

TESIS

**ANALISIS OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK
DAN EFISIENSI BIAYA PADA PROYEK
PEMBANGUNAN GEDUNG**

(Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh:

KHANIF FAZAL ABIDIN

NIM : 20201700018

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DAN EFISIENSI BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG

(Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)

Disusun oleh:

KHANIF FAZAL ABIDIN

NIM : 20201700018

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 18 Desember 2021

Pembimbing I,

Tanggal, 18 Desember 2021

Pembimbing II,

Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D

NIK. 210288012

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

NIK. 210291015

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DAN EFISIENSI
BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG

Disusun oleh :

KHANIF FAZAL ABIDIN

NIM : 20201700018

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :
(18 Desember 2021)

Tim Penguji:

1. Ketua

Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D

NIK. 210288012

2. Anggota

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

NIK. 210291015

3. Anggota

Dr. Ir. Sumirin, MS.

NIK. 220288009

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 30 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

UNISSULA NIK. 210291014

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D

UNISSULA NIK. 210293018

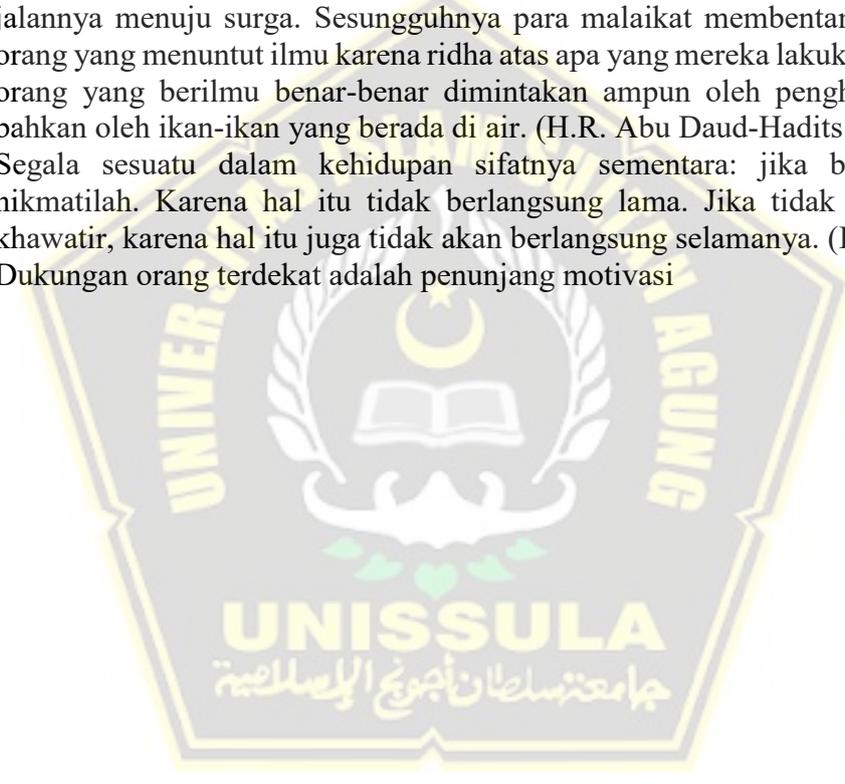
MOTTO



كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ
عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ ۗ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا
لَّهُمْ ۚ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik. (Q.S. Ali Imron:110)

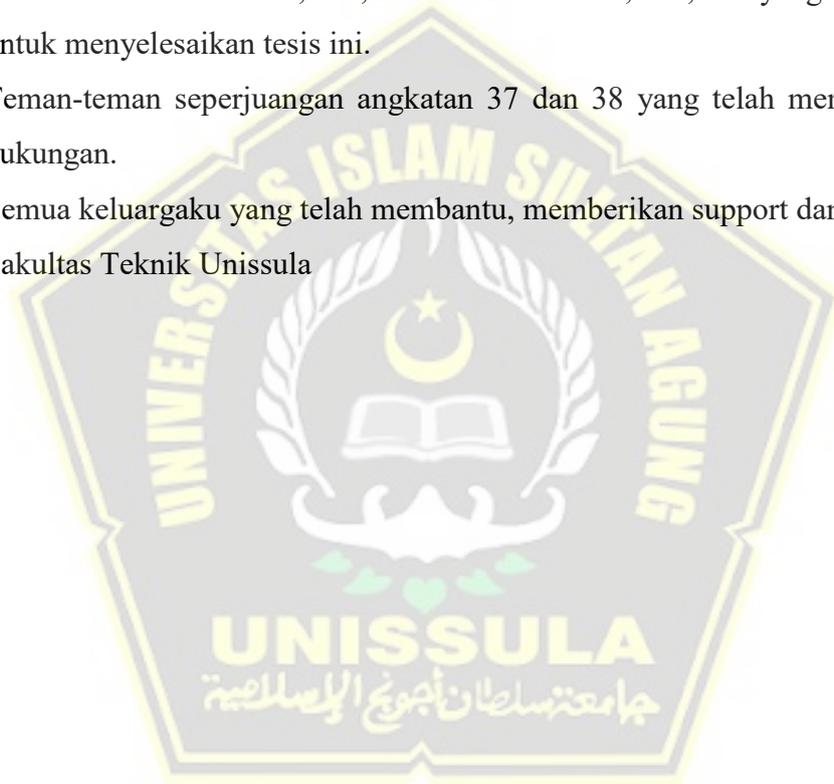
- Barang siapa menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu maka Allah memudahkan jalannya menuju surga. Sesungguhnya para malaikat membentangkan sayapnya untuk orang yang menuntut ilmu karena ridha atas apa yang mereka lakukan. Dan sesungguhnya orang yang berilmu benar-benar dimintakan ampun oleh penghuni langit dan bumi, bahkan oleh ikan-ikan yang berada di air. (H.R. Abu Daud-Hadits Sahih)
- Segala sesuatu dalam kehidupan sifatnya sementara: jika berjalan dengan baik, nikmatilah. Karena hal itu tidak berlangsung lama. Jika tidak berjalan baik, jangan khawatir, karena hal itu juga tidak akan berlangsung selamanya. (IG sabarlahdiriku)
- Dukungan orang terdekat adalah penunjang motivasi



PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk:

- Bapak Sukarwi, S.K.M dan Ibu Sunari, S.Pd.SD sebagai orangtua saya yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, motivasi, finansial dan semuanya.
- Kakakku Farida Ulfah Hidayati, S.Pd. yang senantiasa memberikan dukungan semangat untukku.
- Adik Hanik Fitriani yang senantiasa memberikan dukungan semangat untukku, semoga bisa menjadikan motivasi untuk segera menyelesaikan program pendidikan sarjana.
- Saudara Kurniawan Eko, ST., MT dan Ari Yudha, ST., MT yang senantiasa mendukung untuk menyelesaikan tesis ini.
- Teman-teman seperjuangan angkatan 37 dan 38 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
- Semua keluargaku yang telah membantu, memberikan support dan mendoakan saya.
- Fakultas Teknik Unissula



ANALISIS OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DAN EFISIENSI BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG

(Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)

Khanif Fazal Abidin¹, Pratikso², Kartono Wibowo²

¹Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung.

²Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan

ABSTRAK

Pemerintah Daerah Kota Brebes melakukan peningkatan pemerataan taraf hidup dan derajat kesehatan masyarakat dengan pembangunan infrastruktur RSUD di Ketanggungan Kabupaten Brebes. Proyek yang sifatnya segera difungsikan maka harus selesai tepat waktu. Penjadwalan yang dipercepat tentunya akan mempengaruhi biaya pembangunan gedung tersebut. Maka perlu analisis penjadwalan yang optimal dan memilih item-item pekerjaan apa saja yang perlu dipercepat dengan menentukan Lintasan Kritis menggunakan PDM (*Precedence Diagram Method*) agar mendapatkan biaya yang efisien.

Pengumpulan data didapat dari data primer dan data sekunder berupa catatan, arsip atau buku, misal jurnal penelitian, *time schedule*, laporan-laporan kegiatan proyek *schedule*, rencana anggaran biaya/RAB dan buku serta jurnal yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti. Analisis data berdasarkan dari penjadwalan proyek/*time schedule* diuraikan ke dalam diagram network untuk menentukan percepatan waktu/durasi pelaksanaan dengan alternatif menambah jam kerja kemudian di hitung optimasi biaya yang di hasilkan.

Percepatan menggunakan metode *Crashing*, metode *Overlapping*, dan metode *Combine* (*Crashing* dan *Overlapping*) dapat memperoleh hasil percepatan waktu/durasi 7 minggu (21 %) dan nilai optimasi biaya pelaksanaan sebesar Rp. 4.207.237.695,03 (7%), dari biaya pelaksanaan semula Rp. 58.557.390.571,00 menjadi Rp. 54.350.152.875,97.

Kata kunci : optimasi, *crashing*, *overlapping*, *combine*

THE ANALYSIS OF PROJECT SCHEDULING OPTIMIZATION AND COST EFFICIENCY IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS

(A case study of Ketanggungan Hospital Construction, Brebes Regency)

Khanif Fazal Abidin¹, Pratikso², Kartono Wibowo²

¹ A student at Civil Engineering Master Program, Universitas Islam Sultan Agung

² & 3 Lecturers at Civil Engineering Master Program, Universitas Islam Sultan

ABSTRACT

The Regional Government of Brebes City is increasing the distribution of living standards and public health degrees with the development of hospital infrastructure in the Ketanggungan of Brebes Regency. The projects that are immediately functional must be completed on time. Accelerated scheduling will certainly affect the cost of building the building. Then it is necessary to analyze optimal scheduling and choose what work items need to be accelerated by determining critical paths using PDM (Precedence Diagram Method) in order to get efficient costs.

Data collection were obtained from the primary and secondary data, the needed data include records, archives or books, for example research journals, time schedules, project schedule activity reports, budget plans/ RAB and books and journals related to the problem. being researched. Analysis of data based on project scheduling/time schedule is described into a network diagram to determine the acceleration of time/duration of implementation with the alternative of adding working hours which then calculated the cost optimization produced.

From the acceleration using the Crashing, the Overlapping, and the Combination(Crashing and Overlapping) methods, the results of the acceleration of time/ duration of 7 weeks (21%) and optimization value of the implementation cost Rp. 4.207.237.695,03 (7%), from the initial implementation cost of Rp. 58.557.390.571,00 to Rp. 54.350.152.875,97.

Keywords: optimization, crashing, overlapping, combination

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : KHANIF FAZAL ABIDIN
NIM : 20201700018

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISIS OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DAN EFISIENSI BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG

(Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)

Adalah benar hasil karya saya asli dan tidak melakukan tindakan plagiasi dengan penuh kesadaran bahwa karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Jika terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 28 Desember 2021



Khanif
Khanif Fazal Abidin

UNISSULA
جامعة سلطان ابيونج الإسلامية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Seraya mengucapkan Alhamdulillah, penulis panjatkan rasa syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Efisiensi Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes” yang disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Magister Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. S. Imam Wahyudi, DEA selaku Ketua Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik UNISSULA.
2. Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D selaku Sekretaris Program Magister Teknik Sipil UNISSULA.
3. Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi serta pengarahan selama pembuatan tesis.
4. Dr.Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi serta pengarahan selama pembuatan tesis.
5. Semua Dosen dan Staf Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang yang telah membantu dalam seluruh proses belajar.
6. Berbagai pihak yang terlibat dalam pengambilan data baik dari CV. Prambanan selaku Konsultan MK dan PT. Chimader777 selaku Kontraktor Pelaksana pada Proyek RSUD Ketanggungan Brebes.
7. Tempat bekerja saya di CV. Reswara Praptama dan PT. Sibamboo Studio yaitu pihak yang memberikan kesempatan menyelesaikan tesis baik waktu dan dukungan untuk menyelesaikan tesis.
8. Semua teman-teman MTS Unissula Semarang Angkatan 37 dan 38 atas motivasi dan dukungannya. (Bp. Joni Elen, Mas Novel, Mas Eko, Mas Ari, Mas Kharisma, Mas Angga)
9. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu saya ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna kebaikan dan kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, dan bagi semua pihak yang berkepentingan pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Proyek Konstruksi	6
2.1.1 Manajemen.....	8
2.1.2 Organisasi Proyek.....	14
2.1.3 Pihak-pihak Terlibat Proyek.....	14
2.2 Penjadwalan Proyek	15
2.2.1 Diagram Batang (bagan balok) atau Bar Chart	17
2.2.2 Jaringan Kerja atau Network Planning.....	18
2.2.3 <i>Crashing Project</i> (Mempercepat Waktu Proyek).....	30
2.2.4 <i>Time schedule</i> (rencana kerja)	31
2.2.5 Kurva-S (<i>hannum curve</i>)	32
2.3 Biaya Proyek	37
2.3.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	39
2.3.2 Ekonomi Teknik	39
2.4 <i>Reengineering Business Process</i>	40
2.5 Metode Kerja yang Optimal	55
2.5.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan yang Baik	56
2.5.2 Manfaat Penerapan Manajemen Konstruksi.....	57
2.5.3 Rencana Pelaksanaan Kegiatan	58
2.5.4 Proses Manajemen pada Pengendalian Waktu	58
2.5.5 Jenis Pekerjaan Proyek Pembangunan	59
2.6 Optimasi Proyek dan Analisis Optimasi Proyek	59
2.7 Program Primavera P6 Professional R16.2	68

2.8 Penelitian Sejenis Sebelumnya.....	72
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	82
3.1 Bentuk Penelitian	82
3.2 Obyek Penelitian	82
3.3 Pengumpulan Data	82
3.3.1 Data Primer.....	82
3.3.2 Data Sekunder.....	83
3.4 Metode Analisis Data	83
3.4.1 Aplikasi <i>Software Primavera</i>	84
3.5 Tahapan / Bagan Air Penelitian	84
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	86
4.1 Gambaran Umum Proyek.....	86
4.2 Pengumpulan Data	86
4.3 Menggunakan metode <i>Precedence Diagram Method/PDM</i>	90
4.4 Penjadwalan Proyek dengan Metode Percepatan.....	106
4.4.1 Metode Percepatan Crashing	106
4.4.2 Metode Percepatan Overlapping	110
4.4.3 Metode Percepatan <i>Combine (Crashing dan Overlapping)</i> ..	114
4.5 Optimasi Biaya	118
4.5.1 Data Biaya dengan Waktu/Durasi Asli.....	118
4.5.2 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Percepatan	118
4.5.3 Nilai Optimasi Biaya	120
4.5.4 Rekapitulasi Durasi dan Biaya	121
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	122
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	127

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>A few BPR methodologies from contemporary literature</i>	44
2.2 <i>Cont. A few BPR methodologies from contemporary literature</i>	44
2.3 Janis-jenis hubungan antar aktifitas	62
2.4 Perhitungan Maju	67
2.5 Perhitungan Mundur	67
2.6 Free Float (FF)	68
2.7 Daftar Penelitian Terdahulu	73
4.1 Data Proyek sesuai dengan Jadwal Asli	87
4.2 Urutan Kegiatan sesuai <i>Schedule</i> Pelaksanaan	100
4.3 Analisa Kegiatan <i>Float</i> RSUD Ketanggungan	104
4.4 Pekerjaan yang ada pada Lintasan Kritis	105
4.5 Durasi <i>Crash</i> dengan penambahan jam kerja.....	107
4.6 Hasil percepatan waktu dengan <i>Overlapping</i>	111
4.7 Hasil percepatan waktu dengan Metode <i>Combine</i>	114
4.8 Data biaya dalam Rencana Anggaran Biaya/RAB.....	118
4.9 Biaya yang tidak berubah.....	118
4.10 Perhitungan optimasi Biaya yang berubah.....	120
4.11 Perhitungan Nilai Optimasi Biaya	120
4.12 Rekapitulasi Perbandingan.....	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Hubungan <i>Triple Constraint</i>	13
2.2 Diagram Balok	17
2.3 <i>Network Planning</i>	18
2.4 Hubungan Peristiwa dan	19
2.5 <i>Activity On Arrow (AOA)</i>	20
2.6 Kegiatan Semu / <i>Dummy</i>	22
2.7 Hubungan <i>Finish to Start / FS</i>	24
2.8 Hubungan <i>Start to Start / SS</i>	25
2.9 Hubungan <i>Finish to Finish / FF</i>	25
2.10 Hubungan <i>Start to Finish / SF</i>	26
2.11 Node <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	26
2.12 <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	28
2.13 Rumus durasi.....	30
2.14 Rumus Standar Deviasi	30
2.15 Contoh Bentuk Kurva-S.....	33
2.16 Rumus Kemiringan Biaya (<i>cost slope</i>)	34
2.17 Kurva Linier Biaya – Waktu Kegiatan	34
2.18 Kurva Terpisah Biaya – Waktu Kegiatan	35
2.19 Kurva Non Linier Biaya – Waktu Kegiatan.....	35
2.20 <i>Business process</i>	41
2.21 <i>Business process</i>	42
2.22 Model Konseptual BPR	43
2.23 <i>Theoretical Framework</i>	45
2.24 Sudut Pandang BPR	46
2.25 Kerangka gagasan dan konsep metode optimal dalam pelaksanaan konstruksi	55
2.26 <i>Bar chart</i> hubungan antara aktifitas	62
2.27 Contoh hubungan <i>finish-to-start</i>	63
2.28 Hubungan <i>start-to-start</i>	64
2.29 Hubungan <i>finish-to-finish</i>	65
2.30 Hubungan <i>start-to-finish</i>	66
3.1 Bagan Alir Metode Penelitian	85
4.1 <i>Time Schedule</i> Proyek.....	89
4.2 Tampilan Utama <i>Primavera</i>	91
4.3 Tampilan <i>Create a New Project Wizard</i>	91
4.4 Tampilan <i>Project Name</i>	91
4.5 Tampilan <i>Project Start and End Dates</i>	92
4.6 Tampilan <i>Responsible Manager</i>	92
4.7 Tampilan <i>Assignment Rate Type</i>	93
4.8 Tampilan <i>Congratulation</i>	93
4.9 Tampilan <i>Schedule</i>	94
4.10 Tampilan Penginputan Data Proyek	94
4.11 Tampilan <i>Work Breakdown Schedule</i>	95
4.12 Tampilan Penginputan Data Proyek di <i>Work Breakdown Schedule</i>	95
4.13 Tampilan Select WBS	96

4.14 Tampilan Pekerjaan yang Ada Di WBS	96
4.15 Tampilan <i>Assign Predecessor</i>	97
4.16 Tampilan <i>Relationship Type</i>	97
4.17 Tampilan <i>Activity Network</i>	98
4.18 <i>Scheduling</i> Proyek sesuai dengan Jadwal Normal.....	99
4.19 Diagram <i>Network Planning</i> PDM RSUD Ketanggungan.....	103
4.20 <i>Scheduling</i> Proyek sesuai dengan Hasil <i>Crashing</i>	108
4.21 <i>Network Planning</i> Percepatan <i>Crashing</i>	109
4.22 <i>Scheduling</i> Proyek sesuai dengan Hasil <i>Overlapping</i>	112
4.23 <i>Network Planning</i> Percepatan <i>Overlapping</i>	113
4.24 <i>Scheduling</i> Proyek sesuai dengan Hasil <i>Combine</i>	116
4.25 <i>Kurva S</i> Percepatan <i>Combine</i>	117
5.1 Lokasi Pembangunan RSUD Ketanggungan Brebes	127

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Gambar 1. Lampiran Lokasi Pembangunan RSUD	127
Gambar 2. Tampak zona 1	127
Gambar 3. Tampak zona 1	127
Gambar 4. Tampak zona 1	128
Gambar 5. Tampak zona 2	128
Gambar 6. Tampak zona 2	128
Gambar 7. Tampak zona 1	128
Gambar 8. Tampak zona 1	129
Gambar 9. Tampak zona 3	129
Gambar 10. Tampak zona 4	129
Gambar 11. Tampak zona 2	129
Gambar 12. Tampak zona 5	130
Gambar 13. Tampak zona 5	130
Kartu Konsultasi Tesis	131
Kartu Konsultasi Tesis	132

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang menuntut masyarakatnya untuk lebih cepat merespon perkembangan jaman, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Semakin pesatnya perkembangan jasa konstruksi di Indonesia khususnya di kota Brebes ditandai dengan terus dilakukannya pembangunan infrastruktur seperti pembangunan gedung-gedung bertingkat, fasilitas olahraga, jembatan, jalan tol, hotel berbintang, rumah sakit, pusat-pusat *entertainment*, taman bermain dan hiburan, dan fasilitas umum lainnya. Pembangunan suatu proyek dimulai dengan perencanaan berupa dokumen. Dokumen perencanaan disusun secara terperinci digunakan sebagai acuan melaksanakan proyek dengan waktu yang ditentukan. Perencanaan yang matang akan menunjang suatu proyek dalam hal penjadwalan dan biaya. Waktu penjadwalan pelaksanaan yang terlambat akan mempengaruhi penggunaan tenaga kerja dan penyewaan alat bantu kerja yang mengakibatkan kerugian waktu dan biaya.

Setiap proyek akan dibatasi dengan ruang lingkup (*scope*), waktu (*time*), dan biaya (*cost*) (Schwalbe dalam Dimiyanti & Nurjaman, 2014:21). Untuk mengestimasi waktu dan biaya dalam sebuah proyek maka diperlukan optimasi. Optimasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada serta meminimalkan kendala namun tetap mendapatkan hasil yang optimal. Pada umumnya pada suatu proyek menggunakan salah satu dari beberapa metode penjadwalan proyek yang umum digunakan antara lain *Bar Chart*, *Network Diagram (Critical Path Method, Precedence Diagram Method, Project Evaluation and Review Technique)*, serta metode penjadwalan linier (*Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram*).

Pada tahun anggaran 2020 Pemerintah Daerah Kota Brebes melakukan peningkatan pemerataan taraf hidup dan derajat kesehatan masyarakat untuk melayani lebih banyak masyarakat di Kota Brebes. Dikutip dari tribunjateng.com pemerintah mendekatkan layanan kesehatan dengan pembangunan infrastruktur

RSUD tipe D di Ketanggungan Kabupaten Brebes. Terkhusus untuk masyarakat wilayah tengah sebagian selatan Kabupaten Brebes diantaranya Kecamatan Salem, Banjarharjo, Ketanggungan, Kersana, Larangan, dan lainnya. Pembangunan RSUD seluas ± 3500 meter persegi berlantai tiga akan digunakan untuk menjalankan aktifitas *intensif care* bahkan untuk umum dan masyarakat yang menggunakan BPJS sampai kelas 3. Pemerintah daerah hadir di tengah kebutuhan pelayanan kesehatan bagi warganya dan juga dapat menekan angka kematian ibu dan anak. Kegiatan pelaksanaan Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes ini meliputi kegiatan pembangunan gedung 3 lantai dan 1 lantai dengan pendanaan menggunakan APBD Kabupaten Brebes Tahun Anggaran 2020. PT. Chimader 777 selaku penyedia jasa/kontraktor diharapkan menyelesaikan tepat waktu dengan waktu pelaksanaan 250 (dua ratus lima puluh) hari kalender atau 8 (delapan) bulan dengan anggaran biaya sebesar Rp. 58.557.390.571,00 (lima puluh delapan milyar lima ratus lima puluh tujuh juta tiga ratus sembilan puluh ribu lima ratus tujuh puluh satu rupiah) termasuk PPN.

Proyek tersebut merupakan proyek milik yang harus diselesaikan tepat waktu. Proyek yang dilaksanakan pada akhir Februari ini mendapatkan kendala pada saat datangnya pandemi wabah penyakit Corona (Covid-19) pada awal bulan maret. Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PKM) yang diterapkan Pemerintah Daerah tentunya mempengaruhi tingkat produktivitas dari pembanguan proyek tersebut. Mulai dari banyaknya orang yang melaksanakan pekerjaan disatu tempat, bahkan mulai dari pengadaan material yang terhambat karena minimnya aktivitas yang diterapkan oleh pemerintah.

Oleh karena itu bangunan pelayanan masyarakat tersebut yang sifatnya segera difungsikan untuk umum maka diperlukan metode untuk menangani penyelesaian proyek dapat berjalan dengan tepat waktu. Peneliti tertarik pada permasalahan penjadwalan proyek untuk dipercepat. Dalam penjadwalan proyek peneliti menentukan metode mana yang lebih efektif dan dekat dengan waktu implementasi di lapangan. Dalam penelitian ini, metode yang lebih efektif untuk membuat jadwal / waktu implementasi adalah Metode PDM (*Precendence Diagram Method*). Metode PDM (*Precendence Diagram Method*) dapat menghemat waktu

implementasi, metode ini juga lebih tepat dan efisien untuk digunakan. Ini karena metode ini cocok untuk pekerjaan konstruksi yang memiliki banyak item pekerjaan, tetapi dapat tumpang tindih. Pengerjaan perencanaan penjadwalan dibantu dengan aplikasi *software Primavera*.

Dari penjabaran diatas maka peneliti melakukan kajian tentang: “**Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Efisiensi Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka peneliti dapat menyimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan apa saja yang dapat dioptimalkan?
2. Metode mana saja kerja yang mengoptimalkan pekerjaan?
3. Berapa waktu/*durasi* pelaksanaan proyek dengan pengoptimalan penjadwalan?
4. Berapa nilai optimasi biaya yang dapat dihasilkan dari percepatan waktu kerja yang tersedia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian yaitu:

1. Mengetahui pekerjaan yang dapat dioptimalkan.
2. Mendapatkan metode kerja yang lebih optimal.
3. Menentukan waktu/*durasi* pelaksanaan proyek dengan pengoptimalan penjadwalan.
4. Menentukan nilai optimasi biaya yang dapat dihasilkan dari percepatan waktu kerja yang tersedia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk menghindari perkembangan permasalahan yang terlalu luas. Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Objek dalam kegiatan penelitian ini adalah Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan.
2. Subjek dalam kegiatan penelitian ini adalah penggunaan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) untuk mengoptimalkan penjadwalan (*scheduling*) dan biaya dengan bantuan *software Primavera* pada Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mempermudah para penyedia jasa (konsultan dan kontraktor) dan semua pihak yang terkait mengenai informasi penjadwalan (*scheduling*) proyek untuk dapat mengoptimalkan penjadwalan yang mampu menjadi pedoman pelaksanaan proyek bisa tepat waktu dengan biaya pelaksanaan yang efisien. Penelitian ini menambah pengetahuan penulis tentang penjadwalan proyek menggunakan berbagai metode dengan *software Primavera*. Menambah wawasan dan motivasi sebagai bahan acuan penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah pembaca memahami isi dari penelitian ini, maka penyusunan sistematika thesis ini sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Mencakup latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan thesis.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori peneliti terdahulu dan landasan teori yang akan peneliti gunakan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang jenis penelitian, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, tahapan/bagan alir penelitian dan jadwal penelitian.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang karakteristik dan diskripsi data yang terkumpul, hasil penelitian dan pembahasannya

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan. Saran dibuat berdasarkan pengamatan dan pertimbangan penulis

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek merupakan sekumpulan aktivitas yang mempunyai sasaran dan tujuan yang dibatasi oleh jangka waktu, biaya dan sumberdaya yang dilaksanakan tidak berulang dan diselesaikan dengan persyaratan kinerja maupun spesifikasi keahlian (*skill*) dari berbagai profesi dan organisasi yang dibutuhkan sesuai permintaan penggunaan jasa untuk mencapai hasil yang terukur.

Pengertian proyek menurut beberapa ahli sebagai berikut:

1. Rizani dan Sudiadi (2015) menjelaskan bahwa kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya sudah digariskan dengan jelas.
2. Heizer dan Render (2015:62) menjelaskan bahwa proyek bisa digambarkan sebagai serangkaian tugas terkait yang di tunjukan terhadap sebuah hasil utama. Semakin maju peradapan manusia, semakin besar proyek yang dikerjakan dan tentunya memerlukan manajemen yang baik.
3. Maharesi (2012) menjelaskan bahwa proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (*temporer*).
4. Dimiyati dan Nurjaman (2014) menjelaskan bahwa 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.
5. Nurhayati (2010) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Ciri-ciri sebuah proyek konstruksi antara lain (Rizani dan Sudiadi, 2015:1):

1. Memiliki tujuan yang khusus
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan di atas telah ditentukan.
3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Non rutin, tidak berulang-ulang.

Ada 3 (tiga) kendala dalam menentukan proyek yaitu (Rizani dan Sudiadi, 2015):

1. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran yang telah ditentukan. Untuk proyek dengan anggaran yang besar dan jadwal yang panjang, maka anggarannya harus dipecah menjadi komponen-komponen yang lebih kecil (misalnya per kuartal).

2. Jadwal pelaksanaan

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan., bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

3. Mutu

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang disyaratkan.

Berdasarkan macam proyek, pembangunan RSUD Ketanggungan kabupaten Brebes termasuk dalam Proyek Engineering Konstruksi. Proyek Engineering Konstruksi adalah komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi (Rizani dan Sudiadi, 2015). Berdasarkan kepentingan umum dan masyarakat pemerintah merencanakan proyek baru pembangunan konstruksi rumah sakit dengan prasarana lengkap yang telah dikaji dan penelitian.

Timbulnya suatu proyek antara lain (Rizani dan Sudiadi, 2015):

1. Rencana Pemerintah

Tujuannya dititik beratkan pada kepentingan umum dan masyarakat. Misalnya pembangunan prasarana, seperti jalan, jembatan, bendungan, saluran irigasi, pelabuhan, lapangan terbang dan lain-lain.

2. Permintaan Pasar

Bila pasar memerlukan penambahan suatu produk dalam jumlah besar, maka dibangun sarana produksi baru.

3. Dari Dalam Perusahaan

Karena adanya desakan keperluan dan setelah dikaji dari segala aspek menghasilkan keputusan untuk merealisasikannya menjadi proyek. Contoh : proyek untuk meningkatkan efisiensi kerja, memperbaharui perangkat dan sistem kerja agar lebih mampu bersaing.

4. Dari kegiatan penelitian dan pengembangan

Akan mendapatkan produk baru yang diperkirakan akan banyak manfaat dan peminatnya, sehingga mendorong dibangunnya fasilitas produksi.

Proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok, yaitu (Ervianto dalam Arista,2016):

1. Bangunan gedung, seperti : rumah, kantor, pabrik dan lain-lain
2. Bangunan sipil, seperti : jalan, jembatan, bendungan dan infrastruktur lainnya.

2.1.1 Manajemen Proyek

Manajemen merupakan sistem dalam suatu perusahaan pada proyek konstruksi yang sangat dibutuhkan. Dalam hal ini manajemen proyek diperlukan mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan proyek konstruksi. Manajemen proyek yang berhasil akan memberikan kelancaran dalam pelaksanaan sehingga mendapatkan hasil yang sesuai tujuan dan sasaran yang diharapkan pengguna jasa.

Pengertian proyek menurut beberapa ahli sebagai berikut:

1. Arista, Ni K.L (2016) menjelaskan manajemen proyek adalah usaha kegiatan untuk meraih sasaran yang telah didefinisikan dan ditentukan dengan jelas seefisien dan seefektif mungkin. Dalam rangka meraih sasaran-sasaran yang

telah disepakati, diperlukan sumber-sumber daya termasuk sumber daya manusia yang merupakan kunci dari segalanya.

2. PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) mendefinisikan manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledge*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktivitas-aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.
3. *Prince project management methodology*: “*The planning, monitoring and control of all aspect of the project and the motivation of all those involved in it to achieve the project objectives on time and to the specified cost, quality and performance.*”
4. DIN 69901 (*Deutsches Institut für Normung-German Organization for Standardization*): “*Project management is the complete set of task, techniques, tools applied during project execution*”.

Dari keempat Ahli, manajemen diartikan kegiatan merencanakan, memimpin, mengorganisir dan mengendalikan kegiatan anggota sumberdaya dengan tujuan organisasi tertentu. Manajemen proyek menggunakan sistem yang terintegrasi dan prosedur para profesional sepanjang desain proyek dan pelaksanaan konstruksi pada suatu proyek konstruksi. Manajemen merupakan usaha manusia untuk mencapai tujuan dengan cara yang paling efektif dan efisien. Usaha ini merupakan bagian dari proses manajemen, yaitu rangkaian kegiatan yang dilakukan secara berurutan atau kronologis. Rangkaian kegiatan meliputi penetapan tujuan (*goal setting*), perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan atau pengendalian (*controlling*).

Tujuan manajemen proyek adalah mengelola fungsi-fungsi manajemen sehingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan serta penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif . Untuk mencapai tujuan manajemen, perlu diusahakan pengawasan terhadap mutu, biaya, dan waktu. Oleh karena itu, dilakukan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan biaya (*cost control*), dan pengawasan waktu pelaksanaan (*time control*). Ketiga pengawasan ini dilakukan secara bersamaan (Dimiyati & Nurjaman, 2014).

Manajemen mampu menciptakan dorongan motivasi orang supaya berkeja dengan baik dan terarah baik sumberdaya lainnya dilaksanakan berjalan dijalur yang seharusnya menuju sasaran yang ditetapkan. Pelaksanaan manajemen dijalankan melalui proses kegiatan tertentu dengan fungsi yang saling berkaitan. Proses adalah serangkaian mulai dari awal penentuan sasaran sampai dengan akhir pencapaian sasaran, sedang kegiatan yang berlangsung merupakan fungsi dari manajemen (Djojowiriono, 2005) dalam (Arista, 2016), maka proses dan fungsi mempunyai pengertian yang sama.

Tujuan / manfaat manajemen proyek yaitu (Rizani T. & Sudiadi, 2015):

1. Efisiensi, baik dari segi biaya, sumber daya maupun waktu.
2. Kontrol terhadap proyek lebih baik, sehingga proyek bisa sesuai dengan scope, biaya, sumber daya dan waktu yang telah ditentukan,
3. Meningkatkan kualitas
4. Meningkatkan produktifitas
5. Bisa menekan risiko yang timbul sekecil mungkin.
6. Koordinasi internal yang lebih baik
7. Meningkatkan semangat, tanggung jawab serta loyalitas tim terhadap proyek, yaitu dengan penugasan yang jelas kepada masing-masing anggota tim.

Tujuan utamanya manajemen proyek yaitu membantu manajemen dalam menyusun penjadwalan (*schedule*) suatu proyek, menentukan total waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu proyek, menentukan aktivitas/kegiatan yang perlu didahulukan, dan menentukan biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu proyek.

Fungsi dari manajemen adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Sesuai itu fungsi manajemen adalah (Rizani dan Sudiadi, 2015:9):

1. Merencanakan, berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Berangkat dari pengertian ini, maka perencanaan dimaksudkan untuk menjembatani antara sasaran yang akan diraih dengan keadaan atau situasi awal.

2. Mengorganisir, adalah cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien. Hal ini berarti perlunya pengaturan peranan masing-masing anggota yang dijabarkan dalam pembagian tugas, tanggung jawab, dan otoritas. Selanjutnya disusun struktur organisasi.
3. Memimpin, berarti mengarahkan dan mempengaruhi SDM dalam organisasi agar mau bekerja dengan sukarela untuk mencapai tujuan yang telah digariskan. Faktor yang perlu diperhatikan adalah gaya kepemimpinan yang akan diterapkan, karena sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam proses mencapai tujuan.
4. Mengendalikan, adalah menuntun, dalam arti memantau, mengkaji, dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan yang telah ditentukan. Oleh karena itu umumnya telah dibuat tolok ukur, seperti anggaran, standar mutu, jadwal pelaksanaan dll. Bila terjadi penyimpangan segera lakukan pembetulan.

Secara umum, fungsi manajemen diartikan sebagai berikut:

1. Fungsi perencanaan (*planning*)

Perencanaan (*planning*) berupa tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi, ataupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang. Tindakan perencanaan proyek meliputi:

- a. Menetapkan tujuan dan sasaran proyek
- b. Menganalisa kendala dan risiko yang mungkin terjadi untuk seluruh proyek ataupun perbagian dari rencana
- c. Menetapkan penggunaan sumber daya
- d. Menyusun rencana induk jangka panjang dan pendek
- e. Menyumbangkan strategi dan prosedur operasi
- f. Menyiapkan pendanaan serta standar kualitas yang diharapkan
- g. Menentukan metode dan aspek-aspek teknik yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan.

Sedangkan manfaat fungsi perencanaan tersebut adalah sebagai alat pengawas atau pengendali kegiatan, serta sarana untuk memilih dan menetapkan kegiatan yang diperlukan.

2. Fungsi organisasi (*Organizing*)

Fungsi organisasi adalah mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama yang lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mendukung tercapainya tujuan. Untuk menjalankan fungsi organisasi, diperlukan pengetahuan tentang berbagai tipe organisasi sehingga dapat dilakukan analisis terhadap penerapan jenis organisasi yang sesuai dengan proyek yang akan dijalankan. Tindakan organisasi, antara lain:

- a. Menentukan daftar penugasan
- b. Menyusun ruang lingkup kegiatan
- c. Menyusun struktur kegiatan
- d. Menyusun daftar personil organisasi beserta lingkup tugasnya.

3. Fungsi pelaksanaan (*Actuating*)

Fungsi pelaksanaan adalah menyelaraskan seluruh anggota organisasi dalam kegiatan pelaksanaan, serta mengupayakan agar seluruh anggota organisasi dapat bekerja sama dalam pencapaian tujuan bersama.

Tindakan pelaksanaan itu, antara lain:

- a. Mengorganisasikan pelaksanaan kegiatan
- b. Mendistribusikan tugas, wewenang dan tanggung jawab
- c. Memberikan pengarahan penugasan dan motivasi

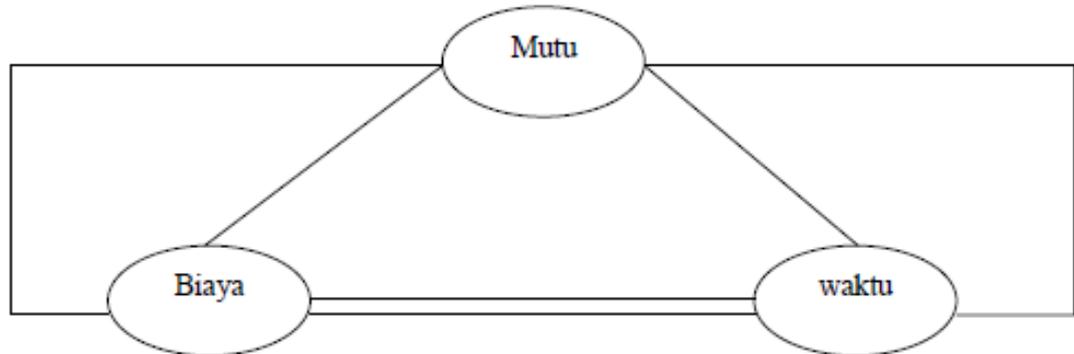
4. Fungsi pengendalian (*controlling*)

Fungsi pengendalian adalah mengukur kualitas penampilan dan menganalisis serta mengevaluasi penampilan yang diikuti dengan tindakan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi (di luar batas toleransi). Tindakan pengendalian meliputi:

- a. Mengukur kualitas hasil membandingkan hasil terhadap standar kualitas
- b. Mengevaluasi penyimpangan yang terjadi
- c. Memberikan saran-saran perbaikan
- d. Menyusun laporan kegiatan

Sasaran sebuah proyek, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu: biaya (*cost*), jadwal (*time*), dan mutu (*quality*) yang telah ditetapkan. Ketiga batasan tersebut

merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Pada tiga batasan ini sering disebut dengan tiga kendala (*triple constraint*).



Gambar 2.1 Hubungan *Triple Constraint*

Keterangan:

1. Biaya (*cost*) atau *Anggaran*, yaitu proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
2. Jadwal (*time*) atau Waktu, yaitu proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu yang telah ditentukan.
3. Mutu (*quality*) atau Kinerja, yaitu harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

Apabila manajemen proyek tidak diterapkan maka akan terjadi berbagai macam hal berikut:

- Target waktu/deadline tidak tercapai
- Pekerjaan yang harus diulang
- Budget/anggaran yang dilampaui
- Kemajuan proyek yang tidak jelas
- Konflik di antara staf selama penugasan diproyek
- Kompetensi yang kurang dari anggota tim proyek
- Perubahan lingkup proyek yang terus menerus
- Staf proyek menerapkan metode pengelolaan proyek sesuai pengalamn dan selera sendiri tidak ada standarisasi.

Manajemen proyek dianggap sukses jika mencapai tujuan yang diinginkan dengan memenuhi syarat berikut (Budi Santosa, 2009):

- Pada waktu yang dialokasikan
- Pada biaya yang dianggarkan
- Pada performansi atau spesifikasi yang ditentukan
- Diterima kostumer
- Dengan perubahan lingkup pekerjaan
- Tanpa mengganggu aliran pekerjaan minimum yang disetujui
- Tanpa mengganggu aliran pekerjaan utama organisasi
- Tanpa merubah budaya (positif) perusahaan

2.1.2 Organisasi Proyek

Organisasi suatu proyek membutuhkan manajemen proyek untuk memenuhi kebutuhan dari proyek dan pelelangan. Mengorganisasi setiap pekerjaan supaya tidak terlewatkan dan tidak terulang pekerjaannya. Mengendalikan penjadwalan (*schedule*), biaya (*cost*), dan sumberdaya (*resources*) proyek. Pemakaian sumberdaya (*resources*) yang maksimal.

2.1.3 Pihak-Pihak Terlibat Proyek

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi pihak-pihak yang terlibat mulai dari perencanaan sampai pelaksanaan dikelompokkan menjadi tiga pihak. Mulai dari pihak pemilik proyek, pihak konsultan, dan pihak kontraktor. Dalam melaksanakan kegiatan perwujudan pembangunan, masing-masing pihak sesuai dengan posisinya saling berinteraksi satu sama lain sesuai dengan hubungan kerja yang telah ditetapkan (Ervianto, 2006).

Pihak-pihak yang terlibat didalam Proyek konstruksi yaitu antara lain :

1. Pengguna jasa

Menurut Undang-Undang Jasa Konstruksi No18 Tahun 1999 adalah orang perseorangan atau badan sebagai pemberi tugas atau pemilik pekerjaan/proyek yang memerlukan layanan jasa konstruksi.

2. Perencana konstruksi

Menurut Undang-Undang Jasa Konstruksi No18 Tahun 1999 adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli yang profesional dibidang perencanaan jasa konstruksi yang mampu mewujudkan pekerjaan dalam bentuk dokumen perencanaan bangunan fisik lain.

3. Pelaksana konstruksi

Menurut Undang-Undang Jasa Konstruksi No18 Tahun 1999 adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli yang profesional di bidang pelaksanaan jasa konstruksi yang mampu menyelenggarakan kegiatannya untuk mewujudkan suatu hasil perencanaan menjadi bentuk bangunan atau bentuk fisik lain.

4. Pengawas konstruksi

Menurut Undang-Undang Jasa Konstruksi No18 Tahun 1999 adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli yang profesional dibidang pengawasan jasa konstruksi yang mampu melaksanakan pekerjaan pengawasan sejak awal pelaksanaan pekerjaan konstruksi sampai selesai dan diserahkan terimakan.

2.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah suatu bentuk perencanaan proyek yang dibuat dengan tujuan agar proyek selesai tepat waktu. Penjadwalan merupakan upaya pengaturan waktu pada kegiatan-kegiatan didalam suatu proyek agar dapat berjalan secara efektif dan lancar tepat waktu. Keberhasilan melaksanakan proyek tepat waktu adalah perencanaan dan penjadwalan proyek yang lengkap dan tepat. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu proyek dapat diselesaikan. Penjadwalan mereflesikan dari perencanaan, karena itu perencanaan harus dilakukan terlebih dahulu (Erviyanto, 2006). Maka pihak perencana memberikan penjadwalan berupa *time schedule* sebagai acuan untuk pelaksanaan proyek konstruksi.

Adanya *time schedule* ini pimpinan proyek dapat mengetahui dengan jelas rencana kerja yang akan dilaksanakan, sehingga pekerjaan berkelanjutan dapat dipelihara. Hal ini memudahkan pimpinan proyek untuk mengkoordinasikan unit-unit pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi kerja tinggi. Untuk menyelenggarakan

proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja (Mertha Jaya dkk, 2007).

Secara umum penjadwalan kegiatan proyek mempunyai manfaat-manfaat antara lain (Kareth, Michael. dkk, 2012):

- Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan atau kegiatan mengenai batasbatas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
- Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
- Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
- Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
- Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
- Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Tujuan dari penjadwalan proyek adalah :

1. Menetapkan jenis (kelompok) kegiatan/pekerjaan dalam suatu proyek
2. Menetapkan hubungankegiatan/pekerjaan didalam suatu proyek
3. Merencanakan lama/durasi suatu kegiatan atau pekerjaan
4. Merencanakan kapan suatu pekerjaan harus dimulai dan kapan pekerjaan tersebut harus selesai.

Berbagai pertimbangan yang harus diperhatikan dalam penjadwalan pelaksanaan proyek adalah (Kareth, Michael. dkk, 2012):

- Situasi dan kondisi lapangan, dimaksudkan untuk mengetahui hambatan-hambatan dan kemudahankemudahan yang terdapat dilapangan.
- Faktor cuaca yang akan berpengaruh terhadap prestasi kerja.
- Sumber daya yang dimiliki oleh pelaksana seperti tenaga kerja, kemampuan dan ketrampilan tenaga kerja dan kapasitas alat-alat kerja.
- Macam dan volume pekerjaan yang akan dilaksanakan.
- Batasan waktu yang diberikan oleh pemberi tugas.
- Spesifikasi pekerjaan dilihat dari bestek yang direncanakan, maksudnya dari bestek dapat ditentukan pekerjaan apa saja yang harus didahulukan dan harus mendapat prioritas kualitas tertentu.

Untuk merencanakan aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi dikenal beberapa metode penjadwalan proyek diantaranya:

2.2.1 Diagram Batang (bagan balok) atau Bar Chart

Diagram balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan (Nugraha, 1985).

No	Aktivitas ID	Hari							
		2	4	6	8	10	12	14	16
1	A	■	■						
2	B			■	■	■			
3	C		■	■	■	■			
4	D					■	■	■	
5	E							■	■

Gambar 2.2 Diagram Balok

Pada Gambar 2.2 terdiri dari kolom (sumbu vertikal) dan baris (sumbu horisontal) terlihat penggambaran diagram balok. Kolom pertama berisi daftar atau uraian pekerjaan dalam suatu proyek. Kolom selanjutnya dipergunakan sebagai tempat melukiskan balok sesuai dengan durasi waktu yang diperlukan dari masing-masing pekerjaan. Satuan waktu misalnya hari, minggu, atau bulan ditempatkan pada sumbu horisontal. Waktu mulai dan waktu akhir masing-masing kegiatan ditunjukkan oleh ujung kiri dan ujung kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada pembuatan diagram balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu aktivitas dengan yang lain. Format penyajian diagram balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

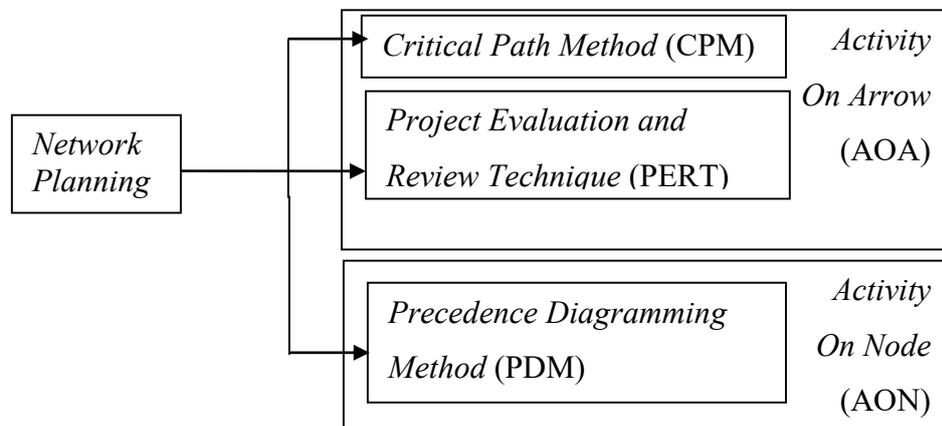
2.2.2 Jaringan Kerja atau *Network Planning*

Jaringan kerja adalah hubungan antara bagian-bagian pekerjaan dalam jaringan digunakan untuk merencanakan , menjadwalkan dan mengawasi

pekerjaan suatu proyek. Demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Jaringan menggambarkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kegiatan-kegiatan proyek yang harus dilaksanakan
2. Urutan kegiatan yang logis
3. Ketergantungan antar kegiatan
4. Waktu kegiatan melalui jalur kritis



Gambar 2.3. *Network Planning* (Iman Soeharto, 1999)

Berdasarkan Gambar 2.3 diatas, menyebutkan ada macam-macam dari metode analisa jaringan kerja untuk dapat dipergunakan dalam suatu penjadwalan proyek, antara lain :

- a. *Critical Path Method (CPM)*
- b. *Precedence Diagramming Method (PDM)*
- c. *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*

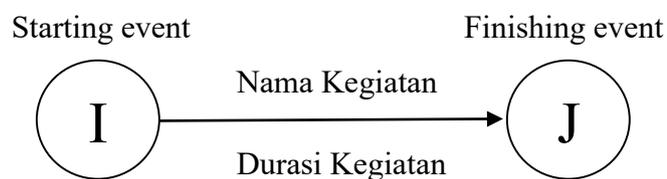
Jaringan kerja atau *Network Planning* ini terdiri dari :

- a. ***Critical Path Method (CPM) atau Metode Jalur Kritis***

Critical Path Method (CPM) adalah suatu metode dengan menggunakan arrow diagram anak panah untuk menentukan lintasan / jalur

kritis, sehingga disebutkan juga metode lintasan / jalur kritis. Jalur kritis (critical path) aktivitas pada suatu proyek merupakan urutan aktivitas yang membentuk mata rantai terpanjang terkait dengan waktu penyelesaian (Jacobs & Chase, 2015:98). Jika ada salah satu aktivitas dalam jalur kritis yang tertunda, seluruh proyek akan tertunda. Jumlah waktu paling lama yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas-aktivitas pelaksanaannya. Padahal metode ini menggunakan model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis.

Metode CPM merupakan analisis jaringan untuk mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan ataupun percepatan waktu dalam penyelesaian proyek yang bersangkutan. Dalam perhitungan *Critical Path Method* (CPM) terdiri atas anak panah serta lingkaran. Anak panah tersebut menggambarkan suatu kegiatan/aktivitas, sedangkan lingkaran menggambarkan suatu kejadian. Setiap *activity on arrow* (AOA) adalah satu kesatuan dari seluruh kegiatan, sehingga kejadian (event) di awal anak panah disebut "I" sedangkan kejadian di akhir anak panah disebut "J" (Erviyanto, 2006). *Dummy Activities* kadang diperlukan untuk melengkapi logika jaringan.



Gambar 2.4.

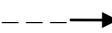
Hubungan Peristiwa dan Kegiatan

(Iman Soeharto, 1999)

Keterangan Gambar 2.4 diatas :

- I : nomor dari lingkaran kegiatan yang merupakan suatu permulaan
- J : nomor dari lingkaran kejadian yang merupakan ujung akhir
- Anak Panah / *Arrow* \longrightarrow

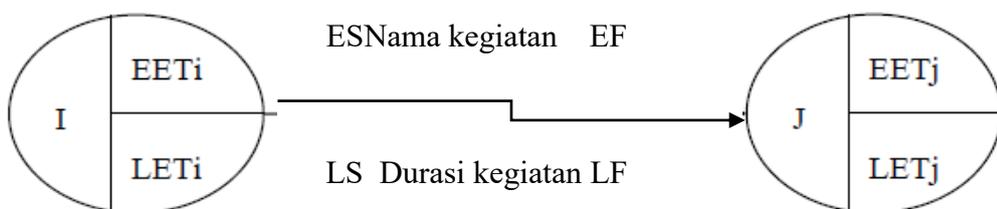
Adalah lambang aktifitas/kegiatan dan menggambarkan keterkaitan antar kegiatan proyek atau urutan kegiatan yang harus diselesaikan

- Lingkaran / Node  Menyatakan suatu kegiatan, peristiwa/event
- Anak Panah terputus-putus/*Dummy*  Menunjukkan kaitan antara dua kegiatan yang satu harus menunggu selesainya satu kegiatan lain/kegiatan semu. *Dummy* berfungsi untuk membatasi mulainya kegiatan. *Dummy* tidak mempunyai durasi karena tidak membutuhkan sumber daya

Ada 5 (lima) waktu kejadian untuk tiap kejadian yang digunakan dalam *Critical Path Method* (CPM) adalah berikut ini :

1. *Earliest Start Date* (ESD) adalah waktu paling awal kegiatan yang dapat dimulai dengan memperhitungkan suatu waktu kegiatan yang diharapkan serta persyaratan urutan kegiatan.
2. *Earliest Finish Date* (EFD) adalah waktu paling awal suatu kegiatan yang dapat terselesaikan.
3. *Latest Start Date* (LSD) adalah waktu paling lambat/akhir untuk dapat memulai tanpa penundaan keseluruhan proyek.
4. *Latest Finish Date* (LFD) adalah waktu paling lambat/akhir untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan.
5. *Duration* (d) adalah durasi waktu kegiatan.

Metode ini juga dikenal EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), *Free Float* dan *Total Float*, EET adalah peristiwa paling awal ataupun waktu tercepat dari kegiatan. LET adalah peristiwa yang paling akhir ataupun waktu paling lambat dari kegiatan.



Gambar 2.5.

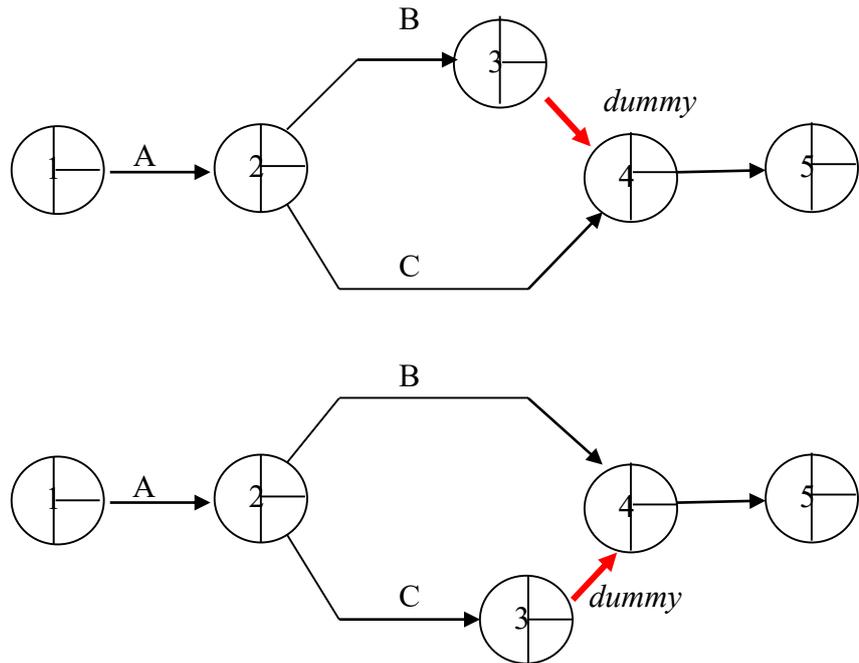
Activity On Arrow (AOA) (Husen, 2008)

Keterangan Gambar 2.5 diatas :

- I, J : Nomor peristiwa
- EET: *Earliest Event Time* (Saat Paling Awal Kegiatan)
- LET: *Latest Event Time* (Saat Paling Lambat Kegiatan)
- ES : *Earliest Start Time* (Saat paling cepat untuk mulai kegiatan)
- EF : *Earliest Finish Time* (Saat paling cepat untuk akhir kegiatan)
- LS : *Latest Start Time* (Saat paling lambat untuk mulaik egiatan)
- LF : *Latest Finish Time*(Saat paling lambat untuk akhir kegiatan)

Karakteristik dari metode *Critical Path Method* (CPM) ini antara lain (Husen, A. 2009) :

- a. Diagram network dibuat dengan menggunakan anak panah untuk menggambarkan kegiatan serta node peristiwanya/event. Node pada permulaan anak panah ditentukan sebagai I-Node, sedangkan pada akhiran anak panah ditentukan sebagai J-Node.
- b. Menggunakan perhitungan maju untuk memperoleh waktu mulai paling awal (EET_i) pada I-Node dan waktu mulai paling awal (EET_j) pada J-Node dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai maksimumnya. Disini berlaku pengertian bahwa waktu paling awal peristiwa terjadi adalah = 0. Adapun perhitungannya sebagai berikut :
$$EET_j = EET_i + \text{durasi } X$$
- c. Menggunakan perhitungan mundur untuk mendapatkan durasi selesai paling lambat (LET_i) pada I-Node dan waktu selesai paling lambat (LET_j) pada J-Node dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai minimumnya. Adapun perhitungannya sebagai berikut :
$$LET_i = LET_j - \text{durasi } X$$
- d. Di antara 2 (dua) peristiwa tidak boleh ada 2 (dua) kegiatan, sehingga untuk menghindari hal tersebut digunakannya kegiatan semu atau *dummy* yang tidak mempunyai durasi. Seperti yang di gambarkan pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6.

Kegiatan Semu / *Dummy*

(Lembaga Administrasi Negara, 2007)

e. Menggunakan perhitungan *Float*, *Float* adalah batas toleransi keterlambatan suatu kegiatan / peristiwa yang dapat dimanfaatkan untuk optimasi waktu dan alokasi sumber daya. Ada tiga macam jenis *Float* antara lain (Husen, 2008):

1. TF (Total Float)

- Waktu tenggang maksimum di mana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda waktu penyelesaian proyek.
- Untuk menentukan lintasan kritis, di mana $TF = 0$.
- $TF_{ij} = LET_j - EET_i - Durasij$

2. FF (Free Float)

- Waktu tenggang maksimum di mana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda penyelesaian suatu kegiatan bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya.

- Berguna untuk alokasi sumberdaya dan waktu dengan memindahkan kegiatan lain.
 - $FF_{ij} = EET_j - EET_i - Durasii_j$
3. IF (Independent Float)
- Waktu tenggang maksimum di mana suatu kegiatan boleh terlambat tanpa menunda penyelesaian suatu kegiatan bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya.
 - $IF_{ij} = EET_j - LET_i - Durasii_j$

b. Precedence Diagram Method (PDM)

Metode ini menjelaskan hubungan seri antara dua kegiatan yaitu salah satu kegiatan adalah kegiatan pengikut dari kegiatan pendahulunya, dan hubungan antar kegiatan ini dikenal dengan nama hubungan *dependencies* (ketergantungan) atau *precedence* (yang harus di dahulukan), dimana pengaturan kegiatan ini yang harus diutamakan/didahulukan dengan menggunakan hubungan logika ketergantungan antar kegiatan. Dengan menggunakan kotak atau rectangel sebagai Node (*Activity on Node*) dan sebagai aktivitas kemudian dihubungkannya dengan anak panah (Arrow) yang menunjukkan ketergantungan.

Pada metode *Precedence Diagram Method* (PDM) juga di kenal dengan namanya Konstrain/hubungan logis. Karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Sehingga satu konstrain/hubungan logis hanya dapat menghubungkan dua node (Laksito, 2005). Konstrain/hubungan logis menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya.

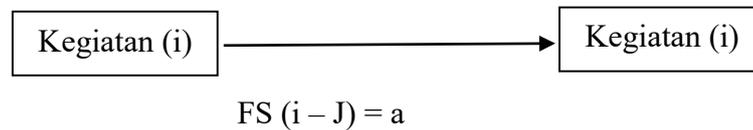
Ada 4 (empat) konstrain dalam metode ini (Soeharto,1999) yaitu :

1. *Finish to Start* / FS atau selesai ke mulai

Menjelaskan hubungan antara bahwa mulainya (start) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (finish) kegiatan. Sebelumnya mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.

Dirumuskan sebagai $FS (i-j) = a$

Arti kegiatan (j) mulai dengan a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.



Gambar 2.7.

Hubungan *Finish to Start* / FS

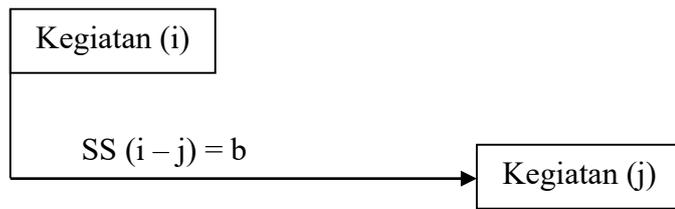
(Sumber : Soeharto, 1999)

2. *Start to Start/SS* atau mulai ke mulai

Menjelaskan hubungan antara bahwa mulainya (start) kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (start) kegiatan sebelumnya.

Di rumuskan dengan $SS (i-j) = b$

Artinya suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 % maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka waktu kegiatan terdahulu. Karena definisi b adalah sebagian kurun waktu kegiatan terdahulu



Gambar 2.8.

Hubungan *Start to Start* / SS

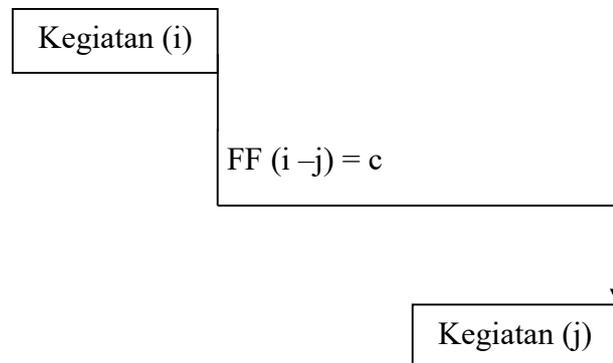
(Sumber : Soeharto, 1999)

3. *Finish to Finish* / FF atau selesai ke selesai

Memberikan penjelasan hubungan antara bahwa selesainya (finish) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (finish) kegiatan sebelumnya.

Di rumuskan FF (i-j) = c

Artinya suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (=c) hari selesai. Angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j).



Gambar 2.9.

Hubungan *Finish to Finish* / FF

(Sumber : Soeharto, 1999)

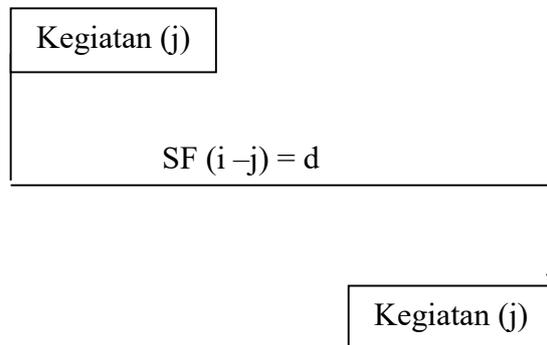
4. *Start to Finish*/STF atau mulai ke selesai

Menjelaskan hubungan antara bahwa selesainya (finish). Kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (start) kegiatan sebelumnya.

Di rumuskan dengan SFi(i-j) = d

Artinya adalah suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu

harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan,



Gambar 2.10.

Hubungan *Start to Finish* / SF

(Sumber : Soeharto, 1999)

Kegiatan dalam metode ini diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi dan sering digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Lambang PDM (*PrecedenceDiagram Method*)

ES	Jenis	EF
LS	Kegiatan	LF
No Keg		Durasi

Gambar 2.11.

Node *Precedence Diagram Method* (PDM)

(Ervianto, 2006)

Keterangan pada Gambar 2.11 diatas :

- ES (*Earliest Start*) adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan di mulai
- EF (*Earliest Finish*) adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan diselesaikan dan jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan selanjutnya.

- LS (*Latest Start*) adalah waktu paling lambat/akhir kegiatan untuk dapat memulai. Yaitu waktu paling lambat/akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- LF (*Latest Finish*) waktu paling lambat / akhir untuk dapat menyelesaikan kegiatan.

2. Perhitungan Maju

Dilakukan untuk mendapatkan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), apabila ada lebih dari satu anak panah yang masuk didalam kegiatan ini maka diambil nilai yang terbesar. Rumus untuk mencari besar ES dan EF antara lain sebagai berikut :

$$ES = EF - \text{Durasi} \text{ atau } EF = ES + \text{Durasi}$$

3. Perhitungan Mundur

Dilakukan untuk mendapatkan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF), dan apabila ada lebih dari satu anak panah yang keluar dari kegiatan maka diambil nilai yang terkecil. Rumus mencari besar LS dan LF sebagai berikut :

$$LS = LF - \text{Durasi} \text{ atau } LF = LS + \text{Durasi}$$

4. Perhitungan Total Float

Arianto, (2010) menyatakan bahwa *Float* adalah batas toleransi keterlambatan suatu kegiatan yang dapat dimanfaatkan untuk optimasi waktu dan alokasi sumber daya..

Ada dua jenis float, yaitu :

a. Total Float

Adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk penundaan suatu kegiatan tanpa memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Rumus untuk mencari TF sebagai berikut :

$$\text{Total Float (TF)} = LF - EF \text{ atau } LS_j - EFi$$

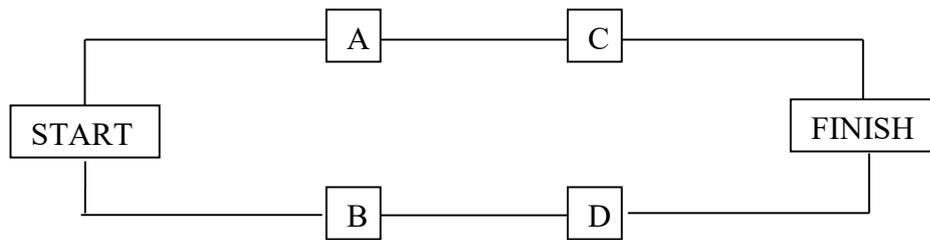
b. *Free Float*

Adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk penundaan suatu kegiatan tanpa memengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya. Rumus untuk mencari FF sebagai berikut :

$$\text{Free Float (FF)} = \text{Esj} - \text{Efi}$$

5. Identifikasi *Float* dan Jalur Kritis

Lintasan kritis metode PDM didapat setelah perhitungan maju dan perhitungan mundur selesai dilaksanakan. Lintasan kritis ditandai oleh beberapa keadaan, yaitu : $\text{ES} = \text{LS}$, atau $\text{EF} = \text{LF}$, atau $\text{LF} - \text{ES} = \text{Durasi kegiatan}$, atau $\text{TF} = 0$. Dengan melihat diagram preseden dan total float dari masing-masing kegiatan dapat diketahui jalur kritis dan kegiatan-kegiatan kritisnya.



Gambar 2.12

Precedence Diagram Method (PDM)

(Ervianto, 2006)

Dalam Gambar 2.12 diatas, menunjukkan kelebihan dari *Precedence Diagram Method (PDM)* dibandingkan dengan *Critical Path Method (CPM)* antara lain *Precedence Diagram Method (PDM)* tidak memerlukan kegiatan fiktif / *dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan overlapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan. Selain itu hubungan tumpang tindih dapat dibangun tanpa menambah jumlah kegiatan. Jika terdapat lebih dari satu

kegiatan awal dan akhir pada jaringan menggunakan kegiatan fiktif/dummy start atau akhir

Adapun langkah penyusunan penjadwalan proyek dengan *Precedence Diagram Method (PDM)* adalah :

1. Mentransfer penjadwalan / *schedule* pelaksanaan ke *barchart* untuk mendapatkan hubungan ketergantungan antar pekerjaan
2. Menginventaris dan memberi kode setiap kegiatan untuk memudahkan penggambaran diagram.
3. Menentukan waktu/durasi yang sesuai dengan *schedule* pelaksanaan
4. Kemudian penggambaran diagram *Precedence Diagram Method (PDM)*
5. Melakukan perhitungan maju untuk mendapatkan *Earliest Start (ES)* dan *Earliest Finish (EF)*
6. Melakukan perhitungan mundur untuk mendapatkan *Latest Start (LS)* dan *Latest Finish (LF)*
7. Membuat tabel *Float* / menyusun data *Earliest Start (ES)*, *Earliest Finish (EF)*, *Latest Start (LS)* dan *Latest Finish (LF)* untuk menentukan jalur kritis

c. ***Project Evaluation and Review Technique (PERT)***

Merupakan suatu model jaringan yang mampu memetakan waktu penyelesaian kegiatan yang acak. PERT dikembangkan agar tercipta ruang/potensi untuk pengurangan waktu dan biaya yang diperlukan untuk penyelesaian proyek tersebut. Di dalam pengelolaan proyek, aktivitas adalah suatu kegiatan yang harus dikerjakan sedangkan acara / event adalah merupakan suatu tahapan penyelesaian dari satu atau lebih kegiatan. Sebelum sebuah kegiatan bisa dapat dimulai, maka semua kegiatan yang menjadi prasyarat bagi kegiatan tersebut harus sudah terselesaikan terlebih dahulu. Dalam diagram PERT memiliki dua komponen utama yaitu aktivitas (activities) dan tonggak acara/event (milestones). Kedua komponen ini ditandai dengan busur dan titik. *Activities* digambarkan pada busur dan *milestones* digambarkan pada titik (lingkaran).

Dalam perhitungan persamaan yang di gunakan antara lain :

➤ Durasi efektif kegiatan :

$$\mathbf{Te = \frac{to + 4 tm + tp}{6}} \dots\dots\dots (2.13)$$

➤ Standar deviasi kegiatan :

$$\mathbf{d = \frac{tp - to}{6}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

- **to** (*Optimistic estimate*)
Adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan, jika segala sesuatunya berjalan dengan baik.
- **tp** (*Pessimistic estimate*)
Adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan, jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung)
- **tm** (*Most likely estimate*)
Adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan, diantara *to* (*Optimistic estimate*) dan *tp* (*Pessimistic estimate*) atau dikenal dengan *medium duration*.

2.2.3 **Crashing Project (Mempercepat Waktu Proyek)**

Untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *Crashing*. Terminologi proses *Crashing* adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek (Mahapatni, 2019). *Crashing* adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal (Novitasari, 2014). Ada kalanya jadwal proyek harus dipercepat dengan berbagai pertimbangan dari

pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut crash program.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain :

- a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur)
- b. Penambahan tenaga kerja
- c. Pergantian atau penambahan peralatan
- d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
- e. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (shift), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

2.2.4 *Time schedule* (rencana kerja)

Time Schedule (rencana kerja) ialah suatu pembagian terperinci yang disediakan untuk masing-masing bagian pekerjaan, mulai bagian-bagian pekerjaan permulaan sampai bagian-bagian pekerjaan akhir.

- a. Persiapan dan penyusunan rencana kerja, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:
 1. Keadaan lapangan kerja (*job site / project site*)
 2. Kemampuan tenaga kerja
 3. Penyediaan bahan bangunan
 4. Alat-alat / peralatan pembangunan
 5. Gambar-gambar kerja (*shop-drawing*)
- b. Bahan-bahan yang diperlukan untuk menyusun rencana kerja diperlukan bahan-bahan yang lengkap dan terperinci, antara lain:
 1. Daftar volume pekerjaan
 2. Tenaga kerja dan peralatan
 3. Data lapangan
 4. Data lain.

- c. Cara menyusun rencana kerja jenis rencana kerja rencana kerja disusun berdasarkan bahan-bahan (data) yang telah dikumpulkan, pelaksanaan penyusunan dilaksanakan sebagai berikut:
1. Daftar bagian-bagian pekerjaan
 2. Urutan pekerjaan
 3. Waktu pelaksanaan pekerjaan

2.2.5 Kurva-S (*hannum curve*)

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

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

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

mempercepat durasi proyek untuk setiap waktu, dapat ditentukan. Kemiringan biaya (*cost slope*):

$$\frac{C_c - N_c}{N_t - C_t} \quad (2.16)$$

Dimana : C_c = Biaya crash

C_t = Durasi crash

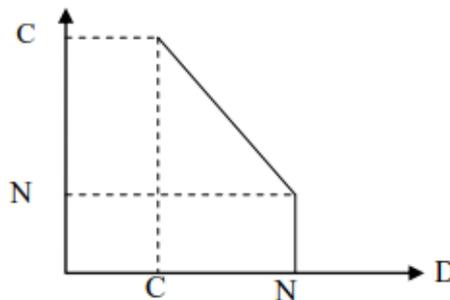
N_c = Biaya normal

N_t = Durasi normal

Ada empat macam hubungan antara biaya dan waktu untuk suatu operasi kegiatan yaitu :

1. Hubungan linier

Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang diperlukan adalah seragam untuk setiap interval waktu. Jenis hubungan ini terjadi misalnya menggunakan kerja lembur untuk mempercepat durasi proyek.



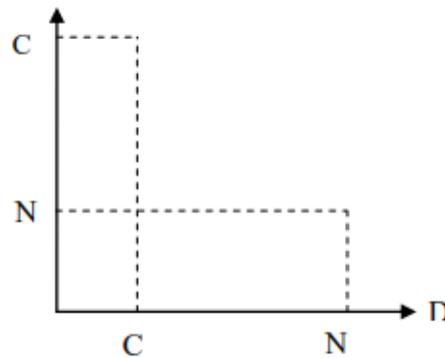
Gambar 2.14 Kurva Linier Biaya – Waktu Kegiatan

2. Hubungan multi linier dengan interval waktu berbeda

Pada kasus ini penambahan biaya perhari seragam untuk setiap interval, tetapi berbeda untuk interval yang satu dengan yang lainnya, misalnya untuk interval pemendekan durasi dilakukan dengan penggantian peralatan loader yang kapasitasnya berbeda untuk suatu pekerjaan tanah, untuk interval lainnya dengan penambahan peralatan baru yang akan menambah mobilisasi yang tidak ada pembiayaannya pada interval yang pertama.

3. Hubungan terpisah

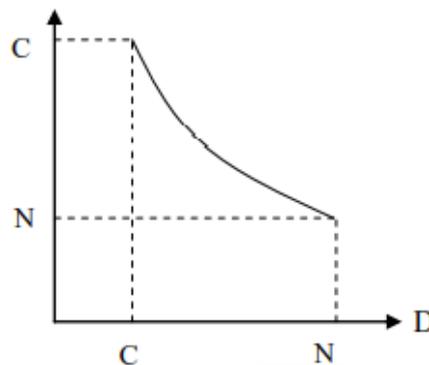
Antara biaya normal dan biaya dipercepat merupakan dua titik saling terpisah dan tidak bisa ditarik garis lurus antara kedua titik itu, tidak ada hubungan antara biaya normal dengan biaya crash atau tidak mempunyai cost slope. Kasus ini terjadi antara lain penggunaan dua metode pelaksanaan yang berbeda. Misalnya, untuk penggalian suatu terowongan pada awalnya menggunakan alat secara manual dengan durasi dan biaya tertentu tetapi kemudian digunakan alat mekanis sehingga durasi lebih singkat dan biaya lebih tinggi, sehingga tidak dapat diidentifikasi suatu titik diantara keduanya.



Gambar 2.15 Kurva Terpisah Biaya – Waktu Kegiatan

4. Hubungan non linier

Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang dipercepat adalah non linier untuk setiap interval waktu. Kasus ini terjadi misalnya bila dilakukan kombinasi alternative-alternatif pemendekan durasi.



Gambar 2.16 Kurva Non Linier Biaya – Waktu Kegiatan.

Melakukan percepatan durasi pada awal saat proyek direncanakan, durasi aktivitas direncanakan dengan sumber daya yang tersedia (sumber daya normal) (Kareth, Michael, dkk, 2012). Bila kemudian hari penyelesaian pekerjaan ingin dipercepat karena alasan tertentu seperti penambahan sumber daya yang

mengakibatkan penambahan biaya langsung, ada beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu :

1. Penambahan jam kerja (lembur). Bila bila dokumen kontrak menuntut jadwal kerja yang singkat, maka harus dipertimbangkan kemungkinan program kerja lembur dalam upaya memenuhi target waktu. kerja lembur dapat dilakukan dengan menambah jam kerja tiap hari, tambah menambah jumlah tenaga kerja dan peralatan. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka perlu dievaluasi dampak dari jadwal terhadap pembiayaan. Upah tenaga kerja untuk penambahan jam kerja lembur adalah sebesar 1,5 sampai 2 upah kerja normal. Hal ini disebabkan karena karena produktivitas kerja lembur tidak sama dengan produktivitas kerja normal.
2. Pembagian giliran kerja. Jika tenaga kerja cukup tersedia untuk memenuhi kebutuhan mungkin dapat diatur dengan cara bergantian yaitu unit pekerja giliran sore sampai malam. untuk menjaga agar produktivitas ini tetap maka giliran kerja diprioritaskan dan diusahakan agar seorang pekerja dapat bekerja sama dengan timnya.
3. Penambahan tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja dimaksud sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tanpa menambah jam kerja. penambahan tenaga kerja yang optimum akan meningkatkan produktivitas kerja, tetapi penambahan yang terlalu banyak justru menurunkan produktivitas kerja.
4. Penambahan atau pergantian peralatan. Penambahan atau pergantian peralatan dimaksud untuk menambah produktivitas kerja, mencegah kelelahan kerja yang lebih dan mengurangi jumlah tenaga kerja manusia.
5. Penggantian atau perbaikan metode kerja. Penggantian atau perbaikan metode kerja dilakukan bila metode yang sudah dilakukan terlalu terlambat atau tidak efisien.
6. Konsentrasi pada aktivitas tertentu. Konsentrasi ini berarti penambahan/ pemindahan tenaga kerja atau peralatan pada suatu aktivitas tertentu.
7. Kombinasi dari alternatif yang ada. Dalam perencanaan, percepatan durasi dapat dilakukan dengan mengkombinasikan alternatif-alternatif yang ada

sehingga menghasilkan suatu cara yang sesuai dengan proyek tersebut, terutama pada proyek yang berskala besar dan mempunyai banyak aktivitas.

2.3 Biaya Proyek

Dalam melaksanakan suatu proyek pekerjaan mulai dari perencanaan sampai pelaksanaan akan membutuhkan biaya. Pembiayaan dan pemakaian sumber daya proyek bisa disesuaikan kebutuhan waktu yang ditentukan. Melalui penjadwalan hal tersebut dapat ditentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda dan diselesaikan pelaksanaannya. Unsur-unsur biaya pelaksanaan suatu pekerjaan dibagi dalam dua kategori. Biaya proyek dikelompokkan menjadi dua komponen yaitu biaya langsung (direct cost) dan biaya tidak langsung (indirect cost) (Kareth, Michael, dkk, 2012).

1. Biaya langsung (Direct Cost)

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

- a. **Biaya Material** Biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek itu termasuk biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survey di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.
- b. **Biaya upah** Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:
 - Upah harian Besar upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.
 - Upah borongan Besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.
 - Upah berdasarkan produktivitas Besar jenis upah ini tergantung atas banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

- c. Biaya peralatan Unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.
- d. Biaya sub-kontraktor Biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

2. Biaya tidak langsung (Indirect Cost)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum diluar biaya konstruksi, biaya ini disebut juga biaya overhead. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap dan biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar.

Unsur-unsur biaya tidak langsung antara lain :

- a. Gaji pegawai Termasuk dalam unsur biaya ini adalah gaji maupun honor pegawai / karyawan tetap dan tidak tetap yang terlibat maupun tidak terlibat dalam proyek yang dibebankan dalam pembiayaan proyek tersebut.
- b. Biaya umum perkantoran Termasuk dalam unsur biaya ini adalah sewa gedung, biaya transport, rekening listrik, air, pajak, asuransi dan lain-lain.
- c. Biaya pengadaan sarana umum. Perincian jelas pengeluaran biayanya adalah untuk pembangunan bangunan sementara, instalasi umum (listrik, air, telepon), peralatan umum yang digunakan selama masa proyek seperti pompa air, generator dan lain-lain.

Unsur yang termasuk dalam biaya langsung (Nurjuliawati, 2013), adalah :

- 1. Biaya Material.
- 2. Biaya Upah. Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas : Upah Harian, Upah Borongan, dan Upah Berdasarkan Produktivitas.

3. Biaya Peralatan.
4. Biaya Sub – Kontraktor.

Unsur-unsur biaya tak langsung adalah:

1. Gaji Pegawai
2. Biaya Umum Perkantoran
3. Biaya Pengadaan Sarana Umum

Biaya tidak langsung ini tiap bulan nilai besarnya relatif tetap dibanding biaya langsung, karena itu juga sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Biaya tetap (*fix cost*) perusahaan ini pada umumnya di bebaskan pada seluruh proyek yang sedang dalam pelaksanaannya berlangsung. Waktu pelaksanaan proyek yang dipercepat akan meningkatkan biaya langsung dan apabila waktu pelaksanaan proyek yang terlambat akan menambah biaya langsung.

2.3.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya Bangunan (RAB) merupakan perkiraan atau estimasi, ialah suatu rencana biaya sebelum bangunan/proyek dilaksanakan. Diperlukan baik oleh pemilikan bangunan atau *owner* maupun kontraktor sebagai pelaksana pembangunan.

Estimasi biaya konstruksi dapat dibedakan atas estimasi kasaran (*approximate estimates* atau *preliminary estimates*) dan estimasi teliti atau estimasi detail (*detailed estimated*). Estimasi kasaran biasanya diperlukan untuk pengusulan atau pengajuan anggaran kepada instansi, misalnya pada pengusulan DIP (Daftar Isian Proyek) proyek-proyek pemerintah, dan juga digunakan dalam tahap studi kelayakan suatu proyek.

Estimasi detail pada hakekatnya merupakan RAB lengkap yang terperinci termasuk biaya-biaya tak langsung atau overhead, keuntungan kontraktor dan pajak. Biasanya biaya overhead, keuntungan dan pajak diperhitungkan berdasar persentase (%) terhadap biaya konstruksi.

2.3.2 Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik adalah suatu ilmu pengetahuan yang berorientasi pada pengungkapan dan perhitungan nilai-nilai ekonomis yang terkandung

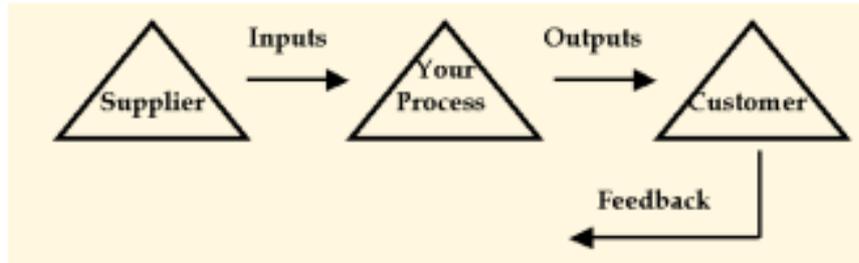
dalam suatu rencana kegiatan teknik (*Engineering*). Analisis ekonomi teknik (*engineering economic analysis*) adalah bagian dari ilmu ekonomi yang diaplikasikan pada proyek-proyek teknik. Digunakan oleh para insinyur untuk mencari solusi terbaik dengan mengukur nilai ekonomi dari setiap alternatif solusi yang potensial. Ekonomi teknik (*Engineering Economics*) mencakup prinsip-prinsip dan berbagai teknis sistematis untuk pengambilan keputusan ekonomis. Dengan teknik-teknik ini, suatu pendekatan yang rasional untuk mengevaluasi aspek-aspek ekonomis dari berbagai macam alternatif yang berbeda dan dapat dikembangkan. Studi ekonomi teknik membantu dalam mengambil keputusan optimal dalam untuk menjamin penggunaan uang dengan lebih efisien. Studi ekonomi teknik harus diadakan sebelum setiap uang diinvestasikan.

2.4 *Reengineering Business Process (ReBP)*

Reengineering atau rekayasa ulang merupakan perancangan ulang terhadap suatu proses untuk mengefektifkan waktu pengerjaan dan berorientasi pada efisiensi biaya seperti pengurangan biaya, reduksi waktu siklus dan peningkatan kualitas secara signifikan. Keberhasilan suatu proses *Reengineering Business Process* adalah terletak pada seberapa efektif suatu organisasi yang sudah di-*reengineering* mampu mengolah manusia, data dan teknologi didalamnya dalam menanggapi tuntutan dan tantangan bisnis yang berubah dan berkembang dari waktu ke waktu. *Reengineering Business Process (ReBP)* didefinisikan sebagai pemikiran ulang fundamental dan redesain secara radikal suatu proses bisnis untuk mencapai perbaikan dramatis dalam ukuran kontemporer kritis kinerja seperti biaya, kualitas, dan kecepatan.

Business process adalah sejumlah aktivitas yang merubah sejumlah *inputs* menjadi sejumlah *outputs* (barang dan jasa) untuk orang-orang lain atau proses yang menggunakan orang dan alat (Djokopranoto, 2002:8). Semua orang melakukan hal ini, dan dengan satu atau lain cara memerankan peran *supplier* atau *customer*. Proses bisnis seperti itu dapat dilukiskan secara sederhana seperti gambar segitiga-segitiga di bawah ini. Tujuan dari model

ini adalah untuk menggambarkan *supplier*, *process input*, *proses customer* dan *customer* dengan *output* lain yang terkait. Juga ditunjukkan *feedback* atau umpan balik dari *customers*.



Gambar 2.17 *Business process* menurut Djokopranoto (2002:8)

Model pendekatan sesuai prinsip BPR yang bertumpu pada pemikiran yang berbeda sama sekali dengan model yang sudah dikemukakan di atas yaitu *continuous process improvement* semacam ini dapat digambarkan seperti pada denah berikut :

Scope Project (Proyek Lingkup)

Learn from Others (Belajar dari Orang Lain)

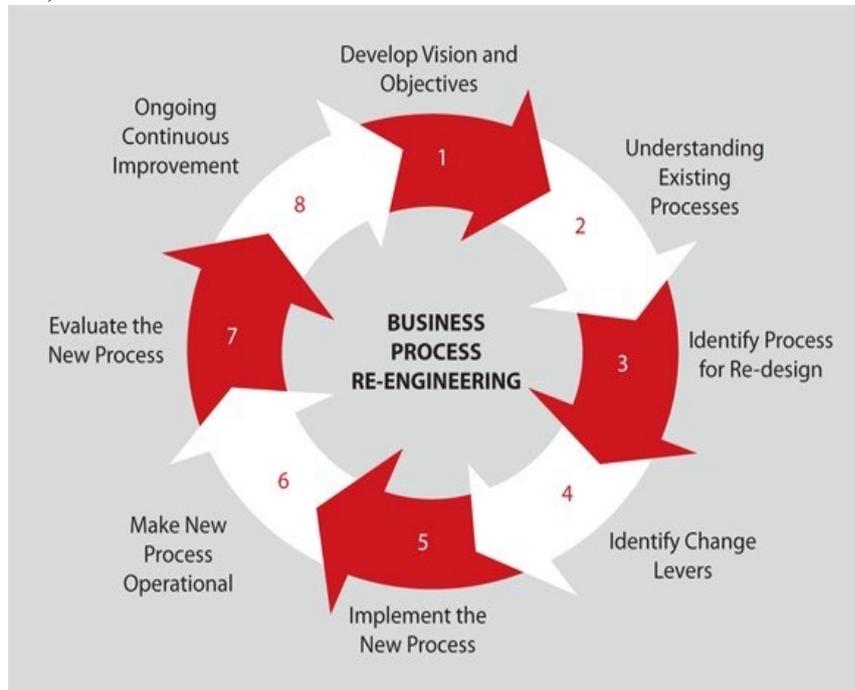
Create To be Process (Buat Menjadi Proses)

Plan Transition (Rencana Transisi)

Implement (Terapkan)

Breakthrough Reengineering Model (Model Rekayasa Ulang Terobosan)

BPR bertujuan untuk membuat struktur organisasi melayani aliran produk/jasa dan menghasilkan produksi organisasi lebih baik. (Vakola et.al, 1998).



Gambar 2.18 *Business process* Vakola et.al (1998).

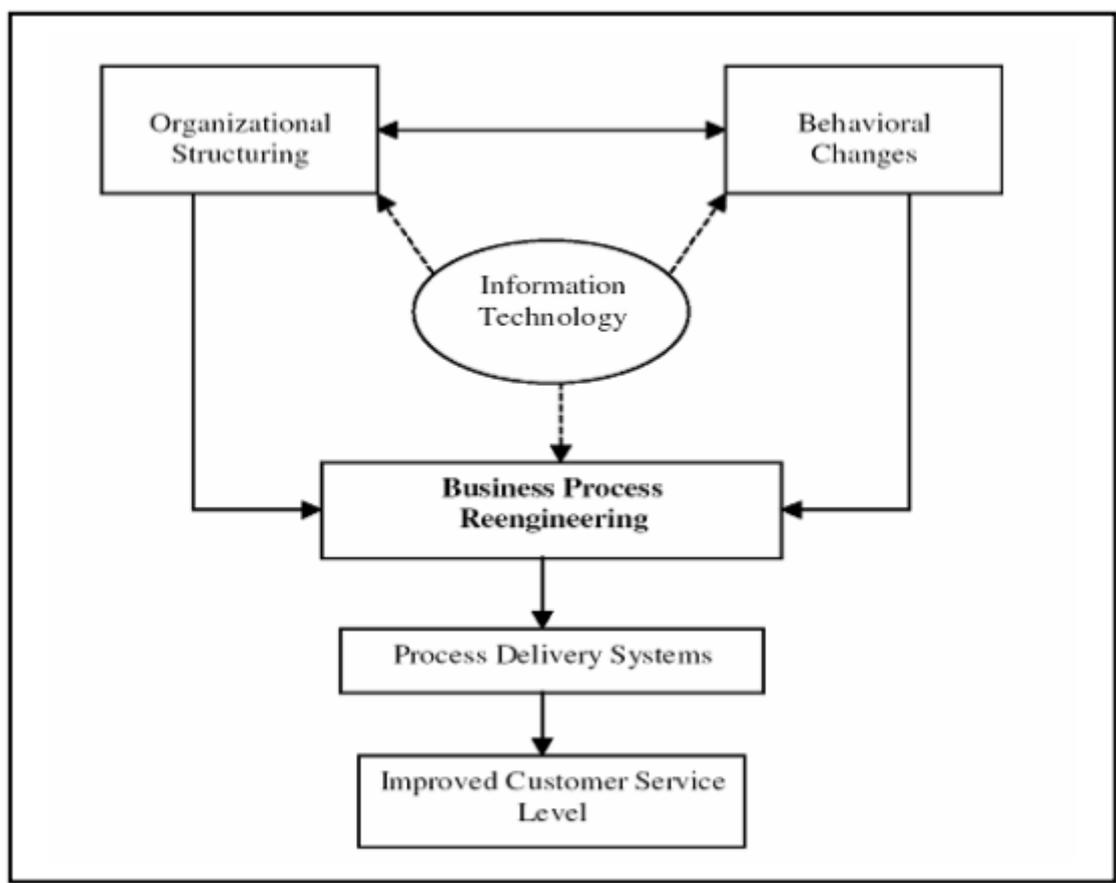
Dalam gambar 2.21 ada 8 proses *reengineering* (Vakola, 1998), yaitu:

- 1) *Develop vision and objectives*
- 2) *Understand existing processes*
- 3) *Identify process for re-design*
- 4) *Identify change levers*
- 5) *Implement the new process*
- 6) *Make new process operational*
- 7) *Evaluate the new process*
- 8) *Ongoing continues improvement.*

Reengineering Business Process (ReBP) atau bisa disebutkan *Business Process Reengineering* (BPR) merupakan usaha untuk mengurangi proses pekerjaan menuju tahap paling minimum pada proses rantai kerja. Rantai kerja yang tidak memberikan nilai tambah dihilangkan dengan beberapa tahap secara besar-besaran untuk mengurangi *delay* diantara tahap

proses kerja. Konsep *Business Process Reengineering* Hammer dan Champy [1994, p. 19], defenisi BPR adalah: "*fundamental revision and radical redesign of processes to reach spectacular improve-ments in critical and contemporary measurements of efficiency, such as costs, quality, service and quickness.*" Kata kunci dalam defenisi BPR adalah [33]: (1) *Fundamental* : Apa yang menjadi style dari perusahaan?, (2) *Radical*, (3) *Spectacular*, (4) *Processes*.

Secara konsep, model BPR dapat digambarkan pada gambar X berikut ini:



Gambar 2.19. Model Konseptual BPR

Struktur organisasi dan perubahan perilaku menjadi target BPR, dengan tujuan akhir adalah memperbaiki pelayanan pada *customer*. Berikut ini digambarkan beberapa metodologi dari BPR sebagai berikut :

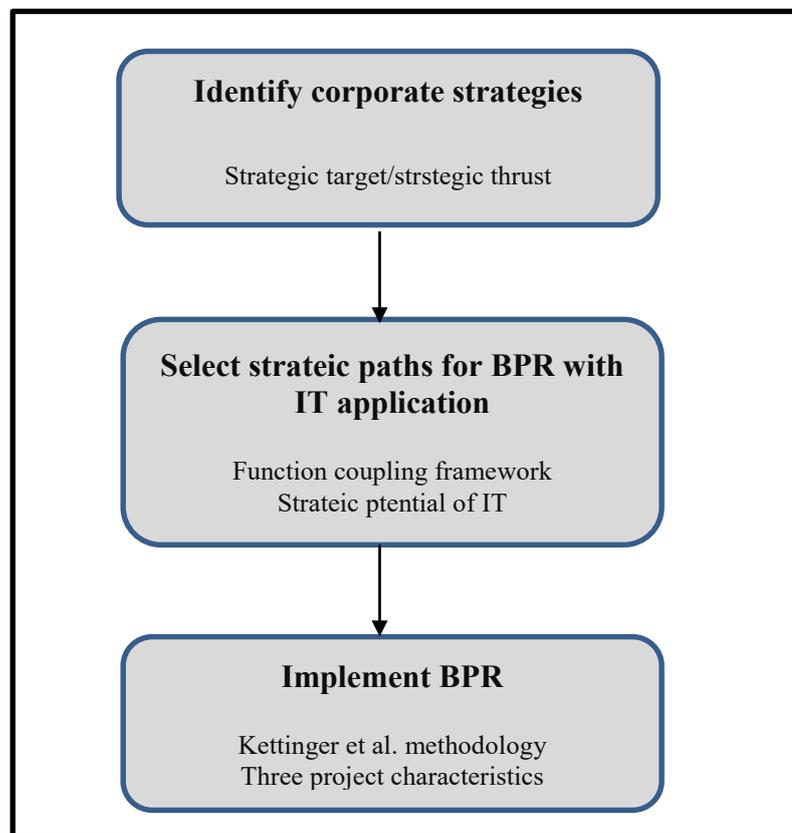
Tabel 2.1. *A few BPR methodologies from contemporary literature*

Activity	Methodology 1	Methodology 2
1	Develop vision and strategy	Determine customer requirements & goal for the process
2	Create desired culture	Map and measure the existing process
3	Integrated & improve enterprise	Analyze and Modify Existing process
4	Develop technology solution	Designed a reengineered process
5		Implement the reengineered process

Tabel 2.2. *Cont. A few BPR methodologies from contemporary literature*

Activity	Methodology 3	Methodology 4	Methodology 5
1	Set direction	Motivating reengineering	Preparation
2	Baseline and benchmark	Justifying reengineering	Identification
3	Create the vision	Planning reengineering	Vision
4	Launch problem solving projects	Setting up for reengineering	Technical & Social design
5	Design improvements	As IS description & analysis	Transformation
6	Implement change	To-Be design and validation	
7	Embed continuous improvement	implementation	

BPR adalah sebuah metodologi dengan hasil perbaikan yang penting, meskipun hal itu mengakibatkan perubahan yang cukup besar pada organisasi dan gaya bekerja. Hal ini diperlukan untuk melakukan perubahan atau penambahan pada gaya bekerja, fungsi pekerjaan dan nilai dari organisasi. Teknologi informasi pada umumnya dianggap berasal dari suatu peran yang kritis di BPR yang sukses. *Business process reengineering* (BPR) secara luas diadopsi oleh organisasi pada tahun 1990-an, meskipun demikian di tahun terakhir status dari BPR terus meningkat menggantikan pendatang baru seperti *knowledge management*, *core competencies* dan *benchmarking*.

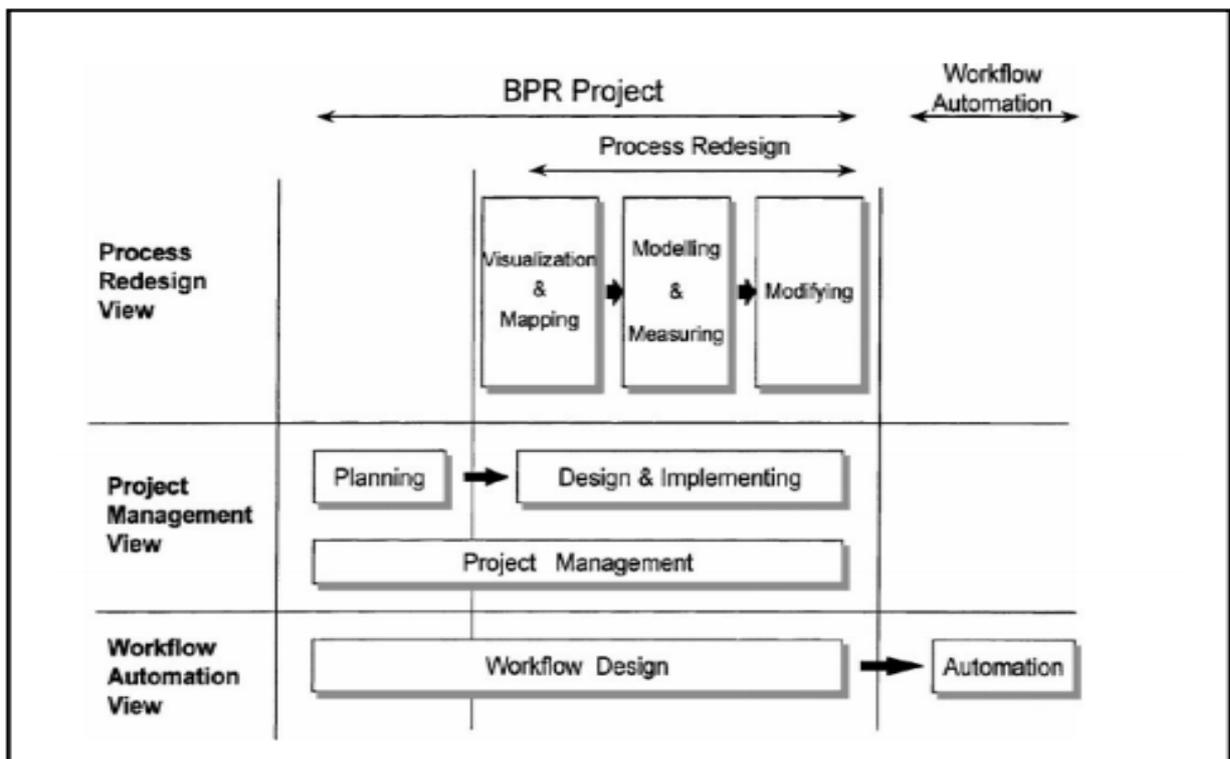


Gambar 2.20. *Theoretical Framework*

Langkah pertama : *identify corporate strategies* [25], target strategis sangat sesuai untuk melakukan analisa.

Langkah kedua : *select strategic paths for BPR with IT application* [25], langkah ini menggunakan *framework* fungsi yang bersamaan dengan aplikasi IT sebagai dasar untuk menganalisa karakteristik dari sebuah proses.

Langkah ketiga: *implement BPR* [25], langkah ini didasarkan pada metodologi yang diusulkan oleh Kettinger et al. [15]. Bagaimanapun, kemampuan dari IT telah dipertimbangkan pengaruhnya pada langkah kedua. kemudian kemungkinan pendekatan hanya mempertimbangkan tiga karakteristik project yang lain misalnya: *project radicalness, process structured-ness, and customer focus*.



Gambar 2.21. Sudut Pandang BPR

Pada gambar 2.24 berikut ini digambarkan sudut pandang BPR dari tiga tahapan process redesign view, project nagement view dan workflow automation view. Project BPR diawali dari planning pada namagement view untuk menghasilkan design dan implementing, sementara proses redesign itu sendiri mencakup visualization dan mapping, modelling dan measuring dan modifying. Faktor kritis terhadap suksesnya Busines Process Reengineering dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pada tahap awal BPR harus diintegrasikan dengan visi perusahaan, tujuan dan strategi.
2. Komitmen manajemen puncak, *sponsorship*, dan pengetahuan dari BPR dibutuhkan untuk suksesnya proyek BPR.
3. Kelayakan dari BPR harus melalui penelitian "*financial capability, technological, ability, managerial/ operational ability*" dari organisasi harus dinilai.
4. Perubahan organisasi mengakibatkan perubahan budaya organisasi, sistem nilai, dan gaya manajemen harus disesuaikan dengan redesain proses.
5. Sejak BPR membutuhkan perubahan radikal dan fundamental, implementasi harus dimulai dari tahap awal dari BPR dan seluruh organisasi harus terlibat di dalam perubahan proses. Terutama perencanaan perubahan proses dibutuhkan untuk suksesnya BPR.
6. BPR harus terintegrasi dengan *processbased management tools* yang lain seperti TQM, *benchmarking, process mapping* dan *team-based operation*. Inovasi radikal dan *continues improvement* dapat dicapai secara simultan dengan mengintegrasikan *processbased management* di atas.

Davenport dan Short sebagai pelopor pengembangan metodologi BPR menentukan framework untuk BPR yang terdiri dari lima tahap sbb:

1. Pengembangan visi bisnis dan tujuan proses
2. Identifikasi proses yang perlu di *redesign*
3. Mengerti dan mengukur proses yang ada
4. Identifikasi kapabilitas IT
5. Design dan buat *prototipe* proses baru

Johansson dan kawan-kawan, telah menghasilkan tiga tahap BPR *life cycle* sebagai berikut :

1. *Discover* : menentukan visi dan strategi bisnis
2. *Redesign* : meliputi semua aktivitas dan keahlian yang dibutuhkan

3. *Realize* : teknik manajemen perubahan, pembentukan BPR team, Komunikasi, pengukuran performan dan manajemen resistensi.

Klein menawarkan 5 tahap BPR sebagai berikut :

1. *Persiapan*,
2. *Identification*,
3. *Vision*,
4. *Solutions*,
5. *Transformation*.

Dalam penelitiannya Klein, mengklasifikasikan BPR tool dalam 6 kelompok yang digunakan nya dalam melaksanakan proyek BPR sebagai berikut: *Tool management* proyek, *Tool* koordinasi, *Tool* pemodelan, *Tool* analisis proses bisnis, *Tool* desain dan Analisis *human resources*, *Tool* pengembangan sistem.

Kettinger, mengembangkan konsep yang *komprehensif stage-activity* (S-A) 6 tahap pelaksanaan BPR, di tiap tahap berisi beberapa aktivitas, tahapan dan aktivitasnya sebagai berikut :

Tahap 1. *Envision*

Tahap 2. *Initiate*

Tahap 3. *Diagnose*

Tahap 4. *Redesign*

Tahap 5. *Reconstruct*

Tahap 6. *Evaluate*

Beberapa hasil langsung yang dapat diharapkan dari proses *reengineering* ini antara lain adalah :

- ♣ Perbaikan proses (seringkali 50%-100%).
- ♣ Pengurangan biaya secara drastis.

- ♣ Kecepatan, mutu dan jasa secara dramatis dapat ditingkatkan.

Hanya sedikit (kurang lebih 20%) *reengineering* ini dapat berhasil untuk perusahaan yang masih baru dan lemah (Djokopranoto, 2002:8). *Reengineering* mempunyai kesempatan yang besar untuk berhasil apabila dilihat sebagai upaya untuk mengembangkan dan menciptakan daya saing baru dan bukan terutama untuk menekan biaya dan menurunkan jumlah tenaga kerja. Apabila yang terakhir ini menjadi tujuan dan faktor utama penyebab *reengineering*, akan sulit mendapatkan dukungan dari para karyawan sedangkan dukungan ini sangat penting dan sangat diperlukan.

Untuk *reengineering*, memang ada *cost* yang harus dibayar dan ini harus disadari sejak awal. Tiap individu dan bagian harus bersedia untuk berkorban dengan satu atau lain cara. Biaya besar perlu dikeluarkan pula untuk konsultan, pelatihan kembali, penelitian dan analisis dan pelaksanaan proses yang baru. Perusahaan harus menentukan dan menimbang-nimbang mana yang lebih besar, antara apa yang dapat dicapai dan pengorbanan dan biaya yang harus ditanggung.

Beberapa kebijakan samping dari BPR dalam usaha *reengineering*, dimana perusahaan dituntut untuk berfikir kembali (*rethinking*) secara mendasar dan tidak terikat pada proses yang sedang berjalan, beberapa pertanyaan pokok yang sering harus ditanyakan dan dikaji mengenai salah satu hal yaitu *make or buy decision* adalah hal-hal misalnya sebagai berikut :

- ♣ Perusahaan dapat bersaing dengan baik kalau menghasilkan *product* atau *service* yang unggul, yang merupakan kebutuhan dan tuntutan konsumen
- ♣ Perusahaan dapat menghasilkan *product* atau *service* dengan baik kalau perusahaan dapat memfokuskan diri sesuai dengan produk utama atau *core business* nya
- ♣ *Core business* ini adalah bisnis yang diciptakan dan dikembangkan dari kemampuan utama perusahaan tersebut yaitu *core competence* nya.

- ♣ Atau dapat juga dibalik, bahwa *core competence* akan menentukan pemilihan dan pengembangan *core business* nya.
- ♣ Oleh karena itu, *core competencenya* berada di *core business* dan biasanya bukan berada di *non core business* (*side business* atau *supporting activities*)
- ♣ *Non core business*, karena biasanya bukan *core competencenya*, umumnya tidak atau kurang dapat dilaksanakan dengan cukup efisien dan efektif
- ♣ Pekerjaan *non core business* ini kemungkinan besar dapat dilaksanakan dengan efisiensi dan efektivitas yang optimal apabila dikerjakan oleh perusahaan yang *core businessnya* dan demikian pula *core competencenya* memang berada disitu.
- ♣ Oleh karena itu, mungkin lebih baik kalau pekerjaan *non core business* tadi, diserahkan saja pada perusahaan dengan *core competence* yang sesuai. Dengan demikian, disamping perusahaan dapat berfokus pada *core business* sendiri, akan memperoleh jasa penunjang yang lebih efektif dan efisien.
- ♣ Disinilah timbul ide yang kemudian berkembang menjadi model yang banyak dilakukan oleh perusahaan dalam rangka *reengineering*, yaitu *outsourcing*, yaitu menyerahkan pekerjaan yang dahulu dilakukan sendiri kepada perusahaan lain.

Hubungan antara dua perusahaan (*service buyer* dan *service provider* atau *supplier*) harus dikembangkan menjadi hubungan kemitraan. Maka berkembanglah apa yang disebut dengan *buyer-supplier partnership* yang selanjutnya berkembang menjadi aliansi strategis (*strategic alliance*).

Salah satu obyek *reengineering* adalah pengelolaan logistik. Dalam *reengineering*, sering kali pengelolaan logistik tidak hanya difokuskan pada arus barang secara intern, tetapi arus barang sejak sumber bahan mentah sampai barang jadi dibeli dan digunakan oleh pelanggan, jadi sejak dari *supplier*, *manufacturer*, *distributor*, *retailer* dan *customers*. Pengelolaan

logistik yang menyangkut antar perusahaan inilah yang disebut *supply chain management*. Dalam *reengineering*, sering kali ditemukan bahwa *outsourcing*, *strategic alliance* dan *supply chain management* merupakan strategi yang ditempuh.

Langkah-langkah proses *reengineering* dapat dilakukan sebagai berikut ini sesuai dengan struktur proses di atas :

- Membuat kerangka proyek.
- Menciptakan visi, nilai dan tujuan.
- Membuat desain baru mengenai operasi bisnis.
- Pembuktian konsep.
- Merencanakan implementasi.
- Memperoleh persetujuan implementasi.
- Implementasi perubahan desain.
- Transisi ke tahap *continuous improvement*

Seperti telah dijelaskan pada awal pembahasan tentang BPR, BPR adalah suatu :

- *fundamental rethinking* dan
- *radical redesign*, dari suatu
- *business process*, untuk mencapai suatu
- *dramatic improvements*

Dalam hal-hal kritis yang menyangkut kinerja perusahaan seperti biaya, mutu, layanan, kecepatan dan sebagainya. Perlu sekali lagi diperhatikan, bahwa yang menjadi obyek pemikiran kembali secara fundamental dan penyusunan kembali secara radikal ialah proses. Jadi proses merupakan obyek utama dan terpenting dalam proses *reengineering*.

Secara garis besar ada tiga tipe proses yang terdapat dalam suatu perusahaan, yaitu :

- *Manage process.*
 - *Manage process* adalah proses manajemen dalam mengelola perusahaan pada umumnya.
 - Termasuk dalam proses tipe ini adalah misalnya proses pengambilan keputusan, proses perencanaan strategis, proses pemilihan bentuk organisasi dan sebagainya.
 - Proses ini terjadi di semua tingkat pimpinan tinggi, dari yang paling atas sampai manajer.
 - Disini termasuk strategic planning, penentuan visi dan misi, penentuan ukuran kinerja dan sejenis itu.
- *Operate process.*
 - Jenis proses ini ialah proses utama dalam menghasilkan barang atau jasa yang diproduksi.
 - Misalnya proses pembuatan barang, proses pengaturan arus barang di pabrik, proses pengaturan peralatan di pabrik, proses pemilihan teknologi pembuatan barang dan sebagainya.
 - Jadi juga merupakan *order flow*, dari penerimaan pesanan pelanggan sampai mentransfernya menjadi barang jadi dan mengirimkan ke pelanggan/pemesan.
 - Demikian juga sebaliknya, ada proses mengalirnya uang dari pihak rekanan ke pabrik pembuat barang, merupakan juga *operate process*.
- *Support process.*
 - Proses jenis ini ialah proses yang membantu proses utama tetapi bukan merupakan bagian tak terpisahkan dari proses utama.
 - Contoh proses ini ialah proses pembelian barang, proses pengendalian persediaan, proses rekrutmen, proses penyimpanan bahan baku dan bahan jadi, proses angkutan barang, proses pendanaan dan sebagainya.

Beberapa hal di bawah ini menunjukkan secara lebih terinci, mengapa dalam BPR perlu berfokus pada proses, yaitu karena dengan ini, dapat membantu perusahaan dalam berbagai hal sebagai berikut :

- Agar perusahaan dapat berfokus pada pelanggan.

- Agar perusahaan dapat melakukan prediksi dan pengendalian atas perubahan.
- Agar perusahaan mampu berkompetisi dengan cara memperbaiki penggunaan berbagai sumber.
- Memberikan cara untuk melakukan perubahan secara besar-besaran pada berbagai aktivitas yang kompleks dalam cara yang cepat.
- Membantu perusahaan untuk mengelola hubungan intern.
- Memberikan pandangan sistematis mengenai kegiatan perusahaan.
- Mencegah terjadinya kesalahan.
- Menyediakan perusahaan dengan ukuran biaya yang dihabiskan.
- Membantu perusahaan untuk mengetahui bagaimana input menjadi output.
- Mengembangkan sistem pengukuran kinerja yang lengkap untuk berbagai segi bisnis.
- Memberikan pengertian bagaimana perusahaan dapat menjadi baik dan bagaimana menuju kearah tujuan tersebut.
- Memberikan metoda untuk menyiapkan perusahaan menghadapi tantangan yang akan datang.

Bentuk-bentuk yang lebih konkrit dari *reengineering* yang sering dijumpai dalam berbagai perusahaan ialah antara lain sebagai berikut ini:

- Beberapa pekerjaan digabungkan menjadi satu.
- Para pekerja ikut dalam pengambilan keputusan.
- Langkah-langkah dalam proses dibuat berurutan secara alamiah.
- Proses adalah berbentuk ganda.
- Pekerjaan dilakukan dimana dianggap paling logis dilakukan.
- Pengawasan dan pengendalian dikurangi.
- Rekonsiliasi ditekan sedikit mungkin.
- Satu manajer untuk hal tertentu merupakan satu titik hubung.
- Sentralisasi atau desentralisasi harus sesuai kebutuhan

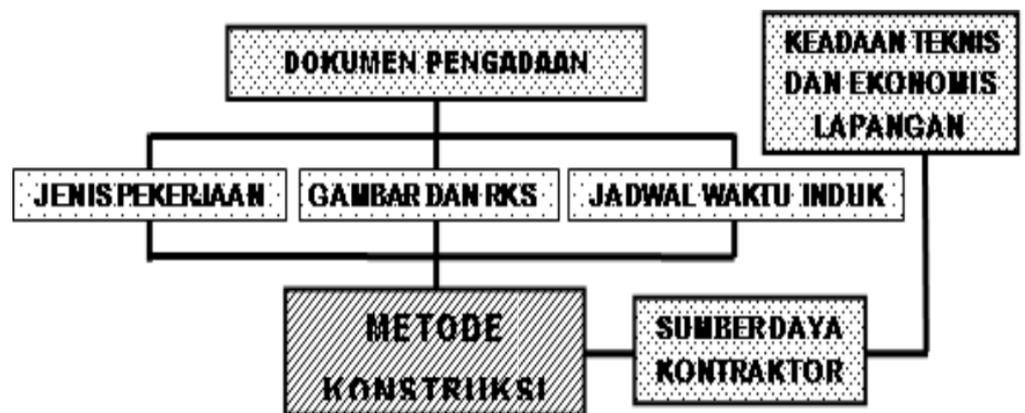
Beberapa contoh tipikal dari kesempatan melakukan *reengineering* dalam proses ialah sebagai berikut :

- Proses manajemen untuk pesanan, seperti :
 - pembelian,
 - pembuatan kontrak,
 - penerimaan barang,
 - pengangkutan,
 - penyimpanan dan
 - manajemen material.
- Proses manajemen dalam keuangan, seperti :
 - pengawasan lejer,
 - pembayaran gaji,
 - pembayaran pajak,
 - administrasi piutang, dan
 - administrasi hutang.
- Proses manajemen dalam informasi, seperti :
 - manajemen *database*,
 - manajemen jaringan, dan
 - penanganan aplikasi pelanggan
- Proses pengembangan produk, seperti :
 - desain produk,
 - pengetesan,
 - konfigurasi, dan
 - proses dokumentasi.
- Proses sumber daya manusia, seperti :
 - *rekrutmen*,
 - melakukan kontrak,
 - penempatan,
 - jasa personil, dan
 - pelatihan.

2.5 Metode Kerja yang Optimal

Penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek dapat berjalan sesuai dengan target waktu, biaya, kualitas dan mutu apabila di tunjang dengan metode pelaksanaan yang baik dalam hal ini membutuhkan management agar dapat memberikan metode kerja yang baik dalam pekerjaan. Metode pelaksanaan proyek konstruksi pada hakekatnya adalah penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan, yang merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi (Nudja, 2016). Metode pelaksanaan proyek konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pengadaan, keadaan teknis dan ekonomis yang ada dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor.

Kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi (Dipohusodo, I, 1996), seperti bentuk bagan dapat dilihat pada Gambar X.



Gambar 2.22. Kerangka gagasan dan konsep metode optimal dalam pelaksanaan konstruksi

2.5.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Yang Baik

Metode pelaksanaan proyek konstruksi yang baik apabila memenuhi persyaratan (Syah, M. S, 2004), yaitu:

1. Memenuhi persyaratan teknis.
2. Memenuhi persyaratan ekonomis, yaitu biaya murah, wajar dan efisien.
3. Memenuhi pertimbangan nonteknis.
4. Merupakan alternatif/pilihan terbaik.

Aspek penilaian sebuah metode pelaksanaan adalah:

1. Lengkapnya metode pelaksanaan komponen pekerjaan yang direncanakan atau mencerminkan bahwa proyek akan dapat diselesaikan secara lengkap.
2. Kesesuaian waktu metode pelaksanaan komponen pekerjaan atau keseluruhan pekerjaan yang direncanakan dengan jadwal waktu pelaksanaan Jadwal pelaksanaan harus sesuai dengan metode pelaksanaan.
3. Tepatnya metode yang direncanakan dengan kondisi medan lokasi dan tenaga kerja dan/atau peralatan yang dapat diadakan.
4. Praktis dalam arti efisien serta efektif dari sudut biaya yang dibutuhkan serta penggunaan waktu yang tersedia.
5. Aman terhadap tenaga kerja, fasilitas bangunan yang dikerjakan dan lingkungan proyek.
6. Metode pelaksanaan harus logis dan dapat dilaksanakan.
7. Bagi kontraktor metode pelaksanaan dibuat guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien.
8. Bentuk metode pelaksanaan berupa gambar-gambar kerja serta urutan pelaksanaan pekerjaan (procedure, work instruction) sehingga dapat digunakan sebagai acuan pelaksanaan.

2.5.2 Manfaat Penerapan Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi digunakan karena memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan sistem konvensional (Asnudin dkk, 2018). Keuntungan penerapan manajemen konstruksi dapat ditinjau dari beberapa aspek

Aspek Biaya Dengan menggunakan Manajemen Konstruksi, pekerjaan pembangunan proyek dapat diselesaikan dalam waktu yang singkat, hal ini dapat memberikan penghematan biaya kepada pemilik proyek.

Aspek Mutu Pada proyek yang tergolong besar, penerapan sistem manajemen konstruksi akan sangat membantu dalam hal pengawasan mutu bangunan. Aspek Waktu Dengan diterapkan sistem manajemen konstruksi maka pelaksanaan pembangunan dapat dilakukan lebih awal, walaupun perencanaan belum seluruhnya selesai.

Aspek waktu diterapkannya sistem manajemen konstruksi maka pelaksanaan pembangunan dapat dilakukan lebih awal, walaupun perencanaan belum seluruhnya selesai. Hal ini bisa dilakukan karena adanya penerapan metode fast track, yaitu sebagian tahap pelelangan dan pelaksanaan dapat dilakukan sebelum seluruh rangkain selesai.

Aspek Lain Manajemen konstruksi selalau mengadakan *check* dan *recheck* terhadap seluruh tahap penyelenggaraan proyek, sehingga dicapai suatu hasil yang optimal sesuai dengan keinginan pemilik proyek.

2.5.3 Rencana Pelaksanaan Kegiatan

Unsur-unsur dalam rencana pelaksana kegiatan yang akan menjadi landasan atau tolak ukur dalam proses pengendalian pelaksanaan proyek yaitu :

- a. Rencana Kerja
- b. Rencana Kebutuhan Tenaga
- c. Rencana Kebutuhan Bahan
- d. Rencana Kebutuhan Peralatan
- e. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

- f. Rencana Waktu Pelaksanaan
- g. *Network Planning*

2.5.4 Proses Manajemen pada Pengendalian Waktu

Kegiatan manajemen konstruksi dalam pengendalian waktu pelaksanaan dan biaya proyek terdiri dari :

❖ **Perencanaan (*Planning*)**

Perencanaan atau planning adalah menentukan serangkaian tindakan atau kegiatan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

❖ **Pengorganisasian (*Organizing*)**

Faktor yang harus diperhatikan dalam menyusun organisasi kerja lapangan :

- a. Jalur instruksi harus langsung dan sependek mungkin
- b. Masing-masing staf personil harus memiliki uraian pekerjaan (job deskripsi) secara jelas, dan terperinci.
- c. Masing-masing individu harus dibekali wewenang untuk mengambil keputusan yang sesuai dengan jabatannya.
- d. Iklim kerja harus dibina dan dipelihara untuk memungkinkan setiap orang bekerja secara maksimal, sepadan dengan kapasitas. Dengan demikian kerja sama dapat berjalan tanpa hambatan.

❖ **Penggerakan (*Actuating*) Tujuan pergerakan :**

- a. Memupuk semangat gotong-royong diantara semua unsur-unsur yang ada didalam satu kegiatan.
- b. Menjelaskan akan tujuan dan sasaran usaha bersama.
- c. Memelihara disiplin yang baik supaya terjamin hasil yang baik didalam usaha bersama.

❖ **Koordinasi (*coordinating*)** Koordinasi merupakan fungsi untuk mencapai keseimbangan, keselarasan demi tercapai tujuan.

❖ **Pengawasan (*controlling*)** Mengendalikan kegiatan pelaksanaan yang merupakan tugas-tugas pengawasan pekerjaan meliputi :

- Mengawasi laju pekerjaan pelaksanaan konstruksi fisik dari segi kualitas dan kuantitas bahan bangunan serta pelaksanaannya dan waktu pelaksanaan.
 - Mengawasi pekerjaan serta produknya, mengawasi ketepatan waktu dan biaya kanstruksi.
 - Mengawasi, meneliti perubahanperubahan serta penyesuaianpenyesuaian yang terjadi selama pekerjaan konstruksi fisik.
- ❖ Evaluasi (Evaluation) Setelah pelaksanaan proyek selesai diadakan evaluasi dimana pada tahap evaluasi ini dapat dilihat apakah waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan rencana yang diinginkan pengelola.

2.5.5 Jenis Pekerjaan Proyek Pembangunan

Pelaksanaan Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes memiliki beberapa bagian pekerjaan utama. Semua pekerjaan ini memiliki durasi waktu masing-masing yang saling berhubungan satu sama lain. Apabila ada salah satu pekerjaan saja yang tertunda pelaksanaannya maka akan mempengaruhi pekerjaan lainnya. Adapun pekerjaan yang diamati pada saat mulai kerja praktik hingga berakhir kerja praktik pada Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes meliputi pekerjaan sub struktur yaitu:

- A. Pekerjaan Struktur
- B. Pekerjaan Arsitektur
- C. Pekerjaan Mekanikal Elektrikal & Plumbing

2.6 Optimasi Proyek dan Analisis Optimasi Proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Optimasi adalah berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga

optimasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif. Sedangkan Analisis Optimasi pengertiannya dipecah menjadi dua, yaitu analisis dan optimasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan kesimpulan, sedangkan optimasi diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses, cara, perbuatan untuk menghasilkan yang paling baik.

Optimasi adalah suatu usaha untuk menentukan solusi yang terbaik dari sejumlah alternatif dengan berbagai kendala yang ada pada suatu model (Nurjuliawati, 2013). Optimasi biaya dalam menyelesaikan suatu permasalahan merupakan solusi terbaik yang dapat dilakukan untuk memperoleh biaya termurah.

Analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya (Maharany dan Fajarwati, 2006). Sehingga analisis optimasi dapat diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik, dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya dengan memperpendek waktu kegiatan ke dalam jaringan kerja.

Optimasi perlu dilakukan untuk memperpendek durasi / mempercepat proyek dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin.

Beberapa metode percepatan dalam pengoptimalan proyek yaitu:

1. Metode *Crashing*

Kondisi yang paling sering di alami pada suatu proyek konstruksi adalah terbatasnya waktu pelaksanaan. Berdasarkan kenyataan yang ada dilapangan, sering terjadi perpanjangan waktu pelaksanaan akibat kurang cermatnya perencanaan, kurang rapinya manajemen pelaksanaan, kurang logis dan realitisnya hubungan antar aktivitas yang membawa dampak perpanjangan waktu serta membengkaknya biaya penyelesaian proyek.

Dasar pertimbangan seorang manajer proyek dalam memutuskan percepatan waktu dengan menggunakan metode *Crashing* adalah sebagai berikut :

- a. Waktu pelaksanaan proyek yang sudah terlambat dari jadwal semula, sehingga perlu dilakukan percepatan waktu.

- b. Waktu proyek normal dipercepat dengan menerapkan metode *Crashing* agar waktu penyelesaian lebih awal untuk meningkatkan performance dan profil dari pengembang/kontraktor. Cara *Crashing* hampir selalu berarti peningkatan biaya. Pertambahan biaya yang diakibatkan percepatan waktu/*Crashing* adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan atau melaksanakan kegiatan dengan durasi yang dipercepat.

Project *Crashing* ini melibatkan empat langkah yaitu :

- a. Tentukan critical path normal dan identifikasi aktivitas kritis.
- b. Hitung crash cost per periode untuk seluruh aktivitas dalam jaringan proyek (dengan asumsi bahwa crash cost bersifat linier), rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Crash cost} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal time} - \text{crash time}} \quad (2.26)$$

- c. Pilih aktivitas pada jalur kritis yang memiliki crash cost/periode minimum. Percepat aktivitas tersebut semaksimal mungkin atau sesuaikan dengan batas waktu yang diinginkan.
- d. Periksa, apakah aktivitas yang dipercepat tersebut masih merupakan aktivitas kritis. Seringkali, percepatan pada jalur kritis dapat menyebabkan jalur lain yang tidak kritis menjadi jalur kritis. Apabila jalur kritis tersebut masih tetap menjadi jalur terpanjang, maka ulangi langkah 3, jika tidak tentukan jalur kritis baru dan ulangi langkah 3.

2. Metode *Overlapping*

Metode *overlapping* atau metode hubungan tumpang tindih adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antar aktivitas-aktivitas pada sebuah proyek secara lebih realistis tanpa menambah ukuran network proyek tersebut. Meskipun penyusunan dan analisis network yang menggunakan hubungan tumpang tindih lebih rumit daripada network konvensional, penggunaan metode ini pada umumnya dapat mempersingkat durasi sebuah network (Fadjar, 2009). Penggunaan metode *overlapping* ini akan meminimasi lead time sehingga dapat meningkatkan utilitas dan efisiensi performansi jadwal produksi.

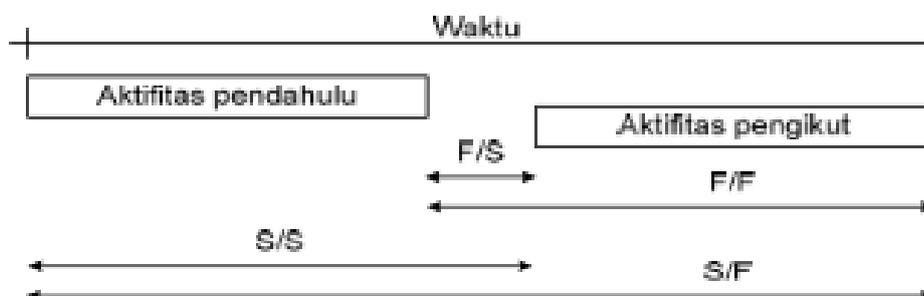
Suatu network terdiri dari aktifitas pengikut yang dapat dimulai apabila aktifitas pendahulu telah selesai. Aktifitas pengikut dapat mendahului aktifitas terdahulu namun berdampak memperbesar ukuran network karena adanya penambahan sub-aktifitas. Untuk mengantisipasi hal tersebut digunakan aktifitas tumpang tindih (Overlapping) dengan menggunakan diagram preseden berupa lead dan link yang menghasilkan durasi proyek lebih pendek. Lead time adalah waktu antara selesai/mulainya sebuah atau sebahagian aktifitas lainnya berdasarkan hasil analisa bobot aktifitas-aktifitas tersebut. Lead time dapat ditampilkan dalam bentuk nilai absolut, dalam satuan hari sebagai contoh, atau dalam bentuk persentase dari durasi sebuah aktifitas.

Jenis-jenis hubungan aktifitas tumpang tindih (Overlapping):

- a. Start-to-start (S/S)
- b. Start-to-finish (S/F)
- c. Finish-to-start (F/S)
- d. Finish-to-finish (F/F)

Jenis hubungan antar aktifitas	Keterangan
Finish to Start (FS)	Aktifitas B tidak dapat dimulai sebelum aktifitas A selesai. Jenis hubungang ini adalah jenis yang paling sering digunakan.
Start to Start (SS)	Aktifitas B tidak dapat dimulai sebelum aktifitas A dimulai.
Finish to Finish (FF)	Aktifitas B tidak dapat selesai jika aktifitas A belum selesai.
Start to Finish (SF)	Aktifitas B tidak dapat selesai sebelum aktifitas A dimulai.

Tabel 2.3. Jenis-jenis hubungan antar aktifitas



Gambar 2.23 Barchart hubungan antar aktifitas

a. Hubungan *finish-to-start*

Hubungan *finish-to-start* adalah hubungan yang digunakan pada semua analisa network konvensional. Pada hubungan *finish-to-start* dimana aktifitas pengikut j hanya dipengaruhi oleh satu aktifitas pendahulu i berlaku persamaan berikut.

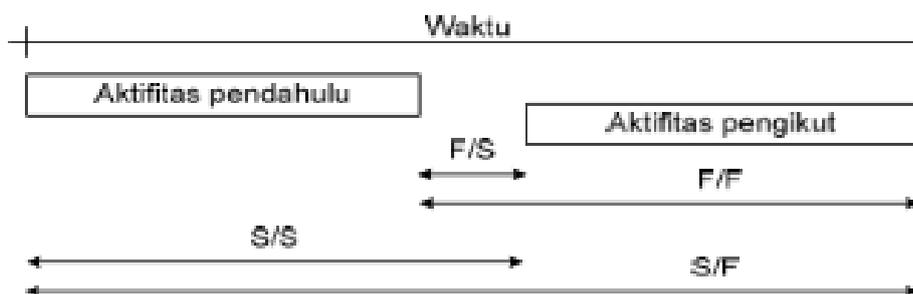
$$EST_j = EFT_i$$

$$LST_j = LFT_i$$

Contoh pemakaian hubungan *finish-to-start* adalah dalam pekerjaan konstruksi plat beton bertulang, dimana campuran beton hanya dapat dituang apabila semua tulangan telah terpasang dan diinspeksi. Tanpa menggunakan *lead time*, *bar chart* dan networknya dapat dilihat pada gambar 2a dan 2b. Sementara yang menggunakan *lead time* dapat dilihat pada gambar 2c dimana *lead time* adalah waktu yang digunakan untuk inspeksi tulangan. Persamaan di atas dapat dijadikan kedalam bentuk persamaan hubungan tumpang tindih jika digunakan *lead time* diantara kedua aktifitas (i dan j), lihat gambar 2d, dan persamaannya berubah menjadi,

$$EST_j = EFT_i + LT$$

$$LST_j = LFT_i + LT$$



Gambar 2.24 Contoh hubungan *finish-to-start*

b. Hubungan *start-to-start*

Contoh penggunaan hubungan *start-to-start* adalah, pekerjaan pemasangan pipa dapat dimulai setelah sebahagian pekerjaan penggalian tanah selesai, seperti

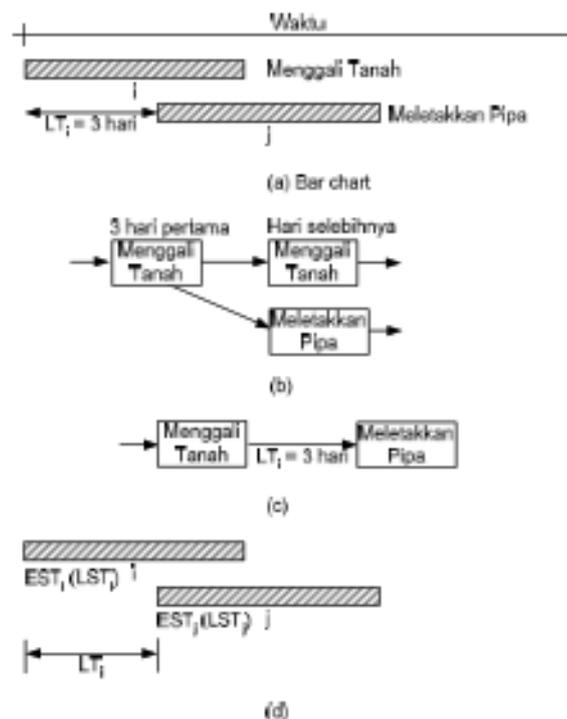
pada gambar 3a dan 3 b. Gambar 3b menggunakan sub-aktifitas sementara gambar 3c menggunakan *lead time*. Pemakaian *lead time* pada contoh ini untuk menjelaskan bahwa sebesar 3 hari harus berlalu setelah pekerjaan penggalian tanah dimulai sebelum pekerjaan pemasangan pipa dapat dimulai. Pada hubungan *start-to-start* berlaku persamaan berikut.

$$EST_j = EST_i + LT_i$$

$$LST_j = LST_i + LT_i$$

$$LFT_i = LST_j - LT_i + DUR_i$$

Aktifitas i adalah aktifitas yang terbagi, dimana $0 \leq LT_i \leq DUR_i$



Gambar 2.25 Hubungan *start-to-start*

c. Hubungan *finish-to-finish*

Contoh penggunaan hubungan *finish-to-finish* adalah, profil plafond dapat dipasang setelah wallpaper terpasang seperti digambarkan pada Gambar 4a. Selesaiannya pemasangan profil plafond dikendalikan oleh selesainya pemasangan

wallpaper. Gambar 4b menunjukkan representasi hal tersebut dalam bentuk *network*, atau jika digunakan hubungan tumpang tindih ditunjukkan pada Gambar 4c. Pada hubungan *start-to-start* berlaku persamaan berikut.

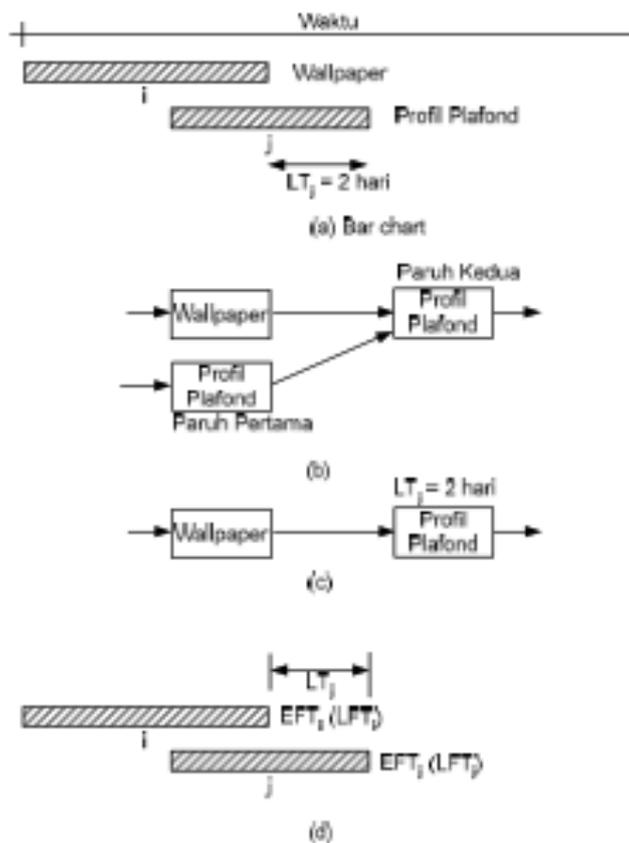
$$EFT_j = EFT_i + LT_j$$

$$LFT_j = LFT_i + LT_j$$

$$EST_j = EFT_i + LT_j - DUR_j$$

$$LFT_i = LFT_j - LT_j$$

Aktifitas j adalah adalah aktifitas yang terbagi, dimana $0 \leq LT_j \leq DUR_j$.



Gambar 2.26 Hubungan *finish-to-finish*

d. Hubungan *start-to-finish*

Hubungan *start-to-finish* terjadi jika selesainya aktifitas pengikut ditentukan oleh mulainya aktifitas pendahulu. Sebagai contoh, sebuah konstruksi akan dibangun disekitar pepohonan yang harus dilestarikan. Pada saat pepohonan tersebut mulai dipindahkan diperkirakan dibutuhkan 3 hari sebelum pepohonan tersebut dapat mulai ditanam kembali. Selanjutnya dibutuhkan 2 hari untuk menyelesaikan penanaman kembali seluruh pepohonan tersebut. *Bar chart* untuk contoh ini ditunjukkan pada Gambar 5a. Gambar 5b menunjukkan representasi hal tersebut dalam bentuk *network*, atau jika digunakan hubungan tumpang tindih ditunjukkan pada Gambar 5c. Pada hubungan *start-to-finish* berlaku persamaan berikut.

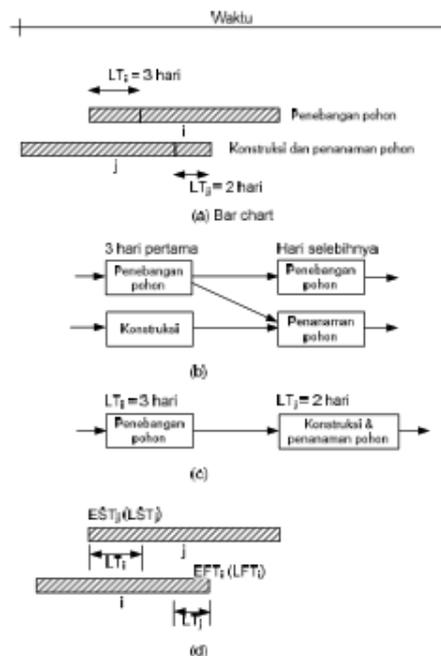
$$EFT_j = EST_i + LT_i + LT_j$$

$$LFT_j = LST_i + LT_i - LT_j$$

$$EST_j = EST_i + LT_i + LT_j - DUR_j$$

$$LFT_i = LFT_j - LT_i - LT_j + DUR_i$$

Dalam hal ini, aktifitas-aktifitas i dan j adalah aktifitas-aktifitas yang terbagi.



Gambar 2.27 Hubungan *start-to-finish*

Perhitungan terhadap *network* lengkap melibatkan perhitungan hubungan tumpang tindih (*overlapping relationship*) seperti yang digunakan pada perhitungan diagram preseden. Dimana, pada perhitungan maju didapatkan EST dan EFT dan pada perhitungan mundur didapatkan LFT dan LST dari aktifitas-aktifitas yang ditinjau dan selanjutnya, *float* dan jalur kritis dapat ditentukan. Persamaan persamaan pada Tabel 2 adalah untuk sebuah *network* diawali oleh aktifitas 0 dan diakhiri oleh aktifitas N.

$EST_0 = 0$		
$EFT_0 = EST_0 + DUR_0$		
$EST_j = \max_{\text{semua } i, j}$	$EFT_i + LT$	F/S
	$EST_i + LT_i$	S/S
	$EFT_i + LT_j - DUR_j$	F/F
	$EST_i + LT_i + LT_j - DUR_j$	S/F

Tabel 2.4. Perhitungan Maju

Jika terdapat lebih dari satu aktifitas pendahulu (i), atau hubungan tumpang tindih maka dipilih nilai EST_j maksimum karena jalur terpanjang dari *network* tersebut yang akan dicari. Jika EST_j bernilai negatif, ubah nilainya menjadi 0.

$$EFT_j = EST_j + DUR_j$$

$LFT_N = EFT_N$		
$LST_N = LFT_N - DUR_N$		
$LFT_i = \min_{\text{semua } i, j}$	$LST_j - LT$	F/S
	$LST_j - LT_i + DUR_i$	S/S
	$LFT_j - LT_j$	F/F
	$LFT_j - LT_i - LT_j + DUR_i$	S/F

Tabel 2.5. Perhitungan Mundur

Jika terdapat lebih dari satu aktifitas pengikut (j), atau hubungan tumpang tindih maka dipilih nilai LFT_i minimum.

$$LST_i = LFT_i - DUR_i$$

Free Float (FF) memiliki definisi yang sama dengan *network* tanpa hubungan tumpang-tindih, yaitu sejumlah waktu yang tersedia tanpa mempengaruhi status awal (untuk EST atau EFT tergantung jenis hubungan tumpang-tindihnya) dari aktifitas-aktifitas berikut (tabel 4).

$FF_i = \min$ semua i, j	$EST_j - (EFT_i - LT)$	F/S
	$EST_j - (EST_i + LT_j)$	S/S
	$EST_j - (EFT_i + LT_j - DUR_j)$	F/F
	$EST_j - (EST_i + LT_i + LT_j - DUR_j)$	S/F

Tabel 2.6. *Free Float* (FF)

Jika terdapat lebih dari satu aktifitas pengikut (j), atau hubungan tumpang tindih maka dipilih nilai FF_i minimum.

Hubungan antar aktifitas-aktifitas tumpang tindih (*Overlapping*) dapat membantu mempersingkat waktu penyelesaian. Dibutuhkannya kemampuan maupun ketelitian untuk menggunakan hubungan tumpang tindih (*Overlapping*).

3. Metode *Combine* (*Crashing* dan *Overlapping*)

Metode *Combine* adalah metode ini merupakan gabungan antara Metode *Crashing* dengan Metode *Overlapping*.

2.7 Program *Primavera P6 Profesional R16.2*

Primavera System Inc. adalah perusahaan yang bergerak dibidang program (*software*) manajemen konstruksi (Kareth, Michael, dkk, 2012). Perusahaan ini menyediakan produk-produk program dengan ruang lingkup yang lengkap, terukur dan terintegrasi untuk perencanaan (*planning*), pengaturan (*organizing*), pengawasan (*controlling*) dan koordinasi (*coordinating*) proyek. *Primavera 6.0* adalah program untuk perencanaan dan pengawasan proyek tingkat tinggi. Memberikan perencanaan proyek, sumber daya, daftar kontrol biaya proyek secara luas.

Aktivitas proyek dapat terjadi di segala bidang di perusahaan, baik proyek fisik (infrastruktur) seperti proyek pembelian peralatan, pemasangan fasilitas,

pendirian pabrik baru maupun non fisik seperti proyek pengembangan produk baru, perancangan struktur organisasi, pembuatan sistem informasi manajemen dan peningkatan produktivitas perusahaan. Realitas di lapangan menunjukkan bahwa sering terjadi kegagalan dalam menjalankan proyek disebabkan oleh adanya perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian proyek yang tidak tepat. Merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan suatu proyek merupakan kegiatan yang relatif kompleks dan sulit dilakukan karena dituntut untuk memperhatikan berbagai aspek seperti waktu, biaya, sumberdaya, perkembangan pencapaian tujuan dan masih banyak lagi.

Aplikasi ini digunakan untuk mengelola sebuah proyek dalam hal perencanaan (planning), pelaksanaan (updating) dan pengendalian (controlling). Aplikasi *software Primavera* akan diberikan untuk mempermudah dalam penjadwalan dan pengendalian proyek terutama untuk proyek yang cukup kompleks.

Adapun keistimewaan dari program ini antara lain:

- a. Pengoperasian.
 - Dapat mengatur informasi proyek dengan menggunakan kode-kode aktivitas, sumber daya dan tanggal sebagai kerangka struktural.
 - Dapat bekerja sama dengan program lainnya.
- b. Pemakaian dalam proyek.
 - Dapat dipakai pada proyek dengan 1 sampai 100.000 kegiatan per proyek.
 - Dapat dipakai pada single project atau multi project.
 - Dapat mengontrol dan membuat jadwal pekerjaan proyek yang kompleks.
- c. Sumber daya.
 - Dapat mengendalikan kegiatan pada setiap sumber daya dan durasi pada setiap sumber daya.
 - Perataan sumber daya (*Levelling*).
- d. Biaya.
 - Dapat menghitung biaya per jenis pekerjaan dan biaya total proyek.
 - Dapat mengendalikan biaya dan jadwal.

Tahapan perencanaan pada sebuah proyek konstruksi yang dapat dibuat menggunakan program Primavera 6.0 adalah:

- Membuat jadwal baru
- Input kalender kerja proyek.
- Masukan data kegiatan.
- Input durasi kegiatan.
- Mengatur hubungan ketergantungan antar aktivitas.
- Melakukan *Schedule Pekerjaan*.
- Input daftar harga satuan bahan dan upah.
- Alokasi sumber daya pada tiap pekerjaan.
- Pengaturan Kegiatan.

Data-data yang diperoleh dimasukkan sebagai data program dan dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas. Dari keluaran yang dihasilkan maka kita dapat melihat beberapa data yaitu :

- *Lay Out Gantt Chart* (Diagram Batang)
- *Budgeted Cost* (Anggaran Biaya Proyek)
- *Resource Profile* (Profil Sumber Daya), dan
- *Resource Table* (Tabel Sumber Daya).

Penggunaan program primavera 6.0 dapat mempermudah dalam proses perencanaan, penjadwalan, pengendalian dan monitoring. Hasil keluaran dari program primavera berupa *Lay Out Gantt Chart*, Kurva S, Tabel dan Profil Sumber Daya dan lain sebagainya yang dapat digunakan dalam pengontrolan proyek.

Hal-hal yang didapatkan Aplikasi *software Primavera* yaitu:

- a. Ruang lingkup pemahaman manajemen proyek.
- b. Perencanaan proyek dan pendefinisian pekerjaan: rencana induk proyek, pendefinisian pekerjaan (*work breakdown structure*), integrasi dengan organisasi.
- c. Penjadwalan proyek: Teknik penjadwalan (Bar Chart, PERT, CPM, PDM), Metode lintasan kritis dengan *Primavera*.

- d. Penempatan sumberdaya: teknik penempatan sumberdaya dengan perataan (*leveling*) dengan Primavera.
- e. Biaya proyek: biaya langsung, biaya tak langsung, teknik estimasi biaya, cara pembayaran bertahap (*termin*).
- f. Pelaksanaan kegiatan: membuat baseline / target dan *tracking* kegiatan dengan Primavera.
- g. Pengendalian jadwal: Analisis penyimpangan jadwal dan biaya, proyeksi biaya jadwal akhir, konsep nilai hasil dengan Primavera.
- h. Mempercepat waktu penyelesaian: percepatan jadwal, kegiatan tumpang tindih, saling tukar tenaga kerja, penambahan sumberdaya kritis dengan Primavera.
- i. *Case study* : Kasus-kasus *real* di lapangan dan *troubleshooting*.

Istilah-istilah pada program Primavera (Apriyanto, 2016):

1 *Gant Table*

Gant Table adalah sekumpulan garis yang menunjukkan awal pekerjaan dan akhir pekerjaan yang direncanakan untuk item-item pekerjaan didalam suatu proyek konstruksi.

2 *Form Activities*

Form Activities adalah beberapa kolom yang menampilkan nama-nama pekerjaan serta durasi dan bobot pekerjaannya.

3 *Predecessor*

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan lain. Dalam Primavera dapat dimaksimalkan dengan *Relationship*.

Primavera mengenal 4 macam pekerjaan antar pekerjaan yaitu :

a. FS (Finish to Start)

Suatu pekerjaan baru boleh dimulai jika pekerjaan yang lain selesai

b. FF (Finish to Finish)

Suatu pekerjaan harus selesai bersamaan dengan selesainya pekerjaan lain.

c. SS (Start to Start)

Suatu pekerjaan harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.

d. SF (Start to Finish)

Suatu pekerjaan baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain dimulai.

4 *Resources*

Sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material dalam *Primavera* disebut dengan *Resources*

5 *Work Breakdown Schedule (WBS)*

Work Breakdown Schedule (WBS) digunakan untuk mengorganisasi pekerjaan proyek dan membagi pekerjaan-pekerjaan tersebut kedalam sub-sub pekerjaan yang dikelompokkan ke dalam pekerjaan dan hubungan antara pekerjaan induk dan sub pekerjaan.

2.8 Penelitian Sejenis Sebelumnya

Penelitian tentang penjadwalan proyek dengan metode *Network Diagram* dan *Metode Linier* secara umum telah dilakukan.

Beberapa penelitian terdahulu yang sejenis serta rencana penelitian saya sebagaimana tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 2.7 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Aryo Andri Nugroho, 2007	<i>Optimasi Penjadwalan Proyek pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas Semarang</i>	Menggunakan metode CPM (<i>Critical Path Method</i>), PERT (<i>Project Evaluation and Review Teqnique</i>) dan program excel	Hasil perhitungan penjadwalan proyek membutuhkan waktu 144 hari 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	Ardabil Maulana, Fredy Kurniawan, 2019	Time Optimization using Cpm, Pert and Pdm Methods in the Social and Department of Kelautan Building Development Project Gresik District	CPM (<i>Critical Path Method</i>), PERT (<i>Project Evaluation and Review Teqnique</i>), PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>) and by using MS	The method that is most suitable for the Development Project of the Social Service Office and the Gresik Marine Service is the PDM method because the PDM method is able to produce a shorter period of project completion time than the CPM method and PERT which is 30 weeks.

			Project 2007 program	
3	I Gusti Ngurah Oka Suputra, 2011	Penjadwalan Proyek dengan Precedence Diagram Method (Pdm) dan Ranked Position Weight Method (Rpwm)	CPM (<i>Critical Path Method</i>) dan RPWM (<i>Ranked Position Weight Method</i>), dan software <i>Microsoft Project 2007</i>	Proses alokasi dan perataan sumber daya pada RPWM berdasarkan tingkat <i>positional weight</i> (bobot posisi) dari setiap aktivitas, yaitu jumlah dari durasi suatu aktivitas ditambah dengan jumlah total durasi seluruh aktivitas yang mengikuti aktivitas tersebut. Pada intinya, aktivitas dengan bobot posisi yang lebih besar memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi untuk mengalami proses alokasi dan perataan sumber daya.
4	Joe Daniel Hutagaol, dkk, 2019	Perbandingan Metode Critical Path Method (Cpm), Precedence Diagram Method (Pdm), dan Line Of Balance (Lob) terhadap Proyek Repetitif	CPM (<i>Critical Path Method</i>), PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>), LoB (<i>Line of Balance</i>)	<i>Critical Path Method</i> dan <i>Precedence Diagram Method</i> memiliki tampilan visual yang lebih kompleks sehingga tidak mudah untuk dipahami dan tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Namun dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan dapat menentukan lintasan kritis proyek. <i>Line of Balance</i> memiliki tampilan visual yang sederhana dan cukup mudah

				<p>untuk dipahami dan dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek, tetapi LoB tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek.</p>
5	<p>Sufatin, Nori Cahyana, 2019</p>	<p>Pemanfaatan Precedence Diagram Method (PDM) dalam Penjadwalan Proyek di PT.X</p>	<p>PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>)</p>	<p>PDM dapat membantu manajer proyek dalam melakukan penjadwalan proyek pembangunan jalan di PT.X dan dapat diketahui hubungan antar pekerjaan, pekerjaan mana yang dapat ditunda pengerjaannya dan pekerjaan mana yang tidak dapat ditunda pengerjaannya, sehingga proyek dapat selesai tepat pada waktunya</p>
6	<p>Samuel Hardiyanto, 2018</p>	<p>Optimasi Proyek Pembangunan Gedung Parkir dan Masjid RSUD Pare oleh PT Arwi Graha Sejahtera dengan Metode Jalur Kritis (Critical Path Method)</p>	<p>menggunakan metode CPM dan Gantt Chart</p>	<p>metode CPM dapat menyelesaikan renovasi jembatan dalam waktu 136 hari dengan penjadwalan waktu yang sebelumnya 150 hari. Dengan demikian dapat diketahui selisih waktu tersebut ialah 14 hari.</p>

7	Amri Gunasti, Ach. Rofiqi dan Pujo Priyono, 2019	Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan <i>Crashing</i> Project dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember	CPM (<i>Critical Path Method</i>), PERT (<i>Project Evaluation and Review Technique</i>) dan <i>Crashing Project</i>	lintasan kritis dengan metode CPM adalah <i>A-B1-C1-D1-D7- D8-D4-D9</i> . Penggunaan metode PERT kemungkinan proyek dapat dileasakan dalam waktu 62 minggu adalah 99,93%. Dengan adanya percepatan penyelesaian diperlukan tambahan biaya Rp 2.390.418.814 (<i>Cost Slope</i>). Sebesar Rp 4.423.351,20/hari sehingga penambahan biaya sebesar Rp 7.217.353.814,29 dari perencanaan Rp 4.826.900.000
8	Stefanus Kris Hertanto, Naniek Utami Handayani , 2019	Usulan Optimasi Penjadwalan Pelaksanaan Proyek Banyu Urip Menggunakan Metode <i>Critical Path Method</i> (CPM) dan Program <i>Evaluation and Review Technique</i> (PERT) (Studi Kasus pada PT Multipanel Intermitra Mandiri)	CPM (<i>Critical Path Method</i>), PERT (<i>Project Evaluation and Review Technique</i>)	Hasil yang didapatkan dari Manajemen Proyek adalah durasi pengerjaan proyek dari 206 hari bisa dipercepat menjadi 198 hari. Hal yang menjadi penyebab terjadinya keterlambatan dapat dilihat dari 4 faktor utama, yaitu pada material, metode, manusia, dan pada client.

9	Ani Firda, Andio Indob Putra, 2019	Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem Lico pada Pembangunan Venue Dayung JSC	perhitungan analisa estimasi waktu dan biaya pengerjaan bekisting dan membanding kannya dengan bekisting sistem LICO	proyek pembangunan <i>Venue</i> Dayung JSC yang dikerjakan menggunakan bekisting sistem LICO dapat menghemat biaya sebesar Rp 297.589.193,00.
10	Anna Stefany, 2019	Optimasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Baru Stasiun Kereta Api dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus: Stasiun Kereta Api Medan)	CPM (<i>Critical Path</i> <i>Method</i>), PERT (<i>Project</i> <i>Evaluation</i> <i>and Review</i> <i>Technique</i>)	jalur kritis pada kegiatan tersebut adalah $P1 - P2 - P3 - P4 - P5$ $- P6 - P8 - P9 - P10 - P11$ dan dipercepat hingga 98 minggu dengan probabilitas 81,05700% penyelesaian proyek tersebut dengan penambahan total biaya menjadi Rp 174.737.714.576.
11	Sentot Suyoto, 2019	Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Biaya dengan Metode <i>Line of Balance</i> (LoB) pada Proyek Jalan	LoB (<i>Line of</i> <i>Balance</i>)	Dapat mempercepat waktu/ <i>durasi</i> pelaksanaan sampai 13% atau 9 minggu serta penghemat biaya pelaksanaan sebesar 6% atau Rp 2.843.984.433,81.

12	Ary Yudha Saputra, 2019	Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Biaya pada Proyek Bangunan Gedung (Studi Kasus Pembangunan Pasar Kaliangkrik Kab. Magelang Provinsi Jawa Tengah)	Metode <i>Crashing</i> , metode <i>Overlapping</i> , dan metode <i>Combine (Crashing dan Overlapping)</i>	Dapat memperoleh hasil percepatan waktu/durasi 7 minggu (21 %) yaitu biaya pelaksanaan sebesar Rp 4.199.793.417,32 (9 %), dari biaya pelaksanaan semula Rp. 44.562.610.271,00 menjadi Rp. 40.362.816.853,68
----	-------------------------	---	---	---

Berdasarkan Tabel 1.1 di atas dengan penelitian ini ada beberapa perbedaan yaitu baik dari metode penelitian yang digunakan maupun hasil dari penelitian antara lain sebagai berikut :

- 1.
2. Aryo Andri Nugroho (2007) dengan judul *Optimasi Penjadwalan Proyek pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas Semarang* untuk perbedaannya dalam menganalisa data penelitian dan hasilnya yaitu dari total waktu 144 hari lebih hemat waktu 6 hari menggunakan Lintasan kritis yang diperoleh dari *Excel* sama dengan metode PERT-CPM.
3. Ardabil Maulana dan Fredy Kurniawan (2019) dengan judul *Time Optimization using Cpm, Pert and Pdm Methods in the Social and Department of Kelautan Building Development Project Gresik District*, perbedaannya pada hasil penelitian yaitu Metode yang paling cocok untuk Proyek Pengembangan Kantor Dinas Sosial dan Dinas Kelautan Gresik adalah metode PDM karena metode PDM mampu menghasilkan periode waktu penyelesaian proyek yang lebih pendek.
4. Ardabil Maulana, Fredy Kurniawan, (2019) dengan judul *Penjadwalan Proyek dengan Precedence Diagram Method (Pdm) dan Ranked Position*

Weight Method (Rpwm), perbedaannya pada hasil penelitian yaitu bila PDM terbatas sumber daya perlu penjadwalan ulang dengan metode *Resource Scheduling Method*. Pada software *Microsoft Project 2007*, bila ditemui kondisi serupa, prioritas otomatis akan jatuh kepada aktivitas dengan kode aktivitas yang terkecil. Proses alokasi dan perataan sumber daya pada RPWM berdasarkan tingkat *positional weight* (bobot posisi) dari setiap aktivitas, yaitu jumlah dari durasi suatu aktivitas ditambah dengan jumlah total durasi seluruh aktivitas yang mengikuti aktivitas tersebut. Pada intinya, aktivitas dengan bobot posisi yang lebih besar memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi untuk mengalami proses alokasi dan perataan sumber daya.

5. Joe Daniel Hutagaol, dkk, (2019) dengan judul Perbandingan Metode Critical Path Method (CPM), Precedence Diagram Method (PDM), dan Line of Balance (LoB) terhadap Proyek Repetitif, perbedaannya pada hasil penelitian yaitu *Critical Path Method* dan *Precedence Diagram Method* memiliki tampilan visual yang lebih kompleks sehingga tidak mudah untuk dipahami dan tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. Namun dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan dapat menentukan lintasan kritis proyek. *Line of Balance* memiliki tampilan visual yang sederhana dan cukup mudah untuk dipahami dan dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek, tetapi LoB tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek.
6. Sufa atin, Nori Cahyana, (2019) dengan judul Pemanfaatan Precedence Diagram Method (PDM) dalam Penjadwalan Proyek di PT.X , perbedaannya pada hasil penelitian yaitu PDM dapat membantu manajer proyek dalam melakukan penjadwalan proyek pembangunan jalan di PT.X dan dapat diketahui hubungan antar pekerjaan, pekerjaan mana yang dapat ditunda pengerjaannya dan pekerjaan mana yang tidak dapat ditunda pengerjaannya, sehingga proyek dapat selesai tepat pada waktunya.

7. Samuel Hardiyanto, (2018) dengan judul Optimasi Proyek Pembangunan Gedung Parkir dan Masjid RSUD Pare oleh PT Arwi Graha Sejahtera dengan Metode Jalur Kritis (Critical Path Method), perbedaannya pada hasil penelitian yaitu metode CPM dapat menyelesaikan renovasi jembatan dalam waktu 136 hari dengan penjadwalan waktu yang sebelumnya 150 hari dengan selisih waktu 14 hari.
8. Amri Gunasti, Ach. Rofiqi dan Pujo Priyono, (2019) dengan judul Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan *Crashing Project* dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember, perbedaannya pada hasil penelitian yaitu penggunaan metode PERT menggunakan 3 macam durasi waktu untuk masing masing kegiatan, yaitu waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b). Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 42 minggu adalah 0,24%. Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 52, 54 minggu atau 52 minggu adalah 99,11 %. Kemungkinan proyek dapat dilesaikan dalam waktu 62 minggu adalah 99,93%.
9. Stefanus Kris Hertanto, Naniek Utami Handayani, (2019) dengan judul Usulan Optimasi Penjadwalan Pelaksanaan Proyek Banyu Urip Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) dan Program *Evaluation and Review Technique* (PERT) (Studi Kasus pada PT Multipanel Intermitra Mandiri), perbedaannya pada hasil penelitian yaitu penggunaan metode PERT (*Project Evaluation and Review Teqnique*) menghasilkan durasi pengerjaan proyek dari 206 hari bisa dipercepat menjadi 198 hari.
10. Ani Firda, Andio Indob Putra, (2019) dengan judul Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem Lico pada Pembangunan Venue Dayung JSC, perbedaannya pada hasil penelitian yaitu proyek pembangunan *Venue Dayung JSC* yang dikerjakan menggunakan bekisting sistem LICO dapat menghemat biaya sebesar Rp 297.589.193,00
11. Anna Stefany, (2019) dengan judul Optimasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Baru Stasiun Kereta Api dengan Metode PERT dan

CPM (Studi Kasus: Stasiun Kereta Api Medan), perbedaannya pada hasil penelitian yaitu rencana normal pengerjaan proyek pembangunan Gedung Baru Stasiun Kereta Api Medan dapat diselesaikan dengan durasi 119 minggu dengan biaya normal sebesar Rp 170.448.200. Namun dengan menggunakan metode CPM dan PERT memungkinkan proyek dapat diselesaikan dengan durasi 98 minggu dengan biaya Rp 174.737.714.576 dengan selisih waktu 21 minggu.

12. Sentot Suyoto, (2019) dengan judul Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Biaya dengan Metode *Line of Balance* (LoB) pada Proyek Jalan, perbedaannya pada hasil penelitian yaitu penggunaan metode LoB (*Line of Balance*) dapat mempercepat waktu/durasi pelaksanaan sampai 13% atau 9 minggu serta penghemat biaya pelaksanaan sebesar 6% atau Rp 2.843.984.433,81.
13. Ary Yudha Saputra, 2019 dengan judul Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek dan Biaya pada Proyek Bangunan Gedung (Studi Kasus Pembangunan Pasar Kaliangkrik Kab. Magelang Provinsi Jawa Tengah) perbedaannya pada hasil penelitian yaitu penggunaan metode *Crashing*, metode *Overlapping*, dan metode *Combine* (*Crashing* dan *Overlapping*) dapat memperoleh hasil percepatan waktu/durasi 7 minggu (21 %) yaitu biaya pelaksanaan sebesar Rp 4.199.793.417,32 (9 %), dari biaya pelaksanaan semula Rp. 44.562.610.271,00 menjadi Rp. . 40.362.816.853,68

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu pelaksanaan proyek dengan melakukan optimasi penjadwalan pelaksanaan proyek sehingga adanya percepatan waktu pelaksanaan akan menghasilkan biaya yang paling efisien pada Pembangunan RSUD Ketanggungan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Bentuk penelitian ini termasuk merupakan penelitian Kuantitatif yaitu merupakan penelitian ilmiah. Sehingga penelitian ini menggunakan metode ilmiah yang mempunyai kriteria seperti : bebas prasangka, berdasarkan fakta, menggunakan hipotesa, menggunakan prinsip analisa, menggunakan ukuran objektif dan juga menggunakan data kuantitatif. Definisi lain menyebutkan penelitian Kuantitatif adalah merupakan penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta kesimpulan dari hasilnya.

3.2 Obyek Penelitian

Objek penelitian adalah sasaran ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu tentang sesuatu hal objektif (Sugiyono, 2016:13). Dalam tesis ini obyek penelitian yang akan dijadikan sampel adalah Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan Tahun Anggaran 2020 Kabupaten Brebes.

3.3 Pengumpulan Data

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia pengertian pengumpulan data adalah proses, cara, perbuatan mengumpulkan, atau menghimpun data. Metode / teknik pengumpulan data adalah cara yang digunakan oleh peneliti untuk menghimpun suatu data. Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling utama dalam proses penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan dari suatu penelitian. Sehingga di dalam pengumpulan data didapat harus data yang benar-benar valid.

Dalam penelitian ini data penelitian terbagi menjadi 2 (dua) yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1. Data Primer

Data primer adalah merupakan jenis data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara atau jajak

pendapat dari individu atau kelompok (orang). Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2012:139). Data primer dalam penelitian ini penulis mengumpulkan data dengan cara mengumpulkan data yang diperoleh langsung dari sumber aslinya dan secara khusus dikumpulkan oleh peneliti. Mengumpulkan informasi data kondisi proyek dari pelaksana proyek, data primer dari kegiatan proyek ini antara lain informasi umum proyek seperti informasi jumlah tenaga dan alat yang di gunakan.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah jenis data penelitian yang diperoleh dari sumber pihak lain yang telah dipublikasikan yang bisa mendukung dalam penelitian ini. Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2012:308). Jenis data sekunder antara lain berupa catatan, arsip atau buku, misal jurnal penelitian, *time schedule*, laporan-laporan kegiatan proyek dan buku-buku ilmiah yang sudah diterbitkan.

Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain jurnal penelitian, penjadwalan proyek / *time schedule*, laporan-laporan kegiatan proyek yang didapat dari pelaksana lapangan dan dokumen-dokumen perusahaan seperti latar belakang perusahaan, struktur organisasi, dan buku serta jurnal yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti.

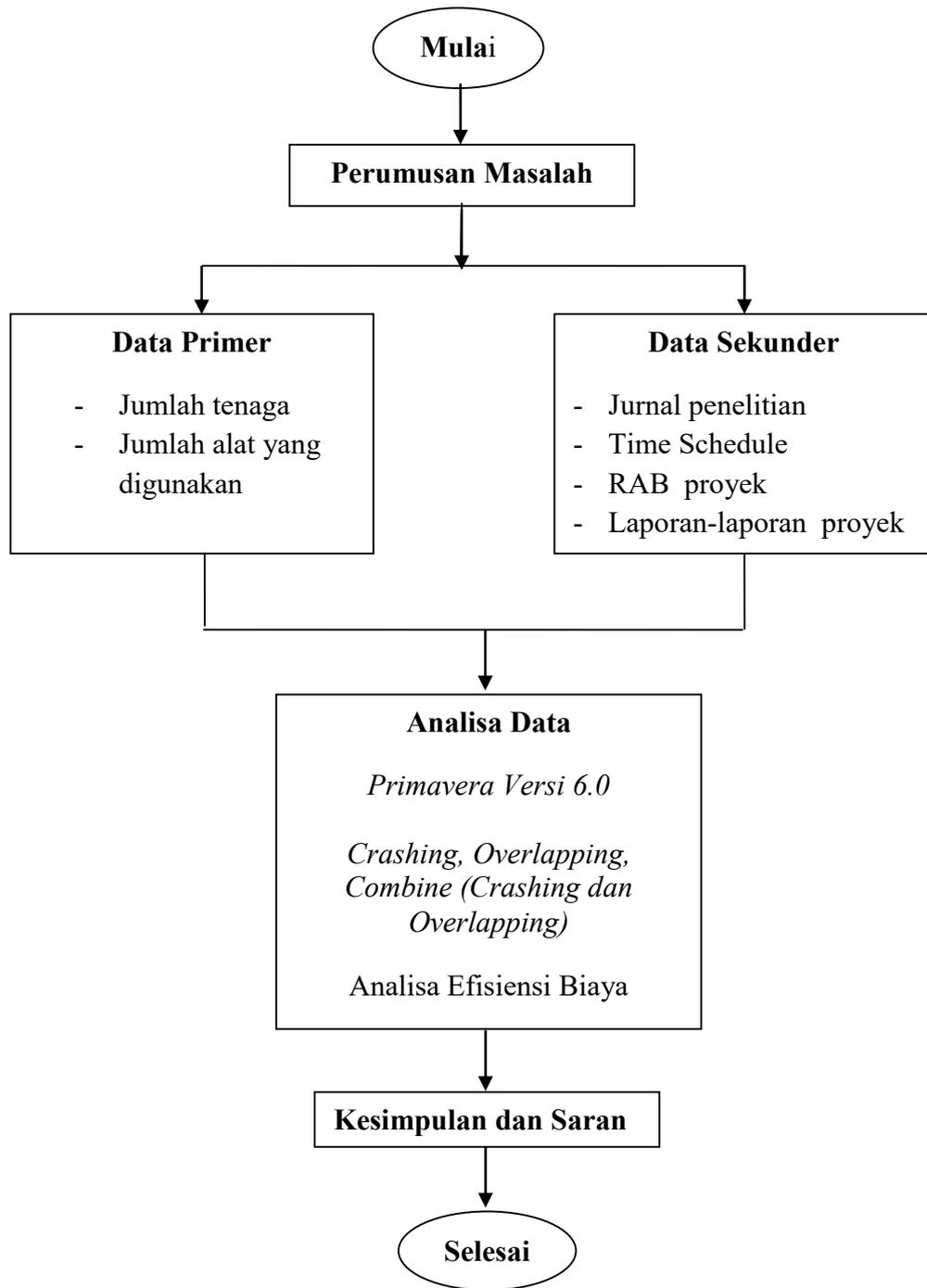
3.4 Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul, untuk mengetahui pekerjaan apa saja yang dapat dioptimalkan waktu pelaksanaannya akan dilakukan analisis data dari penjadwalan proyek yang ada menggunakan program aplikasi *software Primavera* kemudian membuat network planning menggunakan *Critical Path Method (CPM)* atau Metode Jalur Kritis dan *Precedence Diagramming Method (PDM)* dan untuk menentukan percepatan/pengoptimalan waktu dianalisa menggunakan Metode *Crashing*, Metode *Overlapping*, Metode *Combine (Crashing dan Overlapping)*, setelah diperoleh hasil penjadwalan dari program *Primavera* kemudian akan dianalisis juga dengan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk menentukan

efisiensi waktu/*durasi* pelaksanaan proyek dengan RAB, kemudian untuk menentukan nilai optimasi yang dapat dihasilkan dari percepatan waktu/*durasi* pelaksanaan dengan penjadwalan proyek / *time schedule* yang ada dan menggunakan analisis Ekonomi Teknik.

3.5 Tahapan/Bagan Alir Penelitian

Di dalam penelitian ini, penulis akan melakukan tahapan-tahapan penelitian disajikan secara ringkas sebagaimana digambarkan dalam Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Studi kasus pada penelitian ini menggunakan proyek kegiatan pelaksanaan Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes Tahun Anggaran 2020. Kegiatan ini meliputi kegiatan pembangunan gedung 3 lantai dan 1 lantai dengan nilai anggaran biaya Rp. 58.557.390.571,00 (termasuk PPN). PT. Chimader 777 selaku penyedia jasa/kontraktor diharapkan menyelesaikan tepat waktu dengan waktu pelaksanaan 250 (dua ratus lima puluh) hari kalender atau 8 (delapan) bulan kalender, yang dimulai dari tanggal 22 Juni 2020 sampai dengan tanggal 31 Desember 2020.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk menentukan waktu/durasi penyelesaiannya dengan menggunakan metode *Crashing*, *Overlapping*, dan Gabungan antara *Crashing* dan *Overlapping*. Analisis data dilaksanakan dengan menginputkan secara langsung dengan menggunakan program *Primavera 6.0* dan Ms Excel, sedangkan data yang digunakan sebagai studi kasus pada penelitian ini dilakukan langsung ke lokasi proyek, dan untuk data lainnya diambil dari data sekunder yaitu *time schedule* pelaksanaan proyek tersebut. Data proyek sesuai dengan jadwal asli yang diperoleh dari *time schedule* proyek dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1. Data Proyek sesuai dengan Jadwal Asli

c	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI
A	PEKERJAAN STRUKTUR	A	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	A1	
1	Pagar dan papan nama Proyek	A11	12
2	Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	A12	238
II	PEKERJAAN TANAH	A2	
1	Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	A21	21
III	PEKERJAAN PONDASI MINI PILE	A3	29
IV	PEKERJAAN PILE CAP, PIT LIFT, PONDASI CT SCAN & PONDASI BATU BELAH	A4	
1	PEKERJAAN PILE CAP	A41	30
2	PEKERJAAN PIT LIFT	A42	19
3	PEKERJAAN PONDASI CT SCAN	A43	10
4	PEKERJAAN PONDASI BATU BELAH	A44	22
V	PEKERJAAN BETON BERTULANG	A5	
1	LANTAI 01	A51	29
2	LANTAI 02	A52	21
3	LANTAI 03	A53	20
4	LANTAI ATAP	A54	25
5	LANTAI ATAP LIFT	A55	6
VI	PEKERJAAN ATAP, SELASAR KANOPI & ORNAMEN	A6	
1	PEKERJAAN RANGKA ATAP	A61	31
B	PEKERJAAN ARSITEKTUR	B	
I	PEKERJAAN LANTAI 01	B1	122
II	PEKERJAAN LANTAI 02	B2	97
III	PEKERJAAN LANTAI 03	B3	84
IV	PEKERJAAN LANTAI ATAP	B4	35
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	B5	28
C	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	C	
I	PEKERJAAN SDP & PANEL DAYA LAINNYA	C1	77
II	PEKERJAAN PENERANGAN	C2	77
III	PEKERJAAN TATA UDARA	C3	133
IV	PEKERJAAN GAS MEDIS	C4	98

c	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI
V	PEKERJAAN TATA SUARA	C5	42
VII	PEKERJAAN INSTALASI TELEPON & DATA	C6	98
VIII	PEKERJAAN MATV	C7	70
IX	PEKERJAAN CCTV	C8	77
X	PEKERJAAN FIRE EXTINGUISHER & FIRE ALARM	C9	77
XI	PEKERJAAN LIFT	C10	78
XII	PEKERJAAN PENANGKAL PETIR	C11	28
XIII	PEKERJAAN FIRE HYDRANT, SPRINKLER, DAN FIRE EXTINGUISHER	C12	77
XIV	PEKERJAAN PLUMBING	C13	98
D			
D	GROUND WATERTANK, RUMAH POMPA & GIZI	D	
I	PEKERJAAN STRUKTUR	D1	53
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	D2	53
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	D3	112
E			
E	POWER HOUSE, LAUNDRY, KAMAR JENAZAH & IPAL	E	
I	PEKERJAAN STRUKTUR	E1	37
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	E2	54
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	E3	112
F			
F	PEKERJAAN SELASAR, KAWASAN & TALUD	F	
I	PEKERJAAN TANAH	F1	21
II	PEKERJAAN SELASAR	F2	158

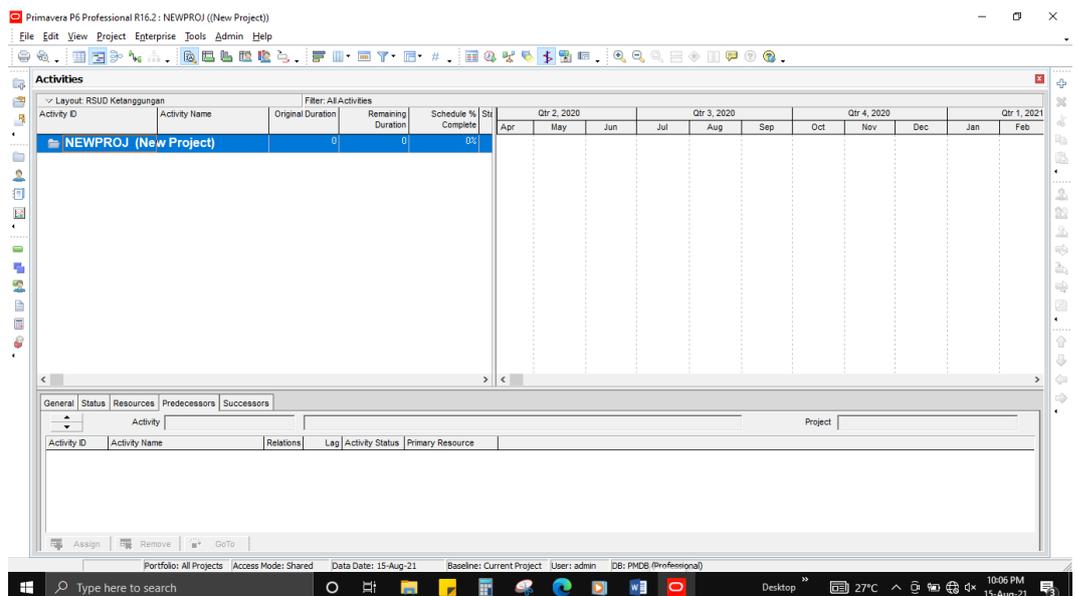
4.3 Menggunakan metode *Precedence Diagram Method/PDM*

Langkah-langkah analisis dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method/PDM* adalah sebagai berikut :

1. Mentransfer penjadwalan/*schedule* pelaksanaan ke barchart untuk mendapatkan hubungan ketergantungan antar pekerjaan
2. Menginventaris dan memberi kode setiap kegiatan untuk memudahkan penggambaran diagram.
3. Menentukan waktu/durasi yang sesuai dengan *schedule* pelaksanaan
4. Kemudian penggambaran diagram *Precedence Diagram Method/PDM*
5. Melakukan perhitungan maju untuk mendapatkan *Earliest Start/ES* dan *Earliest Finish/EF*
6. Melakukan perhitungan mundur untuk mendapatkan *LatestaStart/LS* dan *Latest Finish/LF*
7. Membuat tabel Float/menyusun data *Earliest Start/ES*, *Earliest Finish/EF*, *Latest Start/LS* dan *Latest Finish/LF* untuk menentukan jalur kritis

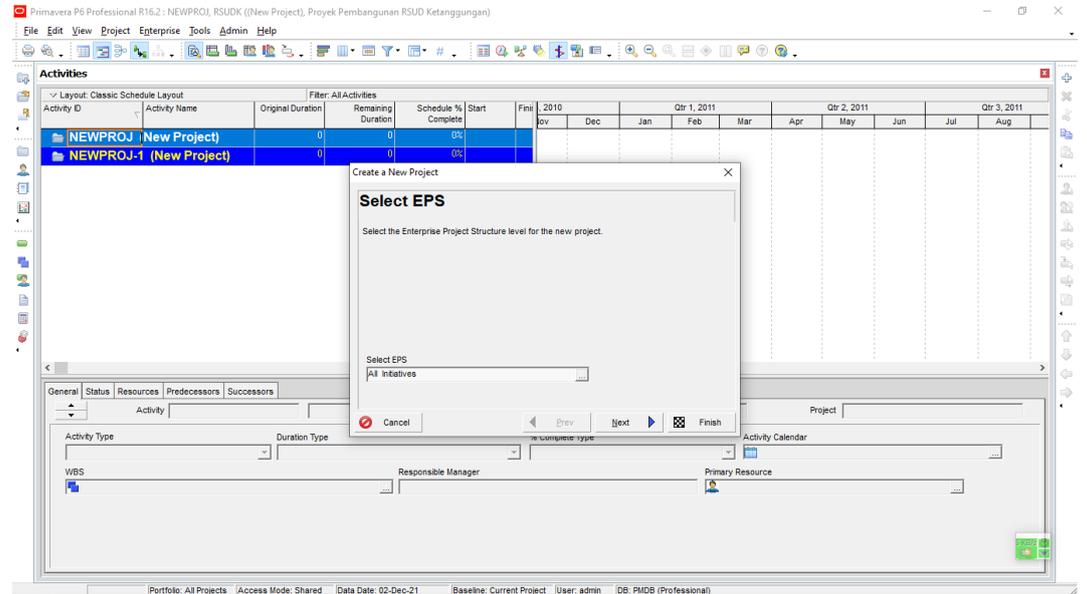
Berikut langkah-langkah menggunakan aplikasi *software Primavera* untuk mengolah data *barchart* dan *schedule* pelaksanaan dari diagram *network planning* PDM ada beberapa langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Membuka *file* baru pada program *Primavera 6.0* Dimulai dengan mengklik *start > program > Primavera 6 > Project Management*



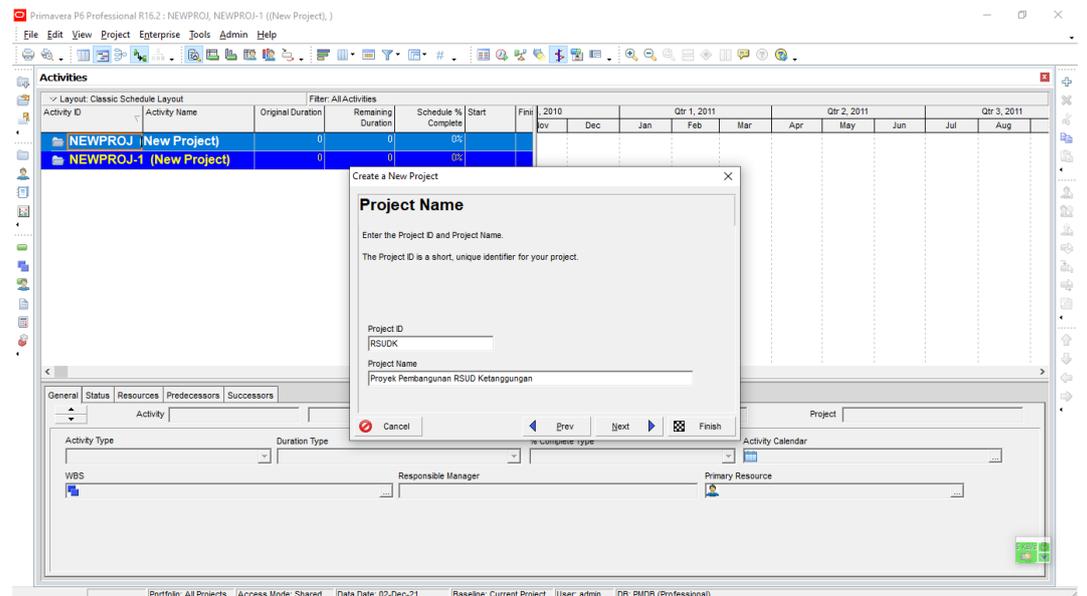
Gambar 4.2. Tampilan Utama *Primavera*

- b. Setelah membuka file baru selanjutnya membuat file proyek baru
- 1) Dimulai mengklik menu *file* > *New*. Akan terlihat tampilan *Create New Project Wizard* dan pilihan dialog *enterprise Project Structure (EPS)*, pilih salah satu EPS kemudian klik *Next*.



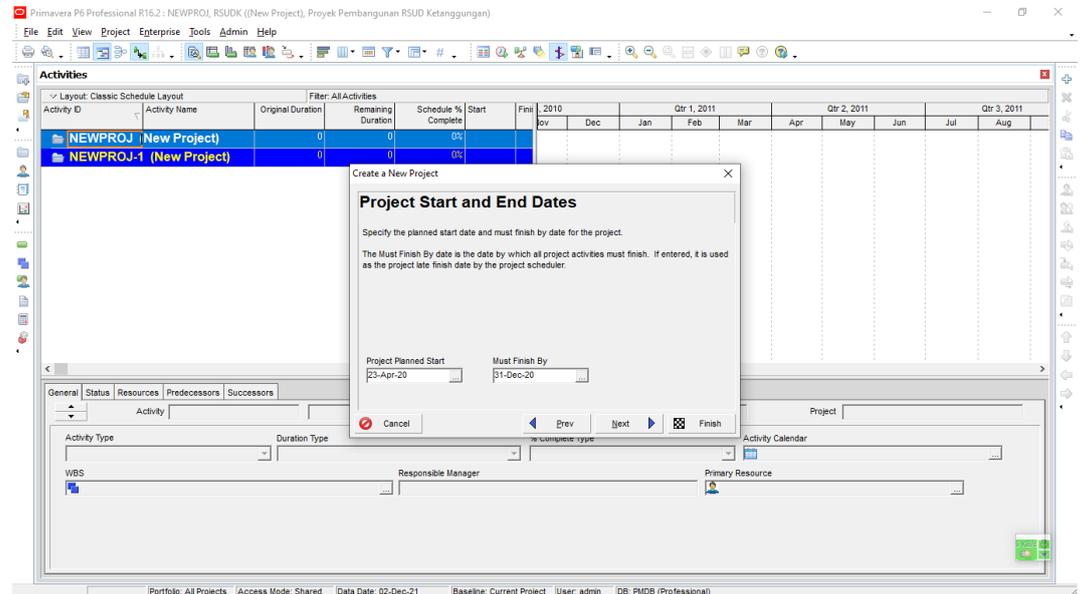
Gambar 4.3. Tampilan *Create a New Project Wizard*

- 2) Selanjutnya akan ditampilkan *Project Name*, masukkan identitas proyek dan nama proyek nya ke dalam kolom dialog. Klik *Next*.



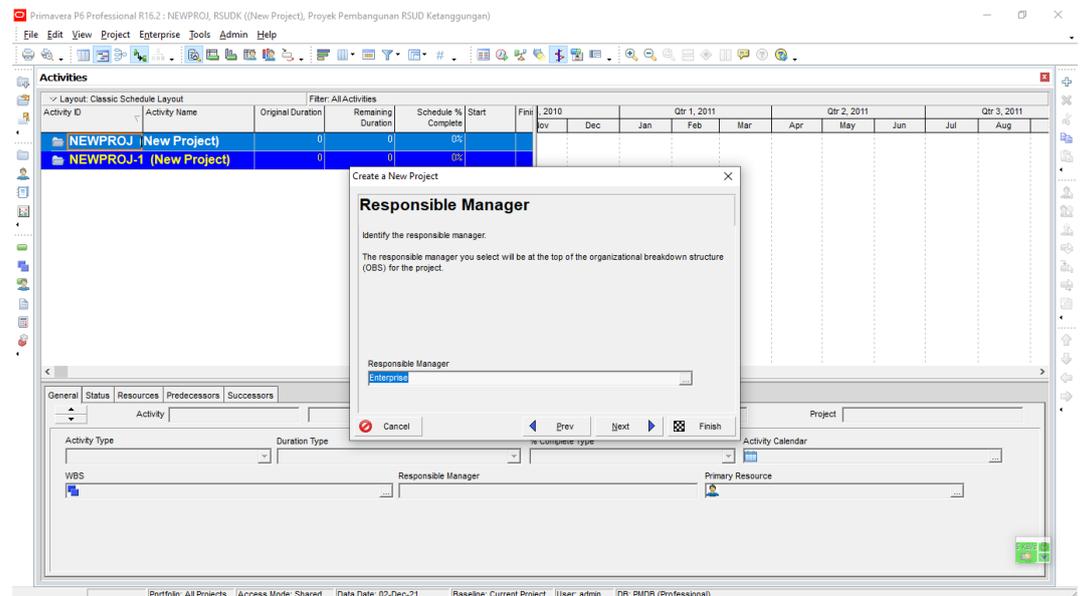
Gambar 4.4. Tampilan *Project Name*

- 3) Kemudian akan terlihat tampilan *Project Start and End Dates*, selanjutnya masukkan tanggal di mulai dan berakhirnya proyek pada kolom dialog *Planned Start* dan *Must Finish by*, klik *Next*.



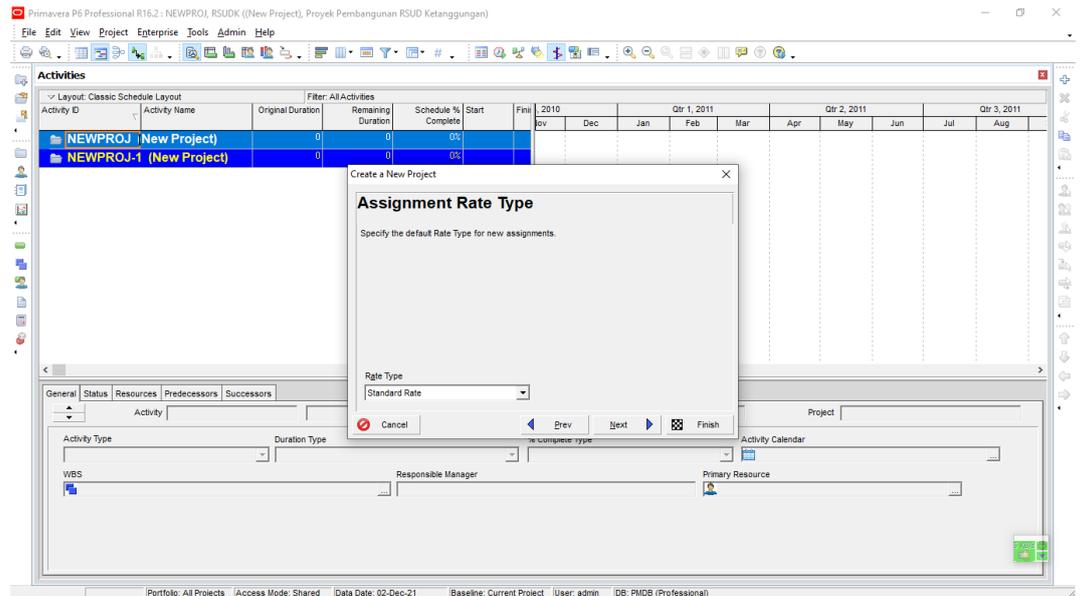
Gambar 4.5. Tampilan *Project Start and End Dates*

- 4) Setelah itu ditampilkan *Responsible Manager*, ini untuk menentukan seseorang yang bertanggung jawab pada proyek tersebut. Setelah dipilih klik *Next*.



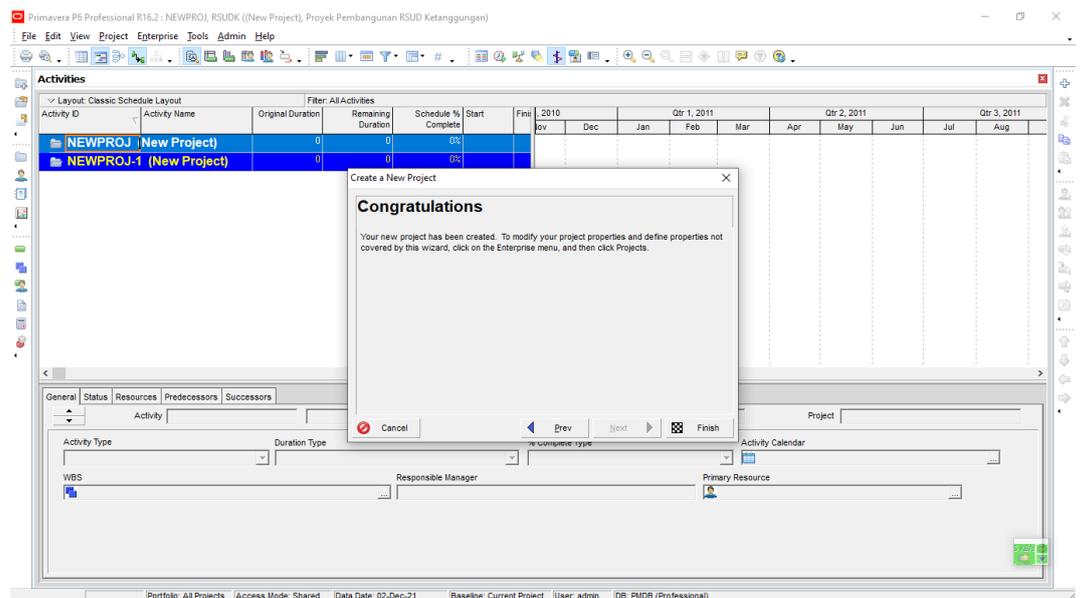
Gambar 4.6. Tampilan *Responsible Manager*

- 5) Selanjutnya akan ditampilkan *Assignment Rate Type* ini untuk menentukan satuan yang akan digunakan, setelah itu klik *Next*.



Gambar 4.7. Tampilan *Assignment Rate Type*

- 6) Selanjutnya akan menampilkan dialog *Congratulation* yang menandakan bahwa *project* baru telah berhasil dibuat.



Gambar 4.8. Tampilan *Congratulation*

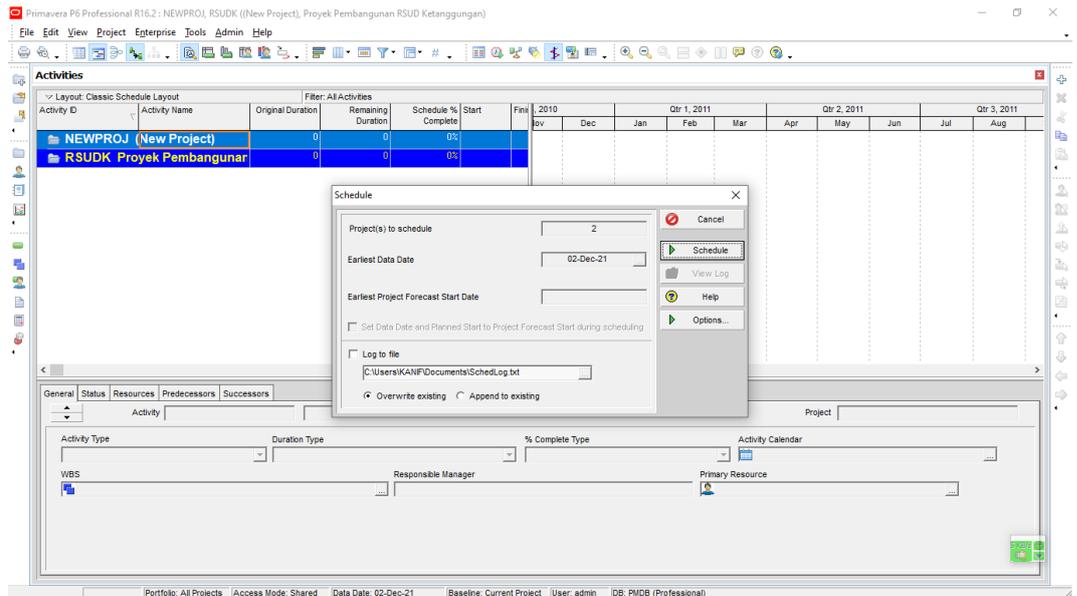
- c. Membuat data *schedule* pada pekerjaan

Masuk menu *Tools > Schedule*.

Setelah masuk ke menu *Schedule* pilih option kemudian aktifkan *checkbox Schedule Automatically when a change affects dates* > klik tombol *close*.

Selanjutnya pada kolom *Current Data Date* pilih tanggal mulai proyek.

Terakhir klik tombol *Schedule* untuk memulai penjadwalan proyek.

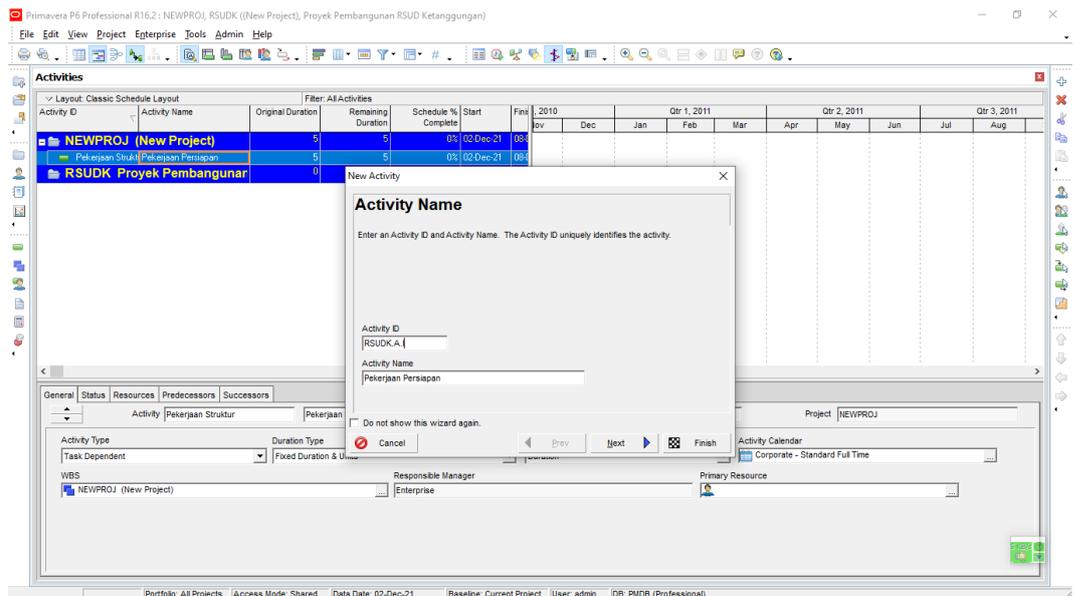


Gambar 4.9. Tampilan *Schedule*

d. Menginput Data Kegiatan Proyek

Pilih menu *Project > Activities* selanjutnya pilih menu *Edit > Add*.

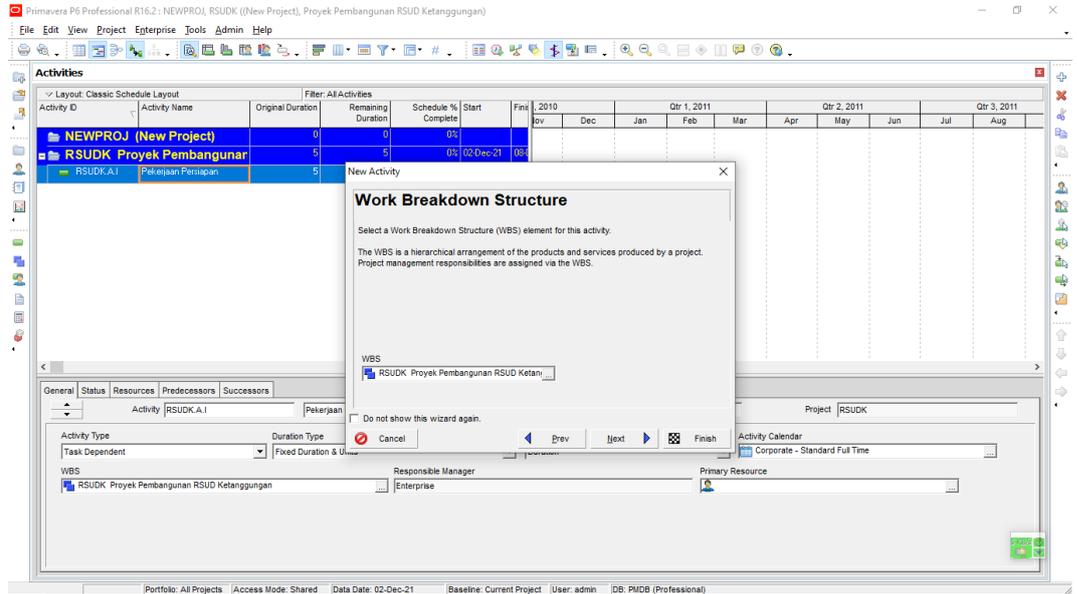
Setelah itu akan ditampilkan baris kegiatan yang sudah diberi *kode* secara otomatis oleh program *Primavera* tersebut. Masukkan nama kegiatan proyek pada kolom *Activity Name*, misalkan Pekerjaan Persiapan. Tentukan rencana tanggal dimulai dan berakhirnya pekerjaan tersebut pada kolom *Start* dan *Finish*. Ulangi langkah diatas untuk menambah kegiatan pekerjaan yang lainnya.



Gambar 4.10. Tampilan Penginputan Data Proyek

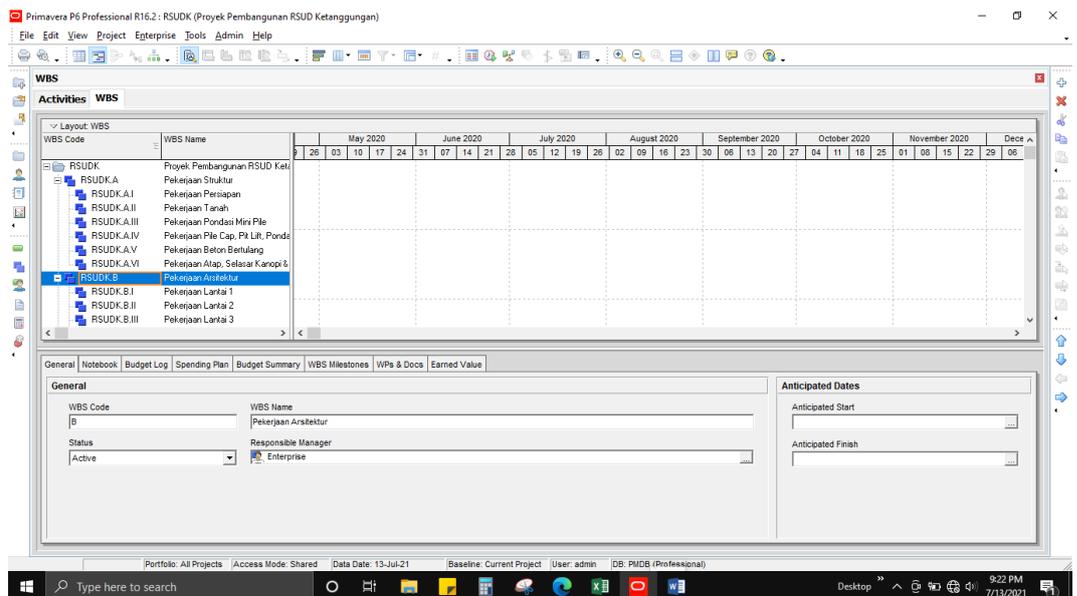
e. Membuat *Work Breakdown Schedule* WBS

- 1) Apa bila sudah membuat data pekerjaan setelah itu membuat WBS, dengan melakukan mengklik menu *Project > WBS*



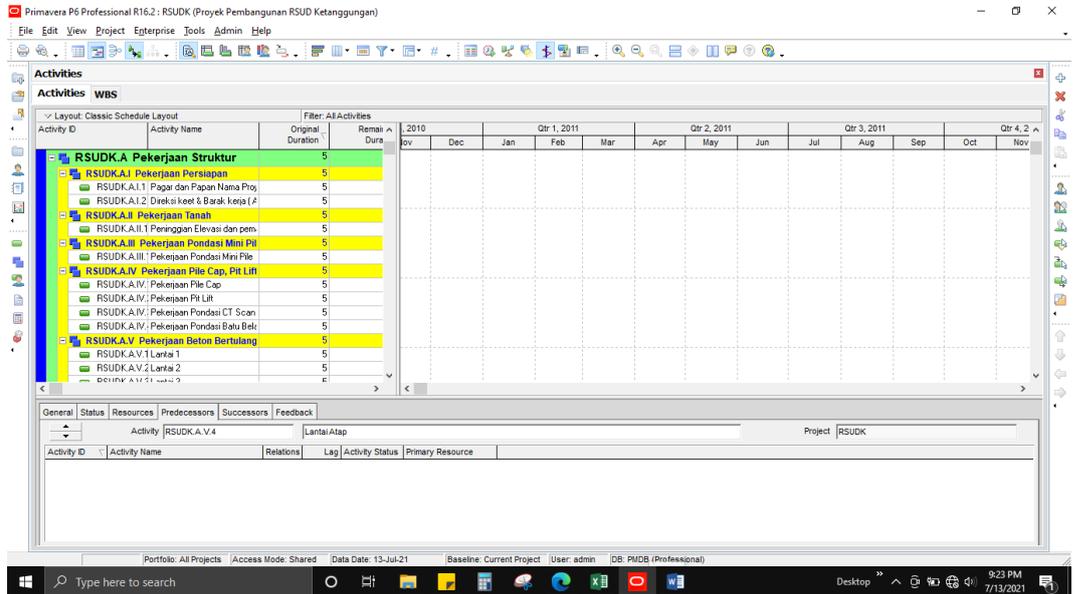
Gambar 4.11. Tampilan *Work Breakdown Schedule*

- 2) Arahkan pada item PROJ. Pilih menu *Edit > Add* pada kolom WBS *code* ketik nama WBS yang di inginkan misalkan Tugas Akhir *Enter*. Pada kolom WBS *Name* Ketik nama pekerjaan yang ada di proyek dimisalkan (Proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan) *Enter*.



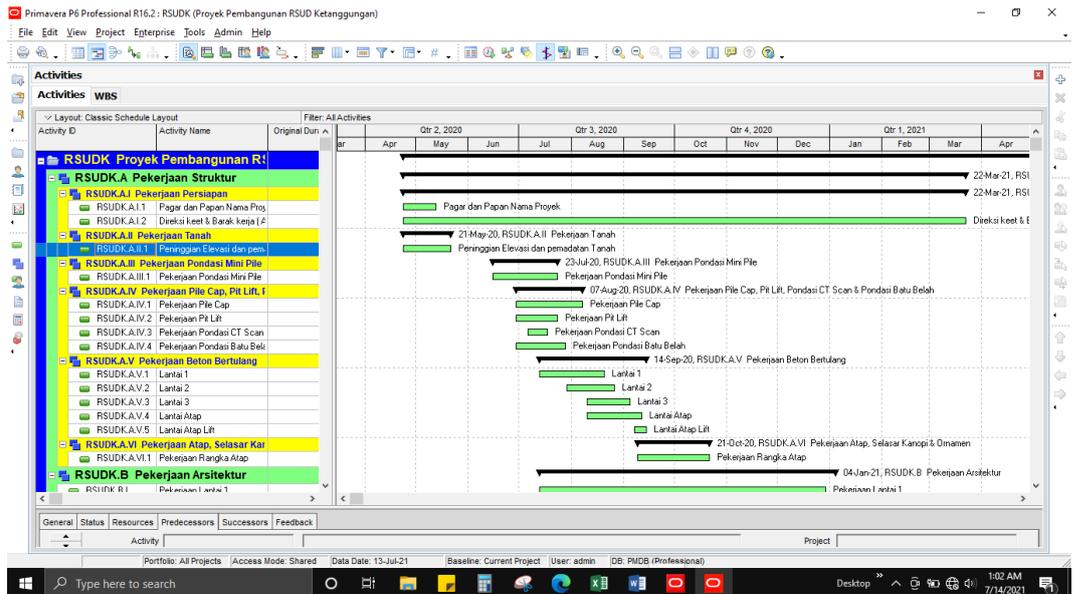
Gambar 4.12. Tampilan Penginputan Data Proyek di *Work Breakdown Schedule*

- Menentukan pekerjaan-pekerjaan yang diterapkan kedalam *Work Breakdown Schedule* dapat dilakukan pilih menu *Project > Activities*. Pilih tab *General*, selanjutnya pada kelompok WBS klik kotak kecil yang terletak di sebelah kanan.



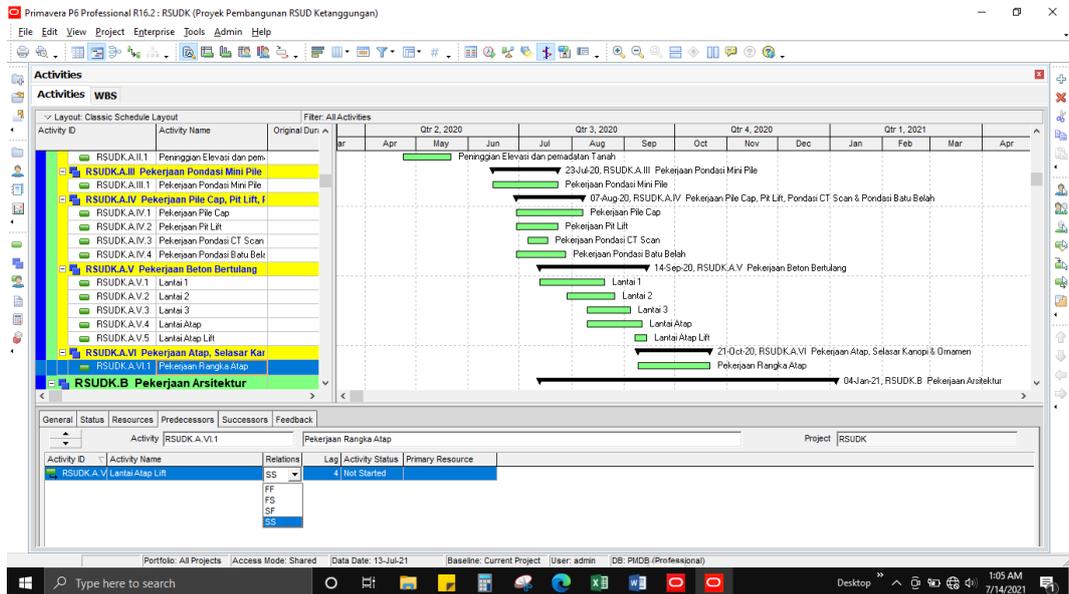
Gambar 4.13. Tampilan Select WBS

- Selanjutnya pada dialog pekerjaan pilih jenis pekerjaan yang akan dibuat WBS klik *Assign*, jika sudah pada form *Activities* akan terlihat pekerjaan yang di WBS telah dipindahkan di bawah WBS pekerjaan yang diinginkan.



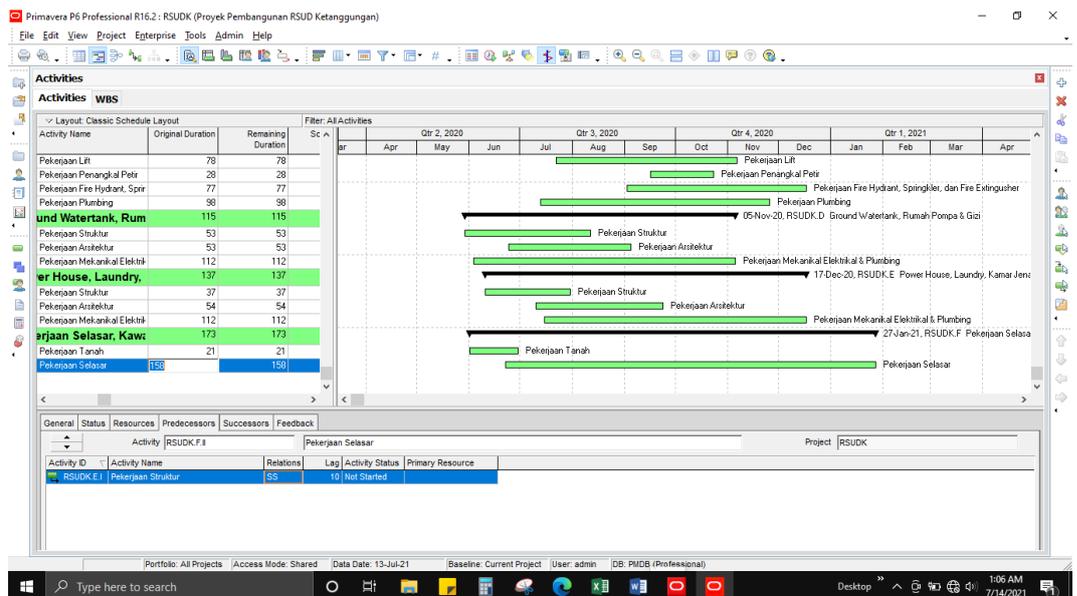
Gambar 4.14. Tampilan Pekerjaan yang Ada Di WBS

- f. Menginputkan hubungan pekerjaan antara yang satu dengan yang lainnya
- 1) Pilih pekerjaan yang akan dihubungkan dengan pekerjaan yang lainnya, klik *tab Relationship*. Pada *Predecessor* klik *Assign*.



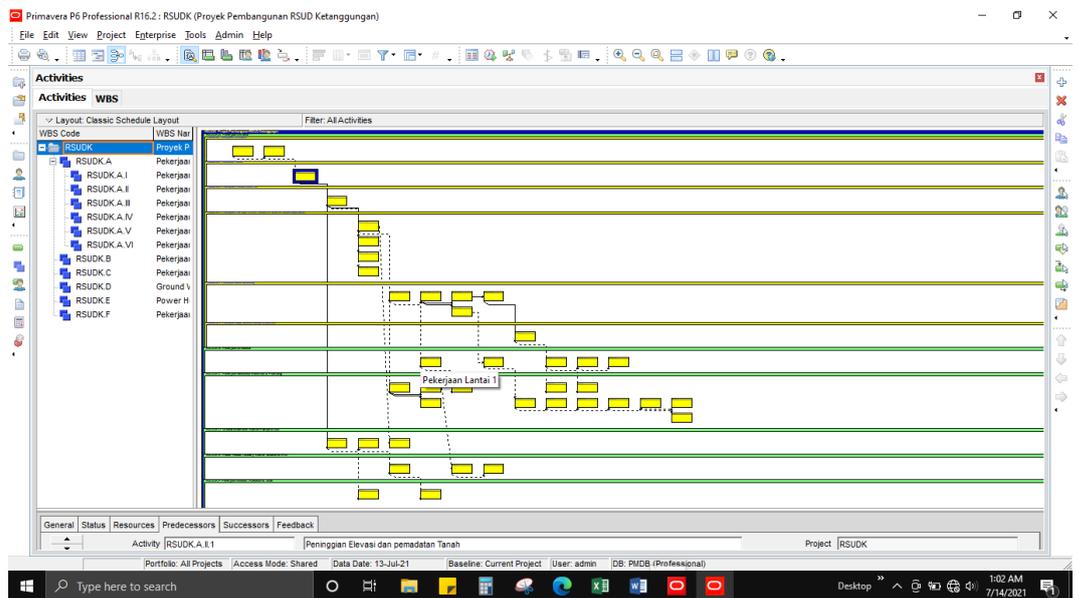
Gambar 4.15. Tampilan *Assign Predecessor*

- 2) Pada kotak dialog pilih pekerjaan yang dipilih tadi kemudian klik *Assign*, Kemudian pekerjaan tersebut akan ditambahkan pada kelompok *Predecessors*. Selanjutnya pilih jenis *Relationship Relationship Type*.



Gambar 4.16. Tampilan *Relationship Type*

- 3) Ulangi langkah-langkah tersebut diatas yang menampilkan gambar hubungan antar pekerjaan dengan mengklik tab *Activity Network*.



Gambar 4.17. Tampilan *Activity Network*

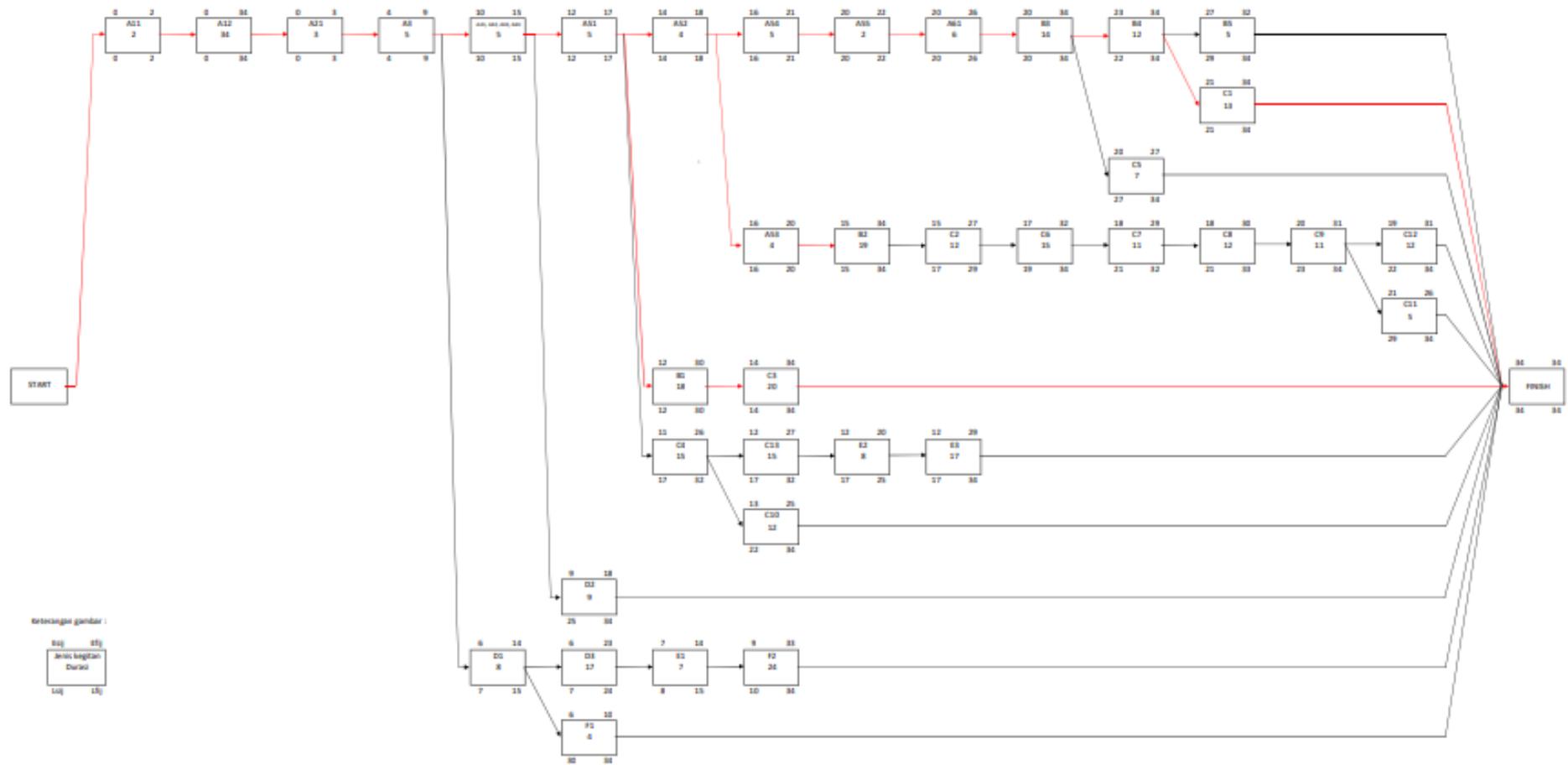
Dari langkah-langkah diatas, diperoleh hasil sebagaimana gambar 4.2 sampai tabel 4.17 berikut :

Tabel 4.2. Urutan Kegiatan sesuai *Schedule* Pelaksanaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI		Predecessor	Successor
			Minggu	Hari	(Mendahului)	(Mengikuti)
A	PEKERJAAN STRUKTUR	A				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	A1				
	1 Pagar dan papan nama Proyek	A11	2	12	-	A12
	2 Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	A12	34	238	A11	A21
II	PEKERJAAN TANAH	A2				
	1 Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	A21	3	21	A12	A3
III	PEKERJAAN PONDASI MINI PILE	A3	5	29	A21	A41, A42, A43, A44
IV	PEKERJAAN PILE CAP, PIT LIFT, PONDASI CT SCAN & PONDASI BATU BELAH	A4				
	1 PEKERJAAN PILE CAP	A41	5	30	A3	A51, D2
	2 PEKERJAAN PIT LIFT	A42	4	19	A3	A51, D2
	3 PEKERJAAN PONDASI CT SCAN	A43	2	10	A3	A51, D2
	4 PEKERJAAN PONDASI BATU BELAH	A44	4	22	A3	A51, D2
V	PEKERJAAN BETON BERTULANG	A5				
	1 LANTAI 01	A51	5	29	A41, A42, A43, A44	A52, B1, C4

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI		Predecessor	Successor
			Minggu	Hari	(Mendahului)	(Mengikuti)
2	LANTAI 02	A52	4	21	A51	A54, A53
3	LANTAI 03	A53	4	20	A52	B2
4	LANTAI ATAP	A54	5	25	A52	A55
5	LANTAI ATAP LIFT	A55	2	6	A54	A61
VI	PEKERJAAN ATAP, SELASAR KANOPI & ORNAMEN	A6				
1	PEKERJAAN RANGKA ATAP	A61	6	31	A55	B3
B	PEKERJAAN ARSITEKTUR	B				
I	PEKERJAAN LANTAI 01	B1	18	122	A51	C3
II	PEKERJAAN LANTAI 02	B2	19	97	A53	C2
III	PEKERJAAN LANTAI 03	B3	14	84	A61	B4, C5
IV	PEKERJAAN LANTAI ATAP	B4	12	35	B3	B5, C1
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	B5	5	28	B4	-
C	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	C				
I	PEKERJAAN SDP & PANEL DAYA LAINNYA	C1	13	77	B4	-
II	PEKERJAAN PENERANGAN	C2	12	77	B2	C6
III	PEKERJAAN TATA UDARA	C3	20	133	B1	-
IV	PEKERJAAN GAS MEDIS	C4	15	98	A51	C13, C10
V	PEKERJAAN TATA SUARA	C5	7	42	B3	-
VII	PEKERJAAN INSTALASI TELEPON & DATA	C6	15	98	C2	C7
VIII	PEKERJAAN MATV	C7	11	70	C6	C8

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI		Predecessor	Successor
			Minggu	Hari	(Mendahului)	(Mengikuti)
IX	PEKERJAAN CCTV	C8	12	77	C7	C9
X	PEKERJAAN FIRE EXTINGUISHER & FIRE ALARM	C9	11	77	C8	C12, C11
XI	PEKERJAAN LIFT	C10	12	78	C4	-
XII	PEKERJAAN PENANGKAL PETIR	C11	5	28	C9	-
XIII	PEKERJAAN FIRE HYDRANT, SPRINKLER, DAN FIRE EXTINGUISHER	C12	12	77	C9	-
XIV	PEKERJAAN PLUMBING	C13	15	98	C4	E2
D	GROUND WATERTANK, RUMAH POMPA & GIZI	D				
I	PEKERJAAN STRUKTUR	D1	8	53	A3	D3, F1
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	D2	9	53	A41, A42, A43, A44	-
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	D3	17	112	D1	E1
E	POWER HOUSE, LAUNDRY, KAMAR JENAZAH & IPAL	E				
I	PEKERJAAN STRUKTUR	E1	7	37	D3	F2
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	E2	8	54	C13	E3
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	E3	17	112	E2	-
F	PEKERJAAN SELASAR, KAWASAN & TALUD	F				
I	PEKERJAAN TANAH	F1	4	21	D1	-
II	PEKERJAAN SELASAR	F2	24	158	E1	-



Gambar 4.19. Diagram *Network Planning* PDM RSUD Ketanggungan

Tabel 4.3. Analisa Kegiatan *Float* RSUD Ketanggungan

Kode	Durasi		Paling Awal		Paling Akhir		Float		Keterangan
	Minggu	Hari	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	FF	TF	
			(ES)	(LS)	(EF)	(LF)			
A11	2	12	0	0	2	2	0	0	Jalur Kritis
A12	34	238	0	0	34	34	0	0	Jalur Kritis
A21	3	21	0	0	3	3	0	0	Jalur Kritis
A3	5	29	4	4	9	9	0	0	Jalur Kritis
A41	5	30	10	10	15	15	0	0	Jalur Kritis
A42	4	19	10	10	14	15	1	1	Non Kritis
A43	2	10	11	10	13	15	2	2	Non Kritis
A44	4	22	10	10	14	15	1	1	Non Kritis
A51	5	29	12	12	17	17	0	0	Jalur Kritis
A52	4	21	14	14	18	18	0	0	Jalur Kritis
A53	4	20	16	16	20	20	0	0	Jalur Kritis
A54	5	25	16	16	21	21	0	0	Jalur Kritis
A55	2	6	20	20	22	22	0	0	Jalur Kritis
A61	6	31	20	20	26	26	0	0	Jalur Kritis
B1	18	122	12	12	30	30	0	0	Jalur Kritis
B2	19	97	15	15	34	34	0	0	Jalur Kritis
B3	14	84	20	20	34	34	0	0	Jalur Kritis
B4	12	35	23	22	34	34	0	0	Jalur Kritis
B5	5	28	27	29	32	34	2	2	Non Kritis
C1	13	77	21	21	34	34	0	0	Jalur Kritis
C2	12	77	15	17	27	29	2	2	Non Kritis
C3	20	133	14	14	34	34	0	0	Jalur Kritis
C4	15	98	11	17	26	32	6	6	Non Kritis
C5	7	42	20	27	27	34	7	7	Non Kritis
C6	15	98	17	19	32	34	2	2	Non Kritis
C7	11	70	18	21	29	32	3	3	Non Kritis
C8	12	77	18	21	30	33	3	3	Non Kritis
C9	11	77	20	23	31	34	3	3	Non Kritis
C10	12	78	13	22	25	34	9	9	Non Kritis
C11	5	28	21	29	26	34	8	8	Non Kritis
C12	12	77	19	22	31	34	3	3	Non Kritis
C13	15	98	12	17	27	32	5	5	Non Kritis
D1	8	53	6	7	14	15	1	1	Non Kritis
D2	9	53	9	25	18	34	16	16	Non Kritis
D3	17	112	6	7	23	24	1	1	Non Kritis
E1	7	37	7	8	14	15	1	1	Non Kritis
E2	8	54	12	17	20	25	5	5	Non Kritis
E3	17	112	12	17	29	34	5	5	Non Kritis

Kode	Durasi		Paling Awal		Paling Akhir		Float		Keterangan
	Minggu	Hari	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	FF	TF	
			(ES)	(LS)	(EF)	(LF)			
F1	4	21	6	30	10	34	24	24	Non Kritis
F2	24	158	9	10	33	34	1	1	Non Kritis

4.4 Penjadwalan Proyek dengan Metode Percepatan

4.4.1 Metode Percepatan Crashing

Pada penelitian, proyek Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes. Pihak Kontraktor hanya memiliki Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Kurva-S, maka dilakukan pembuatan jaringan kerja dengan menggunakan durasi normal sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dikumpulkan pekerjaan yang masuk pada daftar Lintasan Kritis yang membentuk Lintasan Kritis yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Pekerjaan yang ada pada Lintasan Kritis

No	Kode Pek.	Uraian Pekerjaan	Durasi	
			Minggu	Hari
1	A11	Pagar dan papan nama Proyek	2	14
2	A12	Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	34	238
3	A21	Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	3	21
4	A3	Pekerjaan Pondasi Mini Pile	5	29
5	A41	Pekerjaan Pile Cap	5	30
6	A51	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 01	5	29
7	A52	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 02	4	21
8	A53	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 03	4	20
9	A54	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai Atap	5	25
10	A55	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai Atap Lift	2	6
11	A61	Pekerjaan Rangka Atap	6	31
12	B1	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 01	18	122
13	B2	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 02	14	97
14	B3	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 03	14	84
15	B4	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai Atap	5	35
16	C1	Pekerjaan Sdp & Panel Daya Lainnya	13	77
17	C3	Pekerjaan Tata Udara	20	133

Analisa *crashing* adalah pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis yang dilakukan percepatan dengan penambahan tenaga kerja dan jam kerja, dari percepatan *crashing* akan diperoleh hasil durasi waktu dan biaya proyek yang seefektif dan seefisien mungkin.

Contoh perhitungan *crash duration* pada pekerjaan Pekerjaan Pondasi Mini Pile:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Harian} &= \text{Volume} : \text{Durasi Normal} \\ &= 12970 : 29 \\ &= 447,24 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas / jam} &= \text{Produktivitas Harian} : \text{jam kerja normal} \\ &= 447,24 : 8 \\ &= 55,90 \text{ m}^3/\text{hari/jam} \end{aligned}$$

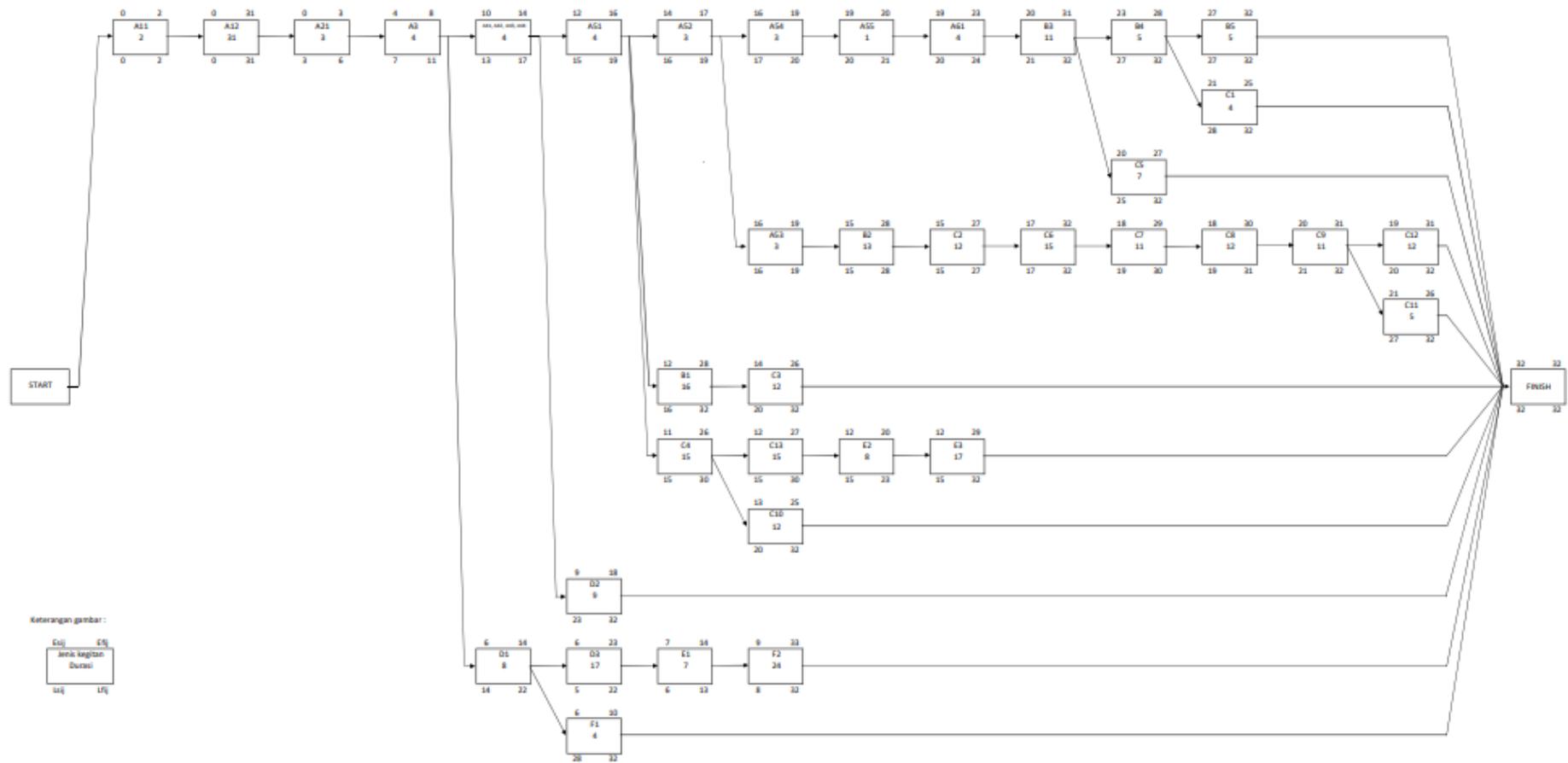
$$\begin{aligned} \text{Produktivitas sesudah } \textit{crashing} &= \text{Produktivitas Harian} + (\text{jam kerja lembur} \\ &\quad \times \text{Produktivitas/jam} \times 75\%) \\ &= 447,24 + (2 \times 55,90 \times 75\%) \\ &= 531,10 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{Crash Duration} &= \text{Volume} : \text{Produktivitas sesudah } \textit{Crash} \\ &= 12970 : 531,10 \\ &= 24,42 \approx 25 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *crash duration* pada pekerjaan lain dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan *crash duration* dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.20 berikut :

Tabel 4.5. Durasi *Crash* dengan penambahan jam kerja

No	Kode Pek.	Uraian Pekerjaan	Durasi		Crash	
			Minggu	Hari	Minggu	Hari
1	A11	Pagar dan papan nama Proyek	2	14	2	13
2	A12	Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	34	238	31	212
3	A21	Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	3	21	3	19
4	A3	Pekerjaan Pondasi Mini Pile	5	29	4	25
5	A41	Pekerjaan Pile Cap	5	30	4	26
6	A51	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 01	5	29	4	25
7	A52	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 02	4	21	3	18
8	A53	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 03	4	20	3	17
9	A54	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai Atap	5	25	3	22
10	A55	Pekerjaan Beton Bertulang Lantai Atap Lift	2	6	1	5
11	A61	Pekerjaan Rangka Atap	6	31	4	27
12	B1	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 01	18	122	16	108
13	B2	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 02	14	97	13	86
14	B3	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 03	14	84	11	74
15	B4	Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai Atap	5	35	5	31
16	C1	Pekerjaan Sdp & Panel Daya Lainnya	13	77	4	24
17	C3	Pekerjaan Tata Udara	20	133	12	82



Gambar 4.21. Network Planning Percepatan Crashing

4.4.2 Metode Percepatan *Overlapping*

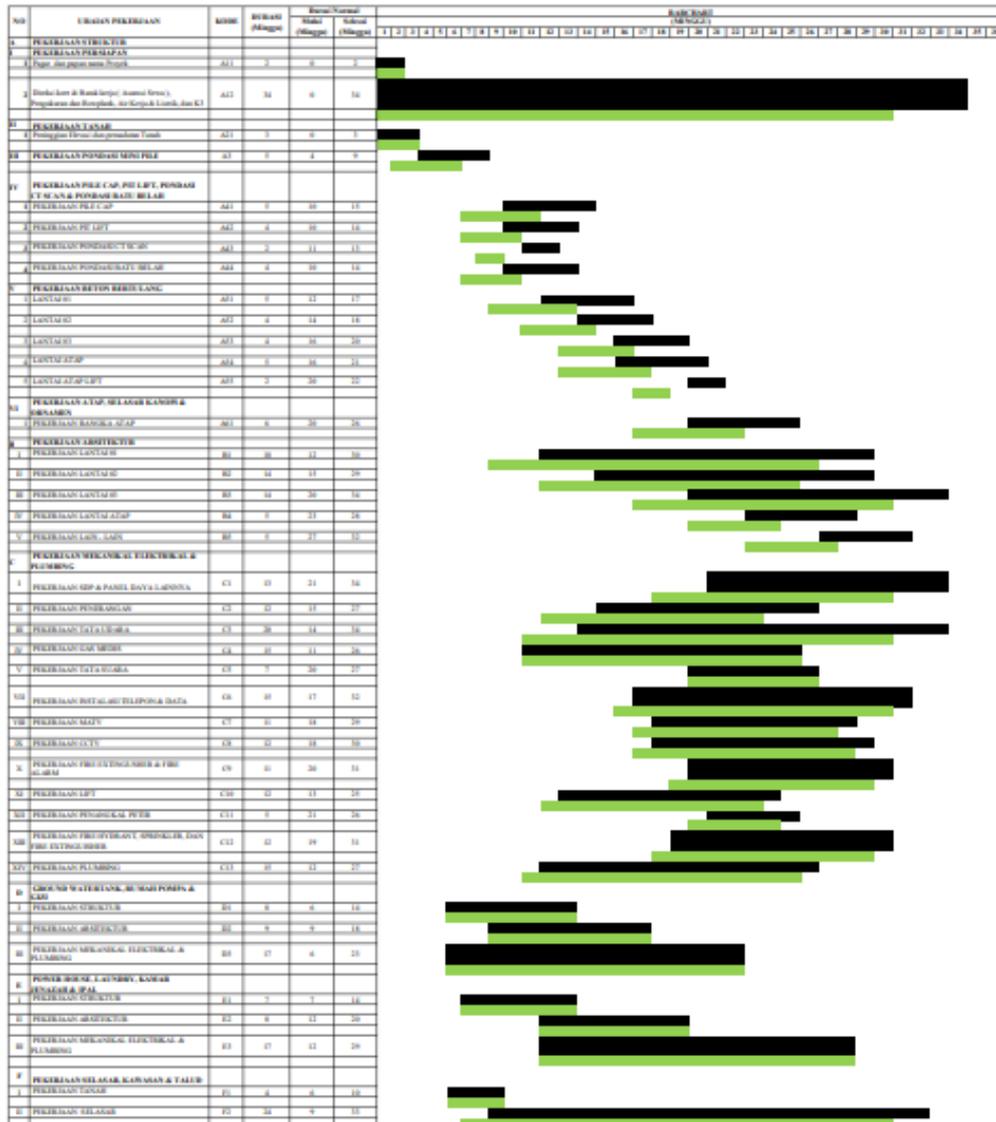
Metode *overlapping* adalah pekerjaan yang dapat dilaksanakan lebih dahulu tanpa menunggu pekerjaan sebelumnya selesai. Metode yang meninjau relationship antara aktivitas-aktivitas pada proyek, apakah mungkin ada aktivitas yang bisa mulai lebih cepat dari yang sudah direncanakan. Jadi mengerjakan lebih dari satu aktivitas pekerjaan yang tidak berkaitan satu sama lain dalam satu waktu yang bersamaan, misalnya pekerjaan bata dikerjakan berbarengan dengan pekerjaan atap.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilakukan analisa menggunakan metode *Overlapping* dan didapatkan hasil sebagaimana tabel 4.6 dan gambar 4.22 berikut:

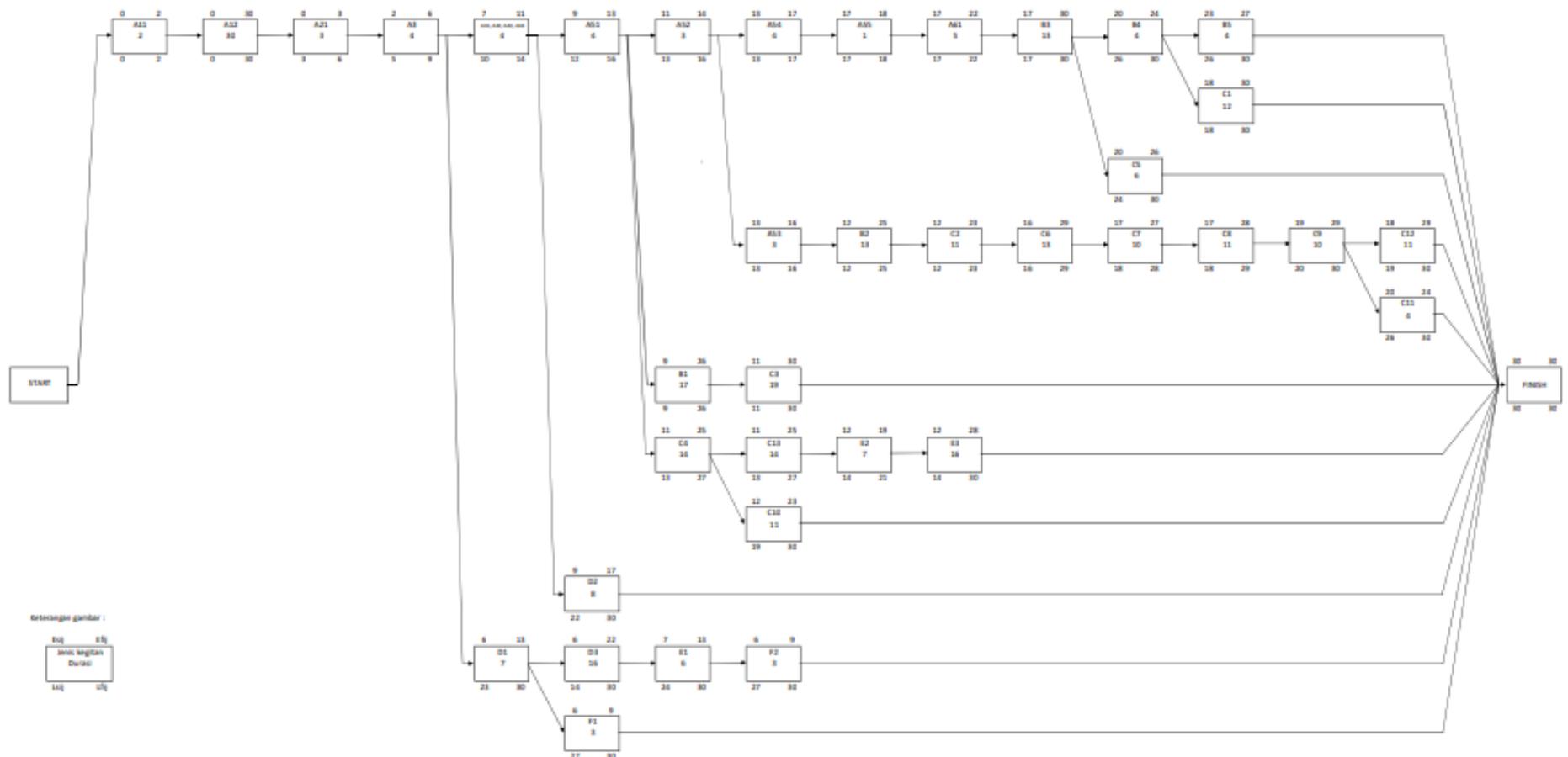
Tabel 4.6. Hasil percepatan waktu dengan *Overlapping*

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI Minggu	Normal		Overlapping		Predecessor	Relationship
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai		
A	PEKERJAAN STRUKTUR	A							
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	A1							
1	Pagar dan papan nama Proyek	A11	2	0	2	0	2	-	-
2	Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	A12	34	0	34	0	30	-	-
II	PEKERJAAN TANAH	A2							
1	Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	A21	3	0	3	0	3	-	-
III	PEKERJAAN PONDASI MINI PILE	A3	5	4	8	2	6	A11, A12, A21	SS+1
IV	PEKERJAAN PILE CAP, PIT LIFT, PONDASI CT SCAN & PONDASI BATU BELAH	A4							
1	PEKERJAAN PILE CAP	A41	5	10	14	7	11	A3	FS
2	PEKERJAAN PIT LIFT	A42	4	10	13	7	10	A3	FS
3	PEKERJAAN PONDASI CT SCAN	A43	2	11	12	8	9	A3	FS+1
4	PEKERJAAN PONDASI BATU BELAH	A44	4	10	13	7	10	A3	FS
V	PEKERJAAN BETON BERTULANG	A5							
1	LANTAI 01	A51	5	12	16	9	13	A44	SS+2
2	LANTAI 02	A52	4	14	17	11	14	A44	FS
3	LANTAI 03	A53	4	16	19	13	16	A52	SS+2
4	LANTAI ATAP	A54	5	16	20	13	17	A52	SS+2
5	LANTAI ATAP LIFT	A55	2	20	21	17	18	A53	SS+4
VI	PEKERJAAN ATAP, SELASAR KANOPI & ORNAMEN	A6							
1	PEKERJAAN RANGKA ATAP	A61	6	20	25	17	22	A54	SS+4
B	PEKERJAAN ARSITEKTUR	B							
I	PEKERJAAN LANTAI 01	B1	18	12	29	9	26	A51	SS
II	PEKERJAAN LANTAI 02	B2	19	15	29	12	25	A52	SS+1
III	PEKERJAAN LANTAI 03	B3	14	20	33	17	30	A53	SS+4
IV	PEKERJAAN LANTAI ATAP	B4	12	23	28	20	24	A55	FS+1
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	B5	5	27	31	23	27	B4	SS+3
C	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	C							
I	PEKERJAAN SDP & PANEL DAYA LAINNYA	C1	13	21	33	18	30	B1	SS+9
II	PEKERJAAN PENERANGAN	C2	12	15	26	12	23	B1	SS+3
III	PEKERJAAN TATA UDARA	C3	20	14	33	11	30	B1	SS+2
IV	PEKERJAAN GAS MEDIS	C4	15	11	25	11	25	B1	SS+2
V	PEKERJAAN TATA SUARA	C5	7	20	26	20	26	B1	SS+11
VII	PEKERJAAN INSTALASI TELEPON & DATA	C6	15	17	30	16	29	B1	SS+7
VIII	PEKERJAAN MATV	C7	11	18	28	17	27	B1	SS+8
IX	PEKERJAAN CCTV	C8	12	18	29	17	28	B1	SS+8
X	PEKERJAAN FIRE EXTINGUISHER & FIRE ALARM	C9	11	20	30	19	29	B1	SS+10
XI	PEKERJAAN LIFT	C10	12	13	24	12	23	B1	SS+3
XII	PEKERJAAN PENANGKAL PETIR	C11	5	21	25	20	24	B1	SS+11
XIII	PEKERJAAN FIRE HYDRANT, SPRINKLER, DAN FIRE EXTINGUISHER	C12	12	19	30	18	29	B1	SS+9
XIV	PEKERJAAN PLUMBING	C13	15	12	26	11	25	A44	FS
D	GROUND WATERTANK, RUMAH POMPA & GIZI	D							
I	PEKERJAAN STRUKTUR	D1	8	6	13	6	13	A3	SS+4
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	D2	9	9	17	9	17	D1	SS+3
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	D3	17	6	22	6	22	A3	SS+4
E	POWER HOUSE, LAUNDRY, KAMAR JENAZAH & IPAL	E							
I	PEKERJAAN STRUKTUR	E1	7	7	13	7	13	D1	SS+1
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	E2	8	12	19	12	19	E1	SS+5
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	E3	17	12	28	12	28	E1	SS+5
F	PEKERJAAN SELASAR, KAWASAN & TALUD	F							
I	PEKERJAAN TANAH	F1	4	6	9	6	9	A3	SS+4
II	PEKERJAAN SELASAR	F2	24	9	32	7	30	F1	SS+1

Pada tabel diatas setelah di *overlapping* terlihat waktu pekerjaan menjadi maju dikarenakan pekerjaan tersebut bisa dimulai secara serentak atau bersamaan (simultan).



Gambar 4.22. Scheduling Proyek sesuai dengan Hasil *Overlapping*



Gambar 4.23. Network Planning Percepatan Overlapping

4.4.3 Metode Percepatan *Combine* (*Crashing* dan *Overlapping*)

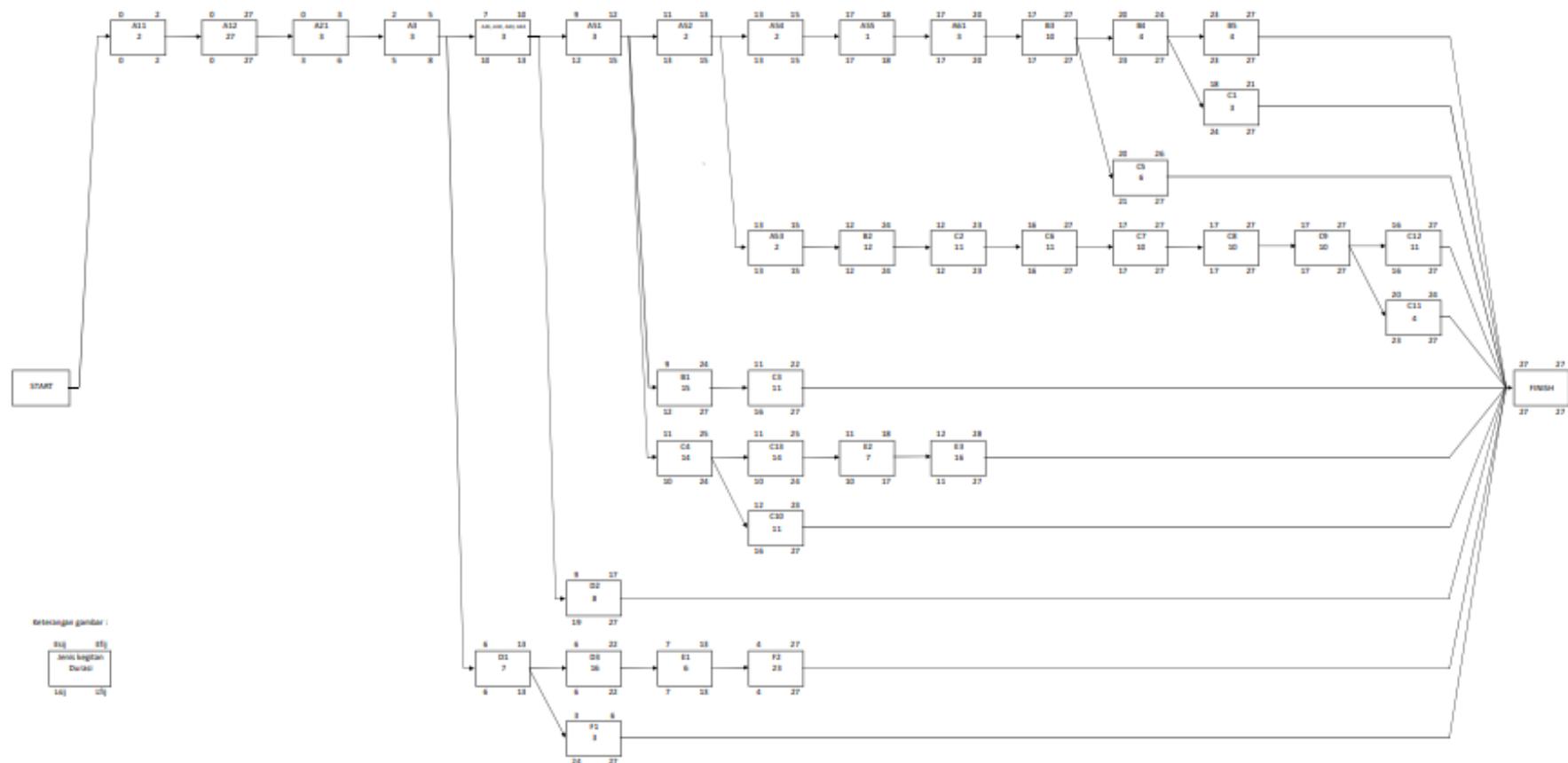
Metode ini merupakan gabungan antara Metode *Crashing* dengan Metode *Overlapping*.

Berdasarkan tabel 4.4 data hasil *crashing* di analisa menggunakan metode *Overlapping* sehingga didapatkan hasil sebagaimana tabel 4.7 dan gambar 4.24 berikut :

Tabel 4.7. Hasil percepatan waktu dengan Metode *Combine*

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI	Normal		<i>Combine</i>	
			Minggu	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
A	PEKERJAAN STRUKTUR	A					
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	A1					
1	Pagar dan papan nama Proyek	A11	2	0	2	0	2
2	Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3	A12	31	0	34	0	27
II	PEKERJAAN TANAH	A2					
1	Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah	A21	3	0	3	0	3
III	PEKERJAAN PONDASI MINI PILE	A3	4	4	8	2	5
IV	PEKERJAAN PILE CAP, PIT LIFT, PONDASI CT SCAN & PONDASI BATU BELAH	A4					
1	PEKERJAAN PILE CAP	A41	4	10	14	7	10
2	PEKERJAAN PIT LIFT	A42	4	10	13	7	10
3	PEKERJAAN PONDASI CT SCAN	A43	2	11	12	8	9
4	PEKERJAAN PONDASI BATU BELAH	A44	4	10	13	7	10
V	PEKERJAAN BETON BERTULANG	A5					
1	LANTAI 01	A51	4	12	16	9	12
2	LANTAI 02	A52	3	14	17	11	13
3	LANTAI 03	A53	3	16	19	13	15
4	LANTAI ATAP	A54	3	16	20	13	15
5	LANTAI ATAP LIFT	A55	1	20	21	17	18
VI	PEKERJAAN ATAP, SELASAR KANOPI & ORNAMEN	A6					
1	PEKERJAAN RANGKA ATAP	A61	4	20	25	17	20

B	PEKERJAAN ARSITEKTUR	B					
I	PEKERJAAN LANTAI 01	B1	16	12	29	9	24
II	PEKERJAAN LANTAI 02	B2	13	15	29	12	24
III	PEKERJAAN LANTAI 03	B3	11	20	33	17	27
IV	PEKERJAAN LANTAI ATAP	B4	5	23	28	20	24
V	PEKERJAAN LAIN - LAIN	B5	5	27	31	23	27
C	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	C					
I	PEKERJAAN SDP & PANEL DAYA LAINNYA	C1	4	21	33	18	21
II	PEKERJAAN PENERANGAN	C2	12	15	26	12	23
III	PEKERJAAN TATA UDARA	C3	12	14	33	11	22
IV	PEKERJAAN GAS MEDIS	C4	15	11	25	11	25
V	PEKERJAAN TATA SUARA	C5	7	20	26	20	26
VII	PEKERJAAN INSTALASI TELEPON & DATA	C6	15	17	30	13	27
VIII	PEKERJAAN MATV	C7	11	18	28	17	27
IX	PEKERJAAN CCTV	C8	12	18	29	17	27
X	PEKERJAAN FIRE EXTINGUISHER & FIRE ALARM	C9	11	20	30	17	27
XI	PEKERJAAN LIFT	C10	12	13	24	12	23
XII	PEKERJAAN PENANGKAL PETIR	C11	5	21	25	20	24
XIII	PEKERJAAN FIRE HYDRANT, SPRINKLER, DAN FIRE EXTINGUISHER	C12	12	19	30	16	27
XIV	PEKERJAAN PLUMBING	C13	15	12	26	11	25
D	GROUND WATERTANK, RUMAH POMPA & GIZI	D					
I	PEKERJAAN STRUKTUR	D1	8	6	13	6	13
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	D2	9	9	17	9	17
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	D3	17	6	22	6	22
E	POWER HOUSE, LAUNDRY, KAMAR JENAZAH & IPAL	E					
I	PEKERJAAN STRUKTUR	E1	7	7	13	7	13
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	E2	8	12	19	11	18
III	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL & PLUMBING	E3	17	12	28	11	27
F	PEKERJAAN SELASAR, KAWASAN & TALUD	F					
I	PEKERJAAN TANAH	F1	4	6	9	3	6
II	PEKERJAAN SELASAR	F2	24	9	32	4	27



Gambar 4.25. Kurva S Percepatan Combine

4.5 Optimasi Biaya

4.5.1 Data Biaya dengan Waktu/Durasi Asli

Data biaya diperoleh dari analisa harga satuan dalam Rencana Anggaran Biaya/RAB pelaksanaan sesuai jadwal pelaksanaan dengan waktu pelaksanaan 238 (Dua Ratus Tiga Puluh Delapan) Hari Kalender atau 34 (Tiga Puluh Empat) Minggu adalah sebagaimana tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Data biaya dalam Rencana Anggaran Biaya/RAB

No	Rencana Anggaran Biaya/RAB	Biaya
1	Tenaga	Rp 5,788,437,925.16
2	Bahan /Material	Rp 26,663,937,053.38
3	Manajemen	Rp 641,419,479.21
4	Alat Bantu	Rp 88,153,074.49
5	Sewa Alat Berat	Rp 25,333,524,920.67
6	Air dan Listrik	Rp 32,851,189.72
7	Biaya Sosial	Rp 9,066,928.36
Jumlah		Rp 58,557,390,571.00

4.5.2 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Percepatan

Berdasarkan percepatan waktu/durasi diatas, maka perhitungan optimasi biaya yang di hasilkan adalah sebagai berikut :

a. Biaya yang tidak berubah

Biaya yang tidak berubah adanya percepatan waktu/durasi dikarenakan biaya kegiatan pelaksanaan ini berdasarkan pada volume pekerjaan sehingga tidak berpengaruh dengan adanya percepatan waktu/durasi, yaitu antara lain

Tabel 4.9 Biaya yang tidak berubah

No	Rencana Anggaran Biaya/RAB	Biaya
1	Tenaga	Rp 5,788,437,925.16
2	Bahan /Material	Rp 26,663,937,053.38
3	Alat Bantu	Rp 88,153,074.49

b. Biaya yang berubah

Biaya yang berubah karena biaya dalam kegiatan ini tergantung pada waktu/durasi pelaksanaan kegiatan sehingga apabila waktu/durasi pelaksanaan dipercepat akan terjadi efisiensi biaya, yaitu antara lain :

Contoh perhitungan biaya pada rencana anggaran biaya (RAB) pada Sewa Alat Berat:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan biaya per minggu} &= \text{Biaya Normal} : \text{Durasi Normal} \\ &= \text{Rp } 25.333.524.920,21 : 34 \\ &= \text{Rp } 745.103.674,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan biaya } \textit{Crashing} &= \text{Biaya per minggu} \times \text{Durasi } \textit{Crashing} \\ &= \text{Rp } 745.103.674,14 \times 32 \\ &= \text{Rp } 23.843.317.572,40\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan biaya } \textit{Overlapping} &= \text{Biaya per minggu} \times \text{Durasi } \textit{Overlapping} \\ &= \text{Rp } 745.103.674,14 \times 30 \\ &= \text{Rp } 22.353.110.224,12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan biaya } \textit{Combine} &= \text{Biaya per minggu} \times \text{Durasi } \textit{Combine} \\ &= \text{Rp } 745.103.674,14 \times 27 \\ &= \text{Rp } 20.117.799.201,71\end{aligned}$$

Hasil perhitungan crash duration pada pekerjaan lain dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan crash duration dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.4 berikut :

Tabel 4.10 Perhitungan optimasi Biaya yang berubah

No	Rencana Anggaran Biaya/RAB	Biaya/Minggu	Perhitungan Biaya			
			Normal	Crashing (c)	Overlapping (o)	Combine (c+o)
			34 Minggu	32 Minggu	30 Minggu	27 Minggu
1	Manajemen	Rp 18,865,278.80	Rp 641,419,479.21	Rp 603,688,921.61	Rp 565,958,364.01	Rp 509,362,527.61
2	Sewa Alat Berat	Rp 745,103,674.14	Rp 25,333,524,920.67	Rp 23,843,317,572.40	Rp 22,353,110,224.12	Rp 20,117,799,201.71
3	Air dan Listrik	Rp 966,211.46	Rp 32,851,189.72	Rp 30,918,766.79	Rp 28,986,343.87	Rp 26,087,709.48
4	Biaya Sosial	Rp 266,674.36	Rp 9,066,928.36	Rp 8,533,579.63	Rp 8,000,230.91	Rp 7,200,207.82
5	Biaya Lembur	Rp 42,562,043.57	-	Rp 1,361,985,394.16	-	Rp 1,149,175,176.32

4.5.3 Nilai Optimasi Biaya

Berdasarkan hasil dari percepatan waktu/durasi dan hasil analisa optimasi biaya sesuai pada tabel 4.8, tabel 4.9, dan tabel 4.10, dapat dilakukan perhitungan optimasi biaya dengan hasil sebagaimana tabel 4.11 berikut :

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Optimasi Biaya

No	Rencana Anggaran Biaya/RAB	Biaya/Minggu	Perhitungan Biaya			
			Normal	Crashing (c)	Overlapping (o)	Combine (c+o)
			34 Minggu	32 Minggu	30 Minggu	27 Minggu
1	Tenaga	Rp 170,248,174.27	Rp 5,788,437,925.16	Rp 5,788,437,925.16	Rp 5,788,437,925.16	Rp 5,788,437,925.16
2	Bahan /Material	Rp 784,233,442.75	Rp 26,663,937,053.38	Rp 26,663,937,053.38	Rp 26,663,937,053.38	Rp 26,663,937,053.38
3	Manajemen	Rp 18,865,278.80	Rp 641,419,479.21	Rp 603,688,921.61	Rp 565,958,364.01	Rp 509,362,527.61
4	Alat Bantu	Rp 2,592,737.49	Rp 88,153,074.49	Rp 88,153,074.49	Rp 88,153,074.49	Rp 88,153,074.49
5	Sewa Alat Berat	Rp 745,103,674.14	Rp 25,333,524,920.67	Rp 23,843,317,572.40	Rp 22,353,110,224.12	Rp 20,117,799,201.71
6	Air dan Listrik	Rp 966,211.46	Rp 32,851,189.72	Rp 30,918,766.79	Rp 28,986,343.87	Rp 26,087,709.48
7	Biaya Sosial	Rp 266,674.36	Rp 9,066,928.36	Rp 8,533,579.63	Rp 8,000,230.91	Rp 7,200,207.82
8	Biaya Lembur	Rp 42,562,043.57	-	Rp 1,361,985,394.16	-	Rp 1,149,175,176.32
Jumlah			Rp 58,557,390,571.00	Rp 58,388,972,287.63	Rp 55,496,583,215.95	Rp 54,350,152,875.97

4.5.4 Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Hasil rekapitulasi dari penelitian yang dilakukan menggunakan dengan data asli dari proyek pada Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes adalah sebagaimana tabel 4.12 berikut :

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perbandingan

No	Alternatif Perbandingan	Durasi	Biaya	Deviasi Biaya
1	<i>Schedule Normal</i>	34	Rp 58,557,390,571.00	-
2	<i>Crashing</i>	32	Rp 58,388,972,287.63	Rp 168,418,283.37
3	<i>Overlapping</i>	30	Rp 55,496,583,215.95	Rp 3,060,807,355.05
4	<i>Combine</i>	27	Rp 54,350,152,875.97	Rp 4,207,237,695.03

Berdasarkan Tabel 4.12 di atas rekapitulasi ini ada beberapa perbedaan yaitu baik dari durasi pekerjaan maupun biaya yang digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Pada *Schedule Normal* pembangunan RSUD Ketanggungan Brebes membutuhkan waktu 34 Minggu dengan biaya Rp 58,557,390,571.00.
2. Optimalisasi menggunakan metode *Crashing* membutuhkan waktu 32 Minggu lebih cepat 2 minggu dibandingkan *Schedule Normal* dengan biaya Rp 58,388,972,287.6 dengan selisih biaya Rp 168,418,283.37.
3. Optimalisasi menggunakan metode *Overlapping* membutuhkan waktu 30 Minggu lebih cepat 4 minggu dibandingkan *Schedule Normal* dengan biaya Rp 55,496,583,215.95 dengan selisih biaya Rp 3,060,807,355.05.
4. Optimalisasi menggunakan metode *Combine* membutuhkan waktu 27 Minggu lebih cepat 7 minggu dibandingkan *Schedule Normal* dengan biaya Rp 54,350,152,875.97 dengan selisih biaya Rp 4,207,237,695.03.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan yaitu :

1. Adapun beberapa pekerjaan yang dapat dioptimalkan berdasarkan diantaranya adalah pekerjaan Pagar dan papan nama Proyek, Direksi keet & Barak kerja (Asumsi Sewa), Pengukuran dan Bowplank, Air Kerja & Listrik, dan K3, Pekerjaan Peninggian Elevasi dan pemadatan Tanah, Pekerjaan, Pondasi Mini Pile, Pekerjaan Pile Cap, Pekerjaan Beton Bertulang Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3, Lantai Atap, Lantai Atap Lift, Pekerjaan Rangka Atap, Pekerjaan Arsitektur Pekerjaan Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3, Lantai Atap, Pekerjaan Sdp & Panel Daya Lainnya, dan Pekerjaan Tata Udara.
2. Metode yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah menggunakan Metode PDM (Precedence Diagram Method) dan jalur kritis dengan pengoptimalan waktu kegiatan pelaksanaan proyek dilapangan menggunakan metode Crashing, metode Overlapping, dan metode Combine (Crashing dan Overlapping) yang diperoleh hasil penjadwalan dari program software Primavera dan Microsoft Excel.
3. Waktu/durasi yang didapat pada pelaksanaan proyek dengan pengoptimal penjadwalan dari 34 minggu menjadi 27 minggu adalah 7 minggu (21%).
4. Nilai optimasi biaya yang diperoleh dari percepatan waktu kerja yaitu biaya pelaksanaan sebesar Rp. 4.207.237.695,03 (7%), dari biaya pelaksanaan semula Rp. 58.557.390.571,00 menjadi Rp. 54.350.152.875,97.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini penyusun memperoleh waktu/durasi kegiatan proyek dengan mengoptimalkan kegiatan pekerjaan yang berurutan dan menghemat biaya pelaksanaan dengan waktu jam kerja bertambah. Penulis menyarankan untuk penelitian lanjutan menggunakan metode penjadwalan

yang sama dengan menambah beberapa variasi penelitian dan dalam menentukan durasi pelaksanaan pekerjaan mempertimbangkan hal-hal yang tidak terduga seperti cuaca, ketersediaan bahan material, dan hari libur.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, Dedi. 2016. *Penerpaan Program Primavera 6.0 untuk Menganalisis Konsep Nilai Hasil (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kantor Polres Purworejo)*. Purworejo: Universitas Muhammadiyah.
- Arianto, A. 2010. *Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time of Chainage Diagram dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi*. Tesis.
- Arista, Ni K.L. 2016. *Anilisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi di Kabupaten Buleleng*. Bali: Universitas Udayana.
- Asnudin, Setyadi dkk. 2018. *Penerapan Manajemen Konstruksi pada Tahap Controlling Proyek. Studi Kasus Bangunan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas SAM Ratulangi Manado*. Manado.
- Dimiyanti & K. Nurjaman. 2014. *Manajemen Proyek*. Bandung: Pustaka Setia.
- Djokopranoto & Indrajit, 2002. Richardus Eko. *Konsep dan Aplikasi Business Process Reengineering*. Jakarta : Grasindo.
- Ervianto W.I., 2006. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta : Andi.
- Fajar, Adnan. 2009. *Aplikasi Metode Hubungan Tumpang Tindih pada Network Diagram Preseden*. Palu: Universitas Tadalako.
- Gaol, Tiurma Lumban. 2015. *Kajian Business Process Re-Engineering Sistem Informasi Perpustakaan: Studi Kasus Institut Teknologi Del*. Mahasiswa Pascasarjana Magister Teknologi Informasi untuk Perpustakaan-IPB
- Harianja, Andy Paul. 2015. *Business Process Reengineering dan Modifikasi Metodologi Soft System*. Dosen Tetap Fakultas Ilmu Komputer Universitas Katolik Santo Thomas. Sumatera Utara
- Heizer, J. & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan. Edisi Sebelas. Diterjemahkan oleh Hirson Kurniawan, Ratna Saraswati, David Wijaya*. Jakarta: Salemba Empat.
- Husen, Abrar. 2009. *Manajemen Proyek (Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek)*, Andi, Yogyakarta

- Jacobs, F.R., & Chase, R.B. 2015. *Manajemen Operasi dan Rantai Pasokan*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kareth. Michael dkk. 2012. *Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0*. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Laksito. (2005). *Studi Komparatif Penjadwalan Proyek Kontruksi Repetitif Menggunakan Metode Penjadwalan Berulang (RSM) dan Metode Diagram Preseden (PDM)*, Media Teknik Sipil. 85-91.
- Mahapatni, Ida A.P.S. 2019. *Metode Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi*. Denpasar : Unhi Press.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. "Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis." *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h. 113-130.
- Maharesi. 2012. *Ekonomi Teknik Edisi 2*. Yogyakarta: Kanisius.
- Novitasari, Vien. 2014. *Penambahan jam kerja pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung dengan Time cost trade off . Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Nudja S, I ketut. 2016. *Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Atas Jembatan Yeh Panahan di Kabupaten Tabanan*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa
- Nurhayati. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Nurjuliawati P. H. A., dkk. 2013. *Aplikasi Metode Stepping-Stone untuk Optimasi Perencanaan Biaya pada suatu Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pemeliharaan Ruas Jalan di Senduk, Tinoor, dan Ratahan)*. Manado: Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi.
- Onibala, Etika Christian dkk. 2018. *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi dalam Proyek Pembangunan Sekolah Smk Santa Fimilia Kota Tomohon*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Priyo, Mandiyo & Sumanto Adi. 2016. *Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rizani T. & Sudiadi. 2015. *Manajemen Proyek*. Palembang: TMIK GI MDP.

Rofiudin, Mochammad dkk. 2017. *Manajemen Metode Pelaksanaan pada Konstruksi Baja Model "Space Frame" Proyek Terminal 3 Ultimate Bandar Soekarno Hatta. (Studi Kasus Pelaksanaan Proyek Terminal 3 Ultimate Bandara Soekarno Hatta)*". – Universitas Tribhuwana Tungadewi. Malang.

Santoso, Budi. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional (Jilid 1 Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja)*. Jakarta: Erlangga.

Sugiyono (2012). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Syah, M.S. 2004, *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek, Cetakan Pertama*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Vakola M., Rezgui Y. 2000. "*Critique of Existing Business Process Re-Engineering Methodologies: The Development and Implementation of a New Methodology*". *Business Process Management Journal*, Vol. 6 Iss: 3.

Artikel ini telah tayang di Tribunjateng.com dengan judul Dekatkan Layanan Kesehatan, Pemkab Brebes Bangun RSUD Tipe D di Ketanggungan, <https://jateng.tribunnews.com/2020/01/23/dekatkan-layanan-kesehatan-pemkab-brebes-bangun-rsud-tipe-d-di-ketanggungan?page=2>.

Penulis: m zaenal arifin Kamis, 23 Januari 2020
Editor: Daniel Ari Purnomo

Artikel ini telah tayang di panturapost.com dengan judul Pembangunan Tahap I RSUD Ketanggungan Brebes Senilai Rp 58 Milliar Dimulai

<https://panturapost.com/pembangunan-tahap-i-rsud-ketanggungan-brebes-senilai-rp-58-miliar-dimulai/>

Penulis: [Eko Nugroho](#) 2020/06/22

Editor: Muhammad Abduh

Mahapati, Ida APS. 2019. *Metode Perencanaan Pengendalian Proyek Konstruksi*. Unhi Press. Bali.

LAMPIRAN



Gambar 1. Lokasi Pembangunan RSUD Ketanggungan Brebes



Gambar 2. Tampak zona 1



Gambar 3. Tampak zona 1



Gambar 4. Tampak zona 1



Gambar 5. Tampak zona 2



Gambar 6. Tampak zona 2



Gambar 7. Tampak zona 1



Gambar 8. Tampak zona 1



Gambar 9. Tampak zona 3



Gambar 10. Tampak zona 4



Gambar 11. Tampak zona 2



Gambar 12. Tampak zona 5



Gambar 13. Tampak zona 5



KARTU KONSULTASI TESIS

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

No	Tgl	Keterangan	Paraf Dosen
	8 Maret 2021	Perbaiki dan lengkapi: 1. Permasalahan dan tujuan 2. Pustaka tentang Re-BP dan Metode Kerja 3. Metode Analisis Lanjutkan	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
	25 April 2021	Sy lihat sepintas Jadwal penelitian dihilangkan, itu hanya utk proposal Lanjutkan Bab 4	Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D
	18 Mei 2021	1 & 2 Acc 3, metode analisis lengkapi dg langkah langkah dan rumus2 yang diperlukan untuk analisis	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
	13 Juni 2021	Bab 3 selain Primavera harus dilengkapi Bab 4 bisa dilanjutkan	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
	15 Juli 2021	Di bab 3 uraian Primavera dipilih yang penting saja dan betulkan penomorannya Habis daftar pustaka tambahkan lampiran-lampiran Dibagian depan tambahkan : lembar tanda tangan pembimbing, Abstrak bahasa indonesia dan bahasa inggris. daftar Gambar. Daftar Tabel	Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D



KARTU KONSULTASI TESIS

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

No	Tgl	Keterangan	Paraf Dosen
	17 Juli 2021	Betulan pengertian metode overlapping Kalau percepatan dengan menambah waktu, produktifitas jam standart sama jam lembur pasti beda, sehingga biayanya juga beda Silahkan cek dan perbaiki Pisahkan biaya biaya lembur Kesimpulan dan abstrak sesuaikan hasil tersebut Cetak semua lembar asistensi dan pengesahan	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
	22 Juli 2021	Bisa daftar seminar hasil	Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D



KARTU KONSULTASI TESIS

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

No	Tgl	Keterangan	Paraf Dosen
	22 Juli 2021	Betulan perhitungan biaya yang tidak berubah Silahkan cek dan perbaiki Kesimpulan dan abstrak sesuaikan hasil tersebut	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
	22 Juli 2021	Bisa daftar seminar hasil	Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT