



**ANALISIS PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PARKIR AREA A SEKTOR B (4 LANTAI) DI ALAM
SUTERA REALTY PADA PT. KOMATSU INDONESIA**

Skripsi

Dibuat Oleh:

Yusvita
021113290

**FAKULTAS EKONOMI
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR**

2017

**ANALISIS PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR
AREA A SEKTOR B (4 LANTAI) DI ALAM SUTERA REALTY PADA
PT. KOMATSU INDONESIA**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Ekonomi Program
Studi Manajemen pada Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan Bogor

Mengetahui,



Dekan Fakultas Ekonomi,

(Dr. Hendro Sasongko, AK., MM., CA.)

Ketua Program Studi,

(Herdiyana, SE., MM)

**ANALISIS PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR
AREA A SEKTOR B (4 LANTAI) DI ALAM SUTERA REALTY PADA
PT. KOMATSU INDONESIA**

Skripsi

Telah disidangkan dan dinyatakan lulus
Pada Hari: Sabtu / 29 / Juli / 2017

Yusvita
021113290

Menyetujui,
Dosen Penilai,



(Tutus Rully, SE., MM.)

Ketua Komisi Pembimbing



(Jaenudin, SE., MM.)

Anggota Komisi Pembimbing



(Sri Hidajati Ramdani, SE., MM.)

ABSTRAK

YUSVITA, NPM 021113290, Manajemen, Manajemen Operasional, Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A Sektor B (4 Lantai) Di Alam Sutera Realty Pada PT. Komatsu Indonesia, Ketua Komisi Pembimbing JAENUDIN dan Anggota Komisi Pembimbing SRI HIDAJATI RAMDANI, Tahun 2017.

Tuntutan pembangunan disegala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang. Dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dalam bidang industri, begitu juga dengan sarana transportasi yang semakin pesat maka pengelolaan proyek sangat diperlukan. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek maka diperlukannya pengelolaan proyek dari awal hingga berakhir yaitu dengan Manajemen Proyek. Proyek gedung parkir PT. Komatsu Indonesia yang berlokasi di Tangerang, merencanakan proyek selesai dalam 10 bulan tetapi kenyataan dilapangan proyek selesai selama 11 bulan dengan proses akhir Kegiatan Pintu Besi. Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti dengan meningkatnya biaya proyek. Dalam realisasinya proyek seharusnya berakhir pada bulan agustus tetapi mengalami keterlambatan pengerjaan.

Penelitian ini ditunjukan untuk menjelaskan penerapan Manajemen Proyek dengan menggunakan metode PERT dan CPM didalam kegiatan proyek. Penelitian mengenai pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM pada PT. Komatsu Indonesia

Dari hasil penelitian menunjukan aktivitas penyelesaian proyek dapat dipercepat melalui dua puluh tujuh aktivitas, dengan peluang 97,44%, dan nilai Z 0.4964. Dengan metode PERT dan CPM, dapat disimpulkan bahwa perencanaan waktu dan biaya dengan menggunakan *network planning* tepat untuk diterapkan di perusahaan pada perencanaan waktu dan biaya proyeknya, karena lebih meningkatkan efisiensi waktu dan biaya proyek. Waktu proyek mempunyai efisiensi 15 hari atau sebesar 5,30%, dan biaya proyek mempunyai efisiensi sebesar Rp. 85.676.994,6 atau sama dengan 0,7786%.

Kata Kunci: *Jadwal, biaya, waktu, metode PERT dan CPM, network planning, dan peluang.*

ABSTRACT

YUSVITA, NPM 021113290, Management, Operational Management, Analysis of Project Implementation Construction of Parking Area A Sector B (4 Floors) In Alam Sutera Realty At PT. Komatsu Indonesia, Counselor Commission Chairman JAENUDIN and Counselor Commission Member SRI HIDAJATI RAMDANI, 2017.

The demands of development in all fields are increasingly perceived, especially in developing countries. With the increase of development activities in the field of industry, as well as the increasingly rapid transportation facilities, project management is in need. For the sake of the smooth running of a project hence the need of project management from beginning to end is with project management. PT. Komatsu Indonesia's parking building project located in Tangerang, plans the project to be completed for 11 months with the final process of the door activity. To restore the progress of the project to the original plan required an effort to accelerate the duration of the project although it will be followed by increased project costs. In the realization the project should end in August but experience the delay of workmanship.

This research is intended to explain the implementation of project management using PERT and CPM methods in project activities. Research on project implementation by PERT and CPM method at PT. Komatsu Indonesia.

From the results of research shows the project completion activity can be accelerated through twenty-seven activities, with an opportunity of 97.44%, and the value of Z 0.4964. With PERT and CPM method, it can be concluded that the planning time and cost by using network planning is appropriate to be applied in the company on the planning time and cost of the project, because it further improve the efficiency of time and cost of project. Project time has a efficiency of 15 days or 5.30%, and project cost has an efficiency of Rp. 85.676.994,6 or equal to 0,7786%.

Keywords: Schedule, cost, time, PERT and CPM methods, network planning, and opportunities.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik. Skripsi dengan judul **“Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A Sektor B (4 Lantai) Di Alam Sutera Realty Pada PT. Komatsu Indonesia”**.

Tujuan Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Ekonomi di Universitas Pakuan. Skripsi yang penulis buat berdasarkan data sumber asli PT. Komatsu Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam proses hingga akhir penulisan skripsi ini, penulsi mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hendro Sasongko, MM., SE., Ak., selaku Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Pakuan.
2. Ibu (Almh) Dr. Inna Sri Supina Adi, SE., M.Si., dan Bapak Jaenudin, SE., MM., selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, dan pengertiannya dan mohon maaf apabila banyak kesalahan dalam proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Sri Hidajati Ramdani, SE., MM., selaku dosen pembimbing dan Wali Dosen selama 8 semester ini. Terima kasih atas dukungan dan bimbingan selama ini. Mohon maaf apabila banyak kesalahan yang dilakukan oleh penulis.
4. Segenap dosen Fakultas Ekonomi Universitas pakuan dan seluruh staf tata usaha serta perpustakaan, terima kasih atas ilmu bermanfaat yang telah di ajarkan dan segala bantuan selama proses penyusunan skripsi.
5. Kedua Orang Tercinta, Bapak H. Endang Suhendri dan Ibu Hj. Dede Hartati, beserta saudara dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, nasihat, doa dan bantuan moril maupun materil kepada penulis.
6. Bapak Doddy, selaku staf karyawan di PT. Komatsu Indonesia. Terima kasih atas waktu dan data yang diberikan, serta kesediaannya menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan penulis.
7. Muhammad Revi Pratama Karaeng Raja, Amd.Kom., terima kasih untuk satu tahun terakhir ini begitu bermakna dan mungkin untuk tahun-tahun selanjutnya. Terima kasih telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
8. Fitria Rizky Hasibuan, untuk semua canda tawa, celoteh ringan dan kepolosan yang mampu menghadirkan senyum dan berjuang bersama untuk penyusunan sebuah skripsi.

9. Lia Amalia, Mega Yulia, Aah Maryani, Deristi, Rahmawati, terima kasih atas canda tawa yang kalian suguhkan selama akhir-akhir penulis berada di kampus.
10. Sahabat-sahabat tercinta, Anita Agustina, Amd.Keb, Maya Hikmayanti, Habibah, Rani Fitriani, Ayu saraswati, Cindy Devanni Usman, Sarrah Julianty, Akbar Ilham dan Iman Affandi. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi, berkeluh kesah, bergembira, memberi dukungan, doa dan perhatian, semoga yang telah kita lewati bersama menjadi kisah klasik untuk masa depan.
11. Teman-teman kelas G manajemen Angkatan 2013 yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu, terima kasih atas tahun tahun selama di kampus, untuk canda tawa dan kebersamaannya.
12. Serta berbagai pihak yang telah membantu proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan pengetahuan penulis peroleh hingga saat ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna terciptanya kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membacanya.

Bogor, Juli 2017

Penulis,

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------------------------------|----------|
| JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Penelitian..... | 1 |
| 1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah..... | 5 |
| 1.2.1. Identifikasi Masalah..... | 5 |
| 1.2.2. Perumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.3.1. Maksud Penelitian..... | 6 |
| 1.3.2. Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.4. Kegunaan Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Pengertian Produksi dan Operasi..... | 7 |
| 2.2. Pengertian Manajemen Produksi dan Operasi | 7 |
| 2.3. Fungsi dan Tujuan Manajemen Produksi dan Operasi | 9 |
| 2.3.1. Fungsi Manajemen Produksi dan Operasi | 9 |
| 2.3.2. Tujuan Manajemen Produksi dan Operasi..... | 10 |
| 2.4. Ruang Lingkup Manajemen Produksi dan Operasi | 11 |
| 2.5. Proyek | 12 |
| 2.5.1. Ciri-ciri Proyek | 13 |
| 2.5.2. Jenis-jenis Proyek | 13 |
| 2.5.3. Tahap Siklus Proyek | 14 |
| 2.6. Manajemen Proyek | 15 |
| 2.6.1. Elemen-elemen Manajemen Proyek | 18 |
| 2.6.2. Teknik Manajemen Proyek: Gantt Chart..... | 21 |
| 2.6.3. Teknik Manajemen Proyek: PERT dan CPM..... | 22 |
| 2.6.4. Hubungan Antara Waktu dan Biaya | 33 |
| 2.6.5. Akselerasi Proyek | 34 |
| 2.7. Kajian Penelitian Terdahulu | 35 |
| 2.8. Kerangka Berpikir dan Konstelasi Penelitian..... | 37 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.9. Hipotesis Penelitian | 38 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 39 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 39 |
| 3.2. Objek, Unit Analisis, dan Lokasi Penelitian..... | 39 |
| 3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian..... | 39 |
| 3.4. Operasionalisasi Variabel | 40 |
| 3.5. Metode Pengumpulan Data..... | 40 |
| 3.6. Metode Analisis | 40 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 43 |
| 4.1. Gambaran Umum Perusahaan..... | 43 |
| 4.1.1. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan | 43 |
| 4.1.2. Tujuan, Visi, dan Misi Perusahaan | 45 |
| 4.1.3. Deskripsi Geografis Perusahaan | 45 |
| 4.1.4. Unit Penunjang Produksi PT. Komatsu Indonesia | 45 |
| 4.1.5. Struktur Organisasi PT. Komatsu Indonesia | 47 |
| 4.2. Realisasi Pelaksanaan Proyek Gedung Parkir pada PT. Komatsu Indonesia | 51 |
| 4.3. Proyek Analisis Pelaksanaan Pembangunan Gedung Parkir Area A Sektor B (4 lantai) Di Alam Sutera Realty pada PT. Komatsu Indonesia | 51 |
| 4.4. Pembahasan | |
| 4.4.1. Pelaksanaan Penetapan Perencanaan Waktu Proyek Gedung Parkir Pada PT. Komatsu Indonesia | 52 |
| 4.4.1.1. Penetapan Waktu Proyek Gedung Parkir PT. Komatsu Indonesia dengan Metode PERT dan CPM untuk penyelesaian Pekerjaan | 57 |
| 4.4.2. Penetapan Perencanaan Anggaran Biaya Proyek PT. Komatsu Indonesia..... | 75 |
| 4.4.3. Kendala yang Dihadapi Dalam Penyelesaian Proyek | 79 |
| 4.4.4. Rekomendasi Dalam Meminimalisasi Perubahan Pada Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek | 80 |
| 4.4.4.1. Mempersingkat Kurun Waktu Penyelesaian Proyek (<i>Crashing : Time and Cost Trade Off</i>) | 80 |
| 4.4.4.2. Perbandingan dan Analisa Perencanaan Waktu dab Biaya Proyek | 110 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN | 111 |
| 5.1. Simpulan | 111 |
| 5.2. Saran..... | 112 |

DAFTAR PUSTAKA 113

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1 : Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik | 16 |
| Tabel 2 : Operasionalisasi Variabel..... | 30 |
| Tabel 3 : Aktivitas Pembuatan Gedung Parkir | 52 |
| Tabel 4 : Tiga Taksiran Waktu Proyek Gedung Parkir..... | 58 |
| Tabel 5 : Taksiran Waktu Proyek Gedung Parkir..... | 63 |
| Tabel 6 : Penentuan Jalur Kritis Proyek Gedung Parkir..... | 65 |
| Tabel 7 : Varian pada Jalur Kritis..... | 72 |
| Tabel 8 : Probabilitas keberhasilan Proyek Gedung Parkir | 74 |
| Tabel 9 : Daftar Tenaga kerja dan Upah Harian Bulanan Proyek | 76 |
| Tabel 10 : Data Anggaran Biaya Proyek | 76 |
| Tabel 11 : Daftar Slope Biaya Masing – Masing Proyek | 84 |
| Tabel 12 : Total Slack Setelah Aktivitas C22 dipercepat 2 Hari | 88 |
| Tabel 13 : Total Slack Setelah Aktivitas J1 dipercepat 2 Hari | 92 |
| Tabel 14 : Total Slack Setelah Aktivitas X21 Dipercepat # Hari | 96 |
| Tabel 15 : Total Slack Setelah Aktivitas G1 dipercepat 3 Hari | 100 |
| Tabel 16 : Total Slack Setelah Aktivitas V2 dipercepat 2 Hari..... | 104 |
| Tabel 17 : Total Slack Setelah Aktivitas G3 dipercepat 3 Hari | 108 |
| Tabel 18 : Total Biaya Proyek Setelah Dipercepat | 109 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1 | : Model Fungsi Manajemen Operasi | 10 |
| Gambar 2 | : Siklus Hidup Proyek..... | 12 |
| Gambar 3 | : Diagram Gantt | 21 |
| Gambar 4 | : Tiga Macam Taksiran Waktu Pada Distribusi Beta..... | 24 |
| Gambar 5 | : Expected Value, Nilai Tengah, a, m, dan b dalam Distribusi Beta | 24 |
| Gambar 6 | : Bentuk CPM..... | 26 |
| Gambar 7 | : Perbandingan pemakaian Jaringan AON dan AOA..... | 29 |
| Gambar 8 | : Memulai dan Menyelesaikan sebuah Aktivitas..... | 30 |
| Gambar 9 | : Notasi yang Digunakan pada Titik untuk Forward dan Backward Pass..... | 31 |
| Gambar 10 | : Waktu mulai paling awal dan waktu selesai paling awal pada sebuah aktivitas | 32 |
| Gambar 11 | : Waktu selesai paling lambat dan waktu mulai paling lambat pada sebuah aktivitas..... | 32 |
| Gambar 12 | : Waktu Longgar (Slack) pada sebuah aktivitas | 33 |
| Gambar 13 | : Hubungan biaya dan waktu pada keadaan normal dan <i>crash</i> | 34 |
| Gambar 14 | : Konstelasi Penelitian | 38 |
| Gambar 15 | : Struktur Organisasi | 48 |
| Gambar 16 | : Jalur Kritis | 71 |
| Gambar 17 | : Kurva Distribusi Normal | 75 |
| Gambar 18 | : Jalur Kritis Aktivitas C22 dipercepat 2 Hari | 87 |
| Gambar 19 | : Jalur Kritis Aktivitas J1 dipercepat 2 Hari | 91 |
| Gambar 20 | : Jalur Kritis Aktivitas X21 dipercepat 3 Hari | 95 |
| Gambar 21 | : Jalur Kritis Aktivitas G1 dipercepat 3 Hari | 99 |
| Gambar 22 | : Jalur Kritis Aktivitas V2 dipercepat 2 Hari | 103 |
| Gambar 23 | : Jalur Kritis Aktivitas G3 dipercepat 3 Hari | 107 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Riset

Lampiran 2. Tabel Z

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Bisnis alat-alat berat di Indonesia sejak 2013 kembali menaik sejalan dengan makin tingginya pasar dalam negeri sebagai dampak dari makin meningkatnya permintaan akan alat-alat berat oleh sektor pertambangan, agroindustri, dan sektor konstruksi.

Dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dalam bidang industri, begitu juga dengan perkembangan sarana transportasi, terutama jalan raya serta fasilitas umum semakin pesat maka tingkat kesulitan untuk mengelola dan menjalankan sebuah proyek sangat diperlukan.

Proyek adalah kegiatan penciptaan produk yang sifatnya unik. Keunikannya dilihat dari tempatnya, bentuknya, ukuran, dan jumlah produk yang dihasilkannya. Tempatnya selalu berpindah-pindah, bentuk produknya selalu tidak sama, ukurannya relatif besar, dan jumlahnya sangat sedikit bahkan seringkali tunggal. Keunikan lainnya adalah pada kegiatan pengolahannya dimana produk yang diciptakan tetap ditempat sedangkan alat-alat, orang-orang, dan bahan-bahan bergerak (Sobarsa Kosasih, 2009:44).

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Iman Soeharto, 1999:28). Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan, dan pengalaman.

Keberhasilan ataupun kegagalan pelaksanaan proyek sering disebabkan kurang terencanaanya kegiatan proyek menjadi tidak efisien. Hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek dapat merugikan kedua belah pihak, baik dari segi waktu maupun biaya. Dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula.

Pada pembangunan sebuah gedung misalnya, diperlukan adanya penanganan manajemen penjadwalan kerja yang baik, karena itu perlu ditangani dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat (Badri dalam Hamdan Dimiyati, 2014:1).

Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar untuk proyek bisa berjalan dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Pada tahapan perencanaan proyek, diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu dan biaya di sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. Optimalisasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumberdaya yang ada serta meminimalkan risiko namun tetap mendapatkan hasil yang optimal.

PT. Komatsu Indonesia adalah sebuah perusahaan swasta yang mempunyai lingkup pelayanan jasa pengembangan real estate termasuk didalamnya mendirikan bangunan-bangunan tempat tinggal, perkantoran, pertokoan, sekolahan, hotel dan tempat-tempat lainnya, menjalankan usaha biro bangunan dalam bidang arsitektur, teknik sipil serta alat-alat konstruksi yang meliputi perencanaan, pengawasan, pelaksanaan pemborongan, pembuatan dan pemeliharaan segala macam alat konstruksi.

PT. Komatsu Indonesia memang terpercaya untuk menyediakan keperluan konstruksi semacam alat-alat berat, dari sekian banyak proyek konstruksi dan penyedia alat berat yang dilakukan PT. Komatsu Indonesia salah satunya adalah pada proyek PT. Alam Sutera Realty Tbk.

PT. Alam Sutera Realty Tbk, suatu perusahaan bergerak di bidang jasa konstruksi dan pembangunan hunian residensial serta tempat fasilitas perbelanjaan komersial dimulai sejak tahun 1994 dan sering bekerja sama dengan beberapa proyek konstruksi lain salah satunya PT. Komatsu Indonesia. Proyek yang dilakukan oleh PT. Alam Sutera Realty Tbk yaitu Proyek *PARKING BUILDING AREA A SECTOR B (4 Floor)* pada sebuah lahan untuk menunjang kebutuhan konsumen akan kehadiran lahan parkir. Dalam proyek PT. Alam Sutera Realty Tbk dilaksanakan pada November 2015 - September 2016 dengan anggaran biaya Rp. 11.003.790.248,60.

Proyek gedung parkir yang dilakukan PT. Komatsu Indonesia mengalami keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Dalam menjalankan proyek tersebut PT. Komatsu Indonesia merencanakan proyek selesai dalam waktu 10 bulan. Namun, dalam aktivitas proyek seringkali mengalami kendala-kendala. Sehingga proyek tersebut selesai selama 11 bulan dengan proses akhir Kegiatan Pintu Besi.

Dalam menjalankan proyek tersebut PT. Komatsu Indonesia tidak menggunakan metode diagram *network* dalam merencanakan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Selama ini perusahaan dalam menentukan waktu dan biaya yang dibutuhkan hanya berdasarkan pengalaman. Perusahaan seringkali mendapatkan masalah dalam waktu penyelesaian proyek karena tidak sesuai dengan waktu yang telah disepakati sebelumnya. Hal ini akan berdampak buruk bagi perusahaan diantaranya memperburuk *image* perusahaan yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai kontrak yang telah disepakati. Selain itu perusahaan akan mengeluarkan biaya yang lebih banyak dengan tidak tepatnya waktu penyelesaian proyek.

Dalam suatu kondisi pemilik proyek bisa saja menginginkan proyek selesai lebih awal dari rencana semula atau karena faktor eksternal seperti misalnya faktor cuaca, proyek memiliki perkembangan yang buruk sehingga implementasi proyek tidak seperti yang direncanakan, atau dapat dikatakan kemajuan proyek lebih lambat.

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis jalur kritis proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan teori manajemen proyek yang efisien dan lebih terperinci.

Dengan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis lebih jauh mengenai **“Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A sektor B (4 Lantai) di Alam Sutera Realty Pada PT. Komatsu Indonesia”**.

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

1.2.1. Identifikasi Masalah

Perencanaan sebuah proyek meliputi perencanaan biaya dan waktu (penjadwalan) atas kegiatan-kegiatan yang harus dilaksanakan sampai proyek tersebut selesai dikerjakan.

Untuk mencapai target waktu yang diinginkan, diperlukan pengendalian semua kegiatan agar dapat berjalan sesuai dengan rencana yang diinginkan. Pengendalian dan penjadwalan yang tidak tepat dapat merugikan perusahaan, seperti keterlambatan waktu penyelesaian sebuah proyek, dan juga pemborosan tenaga kerja, serta dana. Serta mengakibatkan menurunnya tingkat kepercayaan dari pihak lain, khususnya pihak pemberi proyek terhadap perusahaan tersebut.

1.2.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka permasalahan yang akan dibahas oleh penulis dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah penetapan perencanaan waktu sudah terjadwal dengan baik dari PT. Komatsu Indonesia?
2. Seperti apa penetapan perencanaan anggaran biaya pada proyek dari PT. Komatsu Indonesia?
3. Kendala - kendala apa yang dihadapi dalam perencanaan waktu dan biaya proyek pada PT. Komatsu Indonesia?
4. Apakah yang menjadi rekomendasi atau usulan kepada PT. Komatsu Indonesia dalam meminimalisasi perubahan pada perencanaan waktu dan biaya proyek?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1. Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan untuk menganalisis keterkaitan/hubungan antara pengelolaan proyek sehingga permasalahan yang ada diharapkan dapat diselesaikan atau terpecahkan.

1.3.2. Tujuan Penelitian

Sedangkan yang menjadi tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis perencanaan waktu proyek yang terjadwal dengan baik pada PT. Komatsu Indonesia.
2. Untuk menganalisis perencanaan anggaran biaya pada proyek dari PT. Komatsu Indonesia.

3. Untuk menganalisis kendala - kendala yang dihadapi dalam perencanaan waktu dan biaya proyek di PT. Komatsu Indonesia.
4. Untuk memberikan usulan atau rekomendasi kepada PT. Komatsu Indonesia dalam meminimalisasi perubahan pada perencanaan waktu dan biaya proyek.

1.4. Kegunaan Penelitian

Penelitian yang di harapkan hasilnya berguna bagi:

1. Kegunaan Teoritik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan pengetahuan dan wawasan dalam mengaplikasikan teori yang telah diperoleh dalam dunia nyata mengenai Manajemen Operasional khususnya mengenai manajemen proyek dalam mendukung meningkatkan efisiensi waktu dan biaya proyek.
2. Kegunaan Praktik. Yaitu untuk membantu memecahkan masalah dan mengantisipasi masalah yang ada pada lokasi yang diteliti, yang dapat berguna bagi pengambilan keputusan manajemen dan usaha oleh PT. Komatsu Indonesia dan pihak eksternal yang terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Produksi dan Operasi

Menurut Heizer dan Render (2015:3), produksi merupakan penciptaan barang dan jasa.

Menurut T. Hani Handoko (2011:6), produksi merupakan proses perubahan masukan-masukan sumberdaya berupa bahan mentah menjadi barang-barang dan jasa-jasa yang lebih bertambah nilai kegunaannya.

Menurut Irham Fahmi (2014:2), produksi adalah sesuatu yang dihasilkan oleh suatu perusahaan baik yang berbentuk barang (*goods*) maupun jasa (*service*) dalam suatu periode waktu yang selanjutnya dihitung sebagai nilai tambah bagi perusahaan.

Berdasarkan pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa produksi merupakan proses pembuatan barang dan jasa yang dari masukan menjadi keluaran dengan bertambah nilai kegunaannya.

Operasi didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang mengolah faktor-faktor produksi untuk menciptakan produk (barang atau jasa) agar bernilai tambah (*added value*) melalui proses transformasi (Sobarsa Kosasih, 2009:3).

Menurut Hery Prasetya dan Fitri Lukiastruti (2009:3), operasi merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan penciptaan atau pembuatan barang, jasa, atau mengkombinasikannya melalui suatu proses transformasi dari masukan sumber daya produksi yang mentah menjadi keluaran yang diinginkan atau berupa barang jadi.

Berdasarkan pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa operasi merupakan proses transformasi sumber daya yang dibutuhkan menjadi barang dan jasa.

Menurut Jacob dan Chase (2015:6) produksi dan operasi merupakan proses manufaktur dan pelayanan yang digunakan untuk mentransformasikan sumber daya yang digunakan oleh suatu perusahaan menjadi produk yang diinginkan oleh pelanggan.

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa produksi dan operasi adalah suatu kegiatan penciptaan barang dan jasa dengan harapan dapat bernilai tambah bagi pelanggan melalui proses transformasi.

2.2. Pengertian Manajemen Produksi dan Operasi

Dalam melaksanakan produksi suatu perusahaan, diperlukan manajemen yang berguna untuk menerapkan keputusan-keputusan dalam upaya pengaturan dan

pengoordinasian penggunaan sumber daya dari kegiatan produksi yang dikenal sebagai manajemen produksi atau manajemen operasi.

Menurut Rusdiana (2014:28), manajemen produksi merupakan kegiatan untuk mengatur dengan mengkoordinasikan penggunaan sumber daya seperti sumber daya alam, sumber daya manusia, sumber daya laut, sumber daya alat, dan sumber daya dana serta bahan secara efektif dan efisien untuk menciptakan dan menambah kegunaan suatu barang atau jasa.

Menurut Erni T.S dan Kurniawan Saefullah (2014:14), manajemen produksi adalah penerapan manajemen berdasarkan fungsinya menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan konsumen, dengan teknik produksi yang seefisien mungkin.

Berdasarkan pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa manajemen produksi adalah kegiatan penciptaan atau menambah nilai dari sumber daya-sumber daya yang digunakan agar lebih efektif dan efisien.

Menurut Heizer dan Render (2015:3), manajemen operasi merupakan serangkaian aktivitas yang menciptakan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah masukan menjadi hasil.

Menurut T. Hani Handoko (2011:6), manajemen operasi merupakan pelaksanaan kegiatan-kegiatan manajerial yang dibawakan dalam pemilihan, perancangan, pembaharuan, pengoperasian, dan pengawasan sistem-sistem produktif.

Berdasarkan pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi adalah kegiatan-kegiatan dalam menciptakan barang dan jasa dalam sistem yang produktif.

Menurut Sofjan Assauri (2008:12), manajemen produksi dan operasi merupakan proses pencapaian dan pengutilisasian sumber daya untuk memproduksi atau menghasilkan barang atau jasa yang berguna sebagai usaha untuk mencapai tujuan sasaran organisasi.

Menurut Richard L. Daft (2006:216), manajemen operasi dan produksi adalah bidang manajemen yang mengkhususkan pada produksi barang, serta menggunakan alat-alat dan teknik-teknik khusus untuk memecahkan masalah-masalah produksi.

Menurut Rusdiana (2014:21), manajemen produksi dan operasi adalah proses pencapaian tujuan organisasi melalui pengarahan dan pengendalian serangkaian kegiatan yang menggunakan sumber-sumber daya yang dimiliki untuk mengubah input menjadi output barang dan jasa.

Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa manajemen produksi dan operasi merupakan serangkaian proses dalam menciptakan barang dan,

jasa atau kegiatan yang mengubah bentuk dengan menciptakan atau menambah manfaat suatu barang atau jasa yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

2.3. Fungsi dan Tujuan Manajemen Produksi dan Operasi

2.3.1. Fungsi Manajemen Produksi dan Operasi

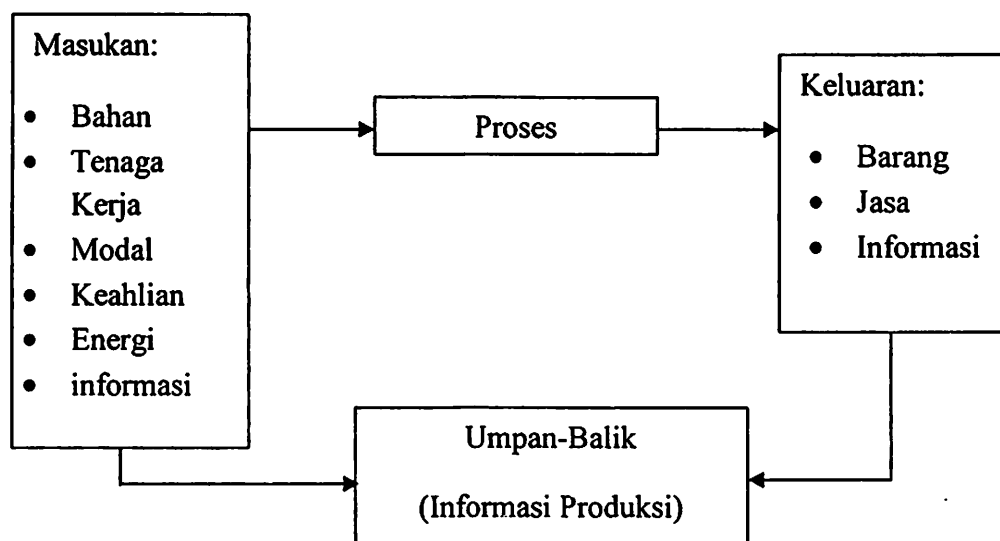
Menurut Rusdiana (2014:21), fungsi terpenting dalam produksi dan operasi meliputi hal-hal berikut:

1. Proses pengolahan merupakan metode yang digunakan untuk pengelolaan masukan.
2. Jasa penunjang merupakan sarana berupa pengorganisasian yang perlu untuk penetapan teknik dan metode yang akan dijalankan, sehingga proses pengolahan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien.
3. Perencanaan merupakan penetapan keterkaitan dan pengorganisasian dari kegiatan produksi dan operasi yang akan dilakukan pada waktu atau periode tertentu.
4. Pengendalian atau pengawasan merupakan fungsi untuk menjamin terlaksananya sesuai dengan yang direncanakan sehingga maksud dan tujuan penggunaan dan pengolahan masukan pada kenyataannya dapat dilaksanakan.

Menurut Sofjan Assauri (2008:35), mengemukakan bahwa secara umum fungsi manajemen operasi terkait dengan pertanggungjawaban dalam pengolahan dan pentransformasian masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*) berupa barang dan jasa yang akan memberikan hasil pendapatan bagi perusahaan.

Menurut Eddy Herjanto (2009:60), mengatakan bahwa fungsi manajemen operasi adalah untuk menghasilkan produk yang sesuai standar yang ditetapkan berdasarkan keinginan konsumen, dengan teknik produksi yang seefisien mungkin, dari mulai pilihan lokasi produksi hingga produk akhir yang dihasilkan dalam proses produksi.

Menurut Murdifin Haming dan Mahfud Nurjamanuddin (2014:3), mengemukakan bahwa fungsi manajemen operasi terdiri dari empat elemen (*subsystem*), yaitu subsistem masukan (*input subsystem*) dan subsistem umpan balik (*feedback or production information subsystem*).



Sumber: Murdifin Haming dan Mahfud Nurjamanuddin (2014)

Gambar 1

Model Fungsi Manajemen Operasi

Selanjutnya menurut Roger G. Schroeder, Susan Mayer Goldstein, dan M. Johnny Rungtusanatham (2013:12) “*Operations can be define as a transformation system (or process) that convert input to output, input to the system include energy, materials, labor, capital, and information. Process technology is the method, procedures and equipment used to transform materials or input into product ir service*”.

Berdasarkan pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa fungsi manajemen produksi dan operasi adalah proses pengolahan, jasa penunjang, perencanaan dan pengendalian masukan menjadi keluaran.

2.3.2. Tujuan Manajemen Produksi dan Operasi

Menurut Zulian Yamit dalam Rusdiana (2014:22), karakteristik dari sistem manajemen operasi adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai tujuan menghasilkan barang dan jasa, yaitu sesuai dengan hal-hal yang telah direncanakan sebelum proses produksi dimulai.
2. Mempunyai kegiatan proses transformasi, yaitu memproduksi atau mengatur produksi barang dan jasa dalam jumlah, kualitas, harga, waktu serta tempat tertentu sesuai dengan kebutuhan.
3. Adanya mekanisme yang mengendalikan pengoperasian, yaitu menciptakan beberapa jenis nilai tambah, sehingga keluarannya lebih berharga bagi konsumen daripada jumlah masukannya.

Menurut Eddy Herjanto (2009:58), menjelaskan empat tujuan manajemen produksi dan operasi yaitu:

1. Biaya, yang meliputi biaya tenaga kerja, biaya modal, dan biaya operasi tahunan.
2. Kualitas, sebagai sasaran maka kualitas produk atau jasa harus dijaga untuk kepuasan pelanggan.
3. Penyerahan, mengacu pada kemampuan operasi untuk memenuhi permintaan penyerahan produk atau jasa kepada pelanggan secara konsisten.
4. Fleksibilitas, dalam operasi produksi adalah reaksi yang cepat terhadap perubahan volume dan memperkenalkan produk baru.

2.4. Ruang Lingkup Manajemen Produksi dan Operasi

Menurut Zulian Yamit (2011:5), ada tiga aspek yang saling berkaitan dalam ruang lingkup manajemen operasi, yaitu sebagai berikut:

1. Aspek struktural, yaitu aspek yang memperlihatkan konfigurasi komponen yang membangun sistem manajemen operasi dan interaksinya satu sama lain.
2. Aspek fungsional, yaitu aspek yang berkaitan dengan manajemen serta organisasi komponen struktural ataupun interaksinya mulai dari perencanaan, pengendalian, dan perbaikan agar diperoleh kinerja optimum.
3. Aspek lingkungan, memberikan dimensi lain pada sistem manajemen operasi yang berupa pentingnya memperhatikan perkembangan dan kecenderungan yang terjadi diluar sistem.

Menurut Rusdiana (2014:24), manajemen operasi mempunyai tiga ruang lingkup yaitu sebagai berikut:

1. Sistem informasi produksi

Sistem informasi produksi meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Perencanaan Produksi

Lingkup perencanaan produksi meliputi penelitian tentang produk yang disukai konsumen. Selain itu dalam perencanaan produksi terhadap pengembangan dalam produksi yang merupakan penelitian terhadap produk yang telah ada untuk dikembangkan lebih lanjut agar mempunyai kegunaan yang lebih tinggi dan lebih disukai konsumen.

- b. Perencanaan Lokasi

Faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi, antara lain:

- 1) Biaya ruang kerja, 2) biaya tenaga kerja, 3) intensif pajak, 4) sumber permintaan, 5) akses ke transportasi, 6) ketersediaan tenaga kerja.

- c. Perencanaan Kapasitas
Kapasitas dalam manajemen operasi harus disesuaikan dengan masukan yang telah diproses, antara lain perencanaan lingkungan kerja dan perencanaan standar produksi.
- 2. Sistem pengendalian Produksi
Lingkup dari sistem pengendalian produksi, meliputi:
 - a. Pengendalian proses produksi
 - b. Pengendalian bahan baku
 - c. Pengendalian biaya produksi
 - d. Pengendalian kualitas
 - e. Pemeliharaan
- 3. Perencanaan Sistem Produksi
Lingkup perencanaan sistem produksi, meliputi:
 - a. Struktur organisasi
 - b. Skema produksi atas pesanan
 - c. Skema produksi atas persediaan.

2.5. Proyek

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer) (Maharesi dalam Eka Dannyanti, 2010:8).

Proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas. (Hamdan dan Nurjaman, 2014:2).

Menurut Schwalbe (2006:4), proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Menurut Iman Soeharto (1999:2) :

“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 Jacobs dan Chase (2015:92), proyek (*project*) dapat di definisikan sebagai suatu urutan pekerjaan yang saling berkaitan, biasanya diarahkan pada suatu *output* utama dan dilaksanakan selama satu periode waktu yang signifikan.

Menurut Munawaroh dalam Eka Dannyanti (2010:8) 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.

Heizer dan Render (2014:60) menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama.

Menurut Meredith dan Mantel dalam Eka Dannyanti (2010:9) dikatakan bahwa *"The project is complex enough that the subtasks require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance."*

Berdasarkan definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa proyek merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik yang berlangsung dengan jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan kegiatan tersebut dengan efisien dan tepat waktu.

2.5.1.Ciri-ciri Proyek

Berdasarkan pengertian proyek di atas, ciri-ciri proyek antara lain :

- a. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
- b. Sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek.
- c. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
- d. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
- e. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volumenya.

2.5.2.Jenis-jenis Proyek

Menurut Budi Santosa (2009:5), berdasarkan jenis pekerjaannya proyek dapat diklasifikasikan antara lain sebagai berikut :

1. Proyek Konstruksi

Proyek ini biasanya berupa pekerjaan membangun atau membuat produk fisik. Sebagai contoh adalah proyek pembangunan jalan raya, jembatan atau pembuatan boiler.

2. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek ini biasanya berupa penemuan produk baru, temuan alat baru, atau penelitian mengenai ditemukannya bibit unggul untuk suatu tanaman. Proyek ini biasanya muncul dilembaga komersial maupun pemerintah. Setelah suatu produk baru ditemukan arau dibuat biasanya akan disusul pembuatan secara massal untuk dikomersialkan.

3. Proyek yang berhubungan dengan manajemen jasa

Proyek ini sering muncul dalam perusahaan maupun instansi pemerintah. Proyek ini bisa berupa: perancangan struktur organisasi, pembuatan sistem informasi manajemen, peningkatan produktivitas perusahaan, pemberian *training*.

2.5.3. Tahap Siklus Proyek

Kegiatan-kegiatan dalam sebuah proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis dan intensitas kegiatannya meningkat hingga ke titik puncak, turun, dan berakhir, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (man-hour), dana, material atau peralatan (Budi Santosa, 2009:17).



Sumber: Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi (Budi santosa, 2009).

Gambar 2

Siklus Hidup Proyek

Menurut Budi Santosa (2009:17), setiap proyek biasanya akan melewati tahap-tahap yang mempunyai pola tertentu. Pola itu yang dinamakan siklus proyek. Tahap-tahap itu dianalogikan dengan apa yang terjadi dalam siklus perkembangan produk. Secara garis besar tahap-tahap proyek terdiri dari tahap-tahap konseptual, perencanaan dan pengembangan (PP/Definisi), implementasi, terminasi, dan operasi atau utilitas.

- a. Tahap Konseptual
 Dalam tahap konseptual, dilakukan penyusunan dan perumusan gagasan, analisis pendahuluan, dan pengkajian kelayakan. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil studi kelayakan.
- b. Tahap PP/Definisi
 Kegiatan utama dalam tahap PP/Definisi adalah melanjutkan evaluasi hasil kegiatan tahap konseptual, menyiapkan perangkat (berupa data, spesifikasi teknik, *engineering*, dan komersial) menyusun perencanaan dan membuat keputusan strategis, serta memilih peserta proyek. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil analisis lanjutan kelayakan proyek, dokumen rencana strategis dan operasional proyek, dokumen anggaran biaya, jadwal induk, dan garis besar kriteria mutu proyek.
- c. Tahap Implementasi
 Pada umumnya, tahap implementasi terdiri dari kegiatan *design-engineering* yang rinci dari fasilitas yang hendak dibangun, pengadaan material dan peralatan, manufaktur atau pabrikasi, dan instalasi atau konstruksi. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah produk atau instalasi proyek yang telah selesai.
- d. Tahap Terminasi
 Kegiatan pada tahap terminasi antara lain mempersiapkan instalasi atau produk beroperasi (uji coba), penyelesaian administrasi dan keuangan lainnya. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah instalasi atau produk yang siap beroperasi dan dokumen pernyataan penyelesaian masalah asuransi, klaim, dan jaminan.
- e. Tahap Operasi atau Utilitas
 Dalam Tahap ini, kegiatan proyek berhenti dan organisasi operasi mulai bertanggung jawab atas operasi dan pemeliharaan instalasi atau produk hasil proyek.

2.6. Manajemen Proyek

H. Kerzner (dikutip oleh Iman Soeharto, 1999:27) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Berbeda dengan definisi H. Kerzner (dikutip oleh Iman Soeharto, 1999:37), PMI (Project Management Institute) (dikutip oleh Iman Soeharto, 1999:37), mengemukakan definisi manajemen proyek sebagai berikut :

“Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material

dengan menggunakan tehnik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stake holder”.

Menurut Schwalbe (2006:9), manajemen proyek merupakan aplikasi dari ilmu pengetahuan, *skills, tools*, dan teknik untuk aktivitas suatu proyek dengan maksud memenuhi atau melampaui kebutuhan *stakeholder* dan harapan dari sebuah proyek.

Menurut Hamdan dan Nurjaman, 2014:23, Manajemen juga merupakan penerapan pengetahuan, keterampilan, *tools and techniques* pada aktivitas proyek agar persyaratan dan kebutuhan proyek terpenuhi.

Menurut Jacobs dan Chase (2015:92)

“Manajemen proyek (*project management*) dapat didefinisikan sebagai perencanaan, pengarahan, dan pengendalian sumber daya (manusia, peralatan, bahan baku) agar dapat mengatasi kendala teknis, biaya, dan waktu proyek”.

Dari beberapa definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa manajemen proyek merupakan serangkaian kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, memimpin dan mengendalikan sumber daya pada aktivitas proyek dengan jangka waktu terbatas dan agar dapat mengatasi kendala teknis, biaya dan waktu proyek.

Berikut ini perbedaan manajemen proyek dengan manajemen klasik menurut D.I. Cleland dan W.R. King (dikutip oleh Iman Soeharto, 1999:29) :

Tabel 1
Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik

| Fenomena | Wawasan Proyek (Manajemen Proyek) | Wawasan Fungsional (Manajemen Klasik) |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Lini-staf dikotomi. | Hierearki lini-staf serta wewenang dan tanggung jawab tetap ada sebagai fungsi penunjang. | Fungsi lini mempunyai tanggung jawab tunggal untuk mencapai sasaran. |
| Hubungan atasan dengan bawahan. | Manajer ke spesialis, kelompok dengan kelompok. | Merupakan dasar hubungan pokok dalam struktur organisasi. |
| Struktur piramida. | Unsur-unsur rantai hubungan vertikal tetap | Kegiatan utama organisasi dilakukan menurut hirearki |

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ada, ditambah adanya aruskegiatan horisontal. | vertikal. |
| Kerja sama untuk mencapai tujuan. | Joint venture para peserta, ada tujuan yang sama dan ada juga yang berbeda. | Kelompok dalam organisasi dengan tujuan tunggal. |
| Kesatuan komando. | Manajer proyek mengelola, menyilang lini fungsional untuk mencapai sasaran. | Manajer lini merupakan pimpinan tunggal dari kelompok yang bertujuan sama. |
| Wewenang dan tanggung jawab. | Terdapat kemungkinan tanggung jawab lebih besar dari otoritas resmi. | Tanggung jawab sepadan dengan wewenang, integritas, tanggung jawab, dan wewenang terpelihara. |
| Jangka waktu. | Kegiatan manajemen proyek berlangsung dalam jangka pendek. Tidak cukup waktu untuk mencapai optimasi operasional proyek. | Terus-menerus dalam jangka panjang sesuai umur instalasi dan produk. Optimasi dapat diusahakan maksimal. |

Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional (Iman Soeharto, 1999).

Menurut Siswanto dalam Eka Danyanti (2010:14), manajemen proyek adalah penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu:

- a. Penyusunan jadwal (scheduling), anggaran (budgeting), kebutuhan sumber daya manusia (manpower planning), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (controlling).

T. Hani Handoko (2011:402) menyatakan tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

1. Tepat waktu (on time) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
2. Tepat anggaran (on budget) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
3. Tepat spesifikasi (on specification) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.6.1. Elemen-elemen Manajemen Proyek

a. Perencanaan Proyek

Perencanaan mengarahkan keputusan yang dibutuhkan dalam memulai suatu proyek. Perencanaan yaitu memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai sasaran. Dalam perencanaan penyelenggaraan proyek, tahap dan kegunaan perencanaan dapat dibedakan menjadi perencanaan dasar dan perencanaan pengendalian.

Perencanaan dasar dimaksudkan untuk meletakkan dasar-dasar dari suatu penyelenggaraan proyek, sedangkan perencanaan pengendalian merupakan kegiatan menganalisis dan membandingkan hasil pelaksanaan yang di perlukan. Pembuatan perencanaan proyek sebaiknya harus diikuti dengan pembuatan "perencanaan ulang" yang bertujuan agar pekerjaan selalu menuju kepada sasaran organisasi yang telah di tetapkan.

Menurut Eddy Herjanto (2009:331) unsur-unsur dalam perencanaan proyek sekurang-kurangnya meliputi:

1. Sasaran

Sasaran merupakan target dimana semua kegiatan diarahkan dan di usahakan untuk mencapainya. Pada umumnya, sasaran proyek dinyatakan dalam bentuk waktu, biaya, dan mutu. Disamping sasaran proyek secara keseluruhan, sasaran dari masing-masing tugas sebaiknya juga dibuat, sehingga akan memudahkan dalam mengendalikan proyek. Sasaran dari masing-masing kegiatan ini merupakan milestone (tonggak kemajuan), yang menjadi patokan dalam memantau dan mengendalikan perkembangan proyek.

2. Organisasi

Organisasi merupakan sarana dimana para anggota bekerja sama untuk mencapai tujuan proyek. organisasi proyek harus diusahakan efisien serta memiliki pembagian tugas dan wewenang yang jelas.

3. Jadwal

Jadwal merupakan salah satu perencanaan yang paling penting yang mencakup urutan langkah kegiatan yang sistematis untuk mencapai sasaran. Penjadwalan berguna sebagai sarana koordinasi dan integrasi bagi kegiatan para peserta proyek menjadi suatu rangkaian yang berurutan, sarana pengendalian yang dipakai sebagai tolak ukur dalam mengkaji waktu penyelesaian yang perlu mendapatkan prioritas supaya penyelesaian proyek sesuai dengan waktu yang ditentukan.

4. Anggaran

Anggaran merupakan salah satu bentuk perencanaan yang harus ditentukan sejak awal. Anggaran menunjukkan perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan tertentu.

Perencanaan yang tepat disusun secara sistematis akan dapat berfungsi sebagai berikut:

1. Sarana komunikasi bagi semua pihak penyelenggara proyek.
2. Dasar pengaturan alokasi sumber daya.
3. Alat untuk mendorong perencana dan pelaksana melihat kedepan dan menyadari pentingnya unsur waktu.

b. Penjadwalan Proyek

Suatu penjadwalan proyek dibuat untuk menentukan jangka waktu suatu proyek, dari mulainya suatu proyek sampai proyek tersebut selesai. Dalam pembuatan penjadwalan proyek, dari mulainya suatu proyek sampai proyek tersebut berakhir. Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan gantt. Henry Gantt yang dikutip Jay Heizer dan Barry Render (2014:62), mengatakan bahwa Gantt Chart (diagram gantt) dapat membantu manajer dalam beberapa hal, diantaranya:

1. Merencanakan semua kegiatan.
2. Perhitungan penyelesaian pesanan.
3. Pencatatan perkiraan waktu.
4. Pengembangan keseluruhan jangka waktu proyek.

Penjadwalan proyek tidak hanya dibuat dengan menggunakan gantt chart, tetapi dibuat dengan menggunakan pendekatan lainnya. Tetapi Heizer

dan Render (2015:63) menyimpulkan bahwa adapun pendekatan yang digunakan oleh manajemen proyek, penjadwalan proyek menyediakan beberapa kegunaan, yaitu :

1. Menunjukkan hubungan tiap aktivitas kepada yang lainnya dan kepada seluruh proyek.
2. Menunjukkan hubungan utama diantara kegiatan-kegiatan.
3. Mendorong penentuan waktu yang diperlukan dan perkiraan biaya untuk setiap kegiatan.
4. Membantu meningkatkan kegunaan sumber daya manusia, uang, dan material dengan identifikasi hambatan kritis dalam proyek.

c. Pengendalian Proyek

Dalam pengendalian proyek, manajemen proyek haruslah mengawasi semua lingkup yang berhubungan dengan proyek, yaitu meliputi sumber daya, biaya, kualitas pekerjaan dan hasilnya, juga anggaran proyeknya. Untuk mengendalikan dan mengawasi semua itu, maka manajemen proyek akan menetapkan standar. Jika nantinya terjadi sesuatu yang kurang dari standar, maka manajemen proyek akan mengubah rencana, dan atau mengganti sumber daya untuk menepati waktu dan permintaan biaya.

Menurut Budi Santosa (2009:134), secara umum ada tiga langkah pokok dalam proses pengendalian proyek, yaitu:

1. Menentukan standar performansi sesuatu yang akan dikendalikan
2. Membandingkan antara performansi aktual performansi standar hasil pekerjaan dan pengeluaran yang sudah terjadi dibandingkan dengan jadwal, biaya dan spesifikasi performansi yang direncanakan.
3. Melakukan tindakan koreksi, bila performansi aktual secara signifikan menyimpang dari yang direncanakan tindakan koreksi perlu dilakukan.

Menurut Mahendra dalam Agus Somantri (2005:13), pengendalian biaya pelaksanaan proyek terkait erat dan sangat dipengaruhi oleh:

- a. Pengendalian waktu pelaksanaan proyek (efek dari penambahan biaya tidak langsung).
- b. Pengendalian mutu dan hasil pelaksanaan proyek (efek dari kerjaan ulang, finishing, pembongkaran, dan lain-lain yang harus menambah biaya lagi, yaitu biaya langsung maupun tidak langsung).
- c. Pengendalian sistem manajemen operasional proyek yang bersangkutan, yang kurang baik atau tidak konsisten dalam

pelaksanaan/penerapannya (efek penambahan biaya karena inefektifitas dari cara dan sistem kerja dan inefisiensi biaya pekerjaan dari yang sebenarnya).

2.6.2. Teknik Manajemen Proyek Gantt Chart

Diagram gantt adalah sebuah contoh teknik non matematis yang digunakan secara luas yang populer dikalangan manager karena sifatnya sederhana dan visual. (Heizer dan Render, 2011:90).

Suatu pendekatan penjadwalan proyek yang populer adalah diagram gantt. Diagram Gantt adalah cara berbiaya rendah yang membantu para manager memastikan bahwa:

1. Semua aktivitas telah direncanakan
2. Urutan kinerjanya telah diperhitungkan
3. Perkiraan waktu aktivitas telah di catat
4. Keseluruhan waktu proyek telah dibuat.

| Deskripsi | Aktivitas | Waktu (Menit) | | | |
|-------------------|------------------------------------|---------------|----|----|----|
| | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Penumpang | Keluar | ■ | | | |
| | Klaim Bagasi | ■ | | | |
| Bagasi | Bongkar peti kemas | ■ | | | |
| Bahan Bakar | Pengisian | ■ | ■ | ■ | |
| | Air injeksi mesin | | | | ■ |
| Kargo dan Surat | Bongkar peti kemas | ■ | ■ | | |
| Layanan Galeri | Pintu Kabin Utama | ■ | ■ | ■ | |
| | Pintu Buritan Kabin | | | ■ | ■ |
| Servis Toilet | Bagian dalam (aft), pusat, kedepan | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Air Minum | Pemuatan | ■ | ■ | | |
| Pembersihan Kabin | Kelas satu | ■ | ■ | ■ | |
| | Kelas ekonomi | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Kargo dan Surat | Pemuatan Peti Kemas/Curah | | | ■ | ■ |
| Jasa Penerbangan | Cek Galeri/Kabin | | | ■ | ■ |
| | Menerima Penumpang | | | | ■ |
| Kru Operasi | Cek Pesawat | | | ■ | ■ |
| Bagasi | Pemuatan | | | ■ | ■ |
| Penumpang | Masuk | | | | ■ |

Sumber: Manajemen Operasi, Heizer dan Render (2011)

Gambar 3
Diagram Gantt Chart

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2, diagram gantt sangat mudah dipahami. Balok-balok horizontal digambarkan untuk setiap aktivitas sepanjang garis waktu. Ilustrasi dari pelayanan rutin pesawat jet delta selama perjalanan 60 menit menunjukkan diagram gantt juga dapat digunakan untuk penjadwalan operasi yang berulang. Pada kasus ini, diagram membantu menunjukkan potensi keterlambatan.

Dalam proyek-proyek sederhana, diagram penjadwalan seperti ini dapat digunakan sendiri. Diagram ini memungkinkan para manager mengamati kemajuan setiap aktivitas untuk mengetahui dan menangani luas daerah permasalahan. Akan tetapi, diagram gantt tidak memadai untuk mengilustrasikan hubungan antara aktivitas dan sumber daya. (Heizer dan Render, 2011:91)

2.6.3. Teknik Manajemen Proyek PERT dan CPM

Teknik evaluasi dan pengulasan program (dikenal luas sebagai *program evaluation and review technique*-PERT) dan metode jalur kritis (umumnya disebut *critical path method*-CPM) dikembangkan tahun 1950-an untuk membantu para manajer untuk melakukan penjadwalan, pemantauan, serta pengendalian proyek-proyek besar dan kompleks. CPM muncul terlebih dahulu ditahun 1957 sebagai perangkat yang dikembangkan oleh J.E. Kelly dari Remington Rand dan N.R. Walker dari duPont untuk membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di duPont. Secara terpisah, PERT dikembangkan di tahun 1958 oleh Booz, Allen dan Himilton untuk angkatan laut Amerika Serikat.

Dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi penyusunan jadwal, anggaran, kebutuhan sumber daya manusia, dan sumber organisasi lainnya, serta dasar bagi proses pengendalian. Oleh karena itu, penentuan waktu yang tidak akurat akan dapat mengganggu proses manajemen selanjutnya.

Dalam Heizer dan Render (2011:112), PERT mengatasi masalah variabilitas waktu aktivitas saat melakukan penjadwalan proyek. Menurut T. Hani Handoko (2011:402), PERT bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki efisiensi pengerjaan proyek-proyek segala ukuran.

Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat). PERT menggunakan unsur probability. Menurut Heizer dan Render (2014:80), mengemukakan bahwa dalam PERT menggunakan distribusi probabilitas berdasarkan pada tiga estimasi waktu untuk masing-masing aktivitas, yaitu:

1. Waktu Optimis (*Optimistic Time*) (a)= Waktu yang akan diambil oleh suatu aktivitas jika segala sesuatunya berjalan sesuai dengan rencana.
2. Waktu Pesimis (*Pessimistic Time*) (b)= Waktu yang akan diambil oleh suatu aktivitas dengan mengamsumsikan kondisi yang kurang menguntungkan.
3. Waktu Paling Mungkin (*Most Likely Time*) (m)= Estimasi waktu yang paling realistis yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas.

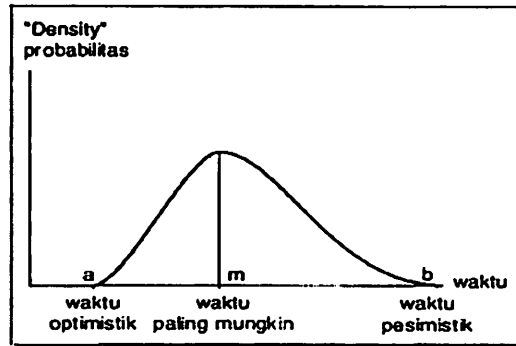
Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Iman Soeharto, 1999:267).

Menurut Heizer dan Render (2011:112), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis.

Menurut Iman Soeharto (1999:270), mengingat besarnya pengaruh angka-angka a, m, dan b dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam menentukan angka estimasi, diantaranya :

- a. Estimator perlu mengetahui fungsi dari a, m, dan b dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT.
- b. Di dalam proses estimasi angka-angka a, m, dan b bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- c. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembandingan dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan.

Dari kurva distribusi (Gambar 4) dapat dijelaskan arti a, b, dan m. Kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m. Kurva a dan b terletak di pinggir kanan kiri dari kurva distribusi, yang menandai batas rentang waktu kegiatan.



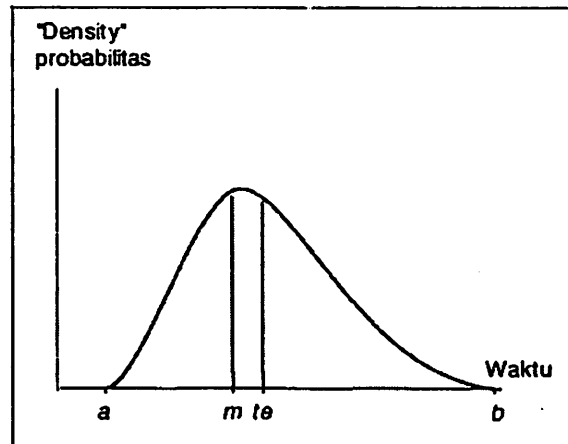
Sumber : Manajemen Proyek, Soeharto (1999)

Gambar 4

Tiga Macam Taksiran Waktu Pada Distribusi Beta

Ketiga angka perkiraan waktu tadi, yaitu a , b , m , dihubungkan menjadi satu angka yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan. Angka te adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah besar.

Dalam menentukan angka te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya (Gambar 5).



Sumber : Manajemen Proyek, Soeharto (1999)

Gambar 5

Expected Value, Nilai Tengah, a , m , dan b dalam Distribusi Beta

PERT menganggap bahwa waktu penyelesaian suatu aktivitas mengikuti pola distribusi kemungkinan dan sifatnya continuous. Hal ini memungkinkan untuk menentukan besarnya nilai harapan (*expected value*) dengan standar defiasinya. Dengan demikian waktu harapan untuk pengerjaan suatu aktivitas adalah sebagai berikut:

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana:

Te = *Expected time* suatu aktivitas

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

m = *Most likely time* (waktu realistis)

Dengan menggunakan konsep te, maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku slack=0 (Budi Santosa. 2009:77).

Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurung waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut:

Deviasi standar kegiatan:

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

Dimana:

S = Deviasi standar kegiatan

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

Untuk variasi kegiatan dirumuskan:

Varians Kegiatan:

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

Dimana:

V(te) = Varians kegiatan

S = Deviasi standar kegiatan

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang di harapkan (te) dengan target t(d) yang di nyatakan dalam rumus:

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

z = Angka kemungkinan mencapai target

$T(d)$ = Target Jadwal

TE = Jumlah waktu kegiatan kritis

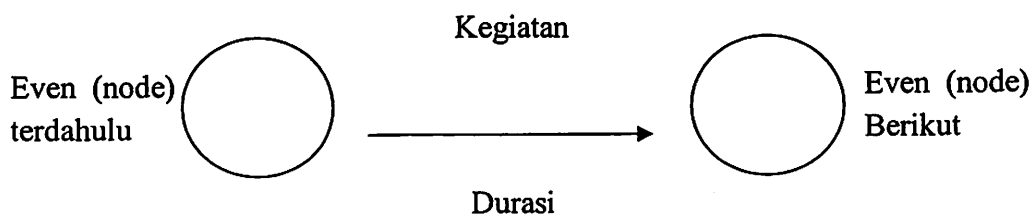
S = Deviasi standar kegiatan

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

Menurut Heizer dan Render (2011:94), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau time cost trade off atau crash program. Menurut Iman Soeharto (1999:293), dalam menganalisis proses crashing digunakan asumsi berikut :

- a. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya.
- b. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Dalam operasionalnya *Critical Path Method* (CPM) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah untuk menentukan lintasan kritis sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*Deterministic*). (Hamdan dan Nurjaman, 2014:342) adapun bentuk CPM pada gambar 6.



Sumber: Manajemen Proyek, Hamdan dan Nurjaman (2014:342).

Gambar 6

Bentuk CPM

- Simbol peristiwa/kejadian/event
- Menunjukkan titik waktu mulainya atau selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu.
- Simbol Kegiatan (*activity*)
- Kegiatan membutuhkan jangka waktu (durasi) dan sumber daya.
- ▶ Simbol Kegiatan Semu (*dummy*)
- Kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya.

Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network*) adalah sebagai berikut (Iman Soeharto, 1999:240) :

1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
2. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
3. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
4. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan float pada jaringan kerja.

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (*path*) merupakan serangkaian aktivitas berhubungan yang bermula dari node awal ke node penyelesaian/ akhir. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut. Jalur terpanjang yang melewati, menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktivitas pada jalur terpanjang itu ditunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktivitas jalur terpanjang merupakan aktivitas jalur kritis, dan jalur terpanjang itu disebut jalur kritis.

Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan waktu percepatan dan menghitung biaya tambahan untuk percepatan setiap kegiatan.
- b. Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan kegiatan kritis yang memiliki slope biaya terendah. Apabila upaya percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada pada

lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang.

- c. Sistem kembali jaringan kerjanya.
- d. Ulangi langkah kedua dan berhenti melakukan upaya percepatan apabila terjadi penambahan lintasan kritis. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka upaya percepatan dilakukan serentak pada semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Usahakan agar tidak terjadi penambahan atau pemindahan jalur kritis apabila diadakan percepatan durasi pada salah satu kegiatan.
- e. Upaya percepatan dihentikan apabila aktivitas pada lintasan kritis telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).
- f. Hitung biaya keseluruhan akibat percepatan untuk mengetahui total biaya proyek yang dikeluarkan.

Aspek biaya dalam penjadwalan proyek diperhitungkan karena adanya hubungan ketergantungan antara durasi waktu dengan biaya. Biaya yang dihitung adalah biaya langsung.

a. Kerangka PERT dan CPM

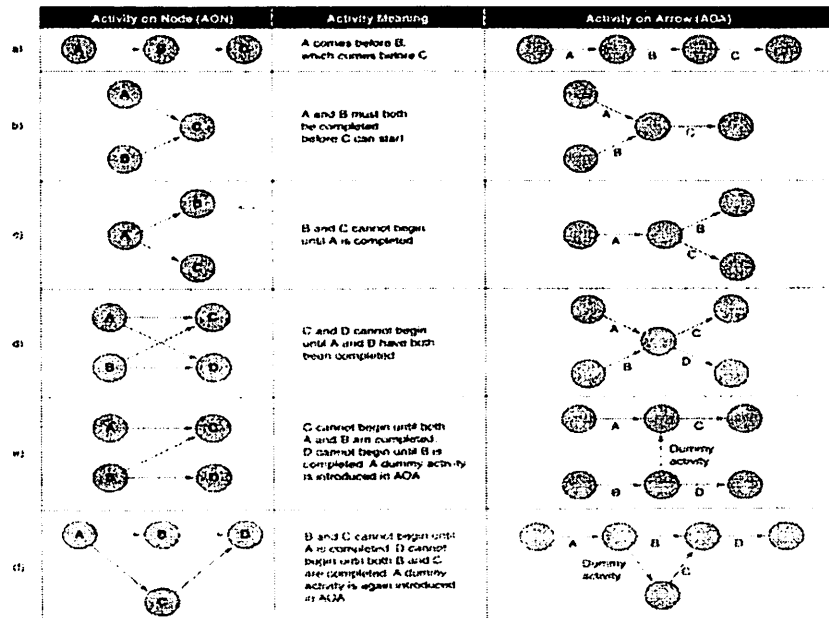
Menurut Heizer dan Render (2011:93), PERT dan CPM mengikuti enam langkah dasar berikut:

1. Mementukan proyek dan menyiapkan struktur perincian kerja
2. Mengembangkan hubungan antar aktivitas. Menentukan aktivitas mana yang harus di dahulukan dan mana yang harus mengikuti aktivitas lainnya.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan semua aktivitas.
4. Menentukan waktu dan/atau estimasi biaya pada masing-masing aktivitas.
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini di sebut dengan jalur kritis (Critical Path).
6. Menggunakan jaringan untuk membantu merencanakan, menentukan jadwal, mengawasi, dan mengendalikan proyek.

b. Aktivitas, Kejadian, Jaringan

Langkah pertama dalam jaringan PERT atau CPM adalah membagi keseluruhan proyek menjadi aktivitas-aktivitas yang signifikan, sesuai dengan struktur penguraian kerja. Ada dua pendekatan untuk menggambar jaringan proyek: Aktivitas pada titik (*activity on node-AON*) dan aktivitas pada panah (*activity on arrow-AOA*). Berdasarkan

kesepakatan untuk AON, *titik* menunjukkan aktivitas. Pada AOA, *panah* menunjukkan aktivitas. Aktivitas memerlukan waktu dan sumber daya. Perbedaan mendasar antara AON dan AOA adalah titik pada diagram AON mewakili aktivitas. Pada jaringan AOA, titik mewakili waktu mulai dan selesainya suatu aktivitas yang disebut *kejadian*. Artinya, titik pada AOA tidak menghabiskan waktu maupun sumber daya.



Sumber: Manajemen Operasi, Heizer dan Render (2011).

Gambar 7

Perbandingan pemakaian jaringan AON dan AOA

Pada gambar 3.a, aktivitas A harus selesai sebelum aktivitas B dimulai dan aktivitas B harus selesai sebelum C dimulai. Gambar 3.e dan 3.f menggambarkan pendekatan AOA terkadang memerlukan tambahan aktivitas *dummy* (*dummy activities*) untuk memperjelas hubungan-hubungannya. Aktivitas *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, tetapi diperlukan bila sebuah jaringan mempunyai dua aktivitas dengan kejadian mulai dan akhir yang sama, atau bila dua atau lebih mengikuti beberapa, tetapi tidak semua aktivitas pendahulu. (Heizer dan Render, 2011:96).

c. Garis Edar Kritis (*Critical Path*)

Jalur Kritis (*critical path*) aktivitas pada sebuah proyek merupakan aktivitas yang membentuk mata rantai terpanjang terkait dengan waktu penyelesaian. Jika ada salah satu aktivitas dalam jalur kritis yang tertunda, sehingga terdapat banyak jalur kritis yang sangat mungkin terjadi dan bahkan sering kali muncul. Menentukan informasi penjadwalan masing-masing aktifitas dalam proyek adalah tujuan utama

teknik CPM. Teknik ini memperhitungkan kapan suatu aktivitas harus dimulai dan diakhiri, serta apakah suatu aktivitas termasuk dalam jalur kritis. (F.Robert Jacobs dan Richard B. Chase, 2015:98).

Jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang yang terdapat diseluruh jaringan. Untuk mengetahui jalur kritis, kita menghitung dua waktu awal dan akhir berbeda untuk setiap aktivitas. Hal itu di lakukan sebagai berikut:

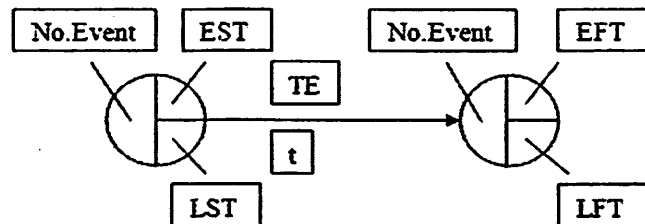
Mulai paling awal (*earliest start-ES*)=waktu paling awal suatu aktivitas dapat dinilai dengan asumsi sebuah pendahulunya sudah selesai.

Selesai paling awal (*earliest finish-EF*)=waktu paling awal sebuah aktivitas dapat selesai.

Waktu paling lambat (*latest start-LS*)=waktu terakhir suatu aktivitas dapat dinilai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Selesai paling lambat (*latest finish-LF*)=waktu terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

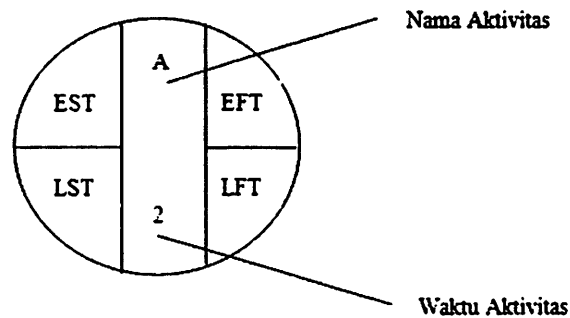
Kita menggunakan proses *two-past* yang terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap aktivitas. ES dan EF ditentukan selama *forward pass*. LS dan EF ditentukan selama *backward pass*.(Heizer dan Render, 2011:102).



Sumber: Manajemen Operasi (Sobarsa Kosasih, 2009)

Gambar 8

Memulai dan menyelesaikan sebuah aktivitas



Sumber: Manajemen Operasi, Heizer dan Render (2011).

Gambar 9

Notasi yang Digunakan pada Titik untuk Forward dan Backward Pass

LFT = Earlies Start Time, waktu yang paling cepat untuk memulai sebuah event.

LST = Latest Start Time, waktu yang paling lambat untuk memulai sebuah event.

EFT = Earlies Finish Time, waktu yang paling cepat untuk menyelesaikan sebuah event.

LFT = Latest Finish Time, waktu yang paling lambat untuk menyelesaikan sebuah event.

t = Duration of Activity, lamanya waktu pengerjaan waktu aktivitas.

TE = Waktu yang di harapkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999:254). Lintasan kritis (Critical Path) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal.

d. Penjadwalan Aktivitas

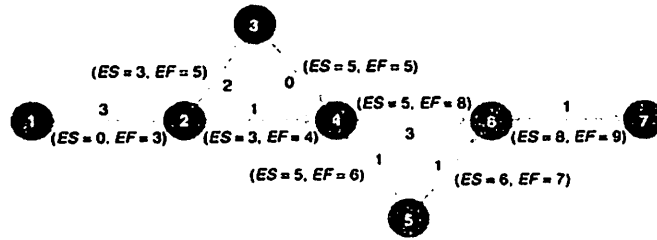
Aturan mulai paling awal sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan.

1. Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya.
2. Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, yaitu:

$$ES = \text{Max} (\text{EF semua pendahulu langsung})$$

Aturan selesai paling awal, waktu selesai paling awal (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari waktu mulai paling awal (ES) dan waktu aktivitas itu sendiri yaitu:

$EF = ES + \text{Waktu Aktivitas}$



Sumber: Manajemen Operasi, Jay Heizer dan Barry Render (2011).

Gambar 10

Waktu mulai paling awal dan waktu selesai paling awal pada sebuah aktivitas

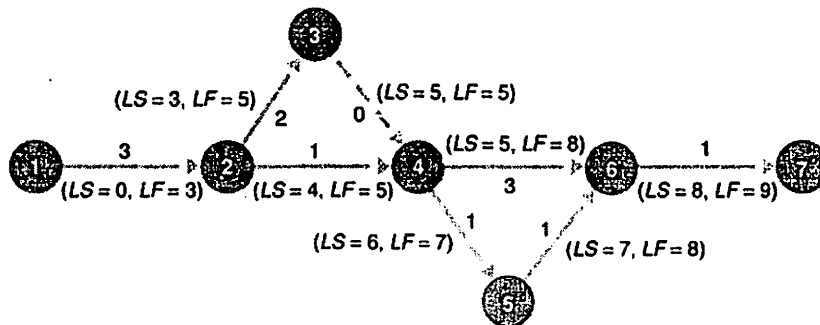
Aturan Waktu Selesai Paling Lambat, aturan ini didasarkan pada kenyataan bahwa sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, seluruh pendahulu langsungnya harus diselesaikan.

1. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung dari hanya satu aktivitas, LF-nya sama dengan LS dari aktivitas yang secara langsung mengikutinya.
2. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung dari lebih dari satu aktivitas, maka LF adalah minimum dari seluruh nilai LS dari aktivitas-aktivitas yang secara langsung mengikutinya, yaitu:

$$LF = \text{Min (LS dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya)}$$

Aturan Waktu Mulai Paling Lambat adalah waktu yang mulai paling lambat (LS) dari suatu aktivitas adalah selisih dari waktu selesai paling lambat (LF) dan waktu aktivitasnya yaitu:

$$LS = LF - \text{Waktu Aktivitas}$$



Sumber: Manajemen Operasi, Jay Heizer dan Barry Render (2011).

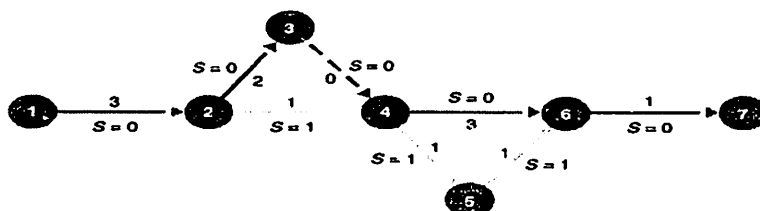
Gambar 11

Waktu selesai paling lambat dan waktu mulai paling lambat pada sebuah aktivitas

e. Kesenjangan Aktivitas

Setelah melakukan waktu paling awal dan waktu paling lambat dari semua aktivitas, maka menemukan jumlah waktu longgar (slack time) atau waktu bebas yang dimiliki oleh setiap aktivitas menjadi mudah. Slack adalah waktu luang yang keterlambatan proyek secara keseluruhan. Secara matematis.

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF}$$



Sumber: Manajemen Operasi, Jay Heizer dan Barry Render (2011)

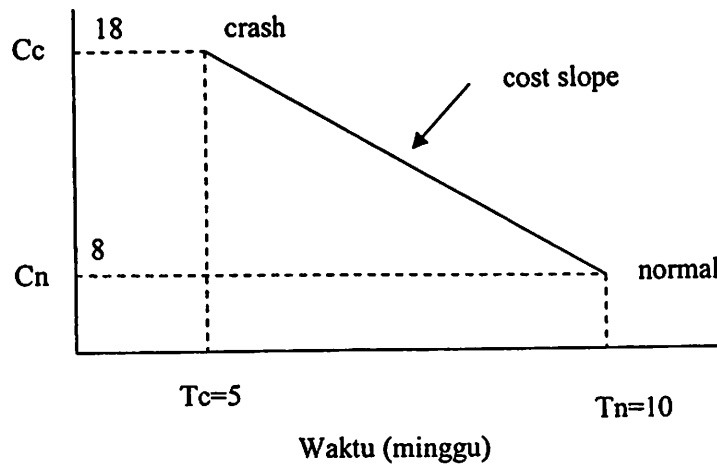
Gambar 12

Waktu Longgar (Slack) pada sebuah aktivitas

2.6.4. Hubungan Antara Waktu dan Biaya

CPM mengasumsikan bahwa umur proyek bisa dipersingkat dengan penambahan sumber daya tenaga kerja, peralatan, modal untuk kegiatan-kegiatan tertentu. Bila tidak ada ketentuan lain, maka waktu pelaksanaan kegiatan dianggap berada pada kondisi "Normal", waktu pelaksanaan pada kondisi normal dinamakan waktu normal (T_n). Ongkos pelaksanaan suatu kegiatan pada kondisi normal dinamakan biaya normal (C_n). Penambahan tenaga kerja atau kerja lembur bisa mengurangi waktu normal. Penambahan tenaga kerja tersebut berarti penambahan biaya. Waktu normal T_n biasanya merupakan waktu terpanjang bagi suatu kegiatan sedangkan biaya normal C_n adalah biaya paling murah. Bila semua sumberdaya yang dimiliki perusahaan dikerahkan sehingga suatu kegiatan bisa diselesaikan secepat mungkin, kegiatan tersebut dikatakan Crashed. Kondisi crashed tidak hanya berhubungan dengan waktu tercepat, tetapi juga dengan biaya terbesar.

Dalam kondisi crashed waktu pelaksanaan kegiatannya adalah T_c , biayanya C_c .



Sumber: Manajemen Proyek, Budi Santosa (2009)

Gambar 13

Hubungan biaya dan waktu pada keadaan normal dan *crash*

Biaya *crashing* sebuah aktivitas juga bergantung pada sifat aktivitas tersebut. Para manajer biasanya lebih suka memperceat sebuah proyek dengan biaya tambahan yang paling sedikit. Jadi, ketika memilih aktivitas yang akan dipersingkat dan menentukan banyaknya, secara sistematis:

$$\text{Biaya crash per periode} = \frac{(\text{biaya crash} - \text{biaya normal})}{(\text{waktu normal} - \text{waktu crash})}$$

Menurut Mahendra (2004:15), tolak ukur sukses pengelolaan proyek adalah:

- a. Biaya Proyek, tidak melebihi batas yang telah direncanakan atau yang telah disepakati sebelumnya atau sesuai dengan kontrak pelaksanaan suatu pekerjaan.
- b. Mutu Pekerjaan, atau mutu hasil akhir pekerjaan dan proses/cara pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi standar tertentu sesuai dengan kesepakatan, perencanaan, ataupun dokumen kontrak pekerjaan.
- c. Waktu Penyelesaian Pekerjaan, harus memenuhi batas waktu yang telah disepakati dalam dokumen perencanaan atau dokumen kontrak pekerjaan yang bersangkutan.

2.6.5. Akselerasi Proyek

Asumsi dasar dalam penjadwalan biaya minimum juga dikenal dengan "akselerasi" yaitu adanya hubungan antara waktu penyelesaian aktivitas dan biaya proyek. Akselerasi merupakan penekanan atau pemendekaan waktu penyelesaian proyek. Pada satu sisi, dibutuhkan biaya untuk mempercepat aktivitas, pada sisi lain dibutuhkan biaya untuk meneruskan (memperpanjang) proyek. Biaya terkait percepatan aktivitas disebut biaya langsung aktivitas dan menambahkan biaya langsung proyek. Beberapa

biaya berhubungan dengan pekerja, seperti membeli atau menyewa perlengkapan tambahan atau peralatan yang lebih efisien dan menambah fasilitas pendukung.

Biaya terkait dengan kelangsungan proyek disebut biaya tidak langsung proyek, antara lain biaya overhead, fasilitas, peluang sumber daya, dan dalam situasi kontrak tertentu, akan ada biaya pinalti, atau pembayaran intensif atas kerugian. Karena biaya langsung aktivitas dan biaya tidak langsung proyek merupakan biaya yang berlawanan jika didasarkan pada waktu, salah satu masalah esensial dalam penjadwalan adalah dalam mencari durasi proyek yang meminimalkan jumlah biaya, atau dengan kata lain, mencari titik optimum dalam *trade-off* waktu biaya.

2.7. Kajian Penelitian Terdahulu

Hingga saat ini, penelitian mengenai perencanaan waktu dan biaya pada PT. Komatsu Indonesia belum ada, tetapi dalam mengkaji jalur kritis di PT. Komatsu Indonesiaa perlu dilakukan pengkajian dari hasil penelitian terdahulu, khususnya penelitian-penelitian yang memiliki kesamaan objek penelitian atau kesamaan penelitian yaitu perencanaan waktu dan biaya.

Agus Somantri (2005) mengadakan penelitian dengan judul Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di Politeknik Manufaktur pada PT. Haryang Kuning. PT. Haryang Kuning merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang konsultan desain arsitektur dan teknik umum.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu dan biaya dalam proyek penambahan ruang kelas di politeknik manufaktur, melakukan identifikasi lingkungan internal untuk menentukan perencanaan efisiensi waktu dan biaya proyek tersebut dan menelaah masalah-masalah yang di hadapi dalam perencanaan waktu dan biaya proyek penambahan ruang kelas.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey lapangan dan wawancara langsung dengan pihak perusahaan. Survey dilakukan untuk mengetahui bagaimana perencanaan waktu penambahan ruang kelas, sedangkan wawancara dimaksudkan untuk mengetahui masalah-masalah yang dihadapi perusahaan dalam penambahan ruang kelas, serta mengetahui sejarah dan aktivitas-aktivitas pekerjaan yang ada dalam perusahaan.

Perencanaan yang dilakukan oleh perusahaan dalam menentukan waktu proyek dan kegiatan yang dilaksanakan untuk menyelesaikan proyek penambahan ruang kelas bertitik tolak pada perencanaan strategis dan perencanaan operasional serta pengalaman-pengalaman perusahaan dan para pekerja dalam mengerjakan proyek.

Dalam penerapan Network Planning dengan menggunakan metode lintasan kritis (CPM) lebih meningkatkan efisiensi waktu dan biaya proyek

penambahan ruang kelas. Jika waktu normal penyelesaian proyek adalah 113 hari dengan biaya sebesar Rp. 1.372.290.934,1 maka dengan menerapkan *network planning* yang menggunakan metode lintasan kritis (CPM) untuk mempersingkat waktu, didapat waktu penyelesaian proyek selama 105 hari dengan biaya sebesar Rp.1.367.495.816,960. Dengan demikian, maka proyek mempunyai efisiensi waktu selama 8 hari atau sebesar 7,07% dan efisiensi biaya sebesar Rp. 4.795.118,140 atau sebesar 0,349 %.

Dalam pelaksanaan proyek penambahan ruang kelas ini perusahaan mengalami kendala-kendala yang tidak diduga dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Kendala-kendala tersebut adalah: (a) Cuaca, (b)Komunikasi, (c)Ketersediaan bahan/material, (d)Semangat kerja.

Aryo Andri Nugroho (2007) mengadakan penelitian dengan judul *Optimalisasi Penjadwalan Proyek pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Kelas 1 Tanjung Mas Semarang*. Proyek tersebut dilakukan oleh PT. Munica Pratama Group yang menangani pembangunan gedung khusus (laboratorium) dan sarana prasarana lingkungan gedung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara menentukan lintasan kritis dengan menggunakan metode PERT-CPM pada penjadwalan proyek pembangunan gedung stasiun karantina ikan kelas 1 tanjung mas semarang.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi literatur dan studi kasus. Data yang diambil berupa data sekunder yaitu data yang sudah ada yang diperoleh langsung dari PT. Munica Pratama Group, yaitu berupa data pembangunan gedung khusus (laboratorium) dan sarana prasarana lingkungan gedung stasiun ikan kelas 1 tanjung mas. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu (1) Secara teoritis yaitu perhitungan dengan menggunakan metode PERT-CPM, dengan berdasarkan data pembangunan. (2) Secara laboratorium yaitu perhitungan dengan menggunakan program Excel.

Dalam mencari lintasan kritis dengan menggunakan metode PERT-CPM mempunyai beberapa langkah yaitu pertama membuat tabel rencana kegiatan, kedua membuat network, ketiga menghitung maju dan mundur dan terakhir menghitung kelonggaran waktu. Lintasan kritis yang diperoleh yaitu (X1) pekerjaan pembongkaran bangunan lama, (X2) pekerjaan bouplank, (X6) pekerjaan kolom 20/40, X13 yaitu pekerjaan balok anak 20/40, (X19) pekerjaan kolom 20/30 pada lantai 2, (X32) pekerjaan plesteran 1pc:3ps pada lantai 2 (tahap 1), (X62) pekerjaan gording bengkirai (tahap 1), (X90) pekerjaan list plafond gypsum, (X156) pekerjaan tangga kayu (tahap 2), (X169) pekerjaan penangkal petir (tahap 2). Hasil perhitungan dengan

menggunakan metode PERT-CPM membutuhkan waktu 144 hari dengan biaya Rp.606.360.753,00.

Lintasan kritis yang diperoleh dari Excel sama dengan metode PERT-CPM yaitu (X1) pekerjaan pembongkaran bangunan lama, (X2) pekerjaan bouplank, (X6) pekerjaan kolom 20/40, X13 yaitu pekerjaan balok anak 20/40, (X19) pekerjaan kolom 20/30 pada lantai 2, (X32) pekerjaan plesteran 1pc:3ps pada lantai 2 (tahap 1), (X62) pekerjaan gording bengkirai (tahap 1), (X90) pekerjaan list plafond gypsum, (X156) pekerjaan tangga kayu (tahap 2), (X169) pekerjaan penangkal petir (tahap 2). Hasil perhitungan dengan Excel sama dengan metode PERT-CPM yaitu membutuhkan waktu 144 hari / 24 minggu dengan biaya Rp.606.360.753,00 sedangkan perhitungan yang dilakukan PT MUNICA PRATAMA GROUP membutuhkan waktu 150 hari dengan biaya Rp.616.634.000,00 sehingga dapat menghemat waktu 6 hari dan biaya sebesar Rp.10.273.247,00.

2.8. Kerangka Berpikir dan Konstelasi Penelitian

Proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas.

Pengelolaan adalah suatu rangkaian kegiatan yang berintikan perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengawasan yang bertujuan menggali dan memanfaatkan sumber daya alam yang dimiliki secara efektif untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditentukan (Hamdan dan Nurjaman, 2014:57). Dalam pengelolaan sebuah proyek diperlukannya peran seorang manajer dalam pengendalian waktu agar tidak melebihi batas yang telah direncanakan atau disepakati sebelumnya.

Menurut Siswanto dalam Eka Dannyanti (2010:14), manajemen proyek adalah penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu penyusunan jadwal, anggaran, kebutuhan sumber daya manusia, sumber organisasi yang lain dan proses pengendalian.

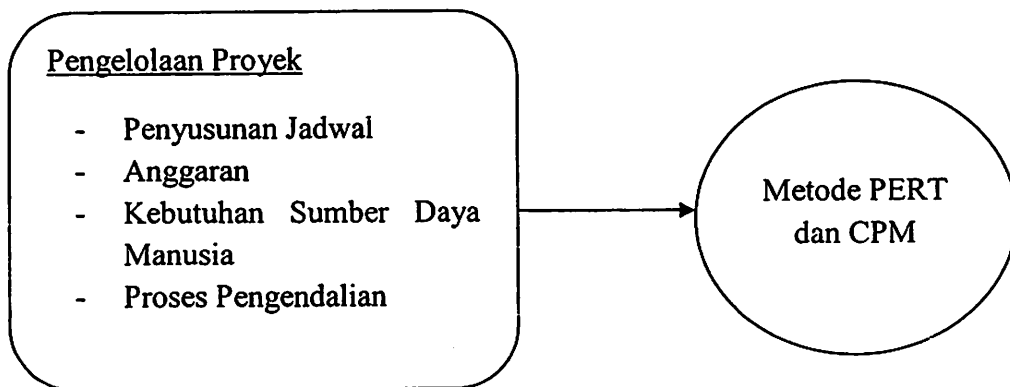
Menurut Heizer dan Render (2011:87), manajemen proyek meliputi tiga fase yaitu: perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian. Tujuan manajemen proyek menurut Hani Handoko (2011:402), yaitu tepat waktu (*on time*), tepat anggaran (*on budget*), dan tepat spesifikasi (*on specification*).

Mutu pekerjaan atau mutu hasil akhir pekerjaan dan proses pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi standar tertentu sesuai dengan kesepakatan, perencanaan, ataupun dokumen kontrak pekerjaan. Dan pengendalian waktu penyelesaian pekerjaan harus memenuhi batas waktu yang telah disepakati

dalam dokumen perencanaan atau dokumen kontrak pekerjaan yang bersangkutan.

Perencanaan dan pengendalian proyek merupakan pengaturan aktivitas-aktivitas melalui koordinasi waktu dalam menyelesaikan keseluruhan pekerjaan dan pengalokasian sumber daya pada masing-masing aktivitas, agar keseluruhan pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Untuk menganalisa proyek tersebut menggunakan metode PERT dan CPM, dimana metode tersebut digunakan sebagai alat analisis dalam mengoptimalkan biaya dan waktu proyek. Guna mencapai tingkat keberhasilan pada waktu dan biaya yang se-efisien mungkin.



Sumber: Konstelasi Penelitian, 2016

Gambar 14

Konstelasi Penelitian

2.9. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir yang didukung dengan sejumlah acuan teoritik mengenai konsep penyeimbangan ini, maka dapat disusun hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Bahwa perencanaan waktu proyek pada PT. Komatsu Indonesia sudah terjadwal dengan baik.
2. Bahwa perencanaan biaya proyek sudah teroptimalkan.
3. Bahwa terdapat masalah-masalah dalam perencanaan waktu dan biaya pada proyek PT. Komatsu Indonesia.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian Deskriptif Eksploratif dengan metode penelitian studi kasus yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan menguraikan secara menyeluruh dan teliti sesuai dengan masalah yang akan dipecahkan. Teknik penelitian yang digunakan adalah metode PERT dan CPM.

3.2. Objek, Unit Analisis, dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian pada penelitian proyek ini adalah variabel pelaksanaan proyek dengan indikator penyusunan jadwal dan anggaran proyek.

Unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah organisasi perusahaan yang memperoleh data dari divisi atau bagian pada organisasi yang menjadi unit penelitian yaitu pengelolaan proyek yang terdapat pada PT. Komatsu Indonesia.

Lokasi penelitian ini di lakukan pada PT. Komatsu Indonesia yaitu Jalan Jalur Sutera Barat Kav.16, Alam Sutera, Kota Tangerang, Banten.

3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Jenis data yang diteliti adalah jenis data kualitatif dan data kuantitatif yang merupakan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer diperoleh melalui observasi langsung, dan wawancara. Data yang dikumpulkan berupa:

1. Data internal organisasi yang meliputi visi, misi dan tujuan organisasi, struktur organisasi, sumber daya manusia secara kualitatif dan kuantitatif, kegiatan fungsional/organisasi dari PT. Komatsu Indonesia.

Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui studi kepustakaan yang isinya berupa data teori pendukung organisasi. Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data yang diperoleh dari laporan perusahaan atau literature yang dimiliki oleh perusahaan baik data internal perusahaan maupun data eksternal.

3.4. Operasionalisasi Variabel

Tabel 2
Operasionalisasi Variabel “Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A Sektor B (4 Lantai) Di Alam Sutera Realty Pada PT. Komatsu Indonesia”

| Variabel | Indikator | Ukuran | Skala |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Pengelolaan proyek | <ul style="list-style-type: none"> - Penyusunan Jadwal - Anggaran - Kebutuhan Sumber Daya Manusia - Proses Pengendalian | <ul style="list-style-type: none"> - Hari - Rupiah - Satuan (Unit) - | Rasio |

3.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan beberapa cara, yaitu

1. Observasi langsung yaitu dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan dengan tujuan untuk mengetahui secara langsung kegiatan proyek di PT. Komatsu Indonesia.
2. Wawancara yang dilakukan terhadap pihak-pihak yang berwenang atau berkepentingan yaitu dengan kontraktor dan manajer audit proyek yang dilaksanakan di PT. Komatsu Indonesia.
3. Pengumpulan data sekunder yang dilakukan secara manual dengan memfotocopy buku atau literature atau laporan dari perusahaan dan mengumpulkan data dengan mengunduh (*mendonwload*) *media on line internet* berupa data dari media masa cetak atau website resmi perusahaan.

3.6. Metode Analisis

Data dan informasi yang terkumpul diolah dan dianalisis lebih lanjut dengan cara:

1. Analisis deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan memperoleh gambaran secara mendalam dan objektif mengenai pengelolaan proyek.
2. Teknik analisis yang di gunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan PERT dan CPM. PERT menganggap bahwa waktu penyelesaian suatu aktivitas mengikuti pola distribusi kemungkinan dan sifatnya *continuous*. Hal ini memungkinkan untuk menentukan besarnya nilai harapan (*expected value*) dengan standar deviasinya. Dengan

demikian waktu harapan untuk pengerjaan suatu aktivitas adalah sebagai berikut:

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana:

T_e = *Expected time* suatu aktivitas

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

m = *Most likely time* (waktu realistik)

Dengan menggunakan konsep te , maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku $slack=0$.

Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurung waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b , dirumuskan sebagai berikut:

Deviasi standar kegiatan:

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

Dimana:

S = Deviasi standar kegiatan

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

Untuk variasi kegiatan dirumuskan:

Varians Kegiatan:

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

Dimana:

$V(te)$ = Varians kegiatan

S = Deviasi standar kegiatan

a = *Optimistic time estimated* (waktu optimis)

b = *Pessimistic time* (waktu pesimis)

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang di harapkan (te) dengan target $t(d)$ yang di nyatakan dalam rumus:

1. PT. Komatsu Undercarriage Indonesia

KUI yang didirikan pada tanggal 9 November 2000 adalah pabrik komponen Komatsu pertama yang berada di luar Jepang. Efektif pada tanggal 1 Januari 2012, Komatsu Forging Indonesia (KOFI) ikut bergabung dengan KUI. Saat ini, saham KUI dimiliki oleh Hokuriku Kogyo Co Ltd, Neturen Co Ltd, Nagatsu Industries Ltd, Komatsu Indonesia, dan Yayasan Komatsu Indonesia Peduli. Tujuan pendirian KUI adalah sebagai fondasi pasokan asli struktur bagian bawah (under carriage) produk Komatsu yang akan disalurkan ke seluruh dunia di mana alat berat merek Komatsu beroperasi. Jenis-jenis produk meliputi Link, Roller, Idler dan komponen undercarriage terkait. Bertempat di Cikarang, Jawa Barat, KUI memulai produksi komersial berdasarkan permintaan dari pelanggan.

2. PT. Komatsu Reman Indonesia

Pada tanggal 18 Januari 2007, Komatsu sebagai produsen konstruksi dan mesin pertambangan kelas dunia mendirikan KRI yang berfungsi sebagai pabrik komponen rekondisi dan pemasok produk reman merek Komatsu. KRI memiliki tenaga-tenaga handal dan berpengalaman yang didukung sepenuhnya dengan fasilitas pengujian, pengukuran, dan peralatan mesin. Melalui metode proses remanufacture dan standar sistem manajemen mutu terbaik, KRI menghasilkan produk remanufacture berkualitas tinggi dan handal. Fasilitas KRI terletak di Kawasan Berikat Nusantara di Jakarta Utara.

3. PT. Komatsu Remanufacturing Asia

Pada tanggal 18 Januari 2007, Komatsu sebagai produsen konstruksi dan mesin pertambangan kelas dunia mendirikan KRI yang berfungsi sebagai pabrik komponen rekondisi dan pemasok produk reman merek Komatsu. KRI memiliki tenaga-tenaga handal dan berpengalaman yang didukung sepenuhnya dengan fasilitas pengujian, pengukuran, dan peralatan mesin. Melalui metode proses remanufacture dan standar sistem manajemen mutu terbaik, KRI menghasilkan produk remanufacture berkualitas tinggi dan handal. Fasilitas KRI terletak di Kawasan Berikat Nusantara di Jakarta Utara.

4. PT. Komatsu Patria Lampiran

KPA yang didirikan pada 22 Januari 2009 berfungsi untuk merancang dan memproduksi bucket dan blade, attachmentmesin alat berat yang khusus ditujukan untuk aplikasi pertambangan. Saat ini, KPA adalah perusahaan patungan antara Komatsu Indonesia, PT United Tractors Pandu Engineering dan Maruei Co, Ltd di Jepang. KPA juga

menawarkan pembuatan attachment Komatsu model standar dan attachment modifikasi yang dirancang khusus di bawah lisensi produk Komatsu, serta attachment untuk alat berat dari kelas yang sama untuk merek "Patria". KPA memasok produknya ke seluruh Indonesia dan Asia Tenggara.

5. PT. Komatsu Marketing dan Pemasaran Indonesia

KMSI didirikan pada tanggal 1 Juli 2005 ketika kantor di Jakarta keluar dari kepemilikan Komatsu Asia & Pacific Pte Ltd. Setahun kemudian, tepatnya tahun 2006, KMSI mulai menangani suku cadang sendiri. Walaupun bisnis utama KMSI adalah menjual spare parts dan layanan produk pendukung, KMSI juga melakukan berbagai kegiatan yang mencakup pemasaran alat berat modifikasi baru dan mempromosikan program-program khusus seperti Proyek BDF (Bio Diesel Fuel).

KMSI berperan penting dalam pasar Indonesia. Dengan peran yang kompetitif dan tangguh, serta termasuk bagian vital bagi Komatsu di Asia, KMSI dimotori oleh kerja sama tim antara United Tractors, distributor tunggal dengan kemampuan tinggi, dan Komatsu Indonesia, produsen resmi Komatsu di Indonesia.

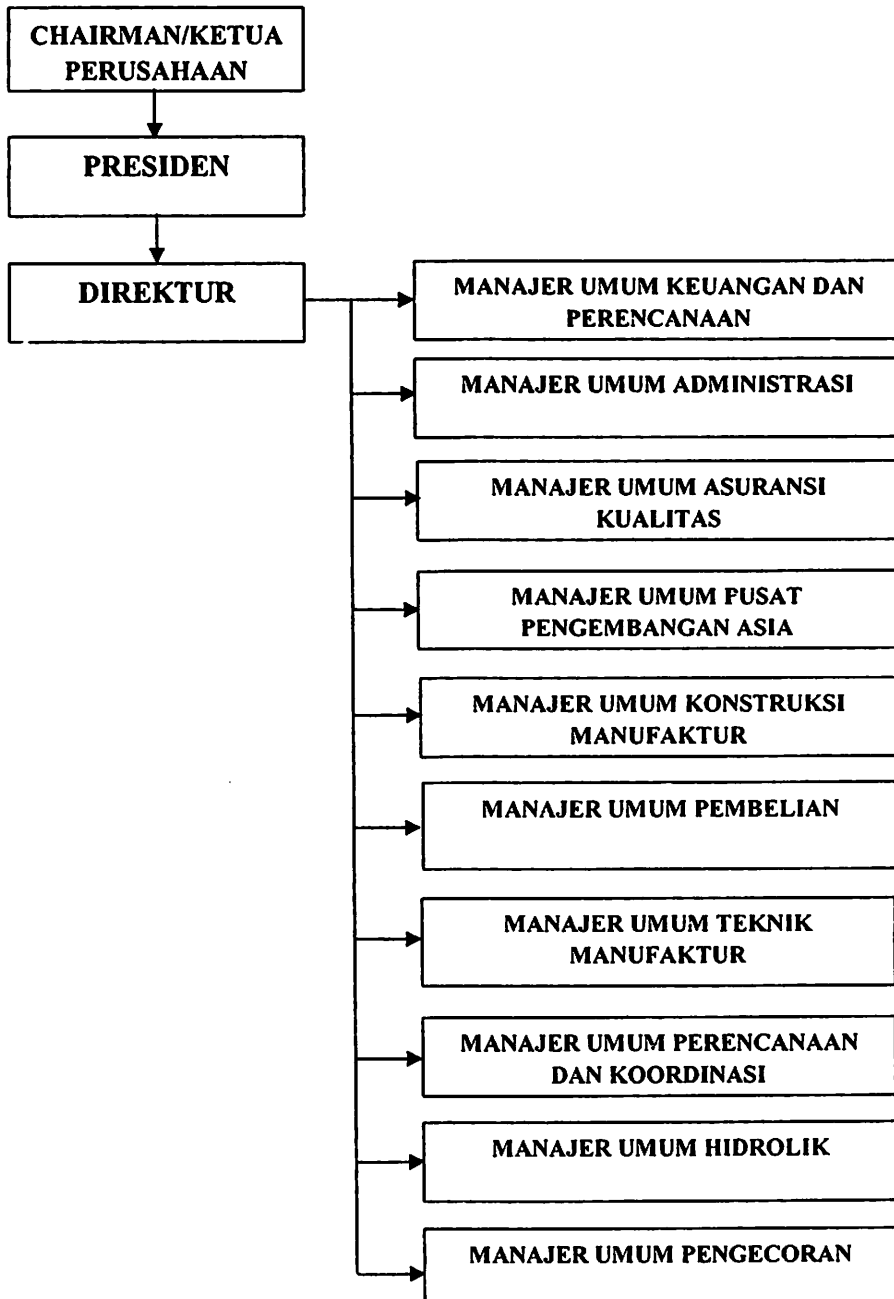
6. PT. Komatsu Astra Finance

Didirikan 19 Mei 2005, KAF menyediakan jasa pembiayaan untuk produk Komatsu berupa sistem sewa kepada perusahaan-perusahaan pertambangan dan kontraktor yang memerlukan alat-alat berat handal untuk operasional perusahaan. Sekarang, saham KAF dimiliki oleh PT Sedaya Multi Investama, anggota dari Grup Astra, dan Komatsu Indonesia.

4.1.5 Struktur Organisasi PT. Komatsu Indonesia

Struktur organisasi merupakan suatu hubungan dan susunan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi ataupun perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan tertentu. Struktur organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan pekerjaan antara yang satu dengan yang lain dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi. Semua perusahaan memiliki hirarki yang jelas mengenai pembagian tugas dan tanggung jawab dalam menjalankan perusahaan. Berikut gambaran struktur organisasi pada perusahaan PT. Komatsu Indonesia.

**STUKTUR ORGANISASI
PT. KOMATSU INDONESIA**



Gambar 15

Struktur Organisasi

Sumber: PT. Komatsu Indonesia

PT. Komatsu Indonesia memiliki pimpinan tertinggi yang dijabat oleh seorang Chairman/Ketua Perusahaan. Seorang Chairman dibantu seorang Presiden dan Direktur dengan membawahi 10 Manajer Umum, yaitu Manajer Umum Keuangan dan Perencanaan, Manajer Umum Administrasi,

Manajer Umum Asuransi Kualitas, Manajer Umum Pusat Pengembangan Asia, Manajer Umum Konstruksi Manufaktur, Manajer Umum Pembelian, Manajer Umum Teknik Manufaktur, Manajer Umum Perencanaan dan Koordinasi, Manajer Umum Hidrolik, dan Manajer Umum Pengecoran, berikut uraian tugas:

1. Chairman/Ketua Perusahaan, Memimpin seluruh dewan atau komite eksekutif, menawarkan visi dan imajinasi di tingkat tertinggi (biasanya bekerjasama dengan MD atau CEO), memimpin rapat umum, dalam hal untuk memastikan pelaksanaan tata-tertib keadilan dan kesempatan bagi semua untuk berkontribusi secara tepat, menyesuaikan alokasi waktu per item masalah, menentukan urutan agenda, mengarahkan diskusi ke arah konsensus, menjelaskan dan menyimpulkan tindakan dan kebijakan, bertindak sebagai perwakilan organisasi dalam hubungannya dengan dunia luar/perusahaan lain.
2. Presiden, Menjalin hubungan dan kemitraan strategis, mengatur investasi, alokasi dan divestasi, memimpin direksi, memastikan bahwa prinsip tata kelola perusahaan benar-benar diterapkan dengan baik, membuat rencana pengembangan perusahaan dan usaha perusahaan dalam jangka pendek dan jangka panjang, bertanggung jawab penuh dalam melaksanakan tugasnya untuk kepentingan perusahaan dalam mencapai maksud dan tujuannya, menjalin hubungan kerjasama dengan berbagai perusahaan.
3. Direktur, bertugas menjalankan kepengurusan perusahaan, mengkoordinasikan dan mengendalikan kegiatan kegiatan pada keuangan dan perencanaan, kepegawaian, kesekretariatan, peralatan perlengkapan, merencanakan dan mengembangkan sumber-sumber pendapatan, dan mengambil keputusan pada situasi tertentu yang dianggap penting.
4. Manajer Umum Keuangan dan Perencanaan, Manajer Keuangan bekerja sama dengan manajer lain, bertugas merencanakan dan meramalkan beberapa aspek dalam perusahaan termasuk perpencanaan umum keuangan perusahaan, manajer keuangan bertugas mengambil keputusan penting investasi dan berbagai pembiayaan serta semua hal yang terkait dengan keputusan tersebut, manajer keuangan bertugas dalam menjalankan dan mengoperasikan roda kehidupan perusahaan seefisien mungkin dengan menjalin kerja sama dengan manajer lainnya, manajer keuangan bertugas sebagai penghubung antara perusahaan dengan pasar keuangan sehingga bisa mendapatkan dana dan memperdagangkan surat berharga perusahaan.

5. Manajer Umum Administrasi, Menetapkan struktur keuangan organisasi, menetapkan kebutuhan keuangan lembaga sekarang dan akan datang dan rencana menutupinya (termasuk rencana jangka pendek, menengah dan panjang), melakukan pengelolaan dana kegiatan secara efisien, mengendalikan dan menyusun sistem keuangan yang dapat mencegah terjadinya penyimpangan, menyusun laporan keuangan secara berkala, melakukan evaluasi kinerja staf keuangan.
6. Manajer Umum Asuransi Kualitas, Bertanggung jawab untuk memastikan produk atau jasa memenuhi standar yang ditetapkan termasuk keandalan, kegunaan, kinerja dan standar kualitas umum yang ditetapkan oleh perusahaan
7. Manajer Umum Pusat Pengembangan Asia, Memberi arahan serta saran untuk ide ide pengembangan diseluruh kantor pusat dan pabrik di cabang Asia, memberikan laporan kepada bagian keuangan untuk berkordinasi berhubungan dengan pengadaan budget pengembangan.
8. Manajer Umum Konstruksi Manufaktur, Memonitor setiap kegiatan konstruksi serta manufaktur yang berjalan di pabrik serta di lapangan konstruksi terjadi, mengawasi setiap kegiatan yang berhubungan dengan perakitan serta assembling di pabrik. Serta membuat laporan konstruksi di setiap pembangunan serta perakitan untuk klien.
9. Manajer Umum Pembelian, Menentukan pemasok yang dipilih dalam pengadaan barang, mengeluarkan order pembelian kepada pemasok yang dipilih, membuat pemesanan pembelian dan memesan barang kepada pemasok, membuat pembelian yang berfungsi untuk menambah stock barang untuk keperluan konstruksi dan perakitan di setiap pabrik.
10. Manajer Umum Teknik Manufaktur, Melakukan perencanaan dan pengorganisasian jadwal produksi, menilai proyek dan sumber daya persyaratan, memperkirakan, negosiasi dan menyetujui anggaran dan rentang waktu dengan klien dan manajer, menentukan standar kontrol kualitas, mengawasi proses produksi, mere-negosiasi rentang waktu atau jadwal yang diperlukan, melakukan pemilihan, pemesanan dan bahan pembelian, mengorganisir perbaikan dan pemeliharaan rutin peralatan produksi, menjadi penghubung dengan pembeli, pemasaran dan staf penjualan.
11. Manajer Umum Perencanaan dan Koordinasi, Menyiapkan perencanaan pembangunan konstruksi dengan detail mulai dari tahap 1 hingga selesai dengan mengikuti setiap detail yang terkait dengan rencana awal atau denah pembangunan konstruksi yang di sepakati, berkoordinasi dengan seluruh divisi konstruksi dengan menjadwalkan seluruh tahap-tahap kegiatan proyek.

12. Manajer Umum Hidrolik, Yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan setiap perangkat berat yang dioperasikan oleh operator mesin atau kendaraan berat saat terjadinya pembangunan proyek, mulai dari penyusunan pengerjaan bangunan yang melibatkan pengoprasian alat berat.
13. Manajer Umum Pengecoran, Membuat kordinasi dan rencana yang matang untuk setiap proses pengecoran disetiap lantai bangunan serta memastikan komposisi bahan pada proses pengecoran seimbang dan sesuai dengan kebutuhan di setiap lantainya, juga melakukan pengawasan pada setiap pekerja pengecoran agar disiplin terhadap kordinasi yang sudah di tetapkan.

4.2. Realisasi Pelaksanaan Proyek Gedung Parkir pada PT. Komatsu Indonesia

Dari hasil pengumpulan data pada proyek gedung parkir PT. Komatsu Indonesia, realisasi pengerjaan proyek dikerjakan selama 304 hari dengan perencanaan awal pengerjaan dapat diselesaikan selama 287 hari. Hal ini menyebabkan keterlambatan pengerjaan pada rangkaian kegiatan selanjutnya setelah gedung parkir. Dengan metode PERT dan CPM, penjadualan proyek dan penetapan waktu dan biaya adalah rangkaian dalam pelaksanaan proyek gedung parkir, hal ini akan penulis bahas dalam poin selanjutnya.

4.3. Proyek Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A Sektor B (4 Lantai) Di Alam Sutera Realty Pada PT. Komatsu Indonesia

Pada uraian penjelasan 4.2 dapat dianalisis secara deskriptif bahwa waktu realisasi proyek gedung parkir PT. Komatsu Indonesia tidak sesuai dengan waktu perencanaan awal sehingga megakibatkan keterlambatan pengerjaan pada rangkaian pekerjaan selanjutnya. Sedangkan menurut teori seharusnya dalam pelaksanaan proyek adalah melakukan analisis kebutuhan sumber daya dan waktu pelaksanaan yang diperlukan. Analisis ini akan dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan dan diatur sedemikian rupa sehingga hasil pelaksanaan tidak melebihi biaya dan waktu pelaksanaan yang ditentukan di awal. Dengan demikian dapat diperoleh hasil analisis berupa ketidaksesuaian antara realisasi kegiatan dan teori, dan dapat diartikan hal ini sebagai kelemahan dari pelaksanaan proyek di lokasi penelitian.

4.4. Pembahasan

4.4.1 Pelaksanaan Penetapan Perencanaan Waktu Proyek Gedung Parkir pada PT. Komatsu Indonesia

Pelaksanaan proyek merupakan bagian terpenting karena dengan kegiatan inilah diciptakan bangunan yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dan mencapai tujuan akhir. Langkah awal dalam pelaksanaan proyek yaitu dengan penetapan umur waktu proyek dari perencanaan awal dan realiasi proyek dan perencanaan anggaran biaya proyek. Proses ini sangat menentukan jadwal yang diperlukan untuk estimasi waktu pada kegiatan yang dilakukan agar proyek gedung parkir dapat diproses dengan baik.

Dalam jadwal proyek sendiri meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Dengan demikian penetapan jadwal proyek dapat membantu dalam menunjukkan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya terhadap keseluruhan proyek, dan mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan diantara kegiatan.

Adapun kegiatan atau pekerjaan dan ketentuan terhadap penyelesaiannya tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3

Aktivitas Pembuatan Gedung Parkir

| Uraian Pekerjaan | ID | Urutan Kerja | Waktu Perencanaan (hari) | Waktu Realisasi (hari) |
|------------------------------------------|------|--------------|--------------------------|------------------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | |
| • Clean Field | R1 | - | 8 | 7 |
| • Dumping Field | R2 | R1 | 7 | 7 |
| | | | | |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | R1 | 4 | 6 |
| • Iron Cement | RB2 | R2 | 5 | 6 |
| | | | | |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | RB1,RB2 | 10 | 11 |
| • Bricks Digging | T2.2 | T3.3 | 2 | 2 |
| • Field Minus | T3.3 | T1.15 | 5 | 5 |
| | | | | |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | |

| | | | | |
|----------------------------------------------|-----|--------|----|----|
| • Digging Sand Tunel | S1 | T2.2 | 10 | 11 |
| | | | | |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | JJ6 | 7 | 8 |
| • Iron Eleminate | JJ6 | S1 | 7 | 5 |
| | | | | |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | JJ6 | 10 | 12 |
| • Brick Cement | B2 | B3 | 5 | 4 |
| • Walling Cement | B3 | P1 | 5 | 2 |
| | | | | |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | B1,JJ5 | 5 | 10 |
| • Iron Crink | P2 | B2 | 15 | 9 |
| | | | | |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | P2 | 15 | 10 |
| | | | | |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | G2 | 16 | 17 |
| • Square Grounding | G2 | Z1 | 7 | 9 |
| | | | | |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | G1 | 20 | 22 |
| | | | | |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | G1 | 10 | 14 |
| | | | | |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | Q1 | 7 | 10 |
| • Sand and Elaboring | K2 | QZ1,K1 | 8 | 7 |
| | | | | |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | |
| • Flooring and Walling | V1 | K2 | 10 | 12 |
| | | | | |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | V1 | 10 | 13 |
| | | | | |
| 15. Finishing Lantai | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|-----|--------|------------|------------|
| • Applying Floor | QZ2 | V2 | 10 | 10 |
| | | | | |
| 16. Finishing Dinding | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | J1 | 12 | 15 |
| | | | | |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | QZ2 | 10 | 14 |
| • Hard Cement Out | J2 | J1 | 7 | 6 |
| | | | | |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | G3,J2 | 7 | 8 |
| • Sculp Outside | L2 | L1 | 3 | 3 |
| | | | | |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | L1 | 15 | 13 |
| | | | | |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | L2,C22 | 15 | 16 |
| Jumlah (hari) | | | 287 | 304 |

Dalam menghitung waktu yang ditetapkan dalam pelaksanaan sebuah proyek, PT. Komatsu Indonesia menggunakan metode *time schedule*. *Time schedule* merupakan rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan. *Time schedule* pada proyek ini dibuat dalam bentuk kurva S, *bar chart*, *network planning*, dan *schedule* bulanan.

Deskripsi Pekerjaan Proyek Gedung Parkir

Pada kegiatan yang dilakukan pada Proyek gedung parkir memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda dalam penyelesaian komponen apa saja yang diperlukan, adapun yang dimaksud kegiatan-kegiatan tersebut adalah sebagai berikut:

- R1 : *Clean Field*, adalah sebuah kegiatan dimana terjadinya pemberishan lahan proyek seperti pembuangan pepohonan, bangunan lama, dan objek yang berada diatas lahan proyek tersebut.
- R2 : *Dumping Field*, kegiatan yang melibatkan perataan dan pemadatan tanah lahan proyek menggunakan mesin Flat Buldozer.

- RB1 : *Anchor Iron*, pemasangan besi tulang berdiameter 10cm untuk kaki-kaki lantai yang berada 3 meter dibawah tanah.
- RB2 : *Iron Cement*, adalah kegiatan untuk mengisi besi tulang (*Anchor Iron*) dengan adukan semen beserta pasir agar menjadi penguat latar lantai terbawah.
- T1.1 : *Digging Field*, sebuah kegiatan dimana terjadi penggalian tanah sedalam 6 meter untuk memasang beton kaki-kaki untuk penopang gedung.
- T2.2 : *Bricks Digging*, yaitu memasang puing beserta dinding galian untuk beton kaki-kaki penopang gedung beserta memasang lapisan bata pada permukaan luar galian.
- T3.3 : *Field Minus*, kegiatan yang berguna untuk mengurangi lapisan tanah teratas agar memudahkan untuk proses penggalian berikutnya sebagai pemasangan lorong pondasi utama yang berada di tengah gedung.
- S1 : *Digging Sand Tunnel*, yaitu kegiatan yang di kerjakan untuk membuat sebuah terowongan berdiameter 1 meter dengan dalam 8 meter untuk memasang beton pondasi tengah.
- JJ5 : *Field Elaboring*, kegiatan yang bertujuan untuk memasukan beton pondasi berdiameter 500cm pada lubang (*tunnel*).
- JJ6 : *Iron Eleminate*, berupa kegiatan yang dimana terjadi pembuangan atas pemotongan besi beton kaki kaki lantai dan penopang gedung yang berlebihan ke permukaan tanah.
- B1 : *Walling Iron Elaboring*, adalah kegiatan pemasangan tulang dinding memutar di sekitar semua dinding gedung.
- B2 : *Brick Cement*, sebuah kegiatan yang di lakukan untuk memasang bata pada lapisan tulang dinding serta menutupnya/melapisinya dengan campuran semen dan pasir.
- B3 : *Walling Cement*, adalah kegiatan yang bertujuan untuk melapisi dinding luar agar menjadi 2 lapis dinding yang berisikan semen dan bata namun tidak di lapisi setebal proses *Brick Cement*.
- P1 : *Ground Floor Elaboring*, kegiatan untuk mengelas atau menyatukan besi beton pondasi utama dengan pondasi dinding.
- P2 : *Iron Crink*, kegiatan yang bertujuan untuk melapisi beton besi pondasi utama dengan lapisan kedua untuk memperkuat bagian permukaan luar pondasi.

- Z1 : *Steel Applying*, merupakan penyelesaian pemasangan besi beton baja untuk tengah gedung lalu menutupnya dengan besi pelapis untuk proses pemasangan tulang besi yang akan digunakan untuk menambah lantai di atasnya.
- G1 : *Ground Iron Holding*, yaitu terjadinya pemasangan besi baja untuk ruang lingkup lantai basement yang terhubung dengan lantai dasar agar terdapat jarak antara 2 lantai penopang tersebut.
- G2 : *Square Grounding*, kegiatan yang bertujuan untuk meratakan lapisan penghubung antara lantai ground dan basement agar saling terhubung dengan tulang tulang besi yang menyatukan besi beton baja yang berada di tengah gedung.
- QZ1 : *Iron Flooring*, adalah pemasangan besi besi tulang kaki untuk lantai-lantai di atasnya.
- Q1 : *Floor Enhanced Dewatering*, tindakan dimana kegiatan ini dilakukan untuk memanaskan serta mendinginkan tulang tulang yang di gunakan untuk lapisan lantai lantai tersebut agar memperkuat ketahanan besi penopang tersebut.
- K1 : *Iron Mapping*, kegiatan yang dilakukan untuk menganalisa dan menelusuri rangkaian besi besi lantai penopang agar tidak ada yang terpisah dari rangkaiannya serta memasang penyanggah kayu untuk mengisi besi besi tersebut dengan campuran besi.
- K2 : *Sand and Elaboring*, kegiatan yang bertujuan untuk mengisi besi besi tersebut dengan lapisan puing serta pasir agar terjadi pemadatan struktur lantai.
- V1 : *Flooring and Walling*, adalah sebuah kegiatan yang dilakukan untuk melapisi lapisan lantai serta tembok gedung dengan semen beserta pasir untuk lapisan terluar.
- V2 : *Steel Glaive*, kegiatan dimana terjadinya pencampuran pelapisan terluar dari tembok, lantai serta tiang beton penompang dengan sebuah cairan (*Curing*) untuk memperkuat setiap lapisan kulit luar gedung.
- QZ2 : *Applying Floor*, kegiatan yang di lakukan untuk memasang granit/keramik lantai serta memasang beberapa batu aspal untuk setiap lantai gedung parkir.
- G3 : *Applying Walling*, kegiatan pemasangan untuk seluruh lapisan luar dinding dengan beberapa granit serta meratakan kembali dengan semen di seluruh dinding dalam gedung.

- J1 : *Stand Wall Elaboring*, kegiatan untuk pembuatan penompang plafon/rangka plafon di bagian atap setiap lantai gedung parkir.
- J2 : *Hard Cement Out*, adalah kegiatan dimana terjadi pembuangan sisa semen pada bagian atap gedung di tiap lantainya agar setiap plafon yang di aplikasikan tidak jatuh dari rangka-rangka yang sudah terpasang.
- L1 : *Outside Cement and Elaboring*, kegiatan yang dilakukan untuk meratakan semen beserta pasir pada lapisan terluar gedung.
- L2 : *Sculp Outside*, adalah sebuah kegiatan yang di kerjakan untuk memberikan pola arsitektur pada dinding luar gedung parkir agar terlihat lebih berestetika.
- C22 : *Shaving Wall and Cement*, kegiatan ini di perlukan untuk merapihkan kembali lapisan kering dari semen yang menempel pada pola arsitektur pada proses sebelumnya agar terlihat lebih detail.
- X21 : *Applying Steel Door*, kegiatan pemasangan pintu besi beserta palang pintu untuk masuk dan keluar parkir (mobil/motor).

4.4.1.1 Penetapan Waktu Proyek Gedung Parkir PT. Komatsu Indonesia dengan Metode PERT dan CPM untuk Penyelesaian Pekerjaan

Dalam menentukan tiga taksiran waktu (*Optimistic*, *Realistic*, dan *Pessimistic*). Penulis sudah berkoordinasi dengan Direktur Perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap proyek gedung parkir.

Setelah mengetahui tiga taksiran waktu tersebut kemudian dilakukan penghitungan Distribusi Peluang Beta atau *waktu aktivitas yang diharapkan*, untuk menghitungnya, yaitu sebagai berikut:

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana, t_e = waktu aktivitas yang diharapkan. Untuk menghitung penyebaran atau varian dari waktu penyelesaian aktivitas, menggunakan rumus:

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

Tabel 4
Tiga Taksiran Waktu Proyek Gedung Parkir

| Uraian Pekerjaan | ID | Urutan Kerja | Optimistic a (hari) | Realistic m (hari) | Pessimistic b (hari) |
|----------------------------------------------|------|--------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | |
| • Clean Field | R1 | - | 8 | 7 | 12 |
| • Dumping Field | R2 | R1 | 7 | 7 | 10 |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | R1 | 4 | 6 | 8 |
| • Iron Cement | RB2 | R2 | 5 | 6 | 7 |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | RB1,RB 2 | 10 | 11 | 17 |
| • Bricks Digging | T2.2 | T3.3 | 2 | 2 | 7 |
| • Field Minus | T3.3 | T1.15 | 5 | 5 | 5 |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | |
| • Digging Sand Tunnel | S1 | T2.2 | 10 | 11 | 18 |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | JJ6 | 7 | 8 | 10 |
| • Iron Eleminate | JJ6 | S1 | 7 | 5 | 7 |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | JJ6 | 10 | 12 | 21 |
| • Brick Cement | B2 | B3 | 5 | 4 | 9 |
| • Walling Cement | B3 | P1 | 5 | 2 | 12 |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | B1,JJ5 | 5 | 10 | 15 |
| • Iron Crink | P2 | B2 | 15 | 9 | 15 |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | P2 | 15 | 10 | 21 |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | G2 | 16 | 17 | 23 |
| • Square Grounding | G2 | Z1 | 7 | 9 | 13 |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | G1 | 20 | 22 | 25 |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|--------|----|----|----|
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | G1 | 10 | 14 | 18 |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | Q1 | 7 | 10 | 10 |
| • Sand and Elaboring | K2 | QZ1,K1 | 8 | 7 | 8 |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | |
| • Flooring and Walling | V1 | K2 | 10 | 12 | 18 |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | V1 | 10 | 13 | 20 |
| 15. Finishing Lantai | | | | | |
| • Applying Floor | QZ2 | V2 | 10 | 10 | 16 |
| 16. Finishing Dinding | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | J1 | 12 | 15 | 21 |
| | | | | | |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | QZ2 | 10 | 14 | 18 |
| • Hard Cement Out | J2 | J1 | 7 | 6 | 7 |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | G3,J2 | 7 | 8 | 17 |
| • Sculp Outside | L2 | L1 | 3 | 3 | 9 |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | L1 | 15 | 13 | 21 |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | L2,C22 | 15 | 16 | 20 |

Penyelesaian:

R1 Clean Field

$$t = \frac{(8+4(7)+12)}{6} = 8$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{12-8}{6} \right]^2 = 0,44$$

R2 Dumping Field

$$t = \frac{(7+4(7)+10)}{6} = 8$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{10-7}{6} \right]^2 = 0,25$$

RB1 Anchor Iron

$$t = \frac{(4+4(6)+8)}{6} = 6$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{8-4}{6} \right]^2 = 0,44$$

RB2 Iron Cement

$$t = \frac{(5+4(6)+7)}{6} = 6$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{7-5}{6} \right]^2 = 0,11$$

T11 Digging Field

$$t = \frac{(10+4(11)+17)}{6} = 12$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{17-10}{6} \right]^2 = 1,36$$

T22 Bricks Digging

$$t = \frac{(2+4(2)+7)}{6} = 3$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{7-2}{6} \right]^2 = 0,70$$

T33 Field Minus

$$t = \frac{(5+4(5)+5)}{6} = 5$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{5-5}{6} \right]^2 = 0$$

S1 Digging Sand Tunnel

$$t = \frac{(10+4(11)+18)}{6} = 12$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{18-10}{6} \right]^2 = 1,78$$

JJ5 Field Elaboring

$$t = \frac{(7+4(8)+10)}{6} = 8$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{10-7}{6} \right]^2 = 0,25$$

JJ6 Iron Eleminate

$$t = \frac{(7+4(5)+7)}{6} = 6$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{7-7}{6} \right]^2 = 0$$

B1 Walling Iron Elaboring

$$t = \frac{(10+4(11)+21)}{6} = 13$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{21-10}{6} \right]^2 = 3,36$$

B2 Brick Cement

$$t = \frac{(5+4(4)+9)}{6} = 5$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{9-5}{6} \right]^2 = 0,44$$

B3 Walling Cement

$$t = \frac{(5+4(2)+12)}{6} = 4$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{12-5}{6} \right]^2 = 1,36$$

P1 Ground Floor Elaboring

$$t = \frac{(5+4(10)+15)}{6} = 10$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{15-5}{6} \right]^2 = 2,78$$

P2 Iron Crink

$$t = \frac{(15+4(9)+15)}{6} = 11$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{15-15}{6} \right]^2 = 0$$

Z1 Steel Applying

$$t = \frac{(15+4(10)+21)}{6} = 13$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{21-15}{6} \right]^2 = 1$$

G1 Ground Iron Holding

$$t = \frac{(16+4(17)+23)}{6} = 18$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{23-16}{6} \right]^2 = 1,36$$

G2 Square Grounding

$$t = \frac{(7+4(9)+13)}{6} = 9$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{13-7}{6} \right]^2 = 1$$

QZ1 Iron Flooring

$$t = \frac{(20+4(22)+25)}{6} = 22$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{25-20}{6} \right]^2 = 0,70$$

Q1 Floor Enchanced Dewatering

$$t = \frac{(10+4(14)+18)}{6} = 14$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{18-10}{6} \right]^2 = 1,78$$

K1 Iron Mapping

$$t = \frac{(7+4(10)+10)}{6} = 10$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{10-7}{6} \right]^2 = 0,25$$

K2 Sand and Elaboring

$$t = \frac{(8+4(7)+8)}{6} = 7$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{8-8}{6} \right]^2 = 0$$

V1 Flooring and Walling

$$t = \frac{(10+4(12)+18)}{6} = 13$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{18-10}{6} \right]^2 = 1,78$$

V2 Steel Glaive

$$t = \frac{(10+4(13)+20)}{6} = 14$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{20-10}{6} \right]^2 = 2,78$$

QZ2 Applying Floor

$$t = \frac{(10+4(10)+16)}{6} = 11$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{16-10}{6} \right]^2 = 1$$

G3 Applying Walling

$$t = \frac{(12+4(15)+21)}{6} = 16$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{21-12}{6} \right]^2 = 2,25$$

J1 Stand and Elaboring

$$t = \frac{(10+4(14)+18)}{6} = 14$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{18-10}{6} \right]^2 = 1,78$$

J2 Hard Cement Out

$$t = \frac{(7+4(6)+7)}{6} = 6$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{7-7}{6} \right]^2 = 0$$

L1 Outside Cement and Eaboring

$$t = \frac{(7+4(8)+17)}{6} = 9$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{17-7}{6} \right]^2 = 2,78$$

L2 Sculp Outside

$$t = \frac{(3+4(3)+9)}{6} = 4$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{9-3}{6} \right]^2 = 1$$

C22 Shaving Walland Cement

$$t = \frac{(15+4(13)+21)}{6} = 15$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{21-15}{6} \right]^2 = 1$$

X21 Applying Steel Door

$$t = \frac{(15+4(16)+20)}{6} = 17$$

$$\text{Varians} = \left[\frac{20-15}{6} \right]^2 = 0,70$$

Tabel 5
Taksiran Waktu Proyek Gedung Parkir
PT. Komatsu Indonesia

| Uraian Pekerjaan | ID | Urutan Kerja | Optimistic a (hari) | Realistic m (hari) | Pessimistic b (hari) | Te (hari) | Varia ns |
|------------------------------------------|------|--------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | - | 8 | 7 | 12 | 8 | 0,44 |
| • Dumping Field | R2 | R1 | 7 | 7 | 10 | 8 | 0,25 |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | R1 | 4 | 6 | 8 | 6 | 0,44 |
| • Iron Cement | RB2 | R2 | 5 | 6 | 7 | 6 | 0,11 |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | RB1,RB 2 | 10 | 11 | 17 | 12 | 1,36 |
| • Bricks Digging | T2.2 | T3.3 | 2 | 2 | 7 | 3 | 0,70 |
| • Field Minus | T3.3 | T1.15 | 5 | 5 | 5 | 5 | - |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | T2.2 | 10 | 11 | 18 | 12 | 1,78 |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | JJ6 | 7 | 8 | 10 | 8 | 0,25 |
| • Iron Eteminate | JJ6 | S1 | 7 | 5 | 7 | 6 | - |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | JJ6 | 10 | 12 | 21 | 13 | 3,36 |
| • Brick Cement | B2 | B3 | 5 | 4 | 9 | 5 | 0,44 |
| • Walling Cement | B3 | P1 | 5 | 2 | 12 | 4 | 1,36 |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|--------|----|----|----|----|------|
| • Ground Floor Elaboring | P1 | BI.JJ5 | 5 | 10 | 15 | 10 | 2.78 |
| • Iron Crink | P2 | B2 | 15 | 9 | 15 | 11 | - |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | P2 | 15 | 10 | 21 | 13 | 1 |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | G2 | 16 | 17 | 23 | 18 | 0.70 |
| • Square Grounding | G2 | Z1 | 7 | 9 | 13 | 9 | 1 |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | G1 | 20 | 22 | 25 | 22 | 0.70 |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | G1 | 10 | 14 | 18 | 14 | 1.78 |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | Q1 | 7 | 10 | 10 | 10 | 0.25 |
| • Sand and Elaboring | K2 | QZ1.K1 | 8 | 7 | 8 | 7 | - |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |
| • Flooring and Walling | V1 | K2 | 10 | 12 | 18 | 13 | 1.78 |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | V1 | 10 | 13 | 20 | 14 | 2.78 |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | QZ2 | V2 | 10 | 10 | 16 | 11 | 1 |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | J1 | 12 | 15 | 21 | 16 | 2.25 |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | QZ2 | 10 | 14 | 18 | 14 | 1.78 |
| • Hard Cement Out | J2 | J1 | 7 | 6 | 7 | 6 | - |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | G3J2 | 7 | 8 | 17 | 9 | 2.78 |
| • Sculp Outside | L2 | L1 | 3 | 3 | 9 | 4 | 1 |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | L1 | 15 | 13 | 21 | 15 | 1 |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | L2.C22 | 15 | 16 | 20 | 17 | 0.70 |

1. Penentuan Jalur Kritis

Menemukan jalur kritis, merupakan bagian utama dari mengendalikan sebuah proyek. Aktivitas-aktivitas pada jalur kritis mewakili tugas yang akan menunda keseluruhan proyek jika mereka tidak selesai tepat waktu. Penentua jaringan kritis berguna untuk menentukan dimana letak aktivitas proyek yang harus dipercepat. Sebelum melakukan hal tersebut terlebih dahulu membuat waktu mulai dan waktu berakhir untuk setiap kegiatan proyek, hal ini didefinisikan.

- a. Permulaan paling awal (*earliest start – ES*)
- b. Penyelesaian paling awal (*earliest finish – EF*)
- c. Permulaan paling akhir (*latest start – LS*)

d. Penyelesaian paling akhir (*latest finish – LF*)

Slack merupakan waktu bebas yang memiliki sebuah aktivitas untuk dapat diundur pelaksanaannya tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Secara sistematis:

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF}$$

Tabel 6
Penentuan Jalur Kritis Proyek Gedung Parkir

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 143 | 125 | 143 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Iron Flooring | QZ1 | 143 | 165 | 143 | 167 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 143 | 157 | 143 | 157 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 157 | 167 | 157 | 167 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 167 | 174 | 167 | 174 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |
| • Flooring and Walling | V1 | 174 | 187 | 174 | 187 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 187 | 201 | 187 | 201 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | QZ2 | 201 | 212 | 201 | 212 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 226 | 242 | 226 | 242 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 212 | 226 | 212 | 226 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 226 | 232 | 236 | 241 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 242 | 251 | 242 | 251 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 251 | 255 | 262 | 266 | 11 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 226 | 251 | 226 | 251 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 266 | 283 | 226 | 283 | 0 | Ya |

Interprestasi 1:

R1 Clean Field

Pada aktivitas R1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas R1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

R2 Dumping Field

Pada aktivitas R2 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas R2 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

RB1 Anchor Iron

Pada aktivitas RB1 memiliki nilai slack 8, artinya aktivitas RB1 bukan merupakan aktivitas kritis dan tidak berada jalur kritis.

RB2 Iron Cement

Pada aktivitas RB2 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas RB2 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

T11 Digging Field

Pada aktivitas T11 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas T11 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

T22 Bricks Digging

Pada aktivitas T22 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas T22 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

T33 Field Minus

Pada aktivitas T33 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas T33 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

S1 Digging Sand Tunnel

Pada aktivitas S1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas S1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

JJ5 Field Elaboring

Pada aktivitas JJ5 memiliki nilai slack 5, artinya aktivitas JJ5 bukan merupakan aktivitas kritis dan tidak berada jalur kritis.

JJ6 Iron Eleminate

Pada aktivitas JJ6 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas JJ6 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

B1 Walling Iron Elaboring

Pada aktivitas B1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas B1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

B2 Brick Cement

Pada aktivitas B2 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas B2 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

B3 Walling Cement

Pada aktivitas B3 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas B3 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

P1 Ground Floor Elaboring

Pada aktivitas P1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas P1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

P2 Iron Crink

Pada aktivitas P2 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas P2 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

Z1 Steel Applying

Pada aktivitas Z1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas Z1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

G1 Ground Iron Holding

Pada aktivitas G1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas G1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

G2 Square Grounding

Pada aktivitas G2 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas G2 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

QZ1 Iron Flooring

Pada aktivitas QZ1 memiliki nilai slack 2, artinya aktivitas QZ1 bukan merupakan aktivitas kritis dan tidak berada jalur kritis.

Q1 Floor Enchanced Dewatering

Pada aktivitas Q1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas Q1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

K1 Iron Mapping

Pada aktivitas K1 memiliki nilai slack 0, artinya aktivitas K1 merupakan aktivitas kritis dan berada pada jalur kritis.

4.4.3 Kendala – Kendala yang Dihadapi Dalam Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek PT. Komatsu Indonesia

Walaupun rencana waktu suatu proyek telah dibuat secara seksama dengan memperhitungkan segala faktor – faktor yang menjadi kendala, tetapi dalam pelaksanaannya kadangkala bisa tidak sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Ketidaksiuaian itu dikarenakan adanya kendala – kendala yang timbul diluar dugaan.

Faktor – faktor yang timbul diluar dugaan tersebut antara lain:

1. Cuaca

Cuaca merupakan kendala utama yang dierthitungkan dalam merencanakan waktu suatu proyek. Beberapa jenis pekerjaan tidak dapat dilakukan apabila turun hujan, terutama pekerjaan yang berkaitan dengan struktur bangunan (pekerjaan beton) dan pekerjaan atap. Dengan terjadinya hal tersebut maka waktu penyelesaian proyek otomatis bertambah.

2. Komunikasi

Hal yang terpenting dalam melaksanakan suatu proyek adalah komunikasi. Kesalahan perhitungan sering terjadi dalam pelaksanaan proyek. Contoh kasus dalam proyek gedung parkir ini adalah tidak ada koordinasi dari pihak konsumen yang secara mendadak meminta untuk mengganti struktur bangunan. Kesalahan ini otomatis akan mengulang pekerjaan kembali. Hal ini tentu saja menghambat waktu penyelesaian proyek.

3. Semangat kerja

Kejenuhan kadangkala terjadi terhadap para pekerja dalam proses pelaksanaan proyek. Kejenuhan para oekerja ini mengakibatkan menurunnya semangat kerja. Semangat kerja yang menurun ditandai oleh kurang baiknya mutu hasil kerja mereka. Hall ini mengakibatkan keterlambatan waktu penyelesaian proyek.

4. Ketersediaan bahan/material

Dalam membuat perencanaan waktu dan biaya proyek, ketersediaan bahan biasanya menjadi salah satu hal yang sulit diprediksi karena masalah ketersediaan bahan/material biasanya berasal dari luar pihak perusahaan. Masalah ketersediaan bahan/material terjadi karena keterlambatan pemasok dalam mengirimkan bahan/material. Dan juga karena kelangkaan bahan/material di pasar. Hal ini menyebabkan waktu pelaksanaan proyek bertambah sehingga penyelesaian proyek mengalami keterlambatan.

Kendala – kendala tersebut diatas yang terjadi dalam pelaksanaan proyek biasanya dikomunikasikan dalam rapat, sehingga kendala – kendala tersebut dapat diatasi. Dari kendala – kendala tersebut, ada beberapa kendala yang dapat diatasi dengan baik oleh perusahaan antara lain:

1. Ketersediaan bahan/material

Jika pasokan bahan/material terlambat datang, maka perusahaan mencari pasokan bahan/material dari daerah sekitar atau toko yang lain dan membatalkan pesanan, sehingga pelaksanaan proyek terus berjalan.

2. Komunikasi dan semangat kerja

Yaitu dengan cara melakukan pendekatan – pendekatan secara intensif pada konsumen dan para pekerja, sehingga para pekerja mengerti benar akan pengarahan tentang perhitungan – perhitungan proyek yang sedang berlangsung.

Selain kendala – kendala yang dapat diatasi perusahaan diatas, adapula kendala yang sulit untuk diatasi oleh perusahaan. Kendala yang sulit diatasi oleh perusahaan adalah cuaca. Hujan yang turun pada musim kemarau adalah hal yang tidak dapat diduga. Jika hujan turun, maka kelangsungan pelaksanaan proyek harus di hentikan sementara saat itu juga, terutama pada pekerjaan struktur beton dan atap.

4.4.4 Rekomendasi Dalam Meminimalisasi Perubahan Pada Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek PT. Komatsu Indonesia

4.4.4.1 Mempersingkat Kurun Waktu Penyelesaian Proyek (*Crashing : Time and Cost Trade Off*)

Proses mempercepat kurun waktu disebut crash program. Didalam menganalisa proses-proses digunakan asumsi sebagai berikut:

- a. Jumlah sumberdaya yang tersedia tidak merupakan kendala.
- b. Bila diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup sama, maka sumber daya akan bertambah baik berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lain yang dapat dinyatakan dalam jumlah yang sama.

Sehingga menjadi tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal.

Untuk mempersingkat waktu penyelesaian kegiatan untuk mendapatkan jadwal yang ekonomis didasarkan pada biaya langsung, yang dalam hal ini adalah tenaga kerja langsung. Dengan mempersingkat waktu ini terlihat

adanya kenaikan tarif tenaga kerja langsung akibat bertambahnya waktu kerja yang berupa waktu lembur.

Waktu kerja normal adalah pukul 07.00 – 12.00 dan dilanjutkan kembali dari pukul 13.00 – 16.00.

Waktu istirahat tidak diperhitungkan, sehingga waktu kerja normal adalah 8 jam.

Standar tarif upah untuk lembur adalah:

1. Jika waktu kerja lembur kurang dari 6 jam, maka tarif yang dikenakan adalah jam lembur dikali upah standar per jam.
2. Jika waktu sama dengan 6 jam, maka tarif jam lembur yang dikenakan adalah 2 kali upah standar perhari.

A. Perhitungan *Crashing: Time and Cost Trade Off* Gedung Parkir.

Jenis kegiatan yang dipercepat dalam proyek gedung parkir ini adalah aktivitas yang berada pada jalur kritis yang waktunya relatif lama. Aktivitas-aktivitas yang dimaksud adalah:

Aktivitas G1 (Ground Iron Holding)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.395.000.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,0424927$$

Waktu Normal = 18 hari

Waktu dipercepat = 3 hari

Waktu setelah dipercepat = 15 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,0424927}{18} = 0,00236070$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,0424927}{15} = 0,0028384$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,0028384 - 0,00236070}{0,00236070} \times 8 = 1,61 \text{ jam}$$

Upah lembur:

$$1. \text{ Operation 1 : } 9 \times 1,61 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 796.950$$

$$2. \text{ Operation 3 : } 5 \times 1,61 \times \text{Rp. } 55.000 = \underline{\text{Rp. } 442.750}$$

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 1.212.700

Kegiatan V2 (Steel Glaive)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.426.700.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,045902$$

Waktu Normal = 14 hari

Waktu dipercepat = 2 hari

Waktu setelah dipercepat = 12 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,045902}{14} = 0,00327871$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,045902}{12} = 0,0038251$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,0038251 - 0,00317871}{0,00327871} \times 8 = 1,57 \text{ jam}$$

Upah lembur:

$$1. \text{ Operation 1 : } 7 \times 1,57 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 604.450$$

$$2. \text{ Operation 2 : } 10 \times 1,57 \times \text{Rp. } 55.000 = \underline{\text{Rp. } 863.500}$$

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 1.467.950

Kegiatan J1 (Stand Wall Elaboring)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.166.000.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,0178577$$

Waktu Normal = 14 hari

Waktu dipercepat = 2 hari

Waktu setelah dipercepat = 12 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,0178577}{14} = 0,00127555$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,0178577}{12} = 0,00148814$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,00148814 - 0,00127555}{0,00127555} \times 8 = 1,33 \text{ jam}$$

Upah lembur:

$$1. \text{ Operation 1 : } 8 \times 1,33 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 585.200$$

$$2. \text{ Operation 3 : } 7 \times 1,33 \times \text{Rp. } 55.000 = \underline{\text{Rp. } 512.050}$$

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 1.097.250

Kegiatan G3 (Applying Walling)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.247.100.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,0265821$$

Waktu Normal = 16 hari

Waktu dipercepat = 3 hari

Waktu setelah dipercepat = 13 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,0265821}{16} = 0,00166138$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,0265821}{13} = 0,00204477$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,00204477 - 0,00166138}{0,00166138} \times 8 = 1,84 \text{ jam}$$

Upah lembur:

$$1. \text{ Operation 1 : } 5 \times 1,84 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 506.000$$

$$2. \text{ Operation 1 : } 4 \times 1,84 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 404.800$$

$$3. \text{ Operation 3 : } 7 \times 1,84 \times \text{Rp. } 55.000 = \underline{\text{Rp. } 708.400}$$

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 1.619.200

Kegiatan C22 (Shaving Wall and Cement)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.132.600.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,0142646$$

Waktu Normal = 15 hari

Waktu dipercepat = 2 hari

Waktu setelah dipercepat = 13 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,0142646}{15} = 0,00095057$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,0142646}{13} = 0,001097276$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,001097276 - 0,00095057}{0,00095057} \times 8 = 1,23 \text{ jam}$$

Upah lembur:

$$1. \text{ Operation 2 : } 6 \times 1,23 \times \text{Rp. } 55.000 = \text{Rp. } 397.650$$

$$2. \text{ Operation 3 : } 8 \times 1,23 \times \text{Rp. } 55.000 = \underline{\text{Rp. } 541.200}$$

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 938.850

Kegiatan X21 (Applying Steel Door)

$$\text{Bobot kerja} = \frac{\text{Rp.289.100.000}}{\text{Rp.9.295.708.000}} = 0,0311003$$

Waktu Normal = 17 hari

Waktu dipercepat = 3 hari

Waktu setelah dipercepat = 14 hari

$$\text{Volume perkiraan normal/hari} = \frac{0,0311003}{17} = 0,00182942$$

$$\text{Volume setelah dilakukan percepatan/hari} = \frac{0,0311003}{14} = 0,00222145$$

$$\text{Tambahan waktu lembur} = \frac{0,00222145 - 0,00182942}{0,00182942} \times 8 = 1,62 \text{ jam}$$

Upah lembur:

1. Operation 1 : 2 x 1,62 x Rp. 55.000 = Rp. 178.200

2. Operation 2 : 3 x 1,62 x Rp. 55.000 = Rp. 267.300

3. Operation 3 : 8 x 1,62 x Rp. 55.000 = Rp. 712.800

TOTAL BIAYA LEMBUR PER HARI Rp. 1.158.300

Dari perhitungan di atas, maka biaya langsung dipercepat dan slope biaya langsung untuk masing – masing kegiatan proyek dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11

Daftar Slope Biaya Masing – Masing Kegiatan

| ID | Normal | | Dipercepat | | Slope Biaya/hari (Rp) |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| | Waktu (hari) | Biaya (Rp) | Waktu (hari) | Biaya (Rp) | |
| R1 | 8 | Rp. 426.000.000 | 8 | Rp. 426.000.000 | - |
| R2 | 8 | Rp. 166.300.000 | 8 | Rp. 166.300.000 | - |
| RBI | 6 | Rp. 174.200.000 | 6 | Rp. 174.200.000 | - |
| RB2 | 6 | Rp. 201.000.000 | 6 | Rp. 201.000.000 | - |
| T1.1 | 12 | Rp. 244.000.000 | 12 | Rp. 244.000.000 | - |
| T2.2 | 3 | Rp.131.000.000 | 3 | Rp.131.000.000 | - |
| T3.3 | 5 | Rp. 267.000.000 | 5 | Rp. 267.000.000 | - |

| | | | | | |
|-----|----|-----------------|----|-----------------|---------------|
| S1 | 12 | Rp. 521.800.000 | 12 | Rp. 521.800.000 | - |
| | | | | | |
| JJ5 | 8 | Rp. 95.700.000 | 8 | Rp. 95.700.000 | - |
| JJ6 | 6 | Rp. 326.000.000 | 6 | Rp. 326.000.000 | - |
| | | | | | |
| B1 | 13 | Rp.97.388.000 | 13 | Rp.97.388.000 | - |
| B2 | 5 | Rp. 142.000.000 | 5 | Rp. 142.000.000 | - |
| B3 | 4 | Rp. 216.000.000 | 4 | Rp. 216.000.000 | - |
| | | | | | |
| P1 | 10 | Rp. 679.000.000 | 10 | Rp. 679.000.000 | - |
| P2 | 11 | Rp. 288.320.000 | 11 | Rp. 288.320.000 | - |
| | | | | | |
| Z1 | 13 | Rp. 342.000.000 | 13 | Rp. 342.000.000 | - |
| | | | | | |
| G1 | 18 | Rp. 395.000.000 | 15 | Rp. 398.638.100 | Rp. 1.212.700 |
| G2 | 9 | Rp. 53.200.000 | 9 | Rp. 53.200.000 | - |
| | | | | | |
| QZ1 | 22 | Rp. 328.700.000 | 22 | Rp. 328.700.000 | - |
| | | | | | |
| Q1 | 14 | Rp. 626.000.000 | 14 | Rp. 626.000.000 | - |
| | | | | | |
| K1 | 10 | Rp. 743.000.000 | 10 | Rp. 743.000.000 | - |
| K2 | 7 | Rp. 157.700.000 | 7 | Rp. 157.700.000 | - |
| | | | | | |
| VI | 13 | Rp. 256.300.000 | 13 | Rp. 256.300.000 | - |
| | | | | | |
| V2 | 14 | Rp. 426.700.000 | 12 | Rp. 429.635.900 | Rp. 1.467.950 |
| | | | | | |
| QZ2 | 11 | Rp. 557.900.000 | 11 | Rp. 557.900.000 | - |
| | | | | | |
| G3 | 16 | Rp. 247.100.000 | 13 | Rp. 251.957.600 | Rp. 1.619.200 |
| | | | | | |
| J1 | 14 | Rp. 166.000.000 | 12 | Rp. 168.194.500 | Rp. 1.097.250 |
| J2 | 6 | Rp. 321.800.000 | 6 | Rp. 321.800.000 | - |
| | | | | | |
| L1 | 9 | Rp. 88.000.000 | 9 | Rp. 88.000.000 | - |
| L2 | 4 | Rp. 189.300.000 | 4 | Rp. 189.300.000 | - |
| | | | | | |
| C22 | 15 | Rp. 132.600.000 | 13 | Rp. 134.477.700 | Rp. 938.850 |
| | | | | | |
| X21 | 17 | Rp. 289.100.000 | 14 | Rp. 292.574.900 | Rp. 1.158.300 |

Dalam mempersingkat kurun waktu proyek gedung parkir dilihat dari slope biaya terkecil yang berada pada jalur kritis.

1. Aktivitas C22 Shaving Wall and Cement dipercepat 2 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

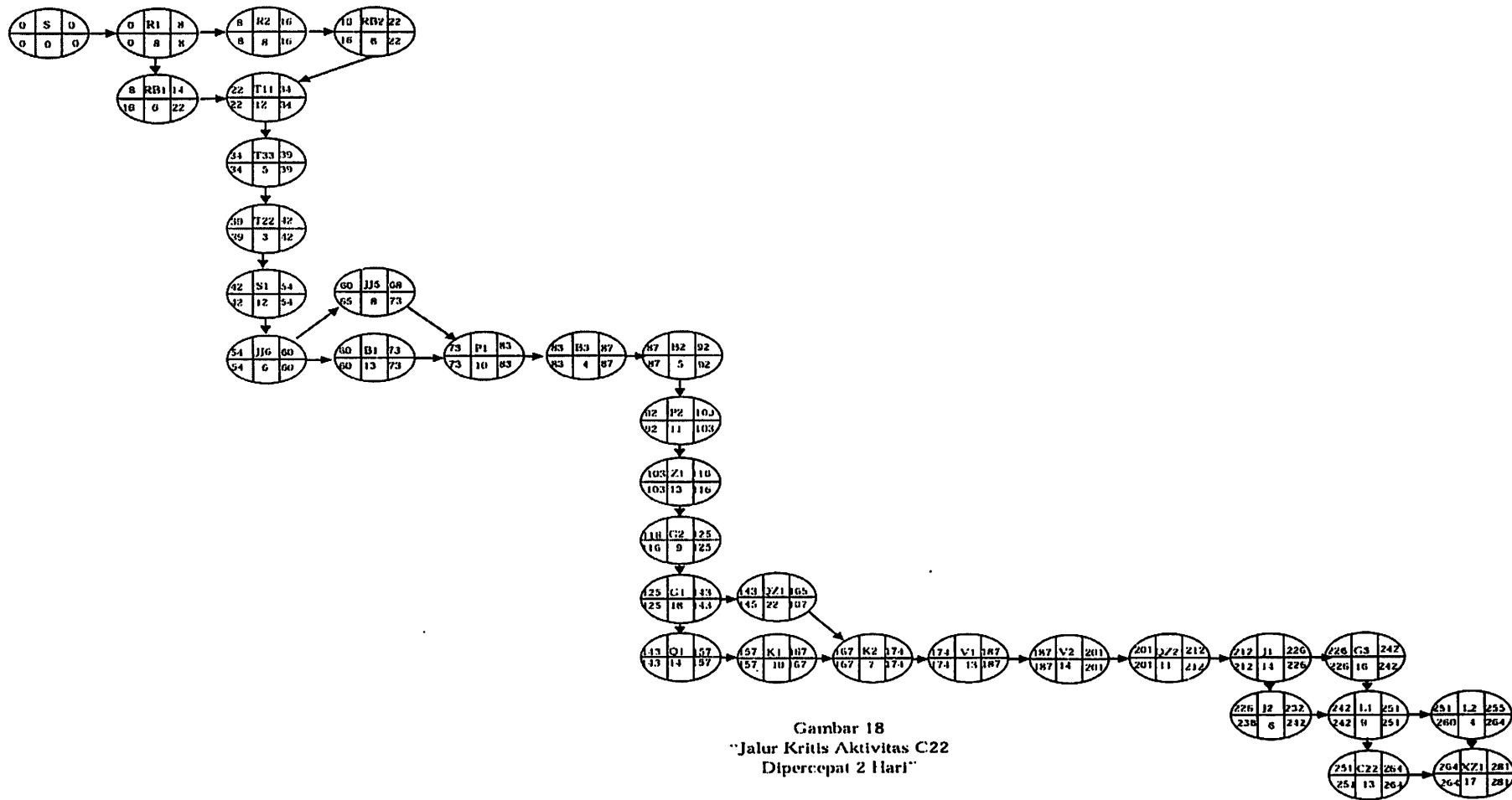
$$\text{Rp. } 9.295.708.000 + (2 \times \text{Rp. } 938.850) = \text{Rp. } 9.297.585.700$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. } 1.708.082.248,60 : 283) \times 281 = \underline{\text{Rp. } 1.696.010.996}$$

$$\text{Total Biaya} \quad \text{Rp. } 10.993.596.696$$

Lintasan kritis setelah kegiatan C22 dipercepat 2 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 18
 "Jalur Kritis Aktivitas C22
 Dipercepat 2 Hari"

Tabel 12
Total Slack Setelah Kegiatan C22 dipercepat 2 Hari

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunnel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 143 | 125 | 143 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 143 | 165 | 143 | 167 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 143 | 157 | 143 | 157 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 157 | 167 | 157 | 167 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 167 | 174 | 167 | 174 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Flooring and Walling | V1 | 174 | 187 | 174 | 187 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 187 | 201 | 187 | 201 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | Q22 | 201 | 212 | 201 | 212 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 226 | 242 | 226 | 242 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 212 | 226 | 212 | 226 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 226 | 232 | 236 | 241 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 242 | 251 | 242 | 251 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 251 | 255 | 260 | 264 | 9 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 251 | 264 | 251 | 264 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 264 | 281 | 264 | 281 | 0 | Ya |

2. Aktivitas J1 Stand Wall Elaboring dipercepat 2 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

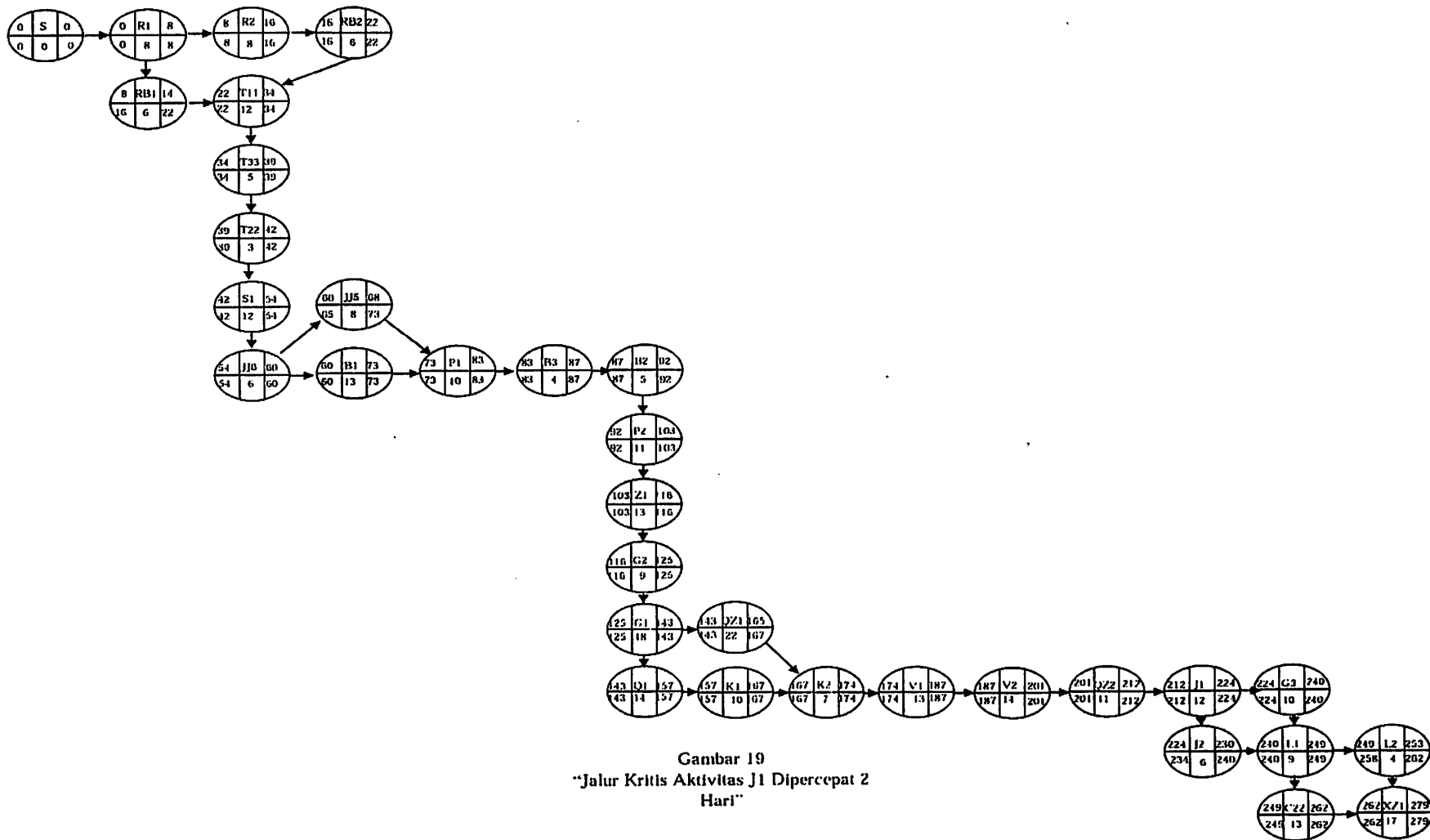
$$\text{Rp. } 9.295.708.000 + (2 \times \text{Rp. } 1.097.250) = \text{Rp. } 9.297.902.500$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. } 1.708.082.248,60 : 283) \times 279 = \underline{\text{Rp. } 1.683.939.743}$$

$$\text{Total Biaya} \quad \text{Rp. } 10.981.842.243$$

Lintasan kritis setelah kegiatan J1 dipercepat 2 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 19
 "Jalur Kritis Aktivitas J1 Dipercepat 2 Hari"

Tabel 13
Total Slack Setelah Aktivitas J1 Dipercepat 2 Hari

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 143 | 125 | 143 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 143 | 165 | 143 | 167 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 143 | 157 | 143 | 157 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 157 | 167 | 157 | 167 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 167 | 174 | 167 | 174 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Flooring and Walling | V1 | 174 | 187 | 174 | 187 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 187 | 201 | 187 | 201 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | Q22 | 201 | 212 | 201 | 212 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 226 | 242 | 226 | 242 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 212 | 224 | 212 | 224 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 224 | 230 | 234 | 240 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 240 | 249 | 240 | 249 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 249 | 253 | 258 | 262 | 9 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 249 | 262 | 249 | 262 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 262 | 279 | 262 | 279 | 0 | Ya |

3. Aktivitas X21 Applying Steel Door dipercepat 3 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

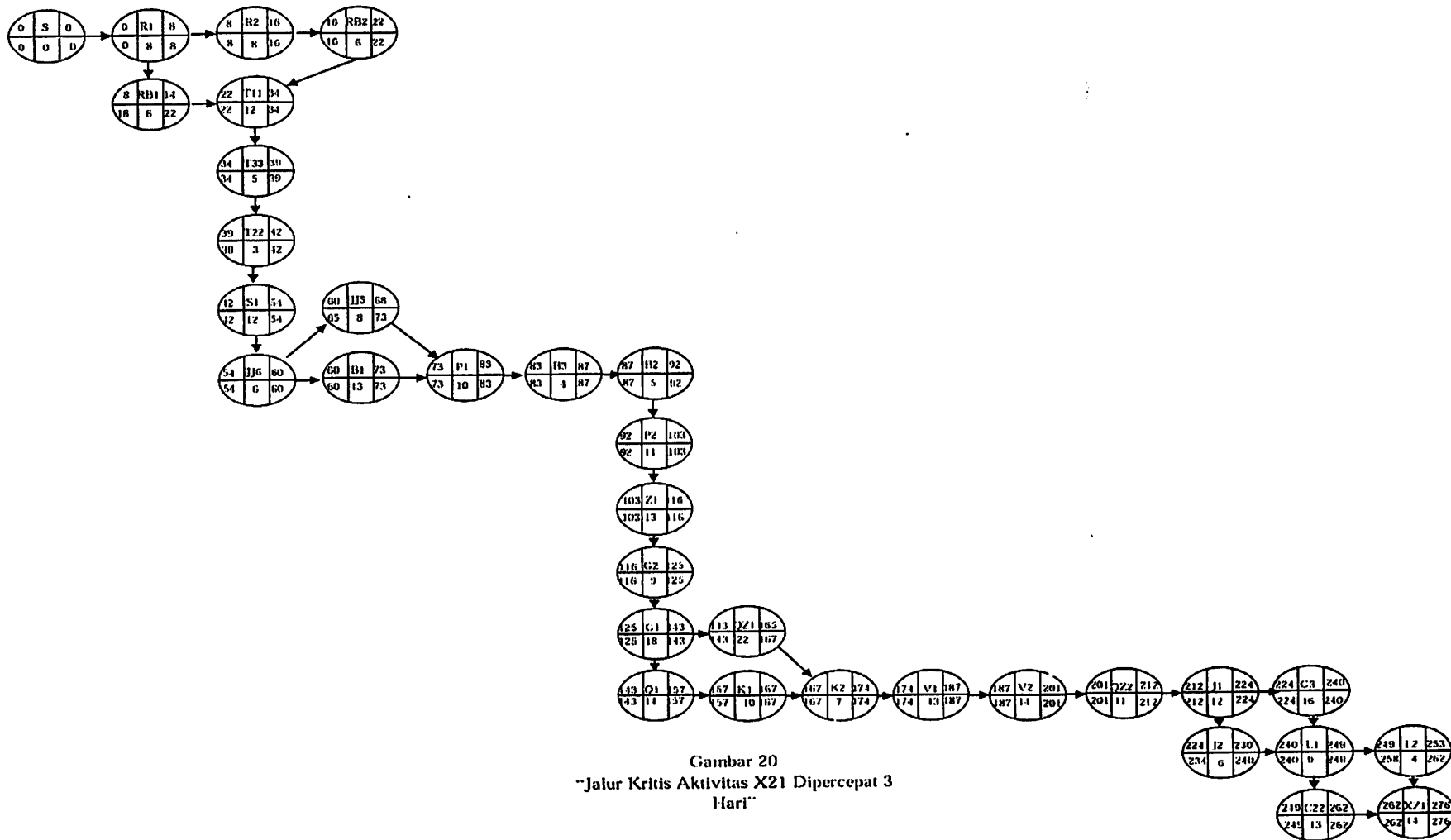
$$\text{Rp. 9.295.708.000} + (2 \times \text{Rp. 1.158.300}) = \text{Rp. 9.299.182.900}$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. 1.708.082.248,60} : 283) \times 276 = \underline{\text{Rp. 1.665.832.864}}$$

$$\text{Total Biaya} \quad \text{Rp. 10.965.015.764}$$

Lintasan kritis setelah kegiatan X21 dipercepat 3 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 20
 "Jalur Kritis Aktivitas X21 Dipercepat 3 Hari"

Tabel 14
Total Slack Aktivitas X21 di percepat 3 Hari

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 143 | 125 | 143 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 143 | 165 | 143 | 167 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 143 | 157 | 143 | 157 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 157 | 167 | 157 | 167 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 167 | 174 | 167 | 174 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Flooring and Walling | V1 | 174 | 187 | 174 | 187 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 187 | 201 | 187 | 201 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | Q22 | 201 | 212 | 201 | 212 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 226 | 242 | 226 | 242 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 212 | 224 | 212 | 224 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 224 | 230 | 234 | 240 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring .. | L1 | 240 | 249 | 240 | 249 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 249 | 253 | 258 | 262 | 9 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 249 | 262 | 249 | 262 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 262 | 276 | 262 | 276 | 0 | Ya |

4. Aktivitas G1 Ground Iron Holding dipercepat 3 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

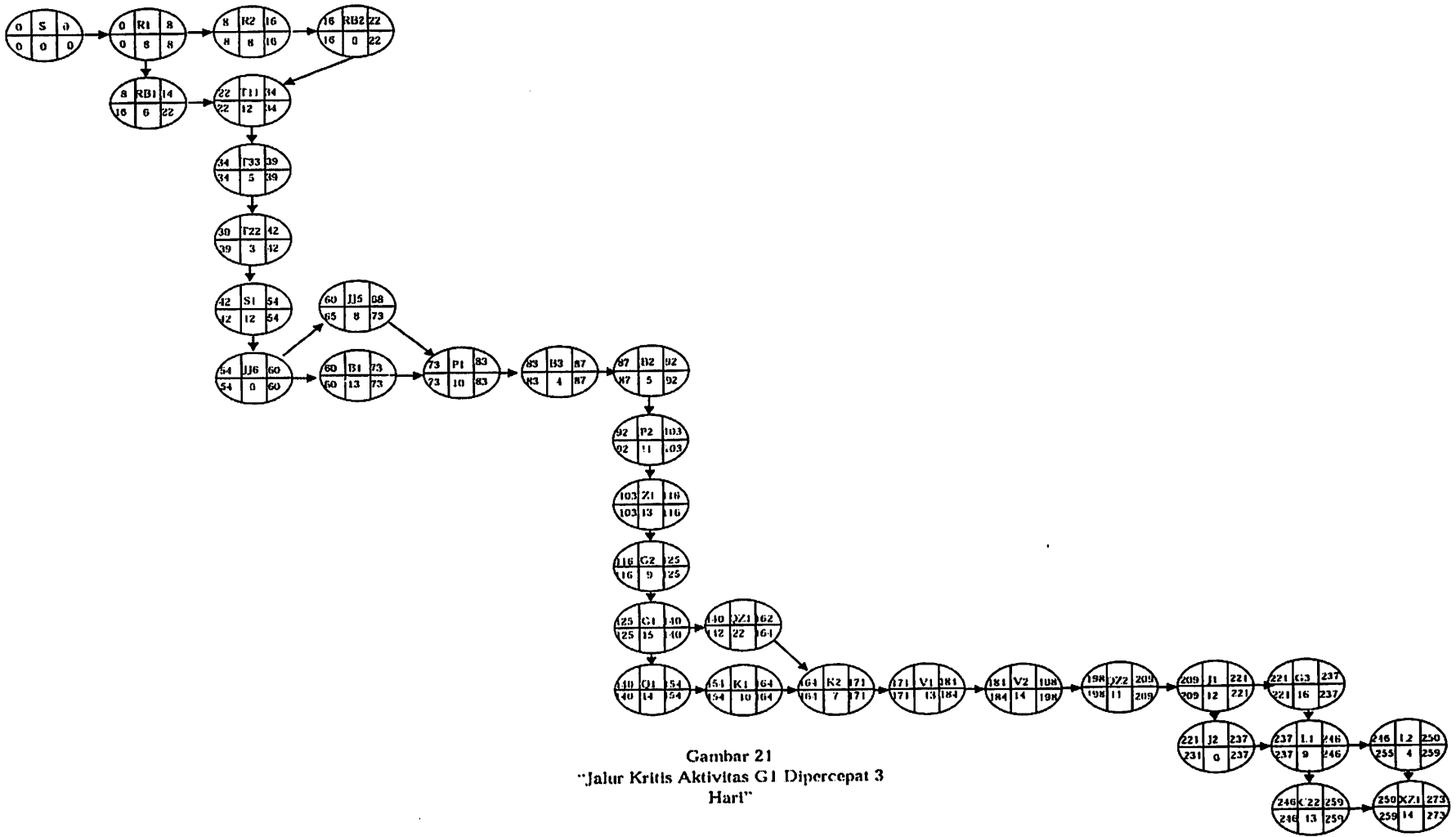
$$\text{Rp. } 9.295.708.000 + (3 \times \text{Rp. } 1.212.700) = \text{Rp. } 9.299.346.100$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. } 1.708.082.248,60 : 283) \times 273 = \underline{\text{Rp. } 1.647.725.985}$$

$$\text{Total Biaya} \quad \text{Rp. } 10.965.015.764$$

Lintasan kritis setelah kegiatan G1 dipercepat 3 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 21
 "Jalur Kritis Aktivitas G1 Dipercepat 3
 Hari"

Tabel 15
Total Slack Aktivitas G1 dipercepat 3 Hari

| Uralan Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 140 | 125 | 140 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 140 | 162 | 142 | 164 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 140 | 154 | 140 | 154 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 154 | 164 | 154 | 164 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 164 | 172 | 164 | 172 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |
| • Flooring and Walling | V1 | 171 | 184 | 171 | 184 | 0 | Ya |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 184 | 198 | 184 | 198 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | QZ2 | 198 | 209 | 198 | 209 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 221 | 237 | 221 | 237 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 209 | 221 | 209 | 221 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 221 | 227 | 231 | 237 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 237 | 246 | 237 | 246 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 246 | 250 | 255 | 259 | 9 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 246 | 259 | 246 | 259 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 259 | 273 | 259 | 273 | 0 | Ya |

5. Aktivitas V2 Steel Glaive dipercepat 2 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

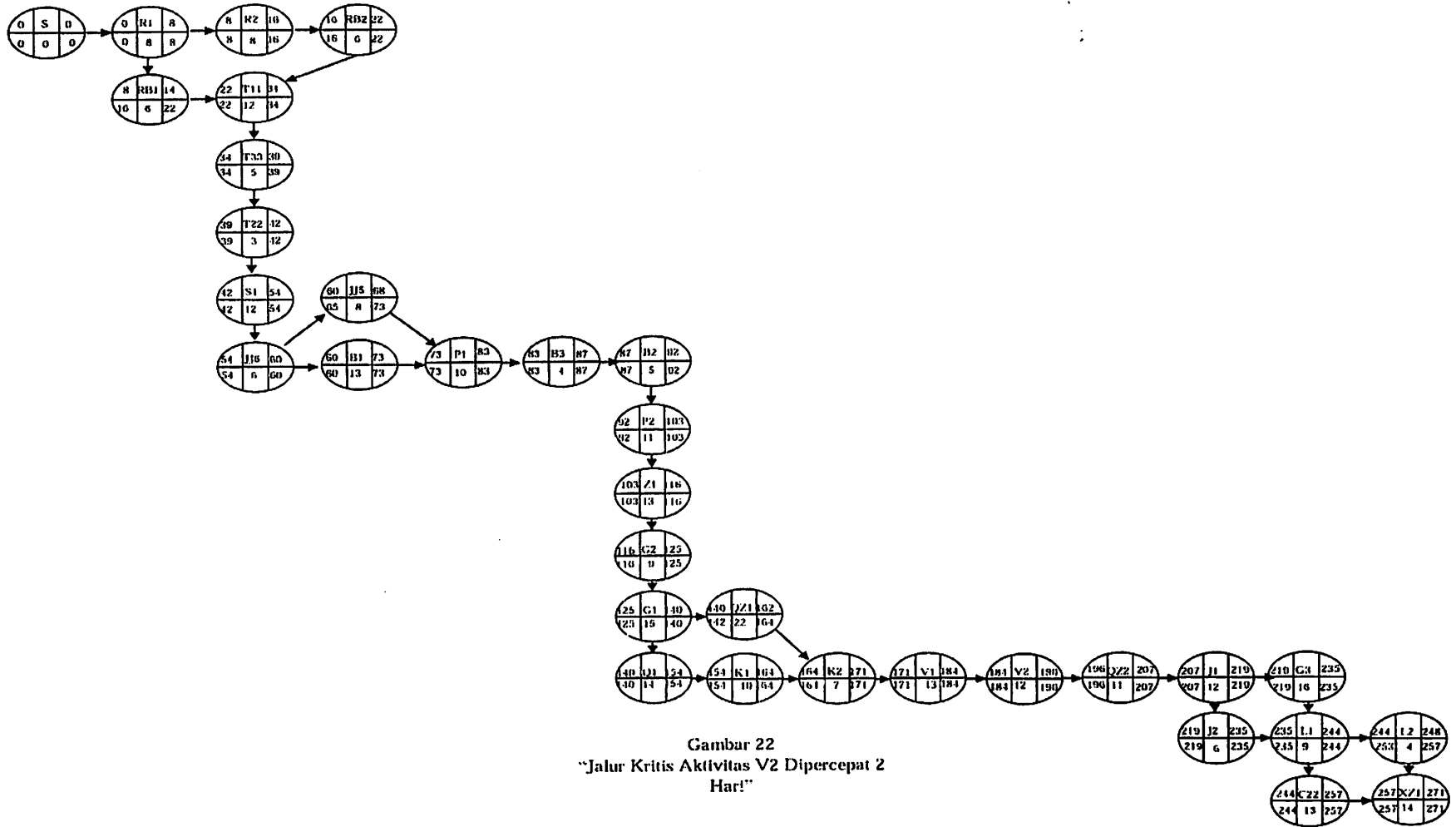
$$\text{Rp. } 9.295.708.000 + (2 \times \text{Rp. } 1.467.950) = \text{Rp. } 9.298.643.900$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. } 1.708.082.248,60 : 283) \times 271 = \underline{\text{Rp. } 1.635.654.733}$$

$$\text{Total Biaya} \quad \text{Rp. } 10.934.298.633$$

Lintasan kritis setelah kegiatan V2 dipercepat 2 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 22
 "Jalur Kritis Aktivitas V2 Dipercepat 2 Hari!"

Tabel 16
Total Slack Aktivitas V2 dipercepat 2 Hari

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Dinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 140 | 125 | 140 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 140 | 162 | 142 | 164 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 140 | 154 | 140 | 154 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 154 | 164 | 154 | 164 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 164 | 172 | 164 | 172 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Flooring and Walling | V1 | 171 | 184 | 171 | 184 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 184 | 196 | 184 | 196 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | Q22 | 196 | 207 | 196 | 207 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 219 | 235 | 219 | 235 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 207 | 219 | 207 | 219 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 219 | 225 | 229 | 235 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 235 | 244 | 235 | 244 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 244 | 248 | 253 | 257 | 7 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 244 | 257 | 244 | 257 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besi | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 257 | 271 | 257 | 271 | 0 | Ya |

6. Aktivitas G3 Applying Walling dipercepat 3 hari

Perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya:

- Biaya langsung :

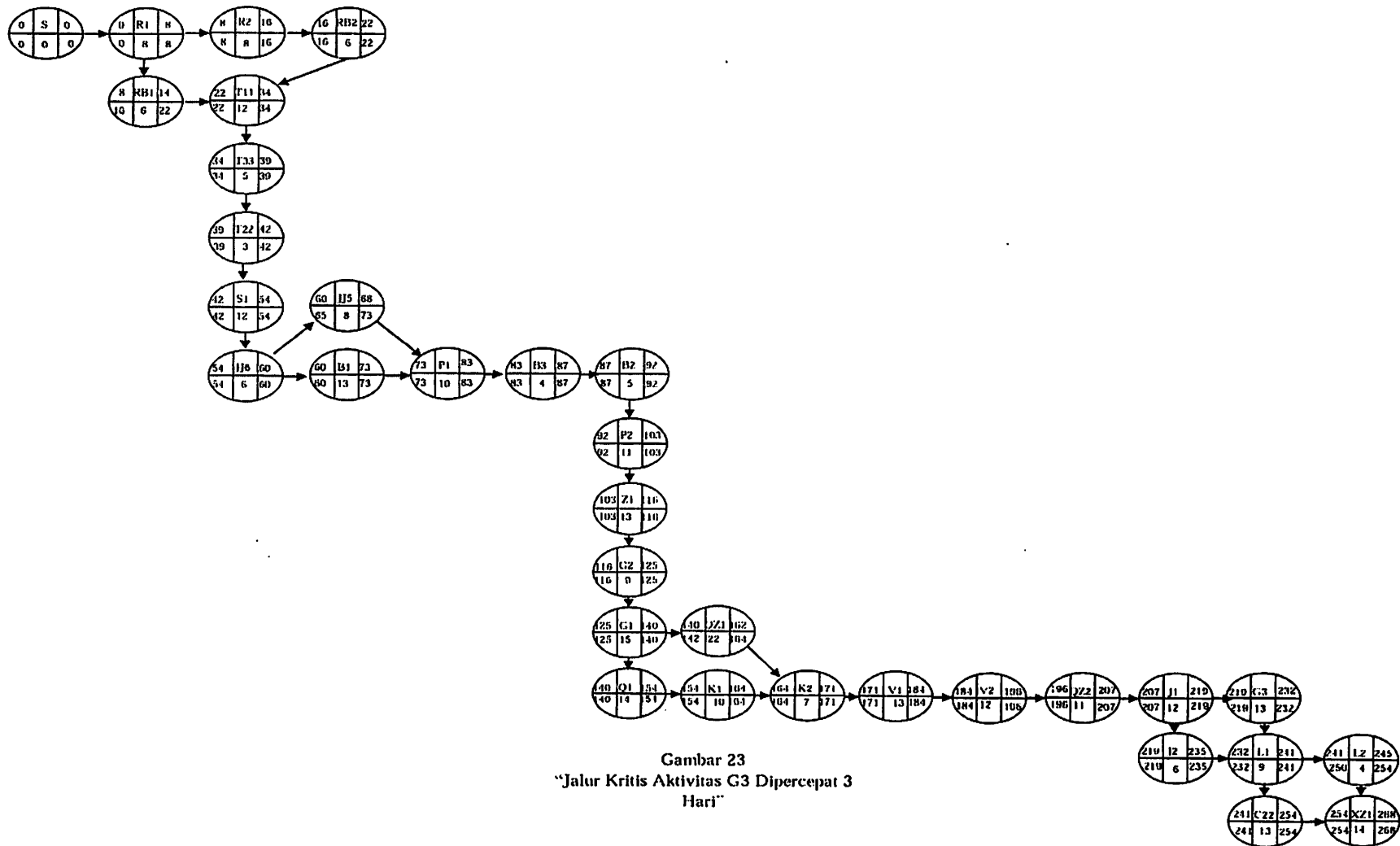
$$\text{Rp. 9.295.708.000} + (3 \times \text{Rp. 1.619.200}) = \text{Rp. 9.300.565.600}$$

- Biaya tidak langsung :

$$\text{Rp. 1.708.082.248,60} : 283) \times 268 = \underline{\text{Rp. 1.617.547.854}}$$

Total Biaya Rp. 10.918.113.254

Lintasan kritis setelah kegiatan G3 dipercepat 3 hari tidak berubah, yaitu: R1, R2, RB2, T11, T22, T33, S1, JJ6, B1, B2, B3, P1, P2, Z1, G1, G2, Q1, K1, K2, V1, V2, QZ2, G3, J1, L1, CZ2, X21.



Gambar 23
 "Jalur Kritis Aktivitas G3 Dipercepat 3 Hari"

Tabel 17
Total Slack Aktivitas G3 dipercepat 3 Hari

| Uraian Pekerjaan | ID | ES (hari) | EF (hari) | LS (hari) | LF (hari) | Slack (LS-ES) (hari) | Jalur Kritis |
|----------------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| PEMBUATAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| PEKERJAAN PERSIAPAN GEDUNG PARKIR | | | | | | | |
| 1. Kegiatan Pembersihan lahan | | | | | | | |
| • Clean Field | R1 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | Ya |
| • Dumping Field | R2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 0 | Ya |
| 2. Kegiatan Pemasangan Blowpank | | | | | | | |
| • Anchor Iron | RB1 | 8 | 144 | 16 | 22 | 8 | Tidak |
| • Iron Cement | RB2 | 16 | 22 | 16 | 22 | 0 | Ya |
| 3. Kegiatan Galian Tanah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Field | T1.1 | 22 | 34 | 22 | 34 | 0 | Ya |
| • Bricks Digging | T2.2 | 39 | 42 | 39 | 42 | 0 | Ya |
| • Field Minus | T3.3 | 34 | 39 | 34 | 39 | 0 | Ya |
| 4. Kegiatan Pasir Bawah Pondasi | | | | | | | |
| • Digging Sand Tunel | S1 | 42 | 54 | 42 | 54 | 0 | Ya |
| 5. Kegiatan Timbunan Galian | | | | | | | |
| • Field Elaboring | JJ5 | 60 | 68 | 65 | 73 | 5 | Tidak |
| • Iron Eleminate | JJ6 | 54 | 60 | 54 | 60 | 0 | Ya |
| 6. Kegiatan Pondasi Dinding | | | | | | | |
| • Walling Iron Elaboring | B1 | 60 | 73 | 60 | 73 | 0 | Ya |
| • Brick Cement | B2 | 87 | 92 | 87 | 92 | 0 | Ya |
| • Walling Cement | B3 | 83 | 87 | 83 | 87 | 0 | Ya |
| 7. Kegiatan Steel Beton | | | | | | | |
| • Ground Floor Elaboring | P1 | 73 | 83 | 73 | 83 | 0 | Ya |
| • Iron Crink | P2 | 92 | 103 | 92 | 103 | 0 | Ya |
| 8. Kegiatan Balok Beton | | | | | | | |
| • Steel Aplpying | Z1 | 103 | 116 | 103 | 116 | 0 | Ya |
| 9. Kegiatan Pinding Penahan Tanah dan | | | | | | | |
| • Ground Iron Holding | G1 | 125 | 140 | 125 | 140 | 0 | Ya |
| • Square Grounding | G2 | 116 | 125 | 116 | 125 | 0 | Ya |
| 10. Kegiatan Pondasi Lantai | | | | | | | |
| • Iron Flooring | QZ1 | 140 | 162 | 142 | 164 | 2 | Tidak |
| 11. Kegiatan Dewatering | | | | | | | |
| • Floor Enchanced Dewatering | Q1 | 140 | 154 | 140 | 154 | 0 | Ya |
| 12. Kegiatan Penulangan/Pembesian | | | | | | | |
| • Iron Mapping | K1 | 154 | 164 | 154 | 164 | 0 | Ya |
| • Sand and Elaboring | K2 | 164 | 172 | 164 | 172 | 0 | Ya |
| 13. Kegiatan Pengecoran | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| • Flooring and Walling | V1 | 171 | 184 | 171 | 184 | 0 | Ya |
| 14. Kegiatan Perawatan Beton (Curing) | | | | | | | |
| • Steel Glaive | V2 | 184 | 196 | 184 | 196 | 0 | Ya |
| 15. Finishing Lantai | | | | | | | |
| • Applying Floor | Q22 | 196 | 207 | 196 | 207 | 0 | Ya |
| 16. Finishing Dinding | | | | | | | |
| • Applying Dinding | G3 | 219 | 232 | 219 | 232 | 0 | Ya |
| 17. Finishing Kulit Luar Plafon | | | | | | | |
| • Stand Wall Elaboring | J1 | 207 | 219 | 207 | 219 | 0 | Ya |
| • Hard Cement Out | J2 | 219 | 225 | 229 | 235 | 10 | Tidak |
| 18. Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Outside Cement and Elaboring | L1 | 232 | 241 | 232 | 241 | 0 | Ya |
| • Sculp Outside | L2 | 241 | 245 | 250 | 254 | 9 | Tidak |
| 19. Finishing Kulit Luar Gedung | | | | | | | |
| • Shaving wall and Cement | C22 | 241 | 254 | 241 | 254 | 0 | Ya |
| 20. Finishing Pintu Besti | | | | | | | |
| • Applying Steel Door | X21 | 254 | 268 | 254 | 268 | 0 | Ya |

Tabel 18

Total Biaya Proyek Setelah Dipercepat

| Kegiatan | Waktu | Total Biaya |
|------------------------------------|----------|-----------------------|
| Kegiatan Normal (tanpa Percepatan) | 283 Hari | Rp. 11.003.790.248,60 |
| Kegiatan C22 dipercepat 2 hari | 281 Hari | Rp. 10.933.596.696 |
| Kegiatan J1 dipercepat 2 hari | 279 Hari | Rp. 10.981.842.243 |
| Kegiatan X21 dipercepat 3 hari | 276 Hari | Rp. 10.965.015.764 |
| Kegiatan G1 dipercepat 3 hari | 273 Hari | Rp. 10.947.172.085 |
| Kegiatan V2 dipercepat 2 hari | 271 Hari | Rp. 10.934.298.633 |
| Kegiatan G3 dipercepat 3 hari | 268 Hari | Rp. 10.918.113.254 |

4.4.4.2 Perbandingan dan Analisa Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek

Perencanaan waktu dan biaya proyek yang dilakukan PT. Komatsu Indonesia dengan kurun waktu penyelesaian proyek selama 283 hari, rinciannya adalah sebagai berikut:

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| - Biaya langsung | = Rp. 9.295.708.000 |
| - Biaya tidak langsung | = <u>Rp. 1.708.082.248,60</u> |
| Total Biaya Proyek | = Rp. 11.003.790.248,60 |

Sedangkan dengan menggunakan *network planning* melalui metode CPM dengan kurun waktu penyelesaian proyek selama 268 hari, dengan rincian biaya sebagai berikut:

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| - Biaya langsung | = Rp. 9.300.565.600 |
| - Biaya tidak langsung | = <u>Rp. 1.617.547.854</u> |
| Total Biaya Proyek | = Rp. 10.918.113.254 |

Efisiensi waktu dan biaya proyek dengan menggunakan *network planning* melalui metode CPM dihitung sebagai berikut:

- Efisiensi waktu proyek
 $283 - 268 = 15$ hari
 Atau
 $= 283 - 105/283 \times 100\% = 5,30\%$
- Efisiensi biaya proyek
 $\text{Rp. } 11.003.790.248,60 - \text{Rp. } 10.918.113.254 = \text{Rp. } 85.676.994,6$
 Atau
 $= \frac{\text{Rp. } 11.003.790.248,60 - \text{Rp. } 10.918.113.254}{\text{Rp. } 11.003.790.248,60} \times 100\% = 0,7786\%$

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan perencanaan waktu yang dilakukan oleh perusahaan dalam menentukan jadwal waktu proyek dan kegiatan yang dilaksanakan untuk menyelesaikan proyek gedung parkir bertitik tolak pada perencanaan strategis dan perencanaan operasional serta pengalaman – pengalaman dan para pekerja dalam mengerjakan proyek. Dari proyek tersebut waktu realisasi proyek gedung parkir berakhir dengan 304 hari dengan perencanaan waktu selama 287 hari. Artinya PT. Komatsu Indonesia belum menetapkan perencanaan waktu yang terjadwal dengan baik. Dengan analisis PERT maka di dapat perkiraan kurun waktu proyek selama 283 hari. Dengan probabilitas penyelesaian proyek sebesar 97,44% proyek dapat dipercepat dengan kurun waktu penyelesaian selama 268 hari.
2. Dari hasil penelitian penulis dengan metode PERT dan CPM yang mempersingkat kurun waktu dan mengurangi biaya yaitu selama 283 hari dengan total perencanaan biaya sebesar Rp. 11.003.790.248,60. Dengan penerapan *network planning* di dapat percepatan waktu selama 268 hari dengan total biaya sebesar Rp. 10.918.113.254.
3. Dalam pelaksanaan proyek gedung parkir ini perusahaan mengalami kendala – kendala yang tidak diduga dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Kendala – kendala tersebut adalah:
 - a. cuaca
 - b. komunikasi
 - c. semangat kerja, dan
 - d. keterbatasan bahan/material.
4. Dari hasil penelitian penulis dengan metode PERT dan CPM yang mempersingkat kurun waktu dan mengurangi biaya, didapat waktu selama 268 hari dengan total biaya Rp. 10.918.113.254. Dengan penerapan *network planning* lebih meningkatkan efisiensi waktu dan biaya proyek gedung parkir. Jika waktu normal penyelesaian proyek adalah 283 hari dengan biaya sebesar Rp. 11.003.790.248,60, maka dengan menerapkan *network planning* yang menggunakan metode jalur kritis untuk mempersingkat waktu, didapat waktu penyelesaian proyek selama 268 hari dengan biaya sebesar Rp. 10.918.113.254. Dengan demikian, maka proyek mempunyai efisiensi waktu selama 15 hari atau

sebesar 5,30% dan efisiensi biaya sebesar Rp. 85.676.994,6 atau sebesar 0,7786%.

5.2. Saran

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

1. Perusahaan sebaiknya menggunakan metode PERT dan CPM yang dapat mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dan biaya proyek dalam membuat suatu perencanaan waktu dan biaya, sehingga proyek gedung parkir dapat dilaksanakan dengan lebih efisien dan dapat mencapai hasil yang optimal.
2. Sebaiknya perusahaan menerapkan *network planning* dalam merencanakan biaya proyek agar mendapatkan efisiensi biaya yang paling minimum.
3. Berkaitan dengan kendala – kendala yang dihadapi oleh perusahaan, maka penulis memberikan saran agar perusahaan mampu mengantisipasi kendala – kendala tersebut sebaik mungkin. Kendala – kendala tersebut dapat diatasi antara lain dengan cara:
 - a. Melakukan pengendalian yang disertai dengan pengawasan yang lebih pada pelaksanaan proyek
 - b. Memilih perkiraan cuaca untuk kurun waktu pelaksanaan proyek dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) sebagai acuan dalam membuat perencanaan waktu proyeknya.
 - c. Menjaga untuk tetap berkomunikasi yang baik dengan para pekerja dan konsumen agar tidak terjadi *miss-communication*.
 - d. Melakukan pendekatan informal yang lebih kepada para pekerja agar para pekerja menjadi semangat untuk bekerja.
 - e. Mencari pemasok bahan baku yang benar mampu mengatasi masalah keterlambatan atau persediaan bahan baku jika terjadi kelangkaan di pasar.
4. Dengan menganalisis waktu dan biaya proyek agar dapat tercapai seefisien mungkin, sebaiknya perusahaan menerapkan metode PERT dan CPM dalam merencanakan waktu dan biaya proyek pada proyek – proyek selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hamdan Dimiyati dan Kadar Nurjaman. 2014. *Manajemen Proyek*. Bandung: Pustaka Setia.
- Agus Somantri. 2005. *Studi Tentang Perencanaan Waktu Dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas Di Politeknik Manufaktur Pada PT. Haryang Kuning*, Disertasi, Bandung, Universitas Widyatama.
- Aryo Andri Nugroho. 2007. *Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas I Tanjung Mas Semarang*, Disertasi, Semarang, Universitas Negeri Semarang.
- Budi Santosa. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Eddy Herjanto. 2009. *Manajemen Operasi edisi Ketiga*. PT. Grasindo Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Eka Dannyanti. 2010. *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*, Disertasi, Semarang, Universitas Diponegoro.
- Ernie Trisnawati Sule dan Kurniawan Saefullah. 2014. *Pengantar Manajemen*. Jakarta: Kencana.
- H. A. Rusdiana. 2014. *Manajemen Operasi*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Heizer, J. dan B. Render. 2006. *Manajemen Operasi*, Buku 1 Edisi 7. Jakarta: Salemba Empat.
- Heizer, J. dan B. Render. 2011. *Manajemen Operasi*, Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba Empat
- Heizer, J. dan B. Render. 2015. *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management..* Edisi Sebelas. Jakarta: Salemba Empat.
- Hery Prasetya dan Fitri Lukiasuti. 2009. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo.
- Iman Soeharto. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Irham Fahmi. 2014. *Analisis Laporan Keuangan*. Jakarta: Alfabeta.

- Jacobs, F. Roberts dan R. B. Chase. 2015. *Manajemen Operasi dan Rantai Pasokan (Operations and Supply Chain Management)* 14th Global Edition. Jakarta: Salemba Empat.
- Mahendra Sultan Syah. (2004), *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Malayu Hasibuan S.P. 2003. *Manajemen Dasar, Pengertian dan Masalah*. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung.
- Murdifin Haming dan Mahfud Nurjamanuddin. 2014. *Manajemen Produksi Modern-Operasi Manufaktur dan Jasa*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Richard L Daft. 2006. *Manajemen*. Edisi 1. Alih bahasa Oleh Edward Tanujaya dan Shirly Tiolina. Jakarta: Salemba Empat.
- Schroeder, R.G., Susan mayer Goldstein dan M. Johnny Rungtusanatham. 2013. *Operation Management in The Supply Chain: Decisions and Case*. Sixth Edition. New York: Mc Graw Hill International Edition.
- Schwalbe, K. 2006. *Information Technology Project Management*. Edisi ke-4. BostonMassachusetts: Couerse Technology.
- Sobarsa Kosasih. 2009. *Manajemen Operasi*. Bagian Pertama. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Sofjan Assauri, 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- T. Hani Handoko. 2011. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi 1. Yogyakarta: BPFPE.
- Zulian Yamit. 2011. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Vol. Edisi Pertama. Yogyakarta: EKONISIA.

LAMPIRAN

Lampiran 1.



PT KOMATSU INDONESIA
Manufacturer of Heavy Equipment

KOMATSU

Nomor : 033/2.04/KI/IV/VI/2017
Lamp. : 1 Lembar
Hal : Balasan

Kepada Yth.
Ketua Program Studi S1 Manajemen
Fakultas Ekonomi
Universitas Pakuan
Jl. Pakuan, Bogor 16143
Jawa Barat
Di Tempat

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dodi Anugrah
Jabatan : Staff Quality Control (QA)

Menerangkan bahwa,

Nama : Yusvita
NPM : 021113290

Telah kami setuju untuk mengadakan penelitian dan pengambilan data di PT.Komatsu Indonesia dengan permasalahan dan judul:

"Analisis Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Area A sektor B (4Lantai) di Alam Sutera Realty Pada PT.Komatsu Indonesia"

Demikian surat ini kami sampaikan, dan atas kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Jakarta, 8 April 2017

Hormat Kami,

Dodi Anugrah

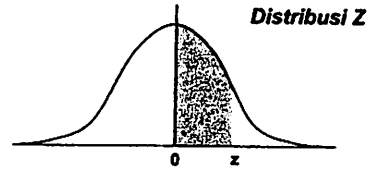
Address : Pusat Pengembangan Industri Komatsu Indonesia
Jl. Raya Cakung Cilincing Km. 4 Jakarta 14140 - Indonesia
Telp : (62 - 21) 4400611
Fax. : (62 - 21) 4400615 - 19

Cibitung Plant
Address : Jl. Irian IV Blok JJ. Kawasan Industri MM 2100
Cibitung, Bekasi, Jawa Barat
Telp : (62 - 21) 89983414 - 17
Fax. : (62 - 21) 89983418

Lampiran 2.

Tabel Z

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



TABEL Z

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