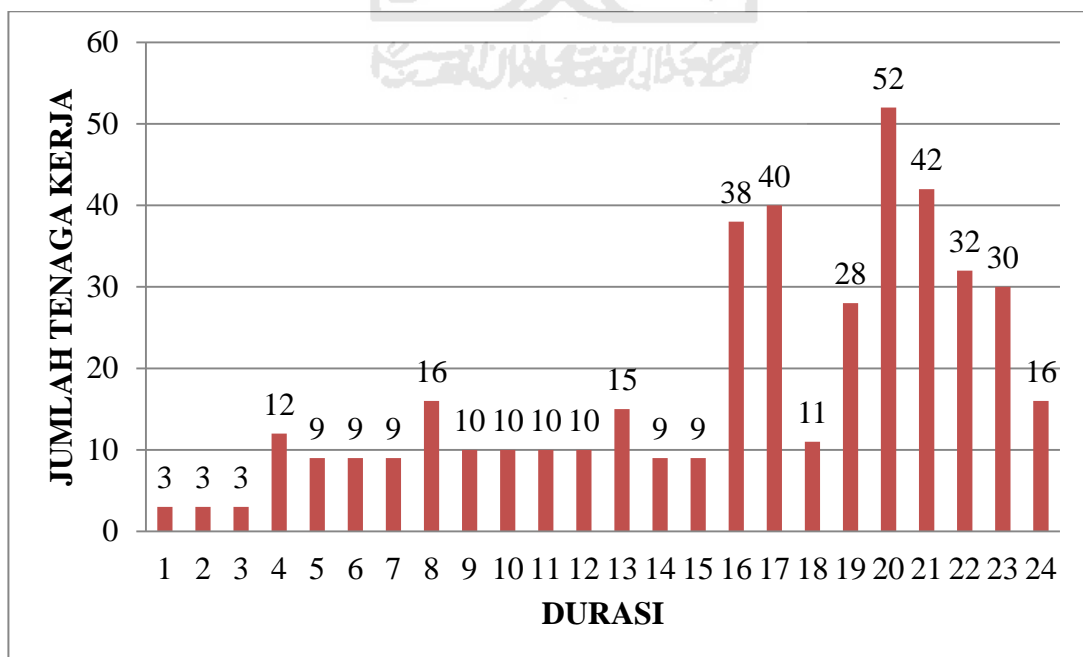
Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
A	Pekerjaan persiapan	4	02 Mei 2011	26 Mei 2011
B	Pekerjaan tanah	3	26 Mei 2011	16 Juni 2011
C	Pekerjaan pondasi	4	26 Mei 2011	21 Juni 2011
	Pekerjaan rantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	6	21 Juni 2011	29 Juli 2011
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	6	16 Agustus 2011	25 September 2011
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2	12 September 2011	25 September 2011
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	3	16 Agustus 2011	06 September 2011
H	Pekerjaan instalasi listrik A	3	25 September 2011	16 Oktober 2011
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	2	05 September 2011	18 September 2011
J	Pekerjaan rantai A	2	26 September 2011	09 Oktober 2011
K	Pekerjaan plafond A	2	12 September 2011	25 September 2011
L	Pekerjaan alat penggantung A	2	26 September 2011	07 Oktober 2011
M	Pekerjaan pengecatan A	3	26 September 2011	13 Oktober 2011
N	pekerjaan tangga	4	01 Agustus 2011	28 Agustus 2011
	Pekerjaan rantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	3	29 Juli 2011	16 Agustus 2011
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	6	16 Agustus 2011	26 Agustus 2011
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2	15 Agustus 2011	28 Agustus 2011

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	4	16 Agustus 2011	13 September 2011
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2	13 September 2011	27 September 2011
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	2	16 Agustus 2011	30 Agustus 2011
U	Pekerjaan lantai B	1	27 September 2011	02 Oktober 2011
V	Pekerjaan plafond B	2	13 September 2011	25 September 2011
W	Pekerjaan alat penggantung B	2	07 Oktober 2011	16 Oktober 2011
X	Pekerjaan pengecatan B	3	26 September 2011	14 Oktober 2011
Y	Pekerjaan luar bangunan	6	22 Agustus 2011	03 Oktober 2011

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dari laporan mingguan

dan Sumber Lain

Keterangan tabel : D = Durasi



Grafik 4.1 grafik hubungan tenaga kerja per-minggu pada kondisi sebenarnya

Tabel 4.11 Tabel Rencana Pelaksanaan Pekerjaan (CV Reil Konsultan)

TAHUN 2011																									
Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																							
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	Pekerjaan persiapan	2	4	4	4																				
B	Pekerjaan tanah	4	2			2	2	2	2																
C	Pekerjaan pondasi	5	5			5	5	5	5	5															
	Pekerjaan lantai I																								
D	Pekerjaan struktur/ beton A	6	10							10	10	10	10	10	10										
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	5	6															6	6	6	6	6			
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	3	10															10	10	10					
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	3	6															6	6	6					
H	Pekerjaan instalasi listrik A	3	3																				3	3	3
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	4	2																			3	3	3	3
J	Pekerjaan lantai A	2	6																				6	6	
K	Pekerjaan plafond A	2	9																			9	9		
L	Pekerjaan alat penggantung A	3	5																				5	5	5
M	Pekerjaan pengecatan A	3	4																				4	4	4
N	pekerjaan tangga	5	3															3	3	3	3	3			

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																								
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	Pekerjaan lantai II																									
O	Pekerjaan strukture/ beton B	3	5												5	5	5									
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	6	5															5	5	5	5	5	5			
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	3	7															7	7	7						
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	4	6															6	6	6	6					
S	Pekerjaan instalasi listrik B	3	3																				3	3	3	
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	5	2															2	2	2	2	2				
U	Pekerjaan lantai B	1	3																					3		
V	Pekerjaan plafond B	3	5																		5	5	5			
W	Pekerjaan alat penggantung B	2	6																					6	6	
X	Pekerjaan pengecatan B	3	3																				3	3	3	
Y	Pekerjaan luar bangunan	6	2															2	2	2	2	2	2			
	Jumlah tenaga kerja			4	4	7	7	7	7	15	10	10	10	10	18	8	8	41	47	44	32	32	48	36	27	432
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan			16	16	49	49	49	49	225	100	100	100	100	324	64	64	1681	2209	1936	1024	1024	2304	1296	729	13508

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dari laporan mingguan dan Sumber Lain

Keterangan tabel : D = durasi

R = jumlah tenaga kerja

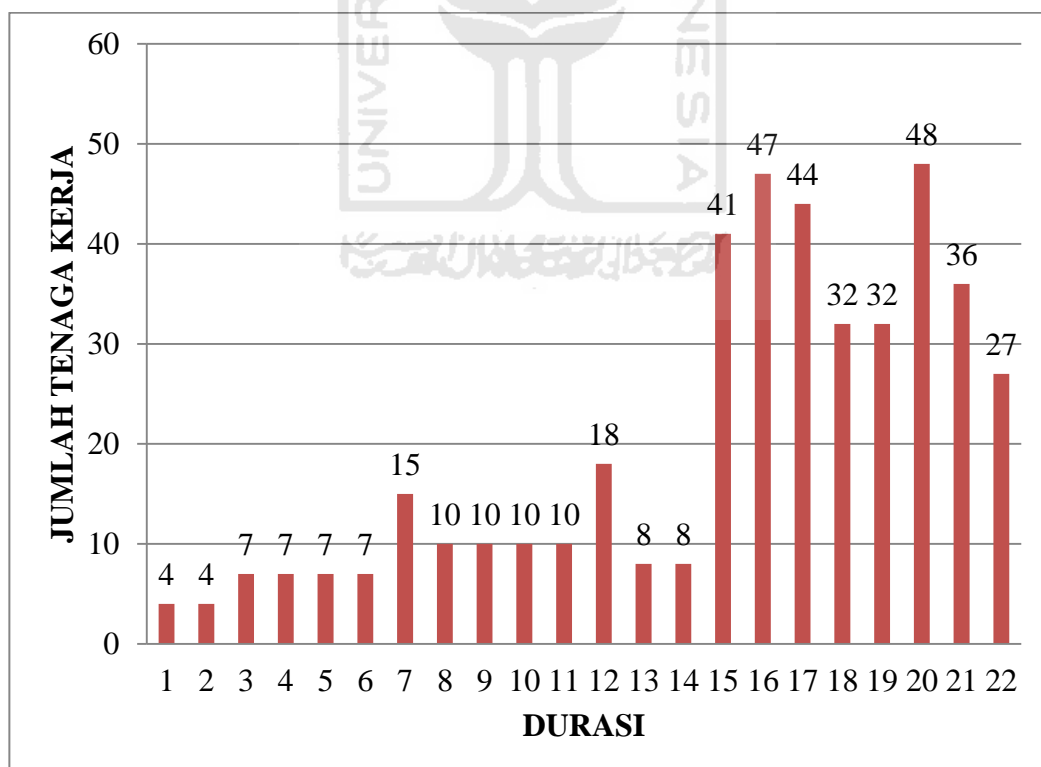
Tabel 4.12 Tabel Tanggal Rencana Pelaksanaan Pekerjaan (CV Reil Konsultan)

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
A	Pekerjaan persiapan	2	02 Mei 2011	15 Mei 2011
B	Pekerjaan tanah	4	15 Mei 2011	12 Juni 2011
C	Pekerjaan pondasi	5	15 Mei 2011	15 Juni 2011
	Pekerjaan lantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	6	15 Juni 2011	21 Juli 2011
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	5	08 Agustus 2011	11 September 2011
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	3	08 Agustus 2011	28 Agustus 2011
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	3	15 Agustus 2011	04 September 2011
H	Pekerjaan instalasi listrik A	3	12 September 2011	02 Oktober 2011
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	4	08 September 2011	02 Oktober 2011
J	Pekerjaan lantai A	2	12 September 2011	25 September 2011
K	Pekerjaan plafond A	2	05 September 2011	15 September 2011
L	Pekerjaan alat penggantung A	3	12 September 2011	02 Oktober 2011
M	Pekerjaan pengecatan A	3	15 September 2011	02 Oktober 2011
N	pekerjaan tangga	5	22 Juli 2011	21 Agustus 2011
	Pekerjaan lantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	3	21 Juli 2011	07 Agustus 2011
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	6	08 Agustus 2011	15 September 2011
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	3	08 Agustus 2011	28 Agustus 2011
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	4	08 Agustus 2011	01 September 2011
S	Pekerjaan instalasi listrik B	3	16 September 2011	02 Oktober 2011

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	5	08 Agustus 2011	08 September 2011
U	Pekerjaan lantai B	1	16 September 2011	23 September 2011
V	Pekerjaan plafond B	2	02 September 2011	15 September 2011
W	Pekerjaan alat penggantung B	2	16 September 2011	30 September 2011
X	Pekerjaan pengecatan B	3	16 September 2011	02 Oktober 2011
Y	Pekerjaan luar bangunan	6	08 Agustus 2011	18 September 2011

Sumber: Data Panitia Pembangunan Puskesmas Garuda dari laporan mingguan dan Sumber Lain

Keterangan tabel : D = durasi



Grafik 4.2 Grafik Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu Rencana Pelaksanaan Pekerjaan (CV Reil Konsultan)

Tabel 4.13 Tabel Pelaksanaan Pekerjaan Waktu yang diharapkan (*Expected Time*)

TAHUN 2011																									
Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																							
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	Pekerjaan persiapan	1,72	4	4	4																				
B	Pekerjaan tanah	3,17	3		3	3	3	3																	
C	Pekerjaan pondasi	3,58	7		7	7	7	7																	
	Pekerjaan lantai I																								
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92	10						10	10	10	10	10	10											
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83	6															6	6	6	6	6			
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2,67	10																10	10	10				
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	2,42	7																7	7	7				
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83	3																				3	3	3
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3,50	3																		3	3	3	3	
J	Pekerjaan lantai A	1,92	6																				6	6	
K	Pekerjaan plafond A	1,58	10																			10	10		
L	Pekerjaan alat penggantung A	2,50	6																				6	6	6
M	Pekerjaan pengecatan A	2,08	5																				5	5	
N	pekerjaan tangga	4,33	4															4	4	4	4	4			
	Pekerjaan lantai II																								
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	5															5	5	5					

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGUKU KE-																								
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	6														6	6	6	6	6					
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	8														8	8	8							
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,76	7														7	7	7							
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	4																			4	4			
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	3																	3	3	3	3			
U	Pekerjaan lantai B	0,95	3																				3			
V	Pekerjaan plafond B	1,94	6																		6	6				
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	7																			7	7			
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	3																				3	3	3	
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	3															3	3	3	3	3	3			
	Jumlah tenaga kerja			4	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	30	31	51	35	44	42	56	26	12	453
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan			16	196	100	100	100	100	100	100	100	100	100	81	81	900	961	2601	1225	1936	1764	3136	676	144	14617

Keterangan tabel : D = durasi

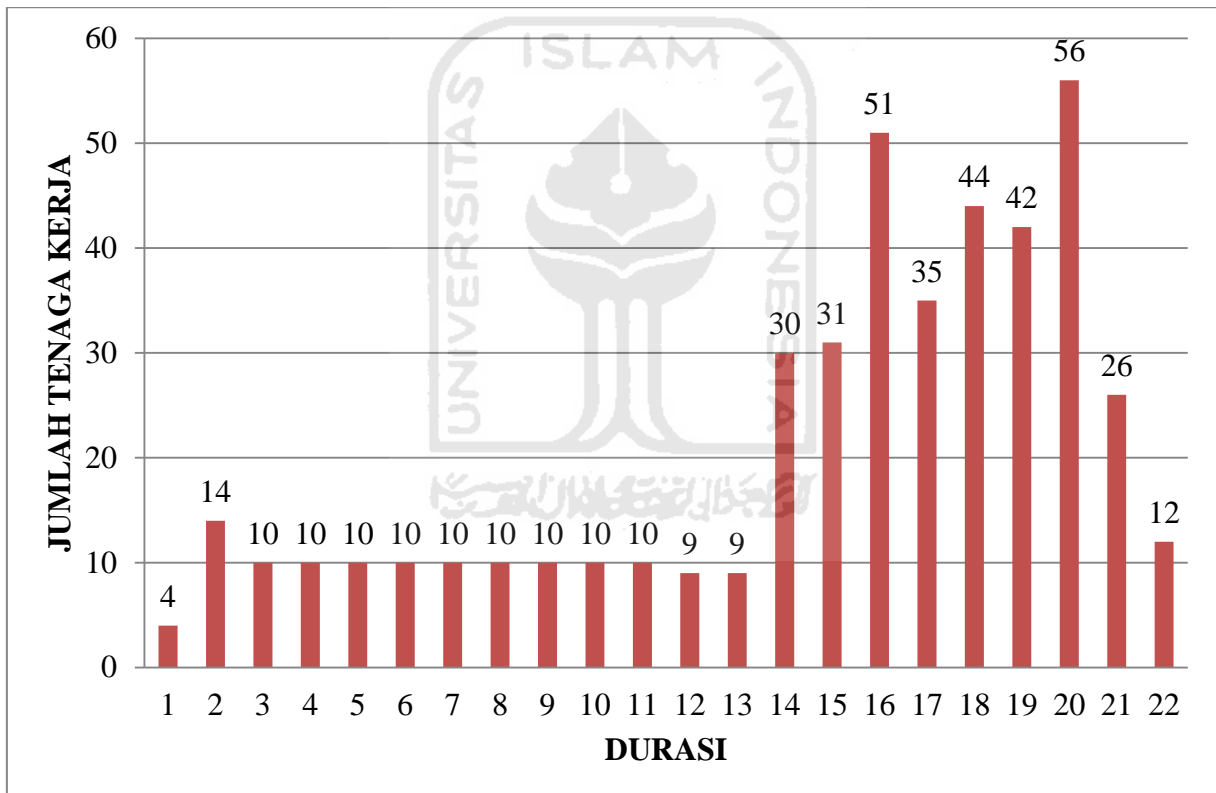
R = tenaga kerja

Tabel 4.14 Tabel Tanggal Pelaksanaan Pekerjaan Waktu yang diharapkan

(Expected Time)

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
A	Pekerjaan persiapan	1,72	02 Mei 2011	14 Mei 2011
B	Pekerjaan tanah	3,17	14 Mei 2011	05 Juni 2011
C	Pekerjaan pondasi	3,58	14 Mei 2011	07 Juni 2011
	Pekerjaan rantai I			
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92	07 Juni 2011	18 Juli 2011
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83	06 Agustus 2011	09 September 2011
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2,67	14 Agustus 2011	01 September 2011
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	2,42	18 Agustus 2011	03 September 2011
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83	09 September 2011	28 September 2011
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3,50	02 September 2011	27 September 2011
J	Pekerjaan rantai A	1,92	10 September 2011	24 September 2011
K	Pekerjaan plafond A	1,58	03 September 2011	13 September 2011
L	Pekerjaan alat penggantung A	2,50	10 September 2011	27 September 2011
M	Pekerjaan pengecatan A	2,08	13 September 2011	27 September 2011
N	pekerjaan tangga	4,33	18 Juli 2011	17 Agustus 2011
	Pekerjaan rantai II			
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	18 Juli 2011	06 Agustus 2011
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	06 Agustus 2011	05 September 2011
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	06 Agustus 2011	05 September 2011
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,76	07 Agustus 2011	27 Agustus 2011
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	09 September 2011	23 September 2011

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	D	DARI TANGGAL	S/D TANGGAL
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	20 Agustus 2011	17 September 2011
U	Pekerjaan lantai B	0,95	10 September 2011	16 September 2011
V	Pekerjaan plafond B	1,94	27 Agustus 2011	08 September 2011
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	07 September 2011	18 September 2011
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	08 September 2011	27 September 2011
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	17 Agustus 2011	21 September 2011



Grafik 4.3 grafik hubungan tenaga kerja per-minggu pada waktu yang diharapkan

(Expected Time)

Kegiatan-kegiatan yang mengalami keterlambatan pelaksanaan dari jadwal yang telah ditentukan, yaitu sebagai berikut:

1. Pekerjaan persiapan dalam penyelesaiannya terjadi kemunduran selama 2 minggu karena kurangnya jumlah tenaga kerja.
2. Pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi mengalami kemunduran selama 2 minggu dari jadwal yang telah ditentukan karena, pekerjaan persiapan yang dalam penyelesaiannya mengalami kemunduran.
3. Pekerjaan beton A mengalami kemunduran selama 1 minggu dari jadwal yang telah di tentukan karena penyelesaian pekerjaan pondasi mengalami kemunduran dari jadwal yang telah ditentukan.
4. Pekerjaan kozen, pintu, dan jendela A mengalami kemunduran dalam pengerjaannya selama 5 minggu dari jadwal yang telah di tentukan karena kurangnya jumlah tenaga kerja. sehingga menunggu dari pekerjaan kozen, pintu, dan jendela B selesai terlebih dahulu.
5. Pekerjaan alat penggantung A dan B mengalami kemunduran selama 2 minggu dan 3 minggu dari jadwal yang telah di tentukan karena kurangnya jumlah tenaga kerja, dan dilakukan setelah pekerjaan dinding, kozen, pintu dan jendela selesai.
6. Pekerjaan pengecatan A mengalami kemunduran selama 2 minggu dari jadwal yang telah di tentukan karena menunggu pekerjaan dinding/ plesteran dan pekerjaan kozen, pintu dan jendela selesai terlebih dahulu.
7. Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B mengalami keterlambatan selama 2 minggu dari jadwal yang telah ditentukan karena mengalami kekurangan tenaga kerja sehingga pekerja harus melakukan pekerjaan instalasi air/sanitasi air A dan instalasi air/ sanitasi air B.

8. Pekerjaan lantai B mengalami kemunduran selama 1 minggu dari jadwal yang telah ditentukan karena pekerjaan dinding/ plesteran baru selesai pada minggu 20.
9. Pekerjaan pengecatan B mengalami kemunduran selama 2 minggu dari jadwal yang telah ditentukan, karena menunggu pekerjaan dinding/ plesteran dan pekerjaan kosen, pintu dan jendela selesai terlebih dahulu.



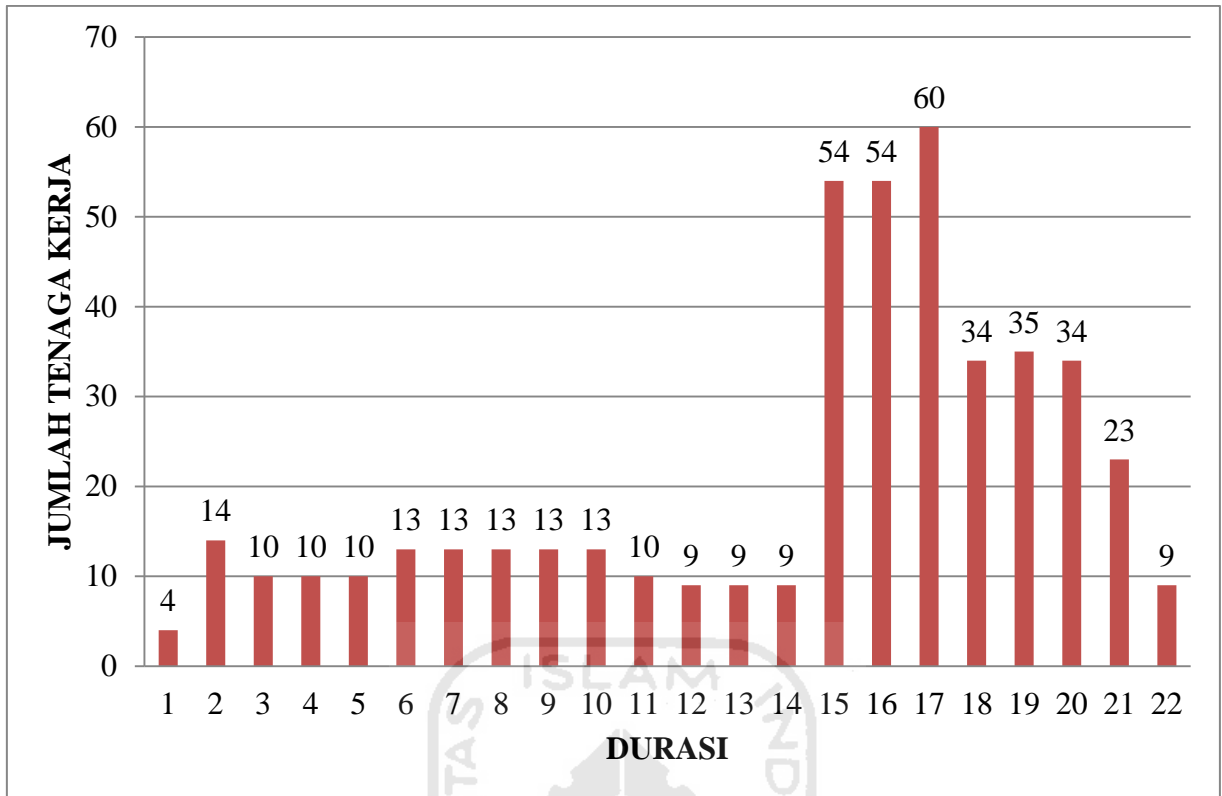
Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																							
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	5												5	5	5								
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	6														6	6	6	6	6				
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	8														8	8	8						
R	Pekerjaan kuda- kuda/ rangka atap/atap B	2,76	7														7	7	7						
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	4																		4	4			
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	3														3	3	3	3					
U	Pekerjaan lantai B	0,95	3																			3			
V	Pekerjaan plafond B	1,94	6																	6	6				
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	7																			7	7		
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	3																			3	3	3	
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	3						3	3	3	3	3												
	Jumlah tenaga kerja			4	14	10	10	10	13	13	13	13	13	10	9	9	9	54	54	60	34	35	34	23	9
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan			16	196	100	100	100	169	169	169	169	169	100	81	81	81	2916	2916	3600	1156	1225	1156	529	81

453

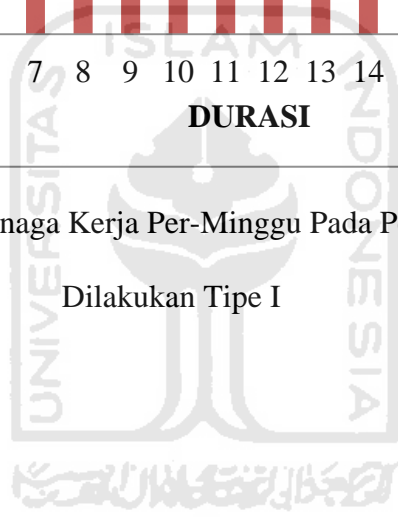
15279

Keterangan tabel : D = durasi

R = tenaga kerja



Grafik 4.4 Grafik Hubungan Tenaga Kerja Per-Minggu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Yang Dilakukan Tipe I



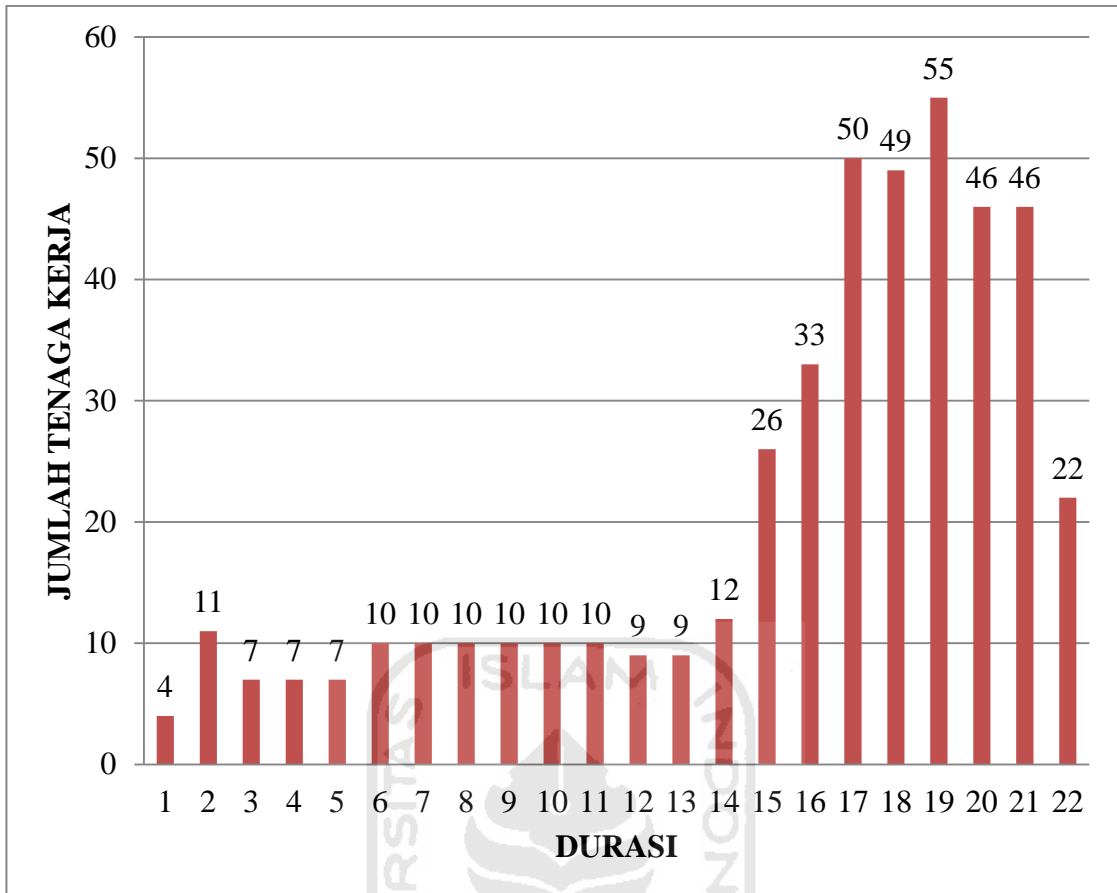
Tabel 4.16 Tabel Pelaksanaan Pekerjaan yang Dilakukan Tipe II

TAHUN 2011																									
Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																							
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	Pekerjaan persiapan	1,72	4	4	4																				
B	Pekerjaan tanah	3,17	3														3	3	3	3					
C	Pekerjaan pondasi	3,58	7		7	7	7	7																	
	Pekerjaan lantai I																								
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92	10						10	10	10	10	10	10											
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83	6															6	6	6	6	6			
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2,67	10																	10	10	10			
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	2,42	7																7	7	7				
H	Pekerjaan instalasi listrik A	2,83	3																				3	3	3
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	3,50	3																			3	3	3	3
J	Pekerjaan lantai A	1,92	6																				6	6	
K	Pekerjaan plafond A	1,58	10																			10	10		
L	Pekerjaan alat penggantung A	2,50	6																				6	6	6
M	Pekerjaan pengecatan A	2,08	5																				5	5	
N	pekerjaan tangga	4,33	4													4	4	4	4	4					
	Pekerjaan lantai II																								
O	Pekerjaan strukture/ beton B	2,83	5													5	5	5							

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	MINGGKU KE-																							
		D	R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	4,33	6															6	6	6	6	6			
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2,50	8																	8	8	8			
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	2,76	7															7	7	7					
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2,08	4																				4	4	
T	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air B	4,00	3																		3	3	3	3	
U	Pekerjaan lantai B	0,95	3																					3	
V	Pekerjaan plafond B	1,94	6																		6	6			
W	Pekerjaan alat penggantung B	1,50	7																					7	7
X	Pekerjaan pengecatan B	2,9	3																				3	3	3
Y	Pekerjaan luar bangunan	5,00	3																	3	3	3	3	3	
	Jumlah tenaga kerja			4	11	7	7	7	10	10	10	10	10	10	9	9	12	26	33	50	49	55	46	46	22
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan			16	121	49	49	49	100	100	100	100	100	100	81	81	144	676	1089	2500	2401	3025	2116	2116	484

Keterangan tabel : D = durasi

R = tenaga kerja



Grafik 4.5 grafik hubungan tenaga kerja per-minggu pada pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan Tipe II

4.2.5 Penyusunan Man Power

Dari data awal yang didapat dari pelaksana proyek, kemudian diolah menggunakan metode PERT. Dengan pengolahan menggunakan metode PERT tersebut dapat diketahui lintasan kritis dan non kritis. Kemudian kita gunakan metode minimum moment algorithm (MMA) yaitu untuk mendapatkan perencanaan /alokasi sumber daya yang relative seragam untuk setiap waktu proyek atau berfluktuasi minimum. Moment minimum diperoleh dari momen histogram tenaga kerja adalah minimum. Minimum moment dijelaskan dengan perbandingan

antara moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja berfluktuasi dan moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam.

Rumus total kebutuhan tenaga kerja dari semua interval waktu:

$$\sum_{i=1}^n y_i = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n$$

Keterangan: Element y_i adalah jumlah kebutuhan tenaga kerja setiap interval waktu (hari ke-i)

Moment dari element adalah $\frac{1}{2} y^2$, pada axis x jadi total moment keseluruhan

$$\text{adalah: } M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

$$M = \frac{1}{2} \left(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + \dots + y_n^2 \right)$$

Dari hasil perataan sumber daya manusia, kebutuhan tenaga kerja pada setiap interval waktu (y_i^*) adalah seragam:

$$y_i^* = \frac{\sum y_i}{n}$$

Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam pada setiap interval waktu adalah sebagai berikut:

$$M^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2 n$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$$

M^* (ideal) $\leq M$ (hasil perataan) $< M$ (sebelum perataan)

Berdasarkan tabel 4.13 tabel pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan pada waktu yang diharapkan (*Expected time*). Maka diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sum_{i=1}^n y_i &= 4 + 14 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 9 + 9 + \\ & 30 + 31 + 51 + 35 + 44 + 42 + 56 + 26 + 12 = 453 \\ \bullet \quad M &= \frac{1}{2} \left(\begin{aligned} &4^2 + 14^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + \\ &10^2 + 9^2 + 9^2 + 30^2 + 31^2 + 51^2 + 35^2 + 44^2 + 42^2 + 56^2 + \\ &26^2 + 12^2 \end{aligned} \right) \\ &= 7308,5 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad y_i^* = \frac{453}{22} = 20,59$$

$$\bullet \quad M^* = \frac{1}{2} \frac{(453)^2}{22} = 4663,8$$

$$\bullet \quad M^* = 4663,8 \leq M = 7308,5$$

Berdasarkan tabel 4.15 tabel pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan Tipe I. Maka diperoleh nilai sebagai berikut :

- $\sum_{i=1}^n y_i = 4 + 14 + 10 + 10 + 10 + 13 + 13 + 13 + 13 + 13 + 10 + 9 + 9 + 9 + 54 + 54 + 60 + 34 + 35 + 34 + 23 + 9 = 453$
- $M = \frac{1}{2} \left(\begin{array}{l} 4^2 + 14^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 13^2 + 13^2 + 13^2 + 13^2 + 13^2 + \\ 10^2 + 9^2 + 9^2 + 9^2 + 54^2 + 54^2 + 60^2 + 34^2 + 35^2 + 34^2 + \\ 23^2 + 9^2 \end{array} \right)$
- $= 7639,5$

- $y_i^* = \frac{453}{22} = 20,59$

- $M^* = \frac{1}{2} \frac{(453)^2}{22} = 4663,8$

- $M^* (4663,8) \leq M (7639,5) < M (7308,5)$



Berdasarkan tabel 4.16 tabel pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan Tipe II. Maka diperoleh nilai sebagai berikut :

- $\sum_{i=1}^n y_i = 4 + 11 + 7 + 7 + 7 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 9 + 9 + 12 + 26 + 33 + 50 + 49 + 55 + 46 + 46 + 22 = 453$

$$\begin{aligned}
 & \bullet \quad M = \frac{1}{2} \left(\begin{array}{l} 4^2 + 11^2 + 7^2 + 7^2 + 7^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + \\ 10^2 + 9^2 + 9^2 + 12^2 + 26^2 + 33^2 + 50^2 + 49^2 + 55^2 + 46^2 + \\ 46^2 + 22^2 \end{array} \right) \\
 & = 7798,5
 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad y_i^* = \frac{453}{22} = 20,59$$

$$\bullet \quad M^* = \frac{1}{2} \frac{(453)^2}{22} = 4663,8$$

$$\bullet \quad M^* (4663,8) \leq M (77798,5) < M (7308,5)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *minimum moment algorithm* (MMA) pada waktu yang diharapkan (TE) didapat nilai total momentnya (M) sebesar = 7308,5, dengan moment histogramnya (M^*) sebesar = 4663,8. Kemudian dibuat grafik, dengan grafik kita dapat melihat pekerjaan tersebut masih terjadi *fluctuation* yang tajam atau tidak. Kemudian dilakukan lagi coba-coba, yaitu dengan menggunakan rumus yang sama dan menggeser *floatnya* dilakukan pada Tipe I dan Tipe II. Setelah dilakukan coba-coba untuk Tipe I dan Tipe II nilai total momen masih lebih besar dari pada nilai total momen waktu yang diharapkan (TE).

Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Kondisi Awal dan Kondisi Usulan

KGT	URAIAN KEGIATAN	KONDISI RIIL			KONDISI USULAN		
		D	R	Man-day	D	R	Man-day
A	Pekerjaan persiapan	4	3	84	1,72	4	48,16
B	Pekerjaan tanah	3	3	63	3,17	3	66,57
C	Pekerjaan pondasi	4	6	168	3,58	7	175,42
	Pekerjaan lantai I			0			0
D	Pekerjaan struktur/ beton A	6	10	420	5,92	10	414,4
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	6	5	210	4,83	6	202,86
F	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A	2	11	154	2,67	10	186,9
G	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap A	3	6	126	2,42	7	118,58
H	Pekerjaan instalasi listrik A	3	3	63	2,83	3	59,43
I	Pekerjaan instalasi air/ sanitasi air A	2	4	56	3,5	3	73,5
J	Pekerjaan lantai A	2	6	84	1,92	6	80,64
K	Pekerjaan plafond A	2	9	126	1,58	10	110,6
L	Pekerjaan alat penggantung A	2	6	84	2,5	6	105
M	Pekerjaan pengecatan A	3	4	84	2,08	5	72,8
N	pekerjaan tangga	4	4	112	4,33	4	121,24
	Pekerjaan lantai II			0			0
O	Pekerjaan strukture/ beton B	3	5	105	2,83	5	99,05
P	Pekerjaan dinding/ plesteran B	6	5	210	4,33	6	181,86
Q	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela B	2	8	112	2,5	8	140
R	Pekerjaan kuda-kuda/ rangka atap/atap B	4	6	168	2,76	7	135,24
S	Pekerjaan instalasi listrik B	2	4	56	2,08	4	58,24
T	Pekerjaan instalasi air/sanitasi air B	2	4	56	4	3	84
U	Pekerjaan lantai B	1	3	21	0,95	3	19,95
V	Pekerjaan plafond B	2	6	84	1,94	6	81,48

KGT	URAIAN KEGIATAN	KONDISI RIIL			KONDISI USULAN		
		D	R	Man-day	D	R	Man-day
W	Pekerjaan alat penggantung B	2	6	84	1,5	7	73,5
X	Pekerjaan pengecatan B	3	3	63	2,9	3	60,9
Y	Pekerjaan luar bangunan	6	2	84	5	3	105
	Jumlah Tenaga Kerja	-	132 orang	2877 man-day	-	139 orang	2875,32 man-day
	Umur Proyek	24 w	-		21,71 w	-	

Keterangan tabel: D = Durasi

R = Tenaga Kerja

4.2.6 Perhitungan Pinalti

Dalam setiap pelaksanaan proyek belum tentu dapat terlaksana seperti apa yang direncanakan. Seperti pada proyek pembangunan puskesmas GARUDA ini terjadi keterlambatan pengerjaan proyek dikarenakan berbagai sebab. Kemunduran penyelesaian proyek dari jadwal yang telah ditentukan terjadi selama 14 hari, hal tersebut menyebabkan perusahaan terkena penalti sebesar Rp 37.240.000 cara perhitungan pinalti :

$$= 20\% \times \text{Rp } 1.330.000.000,00 = \text{Rp } 266.000.000$$

$$= \text{Rp } 266.000.000 \times \frac{14}{100} = \text{Rp } 37.240.000$$

$$= \text{Rp } 37.240.000 + 1.200.000.000,00 = \text{Rp } 1.237.240.000,00$$

4.2.7 Analisis Biaya Usulan

Dalam kegiatan usulan terdapat penambahan tenaga kerja pada pekerjaan yang bertujuan untuk mempercepat penyelesaian proyek. Pekerjaan-pekerjaan dan perhitungan kegiatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.18 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Persiapan / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan				
	pekerja	OH	0,1	44.500,00	4450
B	Jumlah harga tenaga				4450
C	overhead dan profit (10% x B)				445
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				4895

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 347.000 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 4895 = \text{Rp } 1.698.565,00 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Pondasi / M³

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Pondasi				
	Pekerja	OH	1,07	44.500,00	47615
B	Jumlah harga tenaga				47615
C	overhead dan profit (10% x B)				4761,5
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				52376,5

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 432,22 \text{ M}^3 \times \text{Rp } 52.376,5 = \text{Rp } 22.637.961,32 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Dinding/ Plesteran A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan dinding/ plesteran A				
	Pekerja	OH	0,3063	44.500,00	13630,35

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
B	Jumlah harga tenaga				13630,35
C	overhead dan profit (10% x B)				1363,035
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				14993,385

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 145,83 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 14.993,385 = \text{Rp } 2.186.401,37$$

Tabel 4.21 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Kuda-Kuda/Rangka

Atap/Atap A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan kuda-kuda/rangka atap/atap A				0
	pekerja	OH	0,2333	44.500,00	10381,85
B	Jumlah harga tenaga				10381,85
C	overhead dan profit (10% x B)				1038,185
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				11420,035

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 241,057 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 11.420,035 = \text{Rp } 2.752.879,377$$

Tabel 4.22 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Plafond A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan plafond A				0
	pekerja	OH	0,2	44.500,00	8900
B	Jumlah harga tenaga				8900
C	overhead dan profit (10% x B)				890
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				9790

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 359,189 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 9790 = \text{Rp } 3.516.460,31$$

Tabel 4.23 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecatan A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan pengecatan A				
	pekerja	OH	0,138	44.500,00	6141
B	Jumlah harga tenaga				6141
C	overhead dan profit (10% x B)				614,1
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				6755,1

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 359,189 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 6755,1 = \text{Rp } 1.068.244,759$$

Tabel 4.24 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Kuda-Kuda/Rangka

Atap/Atap B / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan kuda-kuda/rangka atap/atap B				
	pekerja	OH	0,323	44.500,00	14373,5
B	Jumlah harga tenaga				14373,5
C	overhead dan profit (10% x B)				1437,35
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				15810,85

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 143,057 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 15.810,85 = \text{Rp } 2.261.852,768$$

Tabel 4.25 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Alat Penggantung B / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan alat penggantung B				0
	pekerja	OH	0,15	44.500,00	6675
B	Jumlah harga tenaga				6675
C	overhead dan profit (10% x B)				667,5
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				7342,5

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 243,71 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 7342,5 = \text{Rp } 1.789.440,675$$

Tabel 4.26 Analisis Biaya Usulan Tenaga Kerja Pekerjaan Luar Bangunan / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan luar bangunan				0
	Pekerja	OH	0,3	44.500,00	13350
B	Jumlah harga tenaga				13350
C	overhead dan profit (10% x B)				1335
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				14685

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 140 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 14.685 = \text{Rp } 2.055.900$$

Tabel 4.27 Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Kozen, Pintu dan Jendela A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan kozen, pintu dan jendela A				
	pekerja	OH	1,376	44.500,00	61232
B	Jumlah harga tenaga				61.232
C	overhead dan profit (10% x B)				6.123,20
D	Harga satuan pekerjaan (D + C)				67.355,20

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 134,464 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 67.355,20 = \text{Rp } 9.056.849,613$$

Tabel 4.28 Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Instalasi Air A / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan instalasi air A				
	pekerja	OH	1,22	44.500,00	54290
B	Jumlah harga tenaga				54.290
C	overhead dan profit (10% x B)				5.429,00
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				59.719,00

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 102,6 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 59.719 = \text{Rp } 6.127.169,40$$

Tabel 4.29 Analisis Biaya Pengurangan Tenaga Kerja Pekerjaan Instalasi Air B / M²

No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan instalasi air B				
	pekerja	OH	2,12	44.500,00	94340
B	Jumlah harga tenaga				94.340
C	overhead dan profit (10% x B)				9.434,00
D	Harga satuan pekerjaan (B + C)				103.774,00

Total biaya = volume x harga satuan

$$= 89,2 \text{ M}^2 \times \text{Rp } 103.774,00 = \text{Rp } 9.256.640,8$$

Jumlah biaya usulan tenaga kerja

$$= \text{Rp } 1.698.565,00 + \text{Rp } 22.637.961,32 + \text{Rp } 2.186.401,37 + \text{Rp } 2.752.879,377$$

$$+ \text{Rp } 3.516.460,31 + \text{Rp } 1.068.244,759 + \text{Rp } 2.261.852,768 + \text{Rp } 1.789.440,675 + \text{Rp } 2.055.900$$

$$= \text{Rp } 37.705.861,813$$

Jumlah biaya pengurangan tenaga kerja

$$= \text{Rp } 9.056.849,613 + \text{Rp } 6.127.169,40 + \text{Rp } 9.256.640,8$$

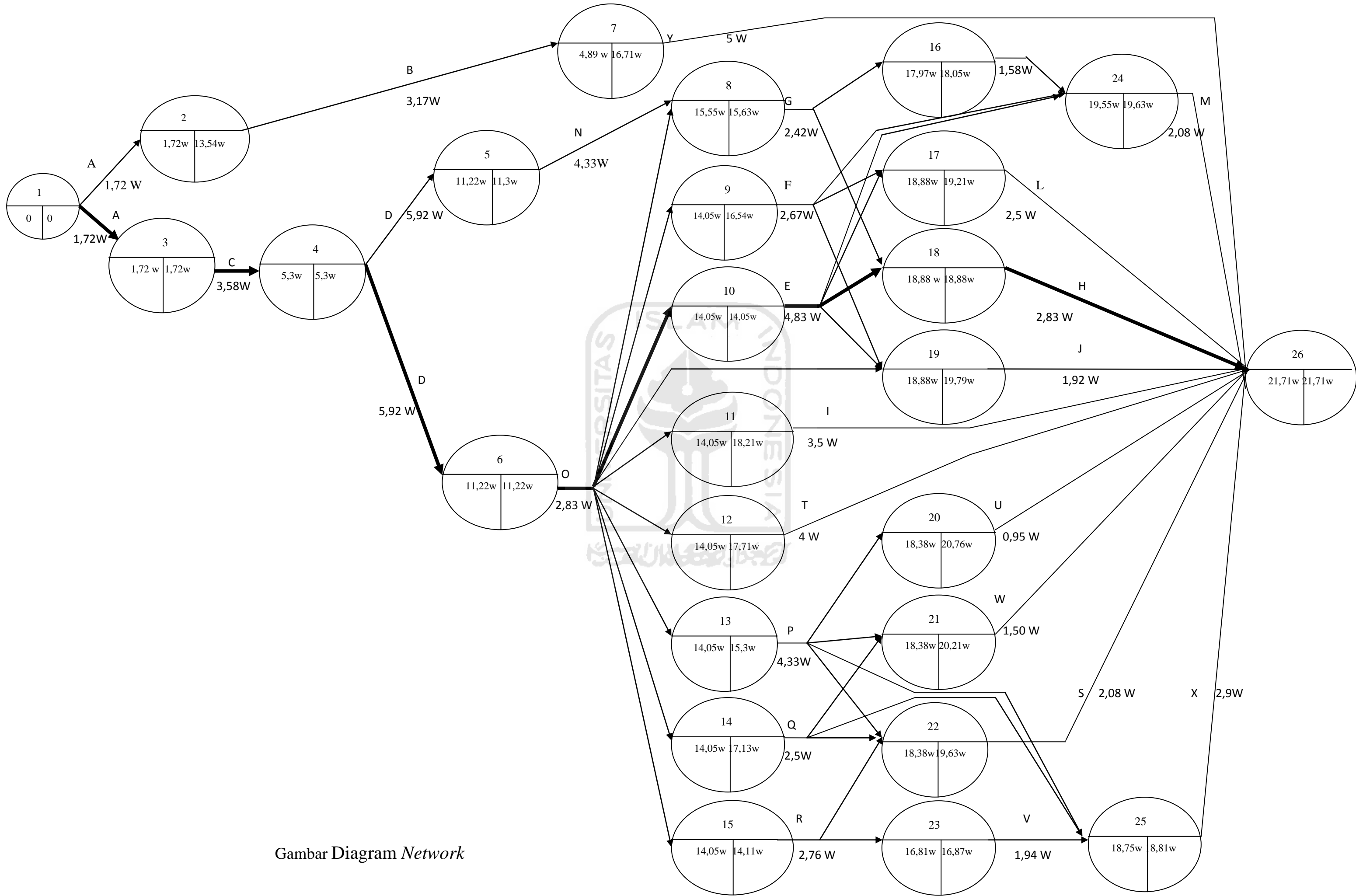
$$= \text{Rp } 24.440.658,81$$

Maka jumlah biaya usulan yang dibutuhkan perusahaan untuk menambah tenaga kerja yaitu:

$$= \text{jumlah biaya usulan tenaga kerja} - \text{jumlah biaya pengurangan tenaga kerja}$$

$$= \text{Rp } 37.705.861,813 - \text{Rp } 24.440.658,81$$

$$= \text{Rp } 13.265.202,00$$



Gambar Diagram Network

BAB V

PEMBAHASAN

Dari pengumpulan data yang telah dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Puskesmas Garuda maka dapat diperoleh waktu, jumlah tenaga kerja, dan kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Kemudian dari data yang telah terkumpul dilakukan pengolahan data, dari pengolahan data yang telah dilakukan maka akan diketahui perencanaan proyek dengan menggunakan jaringan kerja PERT.

5.1 Analisis Jalur Kritis PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Pada PERT digunakan konsep "*probability*" dengan memberikan perkiraan tentang rentang waktu yang lebih besar yaitu tiga estimasi waktu (waktu pesimis, waktu optimis, dan waktu paling mungkin), maka dapat diketahui waktu yang diharapkan *te* (*expected time*).

5.1.1 Lintasan Kritis (*Critical Path*)

Kemudian dari data waktu yang diharapkan dan tabel hubungan keterkaitan antar tiap aktivitas pekerjaan dapat disusun diagram *network* yang saling ketergantungan atau terkait antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya, sekaligus menentukan waktu minimum yang dibutuhkan untuk melengkapi

proyek secara keseluruhan dengan mencari lintasan terpanjang (lintasan kritis). Lintasan kritis adalah lintasan yang memiliki nilai *slack* sama dengan 0, lebih lanjut lintasan kritis yang dicari dengan metode PERT.

Dari diagram *network* dapat diketahui kegiatan-kegiatan yang dilalui oleh jalur kritis, yaitu sebagai berikut: **A – C – D – O – E – H**

A : pekerjaan persiapan

O : pekerjaan struktur/ beton B

C : pekerjaan pondasi

E : pekerjaan dinding/ plesteran A

D : pekerjaan struktur/ beton A

H : pekerjaan instalasi listrik A

Tabel 5.1 tabel Kegiatan Kritis Waktu yang Diharapkan (*Expected Time*)

Kgt	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (minggu)
A	Pekerjaan persiapan	1,72
C	Pekerjaan pondasi	3,58
D	Pekerjaan struktur/ beton A	5,92
O	Pekerjaan struktur/ beton B	2,83
E	Pekerjaan dinding/ plesteran A	4,83
H	Pekekerjaan instalasi listrik A	2,83
	Jumlah	21,71

Dengan total pelaksanaan proyek usulan pembangunan puskesmas Garuda yaitu selama 21,71 minggu atau 152 hari kalender. sedangkan dari jadwal yang telah ditentukan oleh pihak konsultan yaitu selama 22 minggu atau 154 hari kalender.

5.1.2 Probabilitas Waktu Penyelesaian

Probabilitas waktu penyelesaian proyek untuk waktu yang diharapkan (*expected time*) yang dihitung dengan menggunakan metode PERT hanya sebesar 50%, sedangkan probabilitas penyelesaian proyek yang baik harus diatas 80%, sehingga perlu perhitungan lagi. Dari hasil perhitungan nilai Σ varian = 1,378, dan standar deviasi = 1,174. Perhitungan untuk menaikkan probabilitas menjadi di atas 80% atau sebesar 95% sukses didapatkan waktu penyelesaian proyek selama 23,65 minggu, dan kemungkinan gagal maksimum 5%.

5.2 Analisis Perataan Jumlah Sumber Daya Manusia

Dari hasil perhitungan menggunakan metode PERT dapat diketahui lintasan kritis dan non kritis. Kemudian digunakan metode minimum moment algorithm (MMA) yang bertujuan untuk mendapatkan perencanaan/ alokasi sumber daya yang relatif seragam untuk setiap waktu proyek atau berfluktuasi minimum. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai total momentnya (M) untuk masing-masing sebesar :

Perencanaan awal = 7308,5

Tipe I = 7639,5

Tipe II = 7798,5

Didapatkan total momen yang paling rendah yaitu sebesar $M = 7308,5$ (pada perencanaan awal atau TE). Pada perencanaan awal dapat dilihat grafik tenaga kerja yang tidak terjadi *fluctuation* yang tajam.

5.3 Perbandingan waktu, biaya, dan tenaga kerja pada kondisi riil dengan kondisi usulan

Karena terjadi kemunduran pada pelaksanaan maka mendapat pinalti. Kondisi usulan juga memerlukan penambahan dana yang digunakan untuk menambah jumlah tenaga kerja agar penyelesaian proyek sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan tidak terkena pinalti. Berikut akan dijelaskan durasi proyek, kebutuhan tenaga kerja dan biaya proyek pada kondisi awal dan kondisi usulan.

Proyek kondisi awal :

Durasi proyek	= 168 hari
Pinalti	= Rp 37.240.000,00
Biaya	= Rp 37.240.000,00 + Rp 1.200.000.000,00 = Rp 1.237.240.000,00
Tenaga kerja	= 2.877 orang-hari

Proyek Usulan :

Durasi Proyek	= 152 hari
Biaya Usulan Tenaga Kerja	= Rp 13.265.202,00
Biaya	= Rp 13.265.202,00 + Rp 1.200.000.000,00 = Rp 1.213.265.202,00
Tenaga kerja	= Rp 2.875 orang-hari
Penghematan	= Rp 1.237.240.000,00 - Rp 1.213.265.202,00

= Rp 23.974.798,00

Hasil perbandingan, pada kondisi usulan memiliki penghematan hanya sebesar 2% dari total proyek. Penghematan yang terjadi pada kondisi usulan sangatlah kecil dan menurut perusahaan tidak bermasalah. Tapi keterlambatan yang terjadi dalam penyelesaian proyek dapat berpengaruh pada perusahaan. Pengaruh yang terjadi mungkin hanya sebagian kecil yang dialami perusahaan pada pembangunan puskesmas garuda, dan pengaruh yang signifikan terhadap perusahaan yaitu nilai kepercayaan pengguna jasa yang selanjutnya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

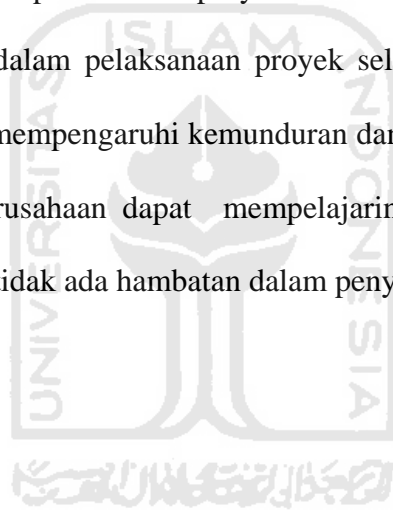
1. Jadwal pelaksanaan pembangunan Puskesmas GARUDA dengan menggunakan metode PERT dapat dilaksanakan selama 21,71 minggu atau 152 hari kalender, dan kebutuhan tenaga kerja sebanyak 2.875 orang-hari.
2. Perbedaan jadwal pelaksanaan dan jumlah tenaga kerja antara kondisi riil dengan kondisi usulan dalam pembangunan Puskesmas GARUDA adalah sebagai berikut:
Durasi proyek pada kondisi riil yaitu selama 168 hari, dengan kebutuhan tenaga kerja 2.877 orang-hari, dan biaya pelaksanaan proyek setelah terkena pinalti selama 14 hari sebesar Rp 1.237.240.000,00. Kemudian pada kondisi usulan durasi proyeknya 152 hari, dengan kebutuhan tenaga kerja 2.875 orang-hari, dan biaya pelaksanaan Rp 1.213.265.202,00. Dari perbandingan diatas, pada kondisi usulan lebih menghemat waktu selama 16 hari, tenaga kerja 2 orang-hari, dan biaya sebesar Rp 23.974.798,00.
3. Penyebab yang mempengaruhi kemunduran pelaksanaan proyek pembangunan puskesmas GARUDA yaitu sumber daya terutama sumber daya tenaga kerja. Keterlambatan yang terjadi pada kondisi riil jika pada pelaksanaan proyek yang selanjutnya tetap terjadi dan tidak diperbaiki dapat berpengaruh pada perusahaan. Pengaruhnya yaitu pengguna jasa selanjutnya lebih memilih ke pelaksana atau

perusahaan lain yang dapat melaksanakan tugasnya sesuai dengan jadwal yang diinginkan.

6.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan diatas, saran dari penulis adalah

1. Dalam mempersingkat waktu penyelesaian perlu diperhatikan jumlah sumber daya, karena jumlah sumber daya terutama tenaga kerja sangat berpengaruh terhadap penyelesaian pelaksanaan proyek.
2. Untuk perusahaan dalam pelaksanaan proyek selanjutnya perlu diperhatikan hal-hal yang dapat mempengaruhi kemunduran dan pembengkakan biaya. Dari hal-hal tersebut perusahaan dapat mempelajarinya dan dalam pelaksanaan proyek selanjutnya tidak ada hambatan dalam penyelesaian.



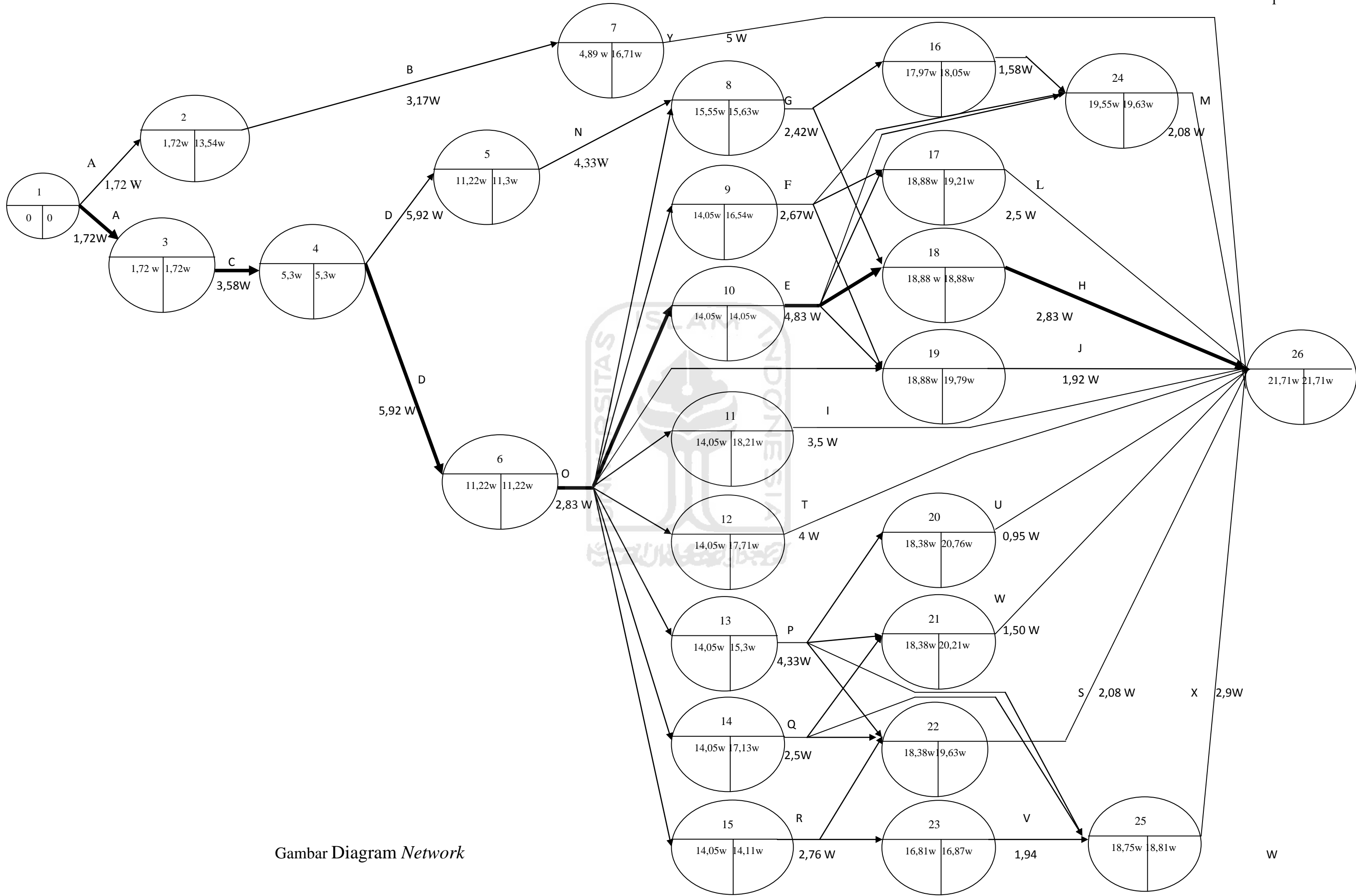
Daftar pustaka

- Adrian, J.J., (1973). *Quantitative Methods in Construction Management*. American Elsevier Publishing Co : New York.
- Badri, S., (1997). *Dasar-dasar network planing*. Jakarta : PT Rika Cipta
- Dimiyati, T., Dimiyati, A., (1999). *Operational Researc Model Model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Ervianto, Wulfram., (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi.
- Haedar Ali, T., (1997). *Prinsip-Prinsip Network Planning*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Handoko, T. Hani., (1999). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi pertama. Yogyakarta : BPFE
- Heizer, J., Barry R., (2005). *Operations Management : Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- Husen, Abrar., (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Kusnanto., (2010). Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode PERT studi kasus proyek pembangunan gedung R. Kuliah dan perpustakaan PGSD kleco FKIP UNS tahap I). Jurnal, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Munawaroh, M., (2004). *Management of Production*. Yogyakarta : Unit Penerbit Fakultas Ekonomi (UPFE-UMY).
- Pontas M. Pardede., (2005). *Manajemen Operasi dan Produksi (Teori, Model, dan Kebijakan)*. Cetakan Tujuh. Yogyakarta : Andi.
- Soeharto, Iman., (1995). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai operasional*. Jakarta : Erlangga.
- Stevens, J. D., (1990). *Techniques For Construction Network Scheduling*. Mc Grawm – Hill Book Co : Singapore.
- Suryanti., (2006). Analisis Network Dalam Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Fajar Indah Permata pada PT. Fajar Bangunan Raharja Surakarta. Jurnal, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wibowo Andreas. (2001). *Alternatif Metoda Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar*. Dimensi Teknik Sipil. Jurusan Teknil Sipil Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra:Surabaya.

Wulfram, I. Ervianto., (2004). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi offset : Yogyakarta.

Yamit, Zulian., (1996). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Ekonisia.





Gambar Diagram Network

