

***TIME COST TRADE OFF ANALISYS UNTUK PENGOPTIMALAN WAKTU
DAN BIAYA PROYEK
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN UPT PUSKESMAS KARANGPUCUNG)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh :

Nama : Ady Imam Afrizal
No. Mahasiswa : 13 522 220

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN

Nomor : 275/Ket/PWK/I/2018

Kepada Yth :

Universitas Islam Indonesia

Ka. Program Studi Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Di -

Tempat

Dengan Hormat,

Bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Ady Imam Afrizal

NIM : 13522220

Jurusan : Teknik Industri

Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir (Skripsi), yang bersangkutan telah menyelesaikan penelitian pada perusahaan kami CV. PUTRA WALUYA KARYA sejak tanggal 2 Oktober 2017 – 2 Januari 2018

Demikian surat ini dibuat untuk dapat dipergunakan dengan sebagaimana mestinya.

Ciacap, 24 Januari 2018
CV. PUTRA WALUYA KARYA

A blue ink signature is written over a blue circular stamp. The stamp contains the text 'YOHANES WIDAYAT, ST' and 'Direktur'. Below the stamp, the text 'CONSULTING AND CONTRACTING' is visible.

YOHANES WIDAYAT, ST
Direktur

PERNYATAAN KEASLIAN

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

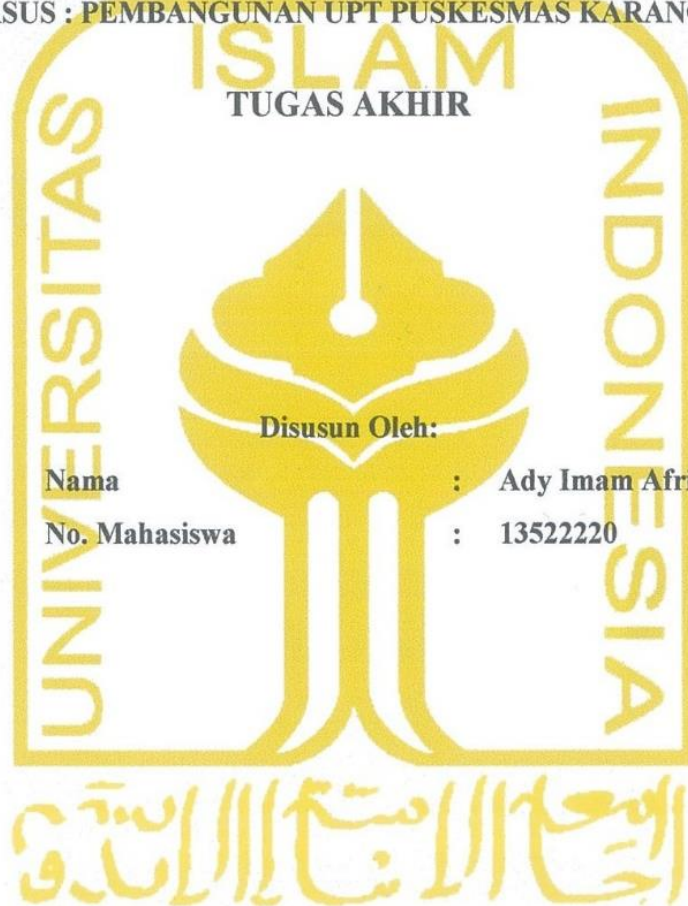
Yogyakarta, Maret 2018



Ady Imam Afrizal

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

***TIME COST TRADE OFF ANALISYS* UNTUK PENGOPTIMALAN WAKTU
DAN BIAYA PROYEK
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN UPT PUSKESMAS KARANGPUCUNG)**



Disusun Oleh:

Nama : Ady Imam Afrizal
No. Mahasiswa : 13522220

Yogyakarta, Maret 2018
Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Agus Mansur S.T., M.Eng.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**TIME COST TRADE OFF ANALISYS UNTUK PENGOPTIMALAN WAKTU
DAN BIAYA PROYEK
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN UPT PUSKESMAS KARANGPUCUNG)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Ady Imam Afrizal

No. Mahasiswa : 13522220

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri
Yogyakarta, Maret 2018**

Tim Penguji:

Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.

Ketua

Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota 1

Joko Sulistio, S.T., M.Sc.

Anggota 2

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan dan membekaliku dengan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan karya sederhana ini.....

Untuk Kedua Orang Tuaku yang selalu memberikan kasih sayang tanpa henti, memberikan dorongan yang sangat luar biasa sampai detik ini, serta selalu mendoakan kesuksesan dan kebahagiaanku.

Kepada keluargaku yang selalu mendukung, memberi semangat dan juga memotivasi tanpa henti.

Kepada sahabat dan teman-temanku yang selalu memberikan semangat dan memotivasiku tanpa henti.

Terimakasih....

MOTTO



QS. Al-Insyirah Ayat 5-6 :

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

“Orang yang terlalu memikirkan akibat dari sesuatu atau tindakan, sampai kapanpun dia tidak akan pernah menjadi orang yang berani”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Hidup ini bukanlah suatu jalan yang datar dan di taburi bunga melainkan adakalanya disirami air mata dan darah”

(Buya Hamka)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang, Tuhan semesta alam, sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sang Panutan ke jalan yang terang benderang dan di ridhai Allah SWT. Alhamdulillah dengan segala usaha yang telah dilakukan penulis dan dengan rahmat hidayah serta takdir yang telah ditetapkan Allah SWT, Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Untuk Pengoptimalan Waktu dan Biaya Proyek (Studi Kasus: Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung)” dapat diselesaikan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. PT. Cahaya Purnama Karya dan CV. Putra Waluya Karya yang telah mengizinkan dan mempermudah penulis untuk melakukan penelitian.
5. Bapak saya Bambang Imam Turmudi dan Ibu saya Mustanginah, kedua orang tua saya yang telah merawat dan membersarkan saya dengan penuh kasih sayang seumur hidup saya. Serta adik saya yang selama ini telah memberikan dukungan.
6. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat, Rudi Mintarto, Denny, Jalu, Nanda, Nena, Pandu, Salaman, Hada semoga keberkahan dan kedamaian selalu tercurahkan kepada kalian.
7. Teman-teman Teknik Industri 2013 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis.

8. Seluruh pihak yang telah turut serta dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Aamiin.

Wassalamualaikum Wr.wb

Yogyakarta, Maret 2018

Ady Imam Afrizal

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi sering terjadi ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan, sehingga menyebabkan keterlambatan dan waktu penyelesaian proyek menjadi lama. Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung dipilih untuk studi kasus karena mengalami keterlambatan progres dalam pelaksanaannya sebesar 28,32% pada minggu ke 9 sampai ke 15, dan minggu ke 18 yang menyebabkan total waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama yaitu 158 hari dibandingkan dengan apabila tidak terjadi keterlambatan progres proyek tersebut bisa selesai dalam waktu 144 hari. Akibatnya ketika waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama maka waktu yang tersedia untuk PHO (Provisional Hand Over) antara kontraktor pelaksana dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) menjadi lebih pendek yaitu 9 hari dengan waktu yang ada dari pihak konsultan untuk menyelesaikan PHO (Provisional Hand Over) cukup kesulitan, berdasarkan wawancara dengan konsultan proyek ternyata waktu normal untuk PHO (Provisional Hand Over) antara kontraktor pelaksana dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) adalah 21 hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek sehingga sisa durasi untuk menyelesaikan PHO (Provisional Hand Over) menjadi lebih panjang, dan mencari efisiensi waktu dan biaya setelah dilakukan percepatan.

Metodologi penjadwalan yang digunakan menggunakan PDM (Precedence Diagram Method) dibantu dengan Microsoft Project 2016 untuk mencari jalur kritis. Kemudian dilakukan Crashing, menggunakan alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur) optimum, dengan crashing maksimal. Selanjutnya dilakukan analisis dengan metode Time Cost Trade Off Analysis.

Didapatkan hasil durasi untuk menyelesaikan PHO adalah 36 hari dan dikatakan cukup aman, berdasarkan standar waktu normal PHO yang dibuat oleh konsultan yaitu 21 hari. Dan didapatkan efisiensi waktu proyek sebanyak 27 hari (17,1 %) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 42.820.799 (1,49%).

Kata Kunci : *PDM, Microsoft Project, PHO, Crashing, Time Cost Trade Off Analysis, optimal, efisiensi.*

DAFTAR ISI

SURAT BUKTI PENELITIAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Induktif.....	7
2.2 Kajian Deduktif.....	14
2.2.1 Manajemen Proyek.....	14
2.2.2 Penjadwalan Proyek	15
2.2.3 Metode Preseden Diagram (<i>Precedence Diagram Method / PDM</i>).....	18
2.2.4 <i>Microsoft Office Project</i>	21
2.2.5 Biaya Proyek	22
2.2.6 Alternatif Percepatan.....	23
2.2.6.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)	24
2.2.7 Mempersingkat Waktu Penyelesaian Proyek (<i>Akselerasi/ Crashing</i>) ..	26
2.2.8 Hubungan Biaya Terhadap Waktu	28
2.2.9 Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (<i>Time Cost Trade Off Analisis</i>)	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat atau Objek Penelitian.....	31
3.2 Pengumpulan Data.....	32
3.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian.....	33
3.4 Alur Penelitian	35
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	39
4.1 Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung.....	39
4.1.1 Data Umum Proyek.....	39
4.1.2 Tahapan Pekerjaan dan Durasi Normal.....	40
4.1.3 Biaya Proyek	47
4.2 Menyusun <i>Network Diagram</i>	53
4.3 Penetapan Biaya Proyek	60
4.3.1 Biaya Langsung.....	60
4.3.2 Biaya Tidak Langsung	60
4.4 Alternatif Percepatan	61
4.4.1 Menentukan <i>Crash Duration</i>	62
4.4.2 Menentukan <i>Crash Cost</i>	64
4.4.3 Menentukan <i>Cost Slope</i>	66
4.4.4 <i>Time Cost Trade Off Analysis</i>	67
4.4.5 Hitungan Waktu dan Biaya Optimal	74
4.4.6 Hitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek	74
BAB V PEMBAHASAN.....	76
5.1 Analisis Network Diagram	76
5.2 Analisis Percepatan.....	77
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
6.1 Kesimpulan	80
6.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 4. 1 Tahapan pekerjaan dan durasi normal untuk tiap item pekerjaan	40
Tabel 4. 2 Data komulatif progres	46
Tabel 4. 3 Rekapitulasi RAB Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung ..	47
Tabel 4. 4 Jalur kritis Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung	53
Tabel 4. 5 Hasil pengkompresian waktu dan biaya untuk durasi <i>crashing</i> maksimal....	68
Tabel 4. 6 Hasil pengkompresian waktu dan biaya untuk durasi <i>crashing</i> minimal	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah yang lazim pada node kegiatan PDM.....	19
Gambar 2. 2 Ringkasan langkah-langkah menyusun jaringan kerja.....	22
Gambar 2. 3 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur	25
Gambar 2. 4 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat.....	26
Gambar 3. 1 Puskesmas Karangpucung	31
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian	35
Gambar 4. 1 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya....	70
Gambar 4. 2 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pelaksanaan pembangunan sebuah proyek harus ada perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan kontrol yang baik agar mendapatkan hasil yang optimal dari segi waktu, biaya dan juga kualitas. Aspek penting yang berkaitan dengan pelaksanaan pembangunan sebuah proyek adalah manajemen proyek. Menurut H. Kerzner dalam Soeharto (1995) manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Penjabaran didalam proyek yaitu berupa penjadwalan yang meliputi langkah-langkah urutan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan waktu yang ditentukan untuk mencapai tujuan proyek. Menurut Callahan (1992) dalam Setiawati et al., (2017) penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, di mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis. Didalam aktifitasnya tidak dipungkiri berbagai macam permasalahan didalam pelaksanaan proyek sering dijumpai, salah satunya yaitu bertambahnya waktu pelaksanaan proyek karena mengalami keterlambatan progres pada tahap pelaksanaan, yang menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama. Oleh karena itu sebagai kontraktor pelaksana ketika hal tersebut terjadi dilapangan maka harus segera mengambil tindakan untuk mengatasinya salah satunya yaitu dengan melakukan percepatan. Selain itu juga percepatan bisa dilakukan untuk

mngantisipasi adanya penalti yang dijatuhkan kepada kontraktor apabila waktu yang ditentukan tidak tercapai. Ada beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan pelaksanaan percepatan pada suatu aktivitas proyek yaitu meliputi penambahan jumlah jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, pergantian atau penambahan peralatan, pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas, penggunaan metode konstruksi yang efektif (Priyo & Aulia, Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Indonesia), 2015).

Untuk melakukan percepatan dengan beberapa alternatif percepatan perlu dipelajari tentang jaringan kerja yang ada dan hubungan antara waktu dan biaya, hal ini disebut sebagai Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analisis*) (Frederika, 2010). *Time Cost Trade Off Analisis* (TCTO) adalah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), dan biaya (Florensia, 2016). Ariany (2010) menyatakan tujuan dari metode analisis pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Analisis*) ini adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya minimum terhadap kegiatan yang bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum.

Studi kasus pada penelitian ini adalah Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung, Cilacap. Kemudian permasalahan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung adalah mengalami keterlambatan progres pada tahap pelaksanaannya sebesar 28,32 % pada minggu ke 9 sampai minggu ke 15 dan minggu ke 18 yang menyebabkan total waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama yaitu 158 hari dibandingkan dengan apabila tidak terjadi keterlambatan progres proyek tersebut bisa selesai dalam waktu 144 hari. Akibatnya ketika waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama maka waktu yang tersedia untuk PHO (*Provisional Hand Over*) antara kontraktor pelaksana dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) pada Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung menjadi lebih pendek yaitu 9 hari dengan waktu yang ada dari pihak konsultan untuk menyelesaikan PHO (*Provisional Hand Over*) cukup kesulitan, berdasarkan wawancara dengan konsultan proyek ternyata waktu normal untuk PHO

(*Provisional Hand Over*) antara kontraktor pelaksana dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) adalah 21 hari. Oleh karena itu dengan permasalahan yang ada pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung dengan adanya keterlambatan progres yang menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama maka harus ada tindakan untuk mempercepat waktu penyelesaian. Karena dengan keterbatasan tenaga kerja yang ada dan sudah adanya penambahan tenaga kerja yang dilakukan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung maka alternatif percepatan pelaksanaan penyelesaian proyek yang bisa diterapkan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan penambahan jam kerja (lembur) optimum menggunakan metode Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah jarak durasi dari waktu penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum sampai dengan batas PHO (*Provisional hand Over*) untuk Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung?
2. Berapakah efisiensi waktu dan biaya proyek sesudah penambahan jam kerja (lembur) optimum pada Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian maka didapatkan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jarak durasi dari waktu penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum sampai dengan batas PHO (*Provisional hand Over*) untuk Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung).
2. Untuk mengetahui efisinesi waktu dan biaya proyek setelah penambahan jam kerja (lembur) optimum.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah ini dilakukan agar pembahasan yang disampaikan tidak menyimpang jauh sehingga diperoleh sasaran pembahasan yang tepat. Batasan masalah meliputi:

1. Kegiatan atau aktifitas yang digunakan sebagai objek penelitian adalah keseluruhan pekerjaan struktur pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung, Kecamatan Karangpucung, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.
2. Harga bahan dan upah pekerja menggunakan harga bahan dan upah milik kontraktor pelaksana.
3. Software *Microsoft Office Project* 2016 hanya digunakan untuk menyusun hubungan antar kegiatan (*network diagram*), mencari total float dan mencari jalur kritis.
4. Metode yang digunakan adalah (*Precedence Diagram Method*) PDM, *Crashing*, dan Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Analisis Time Cost Trade Off*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan agar mahasiswa mengetahui cara melakukan percepatan, menghitung biaya setelah dilakukan percepatan.
2. Dari hasil penelitian dapat memberikan informasi tentang waktu penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum.
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan tambahan pengetahuan dan dapat menjadi bahan referensi khususnya mengenai analisis pertukaran waktu dan biaya bagi mereka yang membutuhkan.
4. Hasil penelitian ini juga dapat memberikan pertimbangan bagi kontraktor dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga dapat mengetahui percepatan waktu dan biaya penyelesaian proyek yang optimal.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk lebih terstruktur penulisanya, berikut merupakan susunan sistematika penulisanya:

BAB I PENDAHULUAN

Diuraikan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Diuraikan mengenai tinjauan – tinjauan kepustakaan yang berisi tentang teori – teori mengenai manajemen proyek, metode percepatan dan pemikira-pemikiran yang digunakan sebagai landasan dalam pembahasan serta pemecahan permasalahan keterlambatan didalam pelaksanaan proyek.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat obyek penelitian, data yang digunakan serta tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini dapat meliputi metode pengumpulan data. Menjelaskan proses melakukan percepatan, dan tergambar jalur atau langkah-langkah penelitian. Urutan langkah yang telah ditetapkan tersebut merupakan suatu kerangka yang dijadikan pedoman dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini data yang dikumpulkan adalah data Schedule proyek (penjadwalan), Biaya Proyek, biaya upah pekerja, biaya material dan biaya tidak langsung, selain itu data yang dikumpulkan adalah data laporan harian, mingguan dan bulanan. Kemudian data diolah menggunakan *Microsoft excel* dan juga *Microsoft Office Project 2016*.

BAB V PEMBAHASAN

Pembahasan bukanlah kesimpulan dan penegasan hasil bab sebelumnya, namun berisi pembahasan kritis mengenai hasil bab sebelumnya dan belum dipaparkan di bab sebelumnya. Contoh isi pembahasan adalah ditemukannya kelemahan atau ketidaknormalan dari penelitian yang diusulkan. Hasil pembahasan seharusnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan usulan penelitian selanjutnya di bab berikutnya. Apabila

topik TA adalah pembangunan sistem, maka bab ini berisi prosedur dan hasil pengujian dari sistem yang dibangun dan pembahasannya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang dapat diambil melalui penelitian yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan ini merupakan jawaban dari tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Kemudian diberikan saran-saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Dalam penelitian ini, kajian literatur dilakukan untuk melihat bagaimana peneliti-peneliti terdahulu melakukan penelitian, masalah yang diangkat, metode yang digunakan, serta hasil penelitian guna memperoleh landasan penelitian yang kuat. Penelitian mengenai percepatan waktu penyelesaian proyek telah banyak dilakukan oleh pakar ataupun peneliti sebelumnya.

Penelitian oleh Ridho dan Syahrizal (2015), yang membahas tentang perencanaan percepatan pada pembangunan Gedung Badan Pusat Statistik Kota Medan. Menggunakan metode penjadwalan *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation Review Technic* (PERT) yang menggunakan pendekatan berbeda dalam pengerjaannya. Dimana metode CPM menggunakan pendekatan deterministik sedangkan metode PERT menggunakan pendekatan probabilistik. Kemudian dilakukan perencanaan apabila proyek mengalami keterlambatan dengan alternatif percepatan penambahan jam kerja. Alternatif ini dipilih dikarenakan dapat lebih mengefisienkan sumber daya dengan memberdayakan sumber daya yang ada. Dengan metode penjadwalan CPM proyek dapat selesai dalam jangka waktu 112 hari atau sama dengan waktu normal, dan dengan menggunakan metode PERT, proyek paling cepat dapat diselesaikan selama 95 hari dengan kemungkinan 0,28 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 114 hari dengan kemungkinan 99,98 %, paling mungkin diselesaikan selama 103,47 hari ~ 104 hari dengan kemungkinan 47,21 %. Dengan alternatif penambahan 3 jam waktu kerja maka

proyek dapat diselesaikan selama 87 hari atau dapat di percepat selama 25 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 24,661,803.25 dan besar cost slope Rp.986,472.13/hari.

Kemudian penelitian oleh Priyo dan Aulia (2015), membahas tentang optimalisasi waktu dan biaya proyek pada Pembangunan Gedung Indonesia dikarenakan mengalami keterlambatan dan dikenakan denda. Tahap pertama untuk melakukan optimalisasi adalah dengan mencari jalur kritis dari kegiatan proyek menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) karena tidak adanya kegiatan yang saling tumpang tindih (*overlapping*). Setelah itu dilakukan percepatan untuk item yang berada didalam jalur kritis dengan metode *crashing*, pada penelitian tersebut alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Kemudian untuk lebih mendalam dalam suatu pengambilan keputusan terhadap proses *crashing*, maka digunakan metode *Time Cost Trade Off Analysis* yang bertujuan agar diperoleh suatu hasil analisis percepatan waktu dan biaya proyek yang lebih efisien. Setelah dilakukan analisis hasil dari penelitian tersebut ternyata penambahan biaya akibat dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) lebih murah dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja atau biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda. Dengan efisiensi waktu dan biaya paling tinggi yaitu efisiensi waktu proyek sebanyak 24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp.43.019.556,39 (0,41%).

Kemudian penelitian oleh Ardien dan Retno (2015), pada proyek “Pasar Sentral Gadang” yang berlokasi di Malang, dibangun oleh PT. Pembangunan Perumahan (PP) sebagai pelaksana pekerjaan struktur, pihak pemilik ingin agar pembangunan pasar induk ini selesai dengan waktu relatif cepat. Pada penelitian ini untuk mencari jalur kritis menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*), dikarenakan ada kegiatan yang saling tumpang tindih (*overlapping*), metode PDM juga merupakan penyempurnaan dari metode CPM. Setelah itu dilakukan percepatan untuk item yang berada didalam jalur kritis dengan metode *crashing*, alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja dan penambahan kapasitas alat. Dari ketiga alternatif percepatan akan dipilih alternatif percepatan yang mempunyai total cost terendah. Untuk diperoleh hasil analisis percepatan proyek yang lebih efisien pada penelitian tersebut menggunakan metode analisis *Time Cost Trade Off*. Setelah dilakukan

analisis didapatkan durasi optimum proyek sebesar 204 hari dengan biaya total sebesar Rp 61.288.168.724. Dibandingkan dengan jadwal normal selama 230 hari dan biaya sebesar Rp 61.443.954.427.

Penelitian oleh Yurmansyah et al. (2017) pada Proyek Lanjutan Pembangunan Kantor SKPD DPU Padang Pariaman. Penelitian tersebut membahas tentang optimalisasi pekerjaan karena mengalami keterlambatan 16 hari dengan minus progres sebesar 20,357%. Untuk mengejar progres tahap pertama dilakukan penyusunan kembali jadwal rencana dari item pekerjaan sisa dengan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan *Microsoft Project* 2013 dengan tujuan untuk mengetahui item-item pekerjaan yang termasuk kedalam kegiatan kritis. Kemudian dilakukan percepatan dengan metode *crashing*, menggunakan alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur) maksimal. Pada penelitian tersebut tidak dilakukan analisis dari hasil *crashing*, karena hanya terdapat satu alternatif percepatan. Kemudian didapatkan hasil setelah *crashing*, durasi proyek dapat dikembalikan ke durasi semula yang sesuai dengan kontrak yaitu 180 hari kerja dan didapatkan penambahan biaya pelaksanaan proyek sebesar Rp 43.903.840

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Author	Tahun	Judul	Tools	Hasil
1	Chabibah, Hartono, W. & Sugiyarto	2015	Penerapan <i>Time Cost Trade Off</i> Dalam Optimalisasi Biaya dan Waktu Terhadap Perbandingan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja	CPM (<i>Critical Path Method</i>), <i>Crashing</i> , <i>Analysis Time Cost Trade Off</i>	Hasil optimal yang sebaiknya dipilih untuk proyek Pembangunan Keluraan Ketelan Surakarta yaitu menggunakan percepatan dengan alternatif shift kerja yang produktivitasnya dua kali lipat dari produktivitas normal.
2	Muhammad, R. Ridho & Syahrizal.	2015	Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek Menggunakan Metode PERT dan CPM	PERT (<i>Project Evaluation Review Technic</i>), CPM (<i>Critical Path Method</i>) dan <i>Crashing</i> .	Dengan menggunakan metode CPM dan PERT proyek pembangunan gedung Badan Pusat Statistik kota Medan didapatkan waktu optimal menggunakan metode PERT yaitu 95 hari. dapat selesai dalam jangka waktu 112 hari, paling cepat dapat diselesaikan selama 95 hari.

No	Author	Tahun	Judul	Tools	Hasil
3	Ardien Aslam Muhammad & Retno Indriyani	2015	Analisa <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pasar Sentral Gadang Malang	PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>), <i>Crashing, Time Cost Trade Off Analysis</i>	Dari hasil penelitian menggunakan metode PDM proyek dapat dipercepat 26 hari dan menghasilkan biaya yang lebih minimal.
4	Fika, G. A & Sugiyarto	2017	Penerapan Metode <i>Crashing</i> Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan Shift Kerja.	<i>Crashing</i> , Alternatif Penambahan Jam Kerja, dan Shift Kerja	Hasil dari penelitian ini alternatif yang terbaik yang bisa digunakan pada Pembangunan Hotel Grand Keisha adalah dengan alternatif percepatan menggunakan shift kerja
5	Mandiyo Priyo & Muhamad Raa'uf Aulia	2015	Aplikasi Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Konstruksi.	CPM (<i>Critical Path Method</i>), <i>Crashing, Microsoft Project 2007, Time Cost Trade Off Analysis.</i>	Biaya mempercepat durasi proyek (penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

No	Author	Tahun	Judul	Tools	Hasil
6	M. Fauzan, Burhanuddin & Zulfahmi	2016	Optimalisasi Rencana Anggaran Biaya dan Waktu Pelaksanaan dengan <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM)	PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>), <i>Microsoft Project</i> 2007, dan <i>Crashing</i>	Pekerjaan kompleks lantai 1 dan dilanjutkan pekerjaan lantai 2 dengan alternatif percepatan yang digunakan membutuhkan waktu untuk menyelesaikannya adalah 99 hari lebih optimal dibandingkan dengan waktu penyelesaian pihak kontraktor 120 hari.
7	Ricky Arvianto, Fajar, S. H. & Setiono	2017	Optimasi Biaya dan Waktu Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> (TCTO).	<i>Crashing</i> , Alternatif Penambahan Jam Kerja, Alternatif Penambahan Tenaga Kerja, dan <i>Time Cost Trade Off Analysis</i> .	Hasil Optimasi menunjukkan penambahan tenaga kerja pada Proyek Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta lebih efisien dibanding dengan menambah waktu lembur.
8	R. A. Imareta Sulistiyowati	2017	Penerapan <i>Time Cost Trade Off</i> Dalam Optimalisasi Biaya dan Waktu Dengan	CPM (<i>Critical Path Method</i> , <i>Crashing</i> , Alternatif Penambahan Shift Kerja, Kapasitas	Dari kedua kondisi optimum tersebut, biaya dan waktu yang paling optimal yang sebaiknya dipilih untuk proyek Proyek

No	Author	Tahun	Judul	Tools	Hasil
			Penambahan Shift Kerja dan Kapasitas Alat	Alat, dan <i>Time Cost Trade Off Analysis</i> .	Pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo Ruas Bawen - Solo Seksi II yaitu menggunakan percepatan dengan alternatif shift kerja yang produktivitasnya dua kali lipat dari produktivitas normal.
9	Indra, Y., Monika Natalia & Zulfira Mirani	2017	Optimalisasi Biaya dan Penjadwalan Proyek Dengan <i>Crash</i> , <i>Precedence Diagram Method</i> dan <i>Microsoft Project</i>	PDM (<i>Precedence Diagram Method</i>), <i>Crashing</i> , dan <i>Microsoft Project</i>	Dengan dilakukannya percepatan untuk mengejar keterlambatan selama 16 hari kalender didapatkan penambahan biaya pelaksanaan proyek sebesar Rp 43.903.840 dengan alternatif penambahan jam kerja atau lembur.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Manajemen Proyek

Melihat dari ilmu manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (H. Kerzner, 1982) dikutip oleh (Soeharto 1995). Wujud dari proses pelaksanaan proyek tersebut dapat berupa pembangunan gedung, jalan raya, jembatan, ataupun pembangunan jalan tol. Adapun ciri ciri pokok proyek :

1. Temporary atau bersifat sementara.
2. Unik, tidak berulang-ulang.
3. Jenis kegiatannya atau aktivitasnya beragam.
4. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta spesifikasi mutu telah digariskan dengan jelas.

Dalam mencapai sasaran dan tujuan dari proyek yang telah ditentukan terdapat batasan-batasan dalam suatu proyek yaitu *Tripel Constraint* atau tiga batasan yang terdiri dari:

1. Biaya/ Anggaran (*Cost*)

Proyek harus diselesaikan sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan. Untuk proyek yang membutuhkan anggaran dalam jumlah besar dengan kurun waktu penyelesaian sampai bertahun tahun maka dibutuhkan proses perencanaan, pelaksanaan dan controlling yang sangat teliti dan matang agar bisa mendapatkan hasil yang optimal. Jika proses tersebut tidak dilakukan dengan benar maka akibatnya bisa saja proyek tersebut mengalami defisit atau kekurangan biaya bahkan bisa membuat proyek tersebut berhenti ditengah jalan.

2. Waktu/Jadwal (*Time*)

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu yang telah ditentukan dan tanggal akhir penyerahan berkas proyek tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

3. Mutu

Produk atau hasil dari proyek harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang telah dimaksudkan.

Dari segi teknis ukuran keberhasilan proyek yaitu sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi. Untuk itu harus ada pengaturan yang baik untuk memadukan ketiganya sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dengan manajemen proyek.

Manajemen Proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu:

1. Perencanaan

Fase ini meliputi penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.

2. Penjadwalan

Fase ini menghubungkan sumber daya manusia, uang, dan material untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.

3. Pengendalian

Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

2.2.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah penjabaran dari perencanaan proyek menjadi langkah-langkah urutan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan waktu yang ditentukan untuk mencapai tujuan proyek. (Nugraha et al., 1985) Penjadwalan itu menentukan kapan aktivitas pekerjaan

harus dimulai, dihentikan, dan diselesaikan sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Ada berbagai macam metode penjadwalan proyek untuk merencanakan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi, tetapi hanya dua metode yang sering digunakan yaitu:

1. Bagan Balok (Bar/Gantt chart)

Metode bagan balok diperkenalkan oleh H.L Gantt, dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan urutan kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan waktu pada saat pelaporan. Bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga bermanfaat sebagai alat komunikasi di dalam pelaksanaan sebuah proyek.

Pembuatan bagan balok bisa menggunakan dua cara yaitu secara manual dan menggunakan komputer. Bagan ini tersusun dari koordinat sumbu X dan Y, di dalam koordinat sumbu X ditulis pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek dan digambarkan dengan bentuk balok. Sedangkan pada koordinat sumbu Y tertulis satuan waktu misalkan hari, minggu atau bulan.

Penggunaan bagan balok didalam pelaksanaan proyek sangat terbatas karena mempunyai kelemahan seperti tidak menunjukkan hubungan ketergantungan secara spesifik antar kegiatan sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek, sulit untuk melakukan perbaikan atau pembaharuan (*updating*) karena umumnya harus membuat bagan balok baru, selain itu juga tidak cocok untuk proyek yang berskala sedang dan besar yang bersifat kompleks disebabkan karena kurangnya penyajian secara sistematis karena harus menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai ribuan dan mempunyai ketergantungan atau keterkaitan antar kegiatannya.

2. Jaringan Kerja (*network planning*)

Jaringan kerja (*network planning*) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram network. Dengan demikian dapat diketahui 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 atau

suatu pekerjaan dimulai walaupun pekerjaan lain belum selesai. Berikut 3 metode yang menggunakan *network planning*:

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

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972) CPM yaitu metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek dan merupakan salah satu metode yang menggunakan prinsip jaringan. Dengan CPM jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antar sumber daya yang digunakan.

Menurut Siswanto (2007) CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek untuk dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

b. Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model management science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007). Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1995). Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan antara lain waktu optimis, waktu pesimis dan waktu realistis.

c. Metode Preseden Diagram (*Precedence Diagram Method/PDM*)

Metode Preseden Diagram (PDM) diperkenalkan oleh J.W Fondahl dari Universitas Stanford USA pada awal dekade 60-an. PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian dummy pada PDM tidak diperlukan (Luthan & Syafriandi, 2005).

Dalam usaha pengelolaan proyek konstruksi selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian untuk menghadapi sejumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah. Masing-masing metode mempunyai ciri-ciri sendiri dan dikombinasikan pada proyek-proyek konstruksi. Dasar pemikiran untuk metode-metode tersebut harus berorientasi pada maksud penggunaannya.

Pada dasarnya satu pekerjaan konstruksi dipecah-pecah menjadi seperangkat pekerjaan-pekerjaan kecil sehingga dapat dianggap sebagai satu unit pekerjaan yang dapat berdiri sendiri dan memiliki suatu perkiraan jadwal yang tertentu pula, dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek dan mempertajam analisis ketergantungan antar kegiatan, karena dengan makin terincinya pemecahan, akan makin banyak komponen-komponen kegiatan terpisahkan sehingga jumlahnya bertambah. Dengan demikian, makin banyak variasi hubungan ketergantungan yang terbuka, dan yang mungkin menghasilkan kurun waktu penyelesaian proyek yang lebih singkat, dimana hal ini disebabkan oleh adanya kegiatan-kegiatan yang dapat dikerjakan secara paralel (Soeharto, 1995).

2.2.3 Metode Preseden Diagram (*Precedence Diagram Method / PDM*)

Metode preseden diagram atau *Precedence Diagram Method* (PDM) merupakan penyempurnaan dari CPM, karena pada prinsipnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktifitas yaitu hubungan akhir awal dan sebuah kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan yang mendahuluinya selesai (Purnamawati, 2015). Pada PDM sebuah kegiatan dapat dikerjakan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%, hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*).

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam node kegiatan yang berupa segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON) (Erviyanto, Wulfram I, 2002). Kotak-kotak segi empat tersebut menandai suatu kegiatan, dimana harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Sedangkan peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node memiliki dua

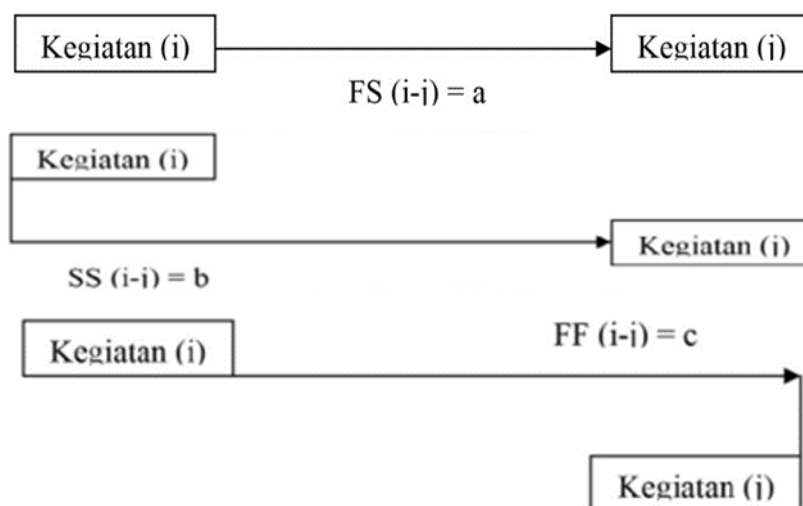
peristiwa yaitu awal dan akhir. Kotak-kotak segiempat dalam Metode Preseden Diagram dibagi menjadi ruangan-ruangan kecil yang memberikan keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Beberapa atribut yang sering dicantumkan diantaranya adalah kurun waktu kegiatan, identitas kegiatan (nomor dan nama), dan terkadang pula dicantumkan progress pelaksanaan kegiatan yang dapat mempermudah dalam monitor. Dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:

ID dan Nama Kegiatan	
Tgl. Mulai : ES/LS	Durasi
Tgl. Selesai : EF/LF	Total Float
Progress Penyelesaian %	

Gambar 2. 1 Denah yang lazim pada node kegiatan PDM

(Sumber: Iman Soeharto 1995)

Pada preseden diagram hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam konstrain yaitu akhir ke awal (FS), awal ke awal (SS), akhir ke akhir (FF), dan awal ke akhir (SF). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat/ tertunda (lag). Bila kegiatan (i) mendahului kegiatan (j) dan satuan waktu adalah hari. Berikut konstrain yang terdapat pada metode preseden diagram pada gambar 2.2:





Gambar 2. 2 Konstrain pada PDM

(Sumber : Soeharto, 1995)

Parameter yang digunakan dalam perhitungan metode diagram akan dijelaskan sebagai berikut:

- a. TE = E, adalah waktu paling awal peristiwa (node/ *event*) dapat terjadi (*earliest time of occurrence*)
- b. TL = L, adalah waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*latest allowable event occurrence time*).
- c. ES adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*earliest start time*).
- d. EF adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*earliest finish time*).
- e. LS adalah waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*latest allowable start time*)
- f. LF adalah waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*latest allowable finish time*).
- g. D = durasi, adalah kurun waktu suatu kegiatan, umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

Menurut Catapult (1996), untuk Meng-input data konstrain kedalam program *Microsoft Office Project*, perlu diperhatikan bahasa pemograman yang mampu dipahami oleh software tersebut, berdasarkan kaidah:

$$\text{daysnpkon} \pm \dots\dots\dots(2.1)$$

di mana : P : Nomor ID (urut) pekerjaan lain yang berhubungan

kon : Kontrain (SS, SF, FS, FF)

\pm : Tanda untuk lama hari menunggu.

(+) atau mempercepat, (-) sebelum pekerjaan dahulu (pilih salah satu).

n : Lama hari menunggu atau mempercepat.

Kemudian untuk tenggang waktu total (*Total Float*) adalah jumlah waktu tenggang yang didapat bila semua kegiatan yang mendahuluinya dimulai pada waktu sedini mungkin dan semua kegiatan yang mengikutinya terlaksana pada waktu yang paling

lambat. Rumusan yang akan dipakai dalam perhitungan waktu pada penyusunan network planning dengan metode preseden diagram adalah sebagai berikut :

1. Hitungan maju

Rumusan perhitungan waktu maju adalah sebagai berikut:

- a. Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES (j), adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan yang terdahulu ES (i) atau EF (i) ditambah konstrain yang bersangkutan.
- b. Angka waktu selesai paling awala kegiatan yang sedang ditinjau WF (j), adalah sama dengan angka waktu mulai awal kegiatan tersebut ES (j), ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan D (j).

2. Hitungan mundur

Rumusan perhitungan waktu mundur adalah sebagai berikut:

- a. Hitung LF (i), waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF ditambah konstrain yang bersangkutan. Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau LS (i), adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut LF (i), dikurangi kurun waktu yang bersangkutan.

3. Jalur dan kegiatan kritis.

Jalur dan kegiatan kritis pada metode preseden diagram adalah sebagai berikut:

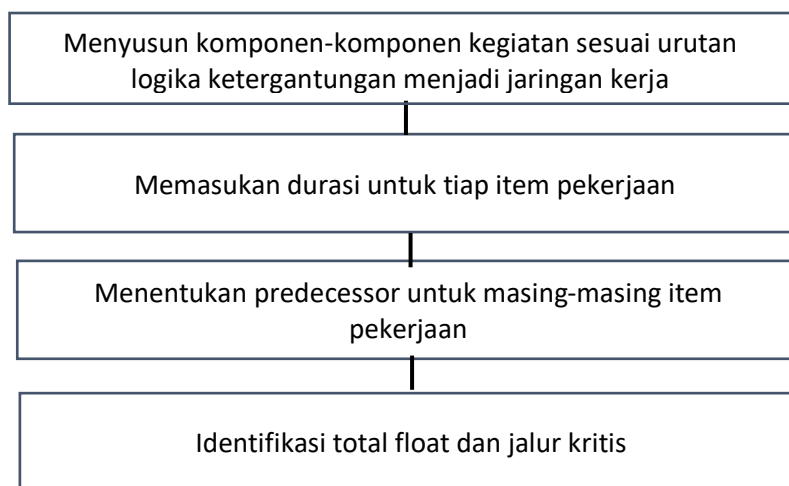
- a. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)
- b. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
- c. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$)
- d. Bila hanya sebagian kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

2.2.4 Microsoft Office Project

Microsoft Office Project adalah suatu software manajemen proyek berupa program perangkat yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam menentukan hubungan antar item pekerjaan (*network diagram*), menentukan total float, menentukan jalur kritis, mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan

kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja (Expertindo, 2018) Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Dalam penelitian ini, menggunakan *Microsoft Office Project 2016* yang digunakan untuk membuat *network planning*, mencari total float dan menentukan lintasan kritis pada aktivitas kegiatan proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung. Dimulai dari *setting* pada calendar kemudian *input* durasi dan predesesor tiap kegiatan, barulah dapat diketahui lintasan kritis yang nantinya akan diidentifikasi dalam perhitungan kenaikan biaya akibat percepatan (*cost slope*). Berikut adalah langkah-langkah penyusunan jaringan kerja pada *Microsoft Office Project*:



Gambar 2. 2 Ringkasan langkah-langkah menyusun jaringan kerja dan menentukan jalur kritis pada *microsoft office project 2016*

2.2.5 Biaya Proyek

Biaya yang digunakan di proyek adalah biaya total. Total biaya untuk setiap durasi waktu adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung bersifat kontinu selama proyek, sehingga pengurangan durasi proyek berarti pengurangan dalam biaya tidak langsung. Biaya langsung dalam grafik akan meningkat jika durasi proyek

dikurangi dari awalnya yang direncanakan. Dengan informasi dari grafik, manajer dapat dengan cepat menimbang alternatif-alternatif yang mungkin diambil dalam memenuhi deadline waktu yang ditentukan.

1. Biaya langsung

Biaya langsung adalah seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, yaitu meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut (Iramutyn, 2010).

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*), adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, seperti: biaya General Overhead (biaya operasional kantor seperti pembelian utilitas), pajak, dan gaji pegawai (Fika Giri, 2017)

2.2.6 Alternatif Percepatan

Alternatif percepatan didalam pelaksanaan pembangunan proyek sering dilakukan. Dimiyati, H (2014) menjelaskan ada dua alasan kenapa percepatan didalam pembangunan proyek konstruksi dilakukan. Pertama karena keinginan dari pihak owner agar proyek dapat diselesaikan sebelum batas akhir waktu penyelesaian proyek. Kedua karena didalam pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan waktu atau progres maka percepatan harus dilakukan. Ada beberapa alternatif optimalisasi waktu dan biaya penyelesaian proyek (percepatan) yang dapat dilakukan (Priyo & Aulia, 2015) seperti :

1. Penggantian atau penambahan peralatan

Asumsi yang digunakan pada alternatif percepatan dengan penggantian atau penambahan peralatan adalah bahwa peralatan yang ada jumlahnya kurang atau peralatan tersebut sudah kurang bisa untuk mendukung penyelesaian proyek dengan waktu yang telah ditentukan sehingga harus diganti.

2. Penggantian atau Perbaikan Metode Kerja

Penggantian atau perbaikan metode kerja dilakukan bila metode yang sudah dilakukan terlalu terlambat atau tidak efisien.

3. Penambahan Tenaga Kerja

Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Penyediaan jumlah tenaga kerja, jenis ketrampilan, dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung. Berdasarkan pada kenyataan tersebut, maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci harus meliputi perkiraan jenis dan keperluan tenaga kerja, seperti tenaga ahli dari berbagai disiplin ilmu dan pekerja lapangan untuk tahap konstruksi

4. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Mempercepat waktu pelaksanaan suatu kegiatan dengan penambahan jam kerja atau kerja lembur merupakan salah satu usaha untuk menambah produktivitas kerja sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan suatu kegiatan.

2.2.6.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur). Penambahan jam kerja lembur didalam proyek konstruksi sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumberdaya yang sudah ada dilapangan dan cukup mengefisiensikan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor (Priyo & Aulia, Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Indonesia), 2015). Biasanya waktu normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam isitirahat). Kemudian jam kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan.

Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode jam kerja (lembur) adalah:

1. Waktu kerja normal adalah 7 jam (08.00 – 16.00), sedangkan lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Waktu kerja lembur dan harga upah pekerja untuk kerja lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/ MEN/ VI/ 2004 pasal 3 dan pasal 11 diperhitungkan sebagai berikut:

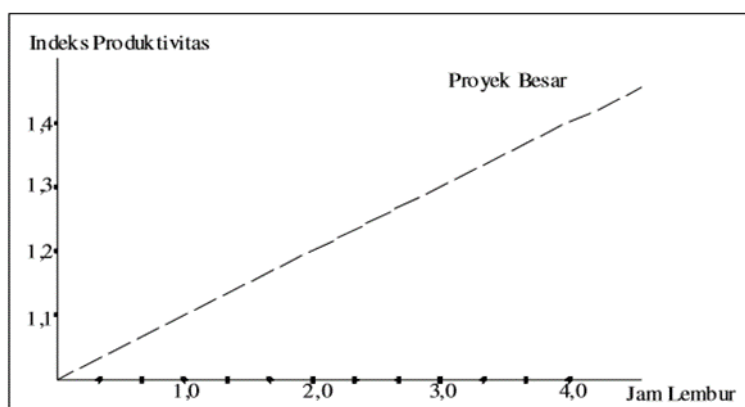
- a. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- b. Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah satu jam.
- c. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah satu jam.

Dari uraian di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

Biaya lembur per hari = (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah satu jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 x n upah satu jam normal).....(2.2)

Dengan : n (jumlah penambahan jam kerja lembur)

Semakin besar penambahan jam kerja (lembur) dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Secara umum, produktivitas merupakan perbandingan antara output dan input. Dibidang konstruksi, output dapat dilihat dari kuantitas pekerjaan yang telah dilakukan seperti meter kubik galian atau timbunan, ataupun meter persegi untuk plesteran. Sedangkan inputnya merupakan jumlah sumber daya yang dipergunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material. Karena peralatan dan material biasanya bersifat standar, maka tingkat keahlian tenaga kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas. Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2. 3 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur
(Sumber: Soeharto 1995)

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

Produktifitas harian = Volume/(Durasi normal).....(2.3)

Produktifitas tiap jam = (Produktivitas harian)/(jam kerja/hari).....(2.4)

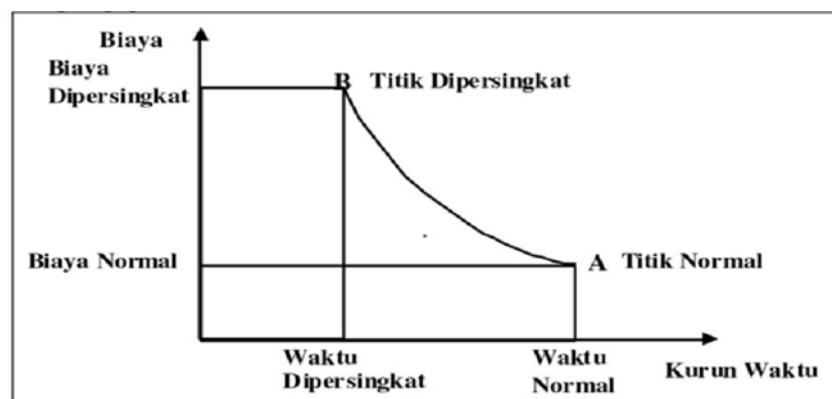
Produktifitas harian sesudah crash = (Jam kerja perhari × Produktivitas tiap jam)
+ (a × b × Produktivitas tiap jam).....(2.5)

Dimana : a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

2.2.7 Mempersingkat Waktu Penyelesaian Proyek (Akselerasi/ *Crashing*)

Crashing merupakan tindakan untuk mengurangi durasi keseluruhan pekerjaan setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada dari jaringan kerja, bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah (Taufiqur Rahman,2013:1) dikutip oleh (Fika Giri, 2017). Seringkali dalam *crashing* terjadi *trade-off*, yaitu pertukaran waktu dengan biaya. Hal ini dapat digambarkan dalam bentuk grafik waktu-biaya seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan
(Sumber: Soeharto, 1995)

Gambar 2.4 menunjukkan hubungan antara durasi-biaya, pada titik A memberikan informasi tentang biaya yang dibutuhkan dalam kondisi minimum, tetapi durasinya maksimum (waktu paling lambat). Pada keadaan titik A disebut dengan biaya normal (*normal cost*) dan waktu normal (*normal duration*). Pada titik B memberikan informasi bahwa pada titik tersebut durasi berada pada waktu paling cepat sedangkan biaya yang dibutuhkan pada kondisi maksimum. Pada keadaan demikian titik B disebut waktu

dipersingkat (*crash duration*) dan biaya waktu dipersingkat (*crash cost*). Garis penghubung antara titik-titik ini dihubungkan oleh garis-garis dan dalam keadaan normal berupa kurva-biaya dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa yang masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah meninjau *slope* (kemiringan) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek.

Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan (Soeharto, 1995). Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja.

Dari uraian di atas dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut:

a. $Crash\ duration = Volume / (Prod.harian\ sesudah\ crash) \dots\dots\dots(2.6)$

b. Normal ongkos pekerja perhari = Prod. harian x harga per satuan pek.(2.7)

c. Normal ongkos pekerja perjam = Prod. perjam x harga per satuan pek.....(2.8)

d. $Crash\ cost\ pekerja/hari = (Jam\ kerja\ perhari \times Normal\ cost\ pekerja) +$
 $(n \times Biaya\ lembur\ perjam) \dots\dots\dots(2.9)$

e. $Cost\ Slope = (Crash\ cost - Normal\ cost) / (Normal\ duration - Crash\ duration) \dots\dots(2.10)$

Keterangan :

1. *Normal Duration* (durasi normal)
Normal Duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek.
2. *Crash Duration* (durasi dipercepat)
Crash duration adalah waktu yang akan dibutuhkan suatu proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.
3. *Normal Cost* (biaya normal)
Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu.
4. *Crash Cost* (biaya dipercepat)

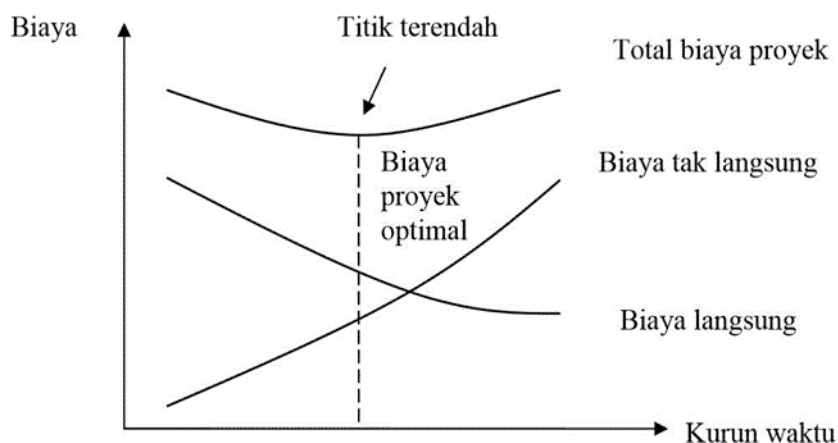
Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu sebesar durasi crash-nya. Biaya setelah di crashing akan lebih besar dari biaya normal.

5. *Cost Slope* (biaya akibat percepatan)

Pertambahan biaya akibat percepatan pada proyek.

2.2.8 Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1995). Pada Gambar 2.6 ditunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2. 6 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung dan biaya tidak langsung.

(Sumber: Soeharto 1995)

Hubungan semacam ini disebabkan karena setiap percepatan durasi proyek membutuhkan tambahan biaya langsung yang digunakan untuk menambah tingkat produktivitas kerja, menambah peralatan, mengganti metode kerja dan lain-lain. Disisi

lain terjadi pengurangan biaya tidak langsung yang disebabkan oleh pengurangan durasi total proyek. Antara waktu penyelesaian proyek normal dan dipercepat mengakibatkan perubahan terhadap biaya total proyek.

2.2.9 Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*)

Time Cost Trade Off Analysis (TCTO) adalah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), dan biaya (Florensia, 2016). Tujuannya adalah memampatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisasi biaya total proyek. Pengurangan durasi proyek dilakukan dengan memilih aktivitas yang berada pada jalur kritis.

Menurut Ervianto (2004) pengertian metode *Analisis Time Cost Trade Off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitis dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai dari lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi). Dari uraian diatas maka garis besar prosedur mempersingkat waktu adalah sebagai berikut (Soeharto, 1995):

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek, identifikasi float dan tentukan lintasan kritis dengan metode penjadwalan / jaringan kerja yang digunakan.
2. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
3. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
4. Menghitung *cost slope* masing-masing komponen kegiatan.
5. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* biaya terendah.
6. Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya float yang mungkin dapat dipakai untuk mengulur waktu kegiatan yang bersangkutan untuk memperkecil biaya.

7. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *cost slope* terendah.
8. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat (TPD).
9. Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungan titik normal (biaya dan waktu normal), titik yang terbentuk tiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik TPD (titik proyek dipersingkat).
10. Hitung biaya langsung dan biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada grafik di atas.
11. Jumlahkan biaya biaya tak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
12. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah (Soeharto, 1995).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat atau Objek Penelitian

Studi kasus pada penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung yang berlokasi di Kecamatan Karangpucung, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. Bentuk fisik UPT Puskesmas Karangpucung dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Puskesmas Karangpucung

(Sumber: data perusahaan)

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data primer dan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel Waktu

Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :

- a. Laporan harian, mingguan. meliputi :
 - 1). Durasi pelaksanaan tiap item pekerjaan.
 - 2). Durasi total pelaksanaan pekerjaan proyek.
- b. Laporan bulanan, meliputi:
 - 1). Data cumulative progress (kurva-S)

2. Variabel biaya

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biaya diperoleh dari konsultan CV. Putra Waluya Karya. Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

- a. Biaya proyek, yang didalam penelitian ini sama dengan biaya aktual proyek meliputi :
 - 1) Harga material
 - 2) Harga upah pekerja
 - 3) Jumlah biaya normal
- b. Laporan harian, mingguan terkait variabel biaya untuk analisa teknis kebutuhan material dan kebutuhan pekerja pada setiap item pekerjaan. Kemudian untuk mengetahui harga upah pekerja dan harga material diperoleh dari RAB perencanaan Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung.

3.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian

Penelitian akan bisa dilaksanakan dengan baik jika telah dilakukan rencana tahapan pelaksanaan dan prosedur analisis yang benar. Dalam penelitian ini dilakukan tahapan pelaksanaan dan prosedur sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah

Permasalahan yang terjadi pada objek penelitian ini adalah mengalami keterlambatan progress sebesar 28,32% pada minggu ke 9 sampai minggu ke 15 dan minggu ke 18 sehingga menyebabkan waktu penyelesaian proyek bertambah yaitu selama 158 hari. Hal ini disebabkan oleh pengaruh cuaca, keterlambatan suplai material dan belum adanya sistem lembur yang diterapkan pada pelaksanaan pekerjaan.

2. Studi pustaka dan pengumpulan data

Pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku literatur, jurnal-jurnal, internet, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Data yang didapat dari konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya untuk penyusunan tugas akhir ini antara lain :

- a. Schedule proyek, berisi tahapan pelaksanaan pekerjaan dan durasi tiap item pekerjaan diperlukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek. Waktu yang dipakai dalam penelitian ini adalah waktu aktual yang terdapat di laporan konsultan.
- b. Biaya proyek, untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dibutuhkan anggaran biaya proyek. Pemampatan durasi menyebabkan bertambahnya biaya langsung sedangkan biaya tak langsung menjadi berkurang. Biaya langsung dapat dilihat pada rencana anggaran biaya, sedangkan biaya tak langsung didapatkan dari interview dengan kontraktor.
- c. Gambar proyek, diperlukan guna pelengkap informasi proyek yang sedang dilaksanakan.
- d. Dan data analisis harga satuan proyek.

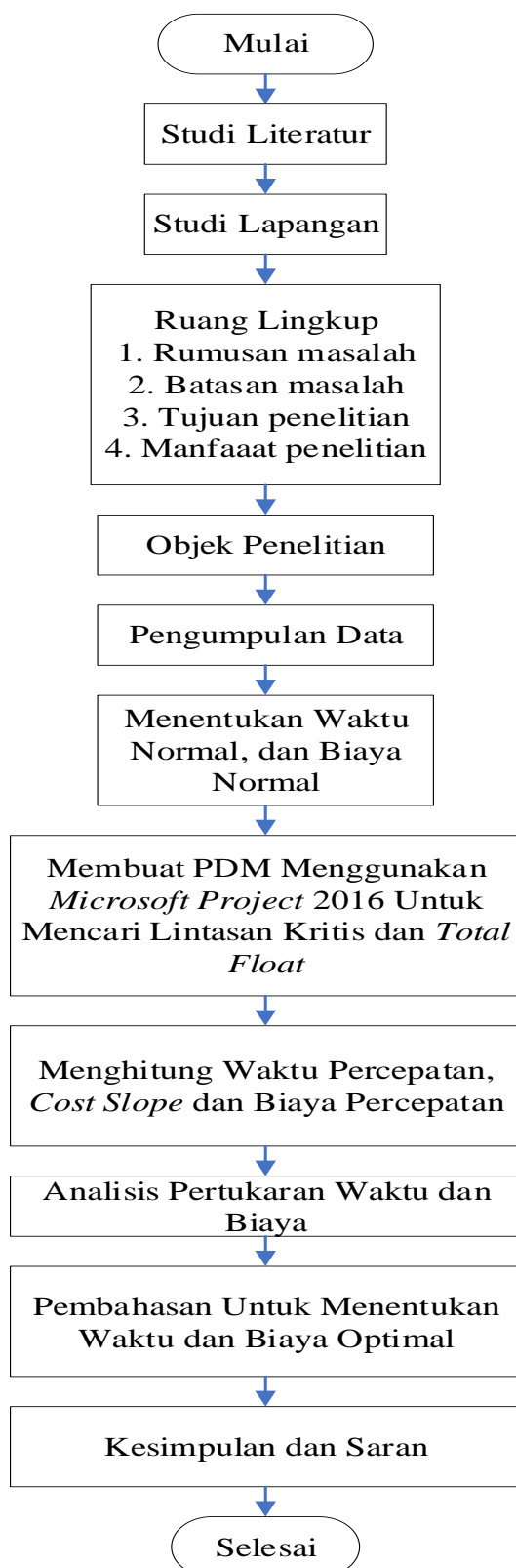
3. Analisis dan perhitungan *cost slope*.

Pada dasarnya perlu dicari kegiatan kritis yang akan dipercepat yang memiliki peningkatan biaya per satuan waktu yang terkecil.

4. Analisis dan perhitungan *time cost trade off*.

Setelah melakukan analisa *time cost trade off* dihasilkan grafik total biaya. Total biaya proyek merupakan penjumlahan dari biaya langsung dengan biaya tak langsung yang dikeluarkan setelah proses percepatan, biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tak langsung semakin berkurang karena durasi yang lebih cepat dari sebelumnya. Hasil analisa di bandingkan dengan jadwal dan biaya proyek sebelum dipercepat. Tahapan dan prosedur penelitian akan lebih jelas seperti disajikan dalam bagan alir gambar berikut ini :

3.4 Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian

Keterangan :

1. Tahap penelitian dimulai.
2. Pada tahap ini dilakukan studi deduktif dan studi induktif. Studi deduktif untuk mengetahui karakteristik yang ada pada objek secara umum. Sedangkan studi induktif dilakukan untuk mengetahui perbedaan penelitian kita dengan penelitian orang lain. Pada saat melakukan studi deduktif dibarengi dengan studi Induktif sebagai bahan pemecahan masalah yang ada pada objek.
3. Setelah didapatkan teori-teori tentang penelitian, selanjutnya melakukan studi lapangan untuk mencari dan mengetahui kondisi permasalahan yang ada.
4. Tahap keempat berisi ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan. Ruang lingkup ini terdiri dari rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian. Hal ini merupakan gambaran secara umum alasan dan tujuan dilakukannya penelitian.
5. Menentukan objek penelitian berdasarkan hasil studi lapangan serta sesuai dengan apa yang telah dipelajari pada studi literatur.
6. Pengumpulan data. Data-data yang diperlukan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer ialah data yang dapat diperoleh secara langsung dari objek, sedangkan data sekunder perlu pengolahan lagi oleh peneliti namun tetap berdasarkan data dari objek. Data yang di perlukan ialah :

Data Primer:

- Biaya tidak langsung dan permasalahan yang dihadapi didalam proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung yang didapatkan dari hasil wawancara dengan konsultan proyek.

Data Sekunder:

- Schedule proyek, diperlukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek untuk mengetahui jadwal masing-masing aktivitas pekerjaan di lapangan dan waktu penyelesaiannya juga dapat dipakai sebagai acuan durasi normal proyek.
- Biaya, untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dibutuhkan anggaran biaya proyek. Pemampatan durasi menyebabkan bertambahnya biaya langsung sedangkan biaya tak langsung menjadi berkurang. Biaya langsung dapat dilihat

pada rencana anggaran biaya, sedangkan biaya tak langsung didapatkan dari interview dengan kontraktor.

- Gambar proyek, diperlukan guna pelengkap informasi proyek yang sedang dilaksanakan,
- Dan data analisis harga satuan proyek

7. Menentukan waktu dan biaya normal, yaitu :

- Daftar kegiatan proyek

Pada tahap daftar kegiatan proyek adalah langkah awal yang diperlukan untuk kita mengetahui waktu normal, biaya normal, urutan pekerjaan, hubungan ketergantungan antar pekerjaan, dan progress dari pelaksanaan proyek. Bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan proses yang akan diperbaiki sehingga proses percepatan bisa dilakukan.

8. Penyusunan Jaringan Kerja PDM Menggunakan *Microsoft Project 2016*

Pada tahap ini proses penyusunan jaringan kerja menggunakan metode *Precedence Diagram Method (PDM)* menggunakan data yang ada pada daftar kegiatan proyek yang meliputi urutan pekerjaan, durasi dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan.. Kemudian digunakan pendekatan AON (*Activity On Node*) untuk menggambarkan jaringan kerjanya. Setelah itu dilakukan perhitungan maju dan mundur dan didapatkan total float dan jalur kritisnya. Total float yaitu waktu kelonggongan untuk tiap item pekerjaan, sedangkan jalur kritis adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Apabila total floatnya 0 maka item pekerjaan tersebut termasuk kegiatan kritis. Dengan diketahui kegiatan mana yang masuk dalam jalur kritis maka kegiatan tersebut harus diprioritaskan dan mendapat perhatian khusus.

9. Mempercepat Waktu Pelaksanaan Proyek (*Crashing*).

Pada tahap ini proses percepatan mulai dilakukan yaitu pada kegiatan yang berada didalam jalur kritis. Pada tahap ini kita menghitung *crast duration* dan *crast cost* pada tiap alternatif kegiatan percepatan. Pemilihan *crost cost* dan *crash duration* dilakukan pada kegiatan yang termasuk didalam jalur kritis dan mempunyai *cost slope* terendah. Kemudian dicari *total cost* dari penambahan biaya langsung dan biaya tidak langsung, kemudian dicari waktu dan biaya yang paling optimal dari percepatan

10. *Analisis Time Cost Trade Off (TCTO).*

Pada tahap ini kita akan menganalisis perhitungan yang sudah dilakukan. Kemudian mencari waktu dan biaya yang paling optimal dari alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur) optimum.

11. Melakukan analisis terhadap hasil perhitungan pada pengolahan data. Baik dalam melakukan pengumpulan data, pengolahan data, maupun analisis.
12. Penarikan kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan serta pemberian saran untuk objek maupun instansi terkait.
13. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab 4 ini akan menguraikan tentang data-data proyek pada Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung. Yang terdiri dari data umum proyek, tahapan pelaksanaan pekerjaan, durasi dan biaya aktual pekerjaan, percepatan pelaksanaan pekerjaan, serta analisisnya yang ditinjau dalam penelitian yang berjudul “*Time Cost Trade Off Analysis Untuk Pengoptimalan Waktu dan Biaya Proyek*” studi kasus pada Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung.

4.1 Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung

4.1.1 Data Umum Proyek

Proyek yang dijadikan studi kasus dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung. Gedung puskesmas ini terdiri dari 2 lantai dengan bangunan pagar, landscape, dan taman sebagai pelengkap. Luas bangunan 17 m x 28 m yaitu 476 m². Biayanya berasal dari APBD Kabupaten Cilacap tahun 2017 dengan total nilai pagu sebesar Rp 3.485.550.000. Proyek pembangunan puskesmas ini berlangsung selama 158 hari yang dimulai tanggal 12 Juli 2017 dan selesai pada 16 Desember 2017.

Data umum Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung, sebagai berikut :

Nama Proyek	: Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung
-------------	---

Kegiatan	: Pembangunan dan Rehabilitasi UPT Puskesmas dan Jaringannya
Lokasi	: Kecamatan Karangpucung
Pemilik Proyek	: Pemerintah Kabupaten Cilacap
Kontraktor Pelaksana	: PT. Cahaya Purnama Karya
Konsultan Pengawas	: CV. Putra Waluya Karya
Jangka Waktu Pelaksanaan	: 158 (Seratus Lima Puluh Delapan) hari kalender
Tahun Anggaran	: 2017

4.1.2 Tahapan Pekerjaan dan Durasi Normal

Tahapan pekerjaan dan durasi normal yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung didapatkan dari identifikasi jadwal pelaksanaan proyek didalam laporan harian konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya. Tahapan pekerjaan dan durasi normal yang dipakai untuk penelitian ini sama dengan durasi aktual yang terjadi dilapangan didalam proses pelaksanaannya. Adapun rinciannya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tahapan pekerjaan dan durasi normal untuk tiap item pekerjaan

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
I PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	1	Pengukuran Ulang dan Bowplank	5
II PEKERJAAN GALIAN TANAH DAN PONDASI			
2	1 – 2	Galian pondasi foot plat	12
3	2	Galian pondasi batu kali	7
4	2	Urugan sirtu dipadatkan Tb.100 cm	7
5	2	Urugan Pasir dibawah foot plat tb.10 cm	7
6	15	Urugan Pasir dibawah lantai tb.10 cm	7
7	3	Urugan tanah peninggian lantai (sisal galian)	7
8	3	Urugan tanah peninggian halaman (sisal galian)	7
9	4 – 5	Urugan tanah peninggian halaman (mendatangkan)	14
10	7	Urugan kembali	7

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
11	17	Galian pondasi dan pemasangan pondasi rollagh batu bata Tb. 1 Bata 1PC:6PP	7
12	4 – 6	Pasangan pondasi batu kali 1:6	21
13	4 - 6	Urugan pasir dibawah pondasi tb. 10 cm dan Pasangan pondasi batu kosong	21
14	2	Pasang trucuk bambu tali Ø 10 cm, panjang 4m	7
III		PEKERJAAN BETON LANTAI 1	
15	3	Beton lantai kerja foot plat tb. 5 cm	7
16	3	Beton Foot Plat F1,F2 & F3	7
17	2	Tulangan Foot Plat F1.F2 & F3	7
18	3	Bekisting Foot Plat F1,F2 & F3	7
19	4	Beton Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan beton kaki foot plat F3 kolom L 15/30	7
20	2	Tulangan Kaki Foot Plat F1.F2 & F3 kolom 40/40 dan tulangan kaki foot plat F3 kolom L 15/30	7
21	4	Bekisting Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan bekisting kaki foot plat F3 kolom L15/30	7
22	5	Beton sloof 20/30 dan beton sloof 15/20 (K 225)	7
23	3 – 4	Tulangan Sloof 20/30 dan Tulangan sloof 15/20	14
24	5	Bekisting Sloof 20/30 dan Bekisting Sloof 15/20	7
25	7 – 8	Beton Kolom K.1 40/40 (K225)	14
26	5 – 7	Tulangan Kolom K.1 40/40	21
27	6 – 8	Bekisting Kolom K 1.40/40	21
28	8	Beton Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan beton kolom K.3 15/30 (K 175)	7
29	5 – 7	Tulangan Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan tulangan kolom K.3 15/30	21
30	7 – 8	Bekisting Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan bekisting kolom K.3 15/30	14
31	14 – 16	Beton Kolom praktis 15/15 dan beton balok latai kusen (K 175)	21
32	6 – 7	Tulangan Kolom Praktis 15/15	14
33	14 – 16	Bekisting Kolom praktis 15/15	21
34	9 – 12	Tulangan Balok Latai Kusen 15/30	28
35	9 – 12	Bekisting Balok Latai Kusen 15/30	28
36	12	Beton Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7
37	8	Tulangan Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7
38	8	Bekisting Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7
39	12	Beton Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25 (K225)	7

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
40	8	Tulangan Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	7
41	8	Bekisting Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	7
42	12	Beton Balok Listplank 7/50 dan Plat lantai II Tb. 12 cm (K 225)	7
43	11	Tulangan Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	7
44	11	Bekisting Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	7
45	16	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175) dan beton tangga	7
46	16	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tulangan tangga	7
47	16	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tangga	7
48	17	Beton Meja Pendaftaran dan meja pantry (K175)	7
49	17	Tulangan Meja Pendaftaran dan meja pantry	7
50	17	Bekisting Meja Pendaftaran dan meja pantry	7
IV PEKERJAAN BETON LANTAI 2			
51	13	Beton Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	7
52	10 – 11	Tulangan Kolom K.1 40/40, kolom K.4 30/30 dan kolom praktis 15/15	14
53	13	Bekisting Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	7
54	13 – 15	Beton Kolom Praktis 15/15 (K 175)	21
55	13 – 15	Bekisting Kolom Praktis 15/15	21
56	14 – 15	Beton Balok Lantai Kusen 11/11 (K 175)	14
57	10 – 11	Tulangan Balok Lantai Kusen 11/11	14
58	14 – 15	Bekisting Balok Lantai Kusen 11/11	14
59	16	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175)	7
60	16	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm	7
61	16	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm	7
62	15 – 16	Beton Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	14
63	10 – 11	Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25	14
64	15 – 16	Bekisting Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	14
65	16	Beton Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb. 12 cm (K 225)	7
66	16	Tulangan Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb. 12 cm	7
67	16	Bekisting Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb.12 cm	7
68	14 – 16	Tulangan Ring Balk 15/20	21
V PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN, DAN KUSEN (LANTAI 1)			

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
69	14 – 16	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	21
70	16 – 17	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	14
71	16 – 17	Plesteran kolom dan pat kusen 1 PC: 5 PP lantai 1 &2	14
72	17 – 19	Pemasangan Acian	21
73	21 – 22	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	14
74	23	Pasang Daun Pintu Kaca Temperet Tb. 12 mm Uk. 1.60 x 2.10 m '+ Assesoris Lengkap Terpasang	5
75	23	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk. 80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	5
76	23	Pasang Kaca Temperet 10 cm, spandril sek. Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	5
VI		PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN DAN KUSEN (LANTAI 2)	
77	12 – 15	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	28
78	16 – 17	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	14
79	18 – 20	Pemasangan Acian	21
80	21 – 22	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	14
81	23	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk. 80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	5
82	23	Pasang spandril sek. Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	5
VII		PEKERJAAN ATAP (LANTAI 1)	
83	17 – 18	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	14
84	19 – 21	Pas. Plafond Gypsumboard tebal 9 mm	21
85	20 – 21	Compoun Plafond, plafond expose dan list gypsum uk 10-15 cm	14
VIII		PEKERJAAN ATAP (LANTAI 2)	
86	16 – 18	Rangka Atap Baja Ringan	21
87	18 – 20	Pasang Atap Genteng dan Nok Genteng Metal berpasir sek. Multiroof	21
88	21	Listplank Kalsiplank 30 cm	7
89	19	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	7
90	20 – 21	Pasang plafond gypsumboard tebal 9mm, compund plafond dan list profil gypsum uk. 10-15 cm	14
IX		PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 1)	
91	15	Beton Lantai Kerja Keramik tb 5 cm	7
92	19 – 20	Keramik Lantai 40/40 Sek. Roman	14
93	20	Keramik Tangga 40/40 Sek. Roman	7
94	21	Keramik lantai km/wc 20/20 dan keramik dinding km/wc 20/25 sek. Roman	7

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
95	19 – 21	Keramik Dinding Ruangan 20/25 Sek. Roman tinggi 1,75 m	21
96	21	List artistik dinding km/wc uk. 10x20 cm dan hospital plint	7
X		PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 2)	
97	21 – 22	Keramik lantai 40/40, keramik lantai km/wc 20/20, keramik dinding km/wc Uk. 10x20 cm dan keramik plint lantai uk. 10x40 sek. Roman	14
98	22	List Artistik Dinding km/wc uk. 10x20 cm	7
XI		PEKERJAAN CAT (LANTAI 1)	
99	20 – 21	Cat Dinding Sek. Catylac	14
100	19 – 21	Cat Kolom, Pat Kusen dan Plafond sek catylac	14
XII		PEKERJAAN CAT (LANTAI 2)	
101	20 – 22	Cat Dinding Sek. Catylac	21
102	21 – 22	Cat Kolom, Pat Kusen, Plafond dan Lisplank Kayu sek. Catylac	14
XIII		PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 1)	
103	16 – 19	Mcb panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	28
104	20	Instalasi Stop Kontak AC Lengkap lantai 1 dan 2	7
105	22	Pemasangan sambungan listrik baru daya PLN 7700 watt, Lampu Save Energy 20 Watt lantai 1 dan 2	7
106	20 – 21	Instalasi Titik Telephone	14
XIV		PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 2)	
107	15 – 18	MCB panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	35
108	20 – 21	Instalasi Titik Telephone dan instalasi pengkal petir 4 split 2 ground lengkap terpasang	14
XV		PEKERJAAN SANITASI	
109	18 – 20	Instalasi Air Bersih Pipa PVC ø 1" dan instalasi air hujan PVC ø 3" Type AW	21
110	18 – 20	Instalasi air kotor PVC ø 3" dan Instalasi Air Kotor Ke Septictank PVC ø 6" Type AW	21
111	20 – 21	Pasang Pompa Air Jet Pump + Instalasi, water torn kapasitas 1000L dan saluran terbuka U Dia. 25 cm	14
112	22	Pasang wastafel komplet, kloset duduk monoblok sek. Toto, pasang kloset jongkok, floor drain, dan pasang kran air 3/4" biasa	7
113	22	Pipa Outlet dan inlet (Pipa PVC Dia. 1" Type AW)	7
114	22	Automatic valve dan pembuatan sumur bor	7
115	23	Pasang kran dapur, kitchen zink dan stop kran	2
116	11 – 13	Pembuatan Septictank 1.5 x 2 x 2 m + Peresapan	21

No.	Tahapan Pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)
XIV PEKERJAAN LANDSCAPE DAN PAGAR			
117	19 – 20	Pas. Ornamen Dinding dan Kolom Depan (Keramik Homogeneous Tile uk. (60 x 60) cm sek. Roman Warna Tua)	14
118	17	Profil plesteran dinding depan lebar 10 cm, pasang dinding 1/2 bata 1 PC:6PP, Plesteran 1 PC:6PP dinding, pemasangan acian (kisi-kisi)	7
119	20 – 22	Cat Dinding kisi-kisi Sek. Catylac	14
120	22	Pasang Paving Blok Sek. JKB T. 6 cm K. 300	7
121	22	Pasang Handrill tangga pipa stainless 2", Besi Stainless 1,5" pegangan rambat km/wc lengkap, dan Waterproofing plat dak sek. Lemkra	7
122	20	Pasang Profil Umpak Kolom Teras dan Kisi-kisi Teras masuk besi hollow 4x4 cm (finishing cat duko)	7
123	11- 14	A. Pekerjaan Bak Pengolahan Air Limbah, Bak Ekualisasi, Filter, Bak kontrol dan Klorinasi	28
124	13	B. Pekerjaan Bak Resapan	7
125	21	C. Pekerjaan Sanitasi	7
126	21	A. Pasangan Kansteen Taman tinggi 50 cm Pasangan Batu Bata tb. 1/2 Bata 1 : 6 dan plesteran kansteen taman 1:6	7
127	23	B. Cat kansteen sek. Catylac, Pembuatan Taman (Tanah Rambon, Rumput Gajah Mini, Tanaman Bunga), dan pohon peneduh tinggi 3m	3
128	10 – 14	Pembuatan Pagar Keliling Tinggi 2,5 m	35
129	10 – 13	Pembuatan Pagar Depan Bangunan	30
130	15 – 16	Plat Jalan Masuk	14
131	23	Pembersihan (Pembuangan Tanah dan Puing-Puing)	4
Durasi total			158

(sumber: data perusahaan)

Data tentang tahapan pelaksanaan dan durasi untuk tiap item pekerjaan didapatkan dari laporan harian konsultan. Untuk beberapa item pekerjaan yang termasuk didalam jenis pekerjaan yang sama berada pada minggu yang sama akan digabungkan untuk proses pelaksanaannya tanpa mengurangi jumlah material dan sumber daya yang digunakan. Hal ini dilakukan hanya untuk menyederhanakan tahapan pekerjaan. Seperti contoh Beton Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan beton kaki foot plat F3 kolom L 15/30 yang dikerjakan pada minggu ke 4. Dari data tentang tahapan pekerjaan dan

durasi normal pekerjaan pada Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung ini akan diolah menjadi jaringan kerja yang menunjukkan hubungan antara kegiatan kegiatan yang bersangkutan. Kemudian diolah menjadi *network diagram* dengan bantuan *software Microsoft Office Project 2016* untuk mendapatkan jalur kritis (jalur yang mempunyai rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama) yang nantinya akan diprioritaskan untuk dilakukan percepatan.

Kemudian setelah tahapan pekerjaan dan durasi tiap item pekerjaan selesai, untuk mengetahui data komulatif progres untuk pekerjaan Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung dapat kita lihat di laporan bulanan konsultan mengenai komulatif progres (kurva-s). Berikut data komulatif progres untuk Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung yang telah dirinci pada tabel 4.2 :

Tabel 4. 2 Data komulatif progres

No.	RENCANA PER MINGGU (bobot %)	RENCANA KOMULATIF (bobot %)	REALISASI PER MINGGU (bobot %)	REALISASI KOMULATIF (bobot %)	DEVIASI (bobot %)
1	0,092	0,092	0,470	0,470	0,379
2	0,550	0,642	7,063	7,533	6,891
3	3,086	3,728	2,452	9,985	6,257
4	3,397	7,125	2,165	12,150	5,025
5	3,369	10,494	3,209	15,359	4,865
6	2,160	12,654	1,409	16,769	4,115
7	2,348	15,001	2,107	18,876	3,874
8	4,976	19,978	4,959	23,834	3,856
9	8,333	28,311	0,410	24,245	-4,067
10	7,359	35,671	2,047	26,291	-9,379
11	3,843	39,514	9,342	35,634	-3,880
12	3,090	42,604	3,697	39,330	-3,274
13	3,231	45,835	4,445	43,775	-2,059
14	3,284	49,119	2,409	46,184	-2,935
15	2,538	51,656	3,275	49,459	-2,197
16	3,818	55,475	6,986	56,445	0,970
17	5,924	61,399	5,802	62,247	0,848
18	4,883	66,282	3,497	65,744	-0,538
19	4,379	70,660	5,684	71,428	0,768
20	3,735	74,395	6,819	78,247	3,852
21	5,499	79,894	8,687	86,935	7,040
22	5,158	85,053	7,181	94,116	9,063
23	5,900	90,953	5,884	100,000	9,047

(sumber : data perusahaan)

Dari data diatas kita dapat mengetahui progres rencana per minggu, rencana komulatif, realisasi per minggu, realisasi komulatif, dan deviasi per minggu. Untuk progres rencana per minggu dan rencana komulatif didapatkan dari perencanaan awal sebelum proyek itu dimulai. Kemudian untuk realisasi per minggu dan realisasi komulatif didapatkan berdasarkan data aktual yang terjadi dilapangan selama proyek tersebut berlangsung. Deviasi per minggu adalah rencan komulatif dikurangi realisasi komulatif, yang berarti deviasi itu sendiri merupakan selisih antara rencana komulatif dengan realisasi komulatif yang secara aktual terjadi dilapangan. Dengan deviasi berarti kita dapat mengetahui progres tiap minggu untuk pekerjaan Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung. Berdasarkan data dapat kita ketahui terjadi keterlambatan progres dari mulai minggu ke 9 sampai ke 15 dan minggu ke 18, jika diakumulasikan menjadi sebesar 28,32%.

4.1.3 Biaya Proyek

Biaya proyek yang digunakan dalam proses Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung adalah biaya aktual yang didapatkan dari konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya. Untuk mengetahui biaya proyek per item pekerjaan ataupun secara keseluruhan adalah dengan analisa teknis yang terdapat dilaporan harian konsultan tentang kebutuhan jumlah pekerja dan material tiap item pekerjaan. Kemudian untuk harga upah dan harga material didapatkan dari RAB perencanaan awal proyek. Berikut ini rekapitulasi biaya Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung, dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Rekapitulasi RAB Proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung

No.	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Pengukuran Ulang dan Bowplank	Rp	1.488.000
II	PEKERJAAN GALIAN TANAH DAN PONDASI		
2	Galian pondasi foot plat	Rp	11.760.000
3	Galian pondasi batu kali	Rp	10.360.000
4	Urugan sirtu dipadatkan Tb.100 cm	Rp	23.460.000

No.	ITEM PEKERJAAN		JUMLAH BIAYA
5	Urugan Pasir dibawah foot plat tb.10 cm	Rp	1.452.500
6	Urugan Pasir dibawah lantai tb.10 cm	Rp	10.864.000
7	Urugan tanah peninggian lantai (sisa galian)	Rp	6.405.000
8	Urugan tanah peninggian halaman (sisa galian)	Rp	10.010.000
9	Urugan tanah peninggian halaman (mendatangkan)	Rp	10.259.200
10	Urugan kembali	Rp	8.610.000
11	Galian Pondasi dan Pasangan pondasi Rollagh batu bata Tb. 1 Bata 1PC:6PP	Rp	2.257.780
12	Pasangan pondasi batu kali 1:6	Rp	59.721.900
13	Urugan pasir dibawah pondasi tb. 10 cm dan Pasangan pondasi batu kosong	Rp	16.999.500
14	Pasang trucuk bambu tali Ø 10 cm, panjang 4m	Rp	8.961.560
III	PEKERJAAN BETON LANTAI 1		
15	Beton lantai kerja foot plat tb. 5 cm	Rp	7.539.802
16	Beton Foot Plat F1,F2 & F3	Rp	34.229.382
17	Tulangan Foot Plat F1,F2 & F3	Rp	119.140.000
18	Bekisting Foot Plat F1,F2 & F3	Rp	9.795.450
19	Beton Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan beton kaki foot plat F3 kolom L 15/30	Rp	9.595.995
20	Tulangan Kaki Foot Plat F1.F2 & F3 kolom 40/40 dan tulangan kaki foot plat F3 kolom L 15/30	Rp	18.520.250
21	Bekisting Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan bekisting kaki foot plat F3 kolom L15/30	Rp	9.842.420
22	Beton sloof 20/30 dan beton sloof 15/20 (K 225)	Rp	14.281.943
23	Tulangan Sloof 20/30 dan Tulangan sloof 15/20	Rp	18.035.500
24	Bekisting Sloof 20/30 dan Bekisting Sloof 15/20	Rp	12.588.240
25	Beton Kolom K.1 40/40 (K225)	Rp	15.821.820
26	Tulangan Kolom K.1 40/40	Rp	34.128.600
27	Bekisting Kolom K 1.40/40	Rp	22.856.960
28	Beton Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan beton kolom K.3 15/30 (K 175)	Rp	1.538.070
29	Tulangan Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan tulangan kolom K.3 15/30	Rp	3.219.825
30	Bekisting Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan bekisting kolom K.3 15/30	Rp	1.618.050
31	Beton Kolom praktis 15/15 dan beton balok latai kusen (K 175)	Rp	5.410.353
32	Tulangan Kolom Praktis 15/15	Rp	9.627.275
33	Bekisting Kolom praktis 15/15	Rp	7.480.970
34	Tulangan Balok Latai Kusen 15/30	Rp	4.022.200
35	Bekisting Balok Latai Kusen 15/30	Rp	4.744.110
36	Beton Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	Rp	9.263.114
37	Tulangan Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	Rp	24.226.650
38	Bekisting Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	Rp	12.313.630
39	Beton Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35	Rp	8.916.810

No.	ITEM PEKERJAAN		JUMLAH BIAYA
	dan balok anak 15/25 (K225)		
40	Tulangan Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	Rp	31.803.625
41	Bekisting Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	Rp	17.542.070
42	Beton Balok Listplank 7/50 dan Plat lantai II Tb. 12 cm (K 225)	Rp	54.603.850
43	Tulangan Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	Rp	62.790.525
44	Bekisting Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	Rp	75.860.960
45	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175) dan beton tangga	Rp	3.735.315
46	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tulangan tangga	Rp	8.128.225
47	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tangga	Rp	4.766.860
48	Beton Meja Pendaftaran dan meja pantry (K175)	Rp	609.211
49	Tulangan Meja Pendaftaran dan meja pantry	Rp	576.800
50	Bekisting Meja Pendaftaran dan meja pantry	Rp	499.870
IV	PEKERJAAN BETON LANTAI 2		
51	Beton Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	Rp	13.378.549
52	Tulangan Kolom K.1 40/40, kolom K.4 30/30 dan kolom praktis 15/15	Rp	24.301.300
53	Bekisting Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	Rp	12.148.500
54	Beton Kolom Praktis 15/15 (K 175)	Rp	5.967.777
55	Bekisting Kolom Praktis 15/15	Rp	5.973.310
56	Beton Balok Lantai Kusen 11/11 (K 175)	Rp	1.723.511
57	Tulangan Balok Lantai Kusen 11/11	Rp	4.955.300
58	Bekisting Balok Lantai Kusen 11/11	Rp	2.944.760
59	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175)	Rp	1.833.650
60	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm	Rp	3.326.400
61	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm	Rp	2.196.600
62	Beton Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	Rp	8.363.032
63	Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25	Rp	6.198.625
64	Bekisting Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	Rp	9.853.620
65	Beton Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb. 12 cm (K 225)	Rp	4.257.153
66	Tulangan Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb. 12 cm	Rp	6.439.300
67	Bekisting Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb.12 cm	Rp	7.201.250
68	Tulangan Ring Balk 15/20	Rp	13.304.550
V	PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN, DAN KUSEN (LANTAI 1)		
69	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	Rp	57.459.297
70	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	Rp	33.653.130

No.	ITEM PEKERJAAN		JUMLAH BIAYA
71	Plesteran kolom dan pat kusen 1 PC: 5 PP lantai 1 &2	Rp	8.125.789
72	Pemasangan Acian	Rp	29.360.282
73	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	Rp	25.990.300
74	Pasang Daun Pintu Kaca Temperet Tb. 12 mm Uk. 1.60 x 2.10 m '+ Assesoris Lengkap Terpasang	Rp	2.344.016
75	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk. 80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	Rp	38.335.128
76	Pasang Kaca Temperet 10 cm, spandril sek. Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	Rp	16.847.463
VI	PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN DAN KUSEN (LANTAI 2)		
77	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	Rp	59.098.914
78	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	Rp	49.778.533
79	Pemasangan Acian	Rp	18.825.722
80	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	Rp	36.874.600
81	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk. 80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	Rp	44.600.856
82	Pasang spandril sek. Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	Rp	20.846.367
VII	PEKERJAAN ATAP (LANTAI 1)		
83	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	Rp	33.450.200
84	Pas. Plafond Gypsumboard tebal 9 mm	Rp	28.050.470
85	Compoun Plafond, plafond expose dan list gypsum uk 10-15 cm	Rp	9.962.400
VIII	PEKERJAAN ATAP (LANTAI 2)		
86	Rangka Atap Baja Ringan	Rp	85.989.750
87	Pasang Atap Genteng dan Nok Genteng Metal berpasir sek. Multiroof	Rp	74.699.920
88	Listplank Kalsiplank 30 cm	Rp	8.953.000
89	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	Rp	36.214.500
90	Pasang plafond gypsumboard tebal 9mm, compund plafond dan list profil gypsum uk. 10-15 cm	Rp	26.023.720
IX	PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 1)		
91	Beton Lantai Kerja Keramik tb 5 cm	Rp	16.722.279
92	Keramik Lantai 40/40 Sek. Roman	Rp	80.964.776
93	Keramik Tangga 40/40 Sek. Roman	Rp	4.107.866
94	Keramik lantai km/wc 20/20 dan keramik dinding km/wc 20/25 sek. Roman	Rp	5.126.023
95	Keramik Dinding Ruangan 20/25 Sek. Roman tinggi 1,75 m	Rp	71.541.274
96	List artistik dinding km/wc uk. 10x20 cm dan hospital plint	Rp	16.818.004
X	PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 2)		

No.	ITEM PEKERJAAN		JUMLAH BIAYA
97	Keramik lantai 40/40, keramik lantai km/wc 20/20, keramik dinding km/wc Uk. 10x20 cm dan keramik plint lantai uk. 10x40 sek. Roman	Rp	82.482.902
98	List Artistik Dinding km/wc uk. 10x20 cm	Rp	5.426.561
XI	PEKERJAAN CAT (LANTAI 1)		
99	Cat Dinding Sek. Catylac	Rp	33.142.070
100	Cat Kolom, Pat Kusen dan Plafond sek catylac	Rp	24.037.260
XII	PEKERJAAN CAT (LANTAI 2)		
101	Cat Dinding Sek. Catylac	Rp	26.892.280
102	Cat Kolom, Pat Kusen, Plafond dan Lisplank Kayu sek.Catylac	Rp	24.052.720
XIII	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 1)		
103	Mcb panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	Rp	9.971.030
104	Instalasi Stop Kontak AC Lengkap lantai 1 dan 2	Rp	2.436.070
105	Pemasangan sambungan listrik baru daya PLN 7700 watt, Lampu Save Energy 20 Watt lantai 1 dan 2	Rp	23.820.000
106	Instalasi Titik Telephone	Rp	2.213.650
XIV	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 2)		
107	MCB panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	Rp	13.390.470
108	Instalasi Titik Telephone dan instalasi pengkal petir 4 split 2 ground lengkap terpasang	Rp	13.458.000
XV	PEKERJAAN SANITASI		
109	Instalasi Air Bersih Pipa PVC ø 1" dan instalasi air hujan PVC ø 3" Type AW	Rp	17.155.000
110	Instalasi air kotor PVC ø 3" dan Instalasi Air Kotor Ke Septictank PVC ø 6" Type AW	Rp	16.870.700
111	Pasang Pompa Air Jet Pump + Instalasi, water torn kapasitas 1000L dan saluran terbuka U Dia. 25 cm	Rp	9.054.680
112	Pasang wastafel komplit, kloset duduk monoblok sek. Toto, pasang kloset jongkok, floor drain, dan pasang kran air 3/4" biasa	Rp	8.205.500
113	Pipa Outlet dan inlet (Pipa PVC Dia. 1" Type AW)	Rp	940.000
114	Automatic valve dan pembuatan sumur bor	Rp	3.945.000
115	Pasang kran dapur, kitchen zink dan stop kran	Rp	887.603
116	Pembuatan Septictank 1.5 x 2 x 2 m + Peresapan	Rp	15.405.009
XIV	PEKERJAAN LANDSCAPE DAN PAGAR		
117	Pas. Ornamen Dinding dan Kolom Depan (Keramik Homogeneous Tile uk. (60 x 60) cm sek. Roman Warna Tua)	Rp	11.029.200
118	Profil plesteran dinding depan lebar 10 cm, pasang dinding 1/2 bata 1 PC:6PP, Plesteran 1 PC:6PP dinding, pemasangan acian (kisi-kisi)	Rp	12.435.554
119	Cat Dinding kisi-kisi Sek. Catylac	Rp	3.495.590
120	Pasang Paving Blok Sek. JKB T. 6 cm K. 300	Rp	92.487.500
121	Pasang Handrill tangga pipa stainless 2", Besi Stainless	Rp	9.438.884

No.	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA	
122	1,5" pegangan rambat km/wc lengkap, dan Waterproofing plat dak sek. Lemkra Pasang Profil Umpak Kolom Teras dan Kisi-kisi Teras masuk besi hollow 4x4 cm (finishing cat duko)	Rp	1.307.026
123	A. Pekerjaan Bak Pengolahan Air Limbah, Bak Ekualisasi, Filter, Bak kontrol dan Klorinasi	Rp	101.959.844
124	B. Pekerjaan Bak Resapan	Rp	14.077.799
125	C. Pekerjaan Sanitasi	Rp	1.196.440
126	A. Pasangan Kansteen Taman tinggi 50 cm Pasangan Batu Bata tb. 1/2 Bata 1 : 6 dan plesteran kansteen taman 1:6	Rp	4.464.901
127	B. Cat kansteen sek. Catylac, Pembuatan Taman (Tanah Rambon, Rumput Gajah Mini, Tanaman Bunga), dan pohon peneduh tinggi 3m	Rp	7.620.920
128	Pembuatan Pagar Keliling Tinggi 2,5 m	Rp	77.474.784
129	Pembuatan Pagar Depan Bangunan	Rp	57.215.134
130	Plat Jalan Masuk	Rp	8.922.240
131	Pembersihan (Pembuangan Tanah dan Puing-Puing)	Rp	1.260.000
	Jumlah (biaya langsung)	Rp	2.564.748.969
	(2% dari biaya langsung) Biaya tidak langsung	Rp	51.294.979
	Biaya tidak langsung	Rp	256.474.897
	(PPN10% dari jumlah RAB perencanaan)		
	Jumlah total	Rp	2.872.518.845

Terbilang: Dua Milyar Sembilan Ratus Tiga Puluh Delapan Juta Enam Ratus Enam Puluh Lima Ribu Empat Ratus Enam Puluh Delapan.

(Sumber: data perusahaan)

Seperti yang telah disebutkan diatas untuk jumlah biaya tiap item pekerjaan didapatkan dari laporan harian konsultan, yaitu dengan diketahuinya jumlah material dan sumber daya manusia yang digunakan selama pekerjaan tersebut berlangsung. Contohnya pekerjaan Pasang Trucuk Bambu Tali yang berdasarkan laporan harian dengan diketahuinya koefisien untuk kebutuhan material dolken bambu sebesar 1 dengan volume 458 m' pekerjaan selama 7 hari maka didapatkan kebutuhan dolken bambu untuk pekerjaan Pasang Trucuk Bambu Tali sebesar 3206 m' dan kebutuhan tali ijuk sebesar 40,51 kg dengan harga yang didapatkan dari RAB perencanaan untuk dolken bambu sejumlah Rp. 2.250/m' dan tali ijuk Rp. 6.000/kg maka dapat diketahui biaya untuk material dolken bambu sebesar Rp. 7.213.500 dan tali ijuk Rp. 243.060. Kemudian untuk sumberdaya manusia yang digunakan yaitu pekerja dan mandor dengan koefisien sebesar 0,0025 untuk mandor dan 0,0075 untuk pekerja. Untuk mendapatkan jumlah pekerja dan mandor yang digunakan pada pekerjaan Pasang Trucuk Bambu Tali caranya adalah

dengan mengalikan koefisien untuk pekerja dan mandor dengan volume pekerjaan yang ada, maka didapatkan jumlah pekerja sebanyak 3 dan mandor sebanyak 1. Dengan harga upah untuk pekerja dan mandor yang didapatkan dari RAB Perencanaan yaitu sebesar Rp.50.000 dan Rp. 65.000 selama 7 hari maka untuk biaya pekerja adalah sebesar Rp. 1.050.000 dan mandor sebesar Rp. 455.000. Kemudian dari jumlah biaya untuk material dan sumber daya manusia yang digunakan dijumlahkan dan didapatkan hasil sebesar Rp 8.961.560,00 untuk pekerjaan Pasang Trucuk Bambu Tali. Dan begitu juga untuk item pekerjaan yang lain dalam penelitian ini bisa dilihat dalam lampiran untuk analisis satuan pekerjaan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung.

4.2 Menyusun *Network Diagram*

Setelah diketahui hubungan ketergantungan antar kegiatan dan durasi tiap kegiatan maka dapat disusun jaringan kerja dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Office Project 2016* untuk melakukan perhitungan maju dan mundur. Program ini dapat membantu mempercepat dalam proses pembuatan jaringan kerja, karena item pekerjaan yang terdapat pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung cukup banyak dan detail. Setelah durasi dan ketergantungan untuk masing-masing kegiatan dimasukkan, maka akan diperoleh jaringan kerja berupa diagram preseden yang lengkap berisikan waktu mulai paling cepat (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling lambat (LS), dan waktu selesai paling lambat (LF) dari satu kegiatan, untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, float, dan waktu penyelesaian proyek. Dengan melihat diagram preseden dan total float dari masing-masing kegiatan dapat diketahui jalur kritis dan kegiatan-kegiatan kritisnya seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Jalur kritis Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
I PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	1	Pengukuran Ulang dan Bowplank	5	0,78 days
II PEKERJAAN GALIAN TANAH DAN PONDASI				
2	1 – 2	Galian pondasi foot plat	12	0,78 days
3	2	Galian pondasi batu kali	7	0,78 days
4	2	Urugan sirtu dipadatkan Tb.100 cm	7	0,78 days
5	2	Urugan Pasir dibawah foot plat tb.10 cm	7	0,78 days

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
6	15	Urugan Pasir dibawah lantai tb.10 cm	7	1,57 days
7	3	Urugan tanah peninggian lantai (sisa galian)	7	1 day
8	3	Urugan tanah peninggian halaman (sisa galian)	7	1 day
9	4 – 5	Urugan tanah peninggian halaman (mendatangkan)	14	1 day
10	7	Urugan kembali	7	1 day
11	17	Galian pondasi dan pasangan pondasi Rollagh batu bata Tb. 1 Bata 1PC:6 PP	7	1,57 days
12	4 – 6	Pasangan pondasi batu kali 1:6	21	1 day
13	4 - 6	Urugan pasir dibawah pondasi tb. 10 cm dan Pasangan pondasi batu kosong	21	1 day
14	2	Pasang trucuk bambu tali Ø 10 cm, panjang 4m	7	0,78 days
III		PEKERJAAN BETON LANTAI 1		
15	3	Beton lantai kerja foot plat tb. 5 cm	7	0,78 days
16	3	Beton Foot Plat F1,F2 & F3	7	0,78 days
17	2	Tulangan Foot Plat F1.F2 & F3	7	0,78 days
18	3	Bekisting Foot Plat F1,F2 & F3	7	0,78 days
19	4	Beton Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan beton kaki foot plat F3 kolom	7	0,78 days
		L		
20	2	15/30 Tulangan Kaki Foot Plat F1.F2 & F3 kolom 40/40 dan tulangan kaki foot plat F3 kolom L 15/30	7	0,78 days
21	4	Bekisting Kaki Foot Plat F1,F2 & F3 kolom 40/40 dan bekisting kaki foot plat F3 kolom L15/30	7	0,78 days
22	5	Beton sloof 20/30 dan beton sloof 15/20 (K 225)	7	124,57 days
23	3 – 4	Tulangan Sloof 20/30 dan Tulangan sloof 15/20	14	0,06 days
24	5	Bekisting Sloof 20/30 dan Bekisting Sloof 15/20	7	0,57 days
25	7 – 8	Beton Kolom K.1 40/40 (K225)	14	1,57 days
26	5 – 7	Tulangan Kolom K.1 40/40	21	1,57 days
27	6 – 8	Bekisting Kolom K 1.40/40	21	0,57 days
28	8	Beton Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan beton kolom K.3 15/30 (K 175)	7	1 day
29	5 – 7	Tulangan Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan tulangan kolom K.3 15/30	21	1,57 days
30	7 – 8	Bekisting Kolom K.2 20/20 (Gate Way) dan bekisting kolom K.3 15/30	14	1,57 days
31	14-16	Beton Kolom praktis 15/15 dan beton Balok lantai kusen (K 175)	21	1,57 days

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
32	6 – 7	Tulangan Kolom Praktis 15/15	14	0,57 days
33	14-16	Bekisting Kolom praktis 15/15	21	1,57 days
34	9 -12	Tulangan Balok Latai Kusen 15/30	28	1 day
35	9 -12	Bekisting Balok Latai Kusen 15/30	28	0,57 days
36	12	Beton Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7	0,57 days
37	8	Tulangan Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7	0,57 days
38	8	Bekisting Balok Gantung BG 15/20 dan balok induk B.1 25/50	7	0,57 days
39	12	Beton Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25 (K225)	7	0,57 days
40	8	Tulangan Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	7	0,57 days
41	8	Bekisting Balok Induk B.2 20/40, balok induk B.3 20/35 dan balok anak 15/25	7	0,57 days
42	12	Beton Balok Listplank 7/50 dan Plat lantai II Tb. 12 cm (K 225)	7	0 days
43	11	Tulangan Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	7	3 days
44	11	Bekisting Balok Listplank 7/50 dan plat lantai II Tb. 12 cm	7	3 days
45	16	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175) dan beton tangga	7	1,57 days
46	16	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tulangan tangga	7	1,57 days
47	16	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm dan tangga	7	1,57 days
48	17	Beton Meja Pendaftaran dan meja pantry (K175)	7	1 day
49	17	Tulangan Meja Pendaftaran dan meja pantry	7	1 day
50	17	Bekisting Meja Pendaftaran dan meja pantry	7	1 day
IV		PEKERJAAN BETON LANTAI 2		
51	13	Beton Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	7	1,57 days
52	10-11	Tulangan Kolom K.1 40/40, kolom K.4 30/30 dan kolom praktis 15/15	14	0 days
53	13	Bekisting Kolom K.1 40/40 dan kolom K.4 30/30	7	1,57 days
54	13-15	Beton Kolom Praktis 15/15 (K 175)	21	1,57 days
55	13-15	Bekisting Kolom Praktis 15/15	21	1,57 days
56	14-15	Beton Balok Latai Kusen 11/11 (K 175)	14	1,57 days
57	10-11	Tulangan Balok Latai Kusen 11/11	14	0 days
58	14-15	Bekisting Balok Latai Kusen 11/11	14	3,57 days
59	16	Beton Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm (K 175)	7	3 days

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
60	16	Tulangan Pat Kusen 40 cm Tb. 10 cm	7	3 days
61	16	Bekisting Pat kusen 40 cm Tb. 10 cm	7	3 days
62	15-16	Beton Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	14	1,57 days
63	10-11	Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25	14	0 days
64	15-16	Bekisting Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30, balok anak 15/25 dan ring balk 15/20	14	1,57 days
65	16	Beton Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap Tower air Tb. 12 cm (K 225)	7	3 days
66	16	Tulangan Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb. 12 cm	7	3 days
67	16	Bekisting Plat Atap Tb. 10 cm dan plat atap tower air Tb.12 cm	7	3 days
68	14-16	Tulangan Ring Balk 15/20	21	3,57 days
V		PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN, DAN KUSEN (LANTAI 1)		
69	14-16	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	21	2 days
70	16-17	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	14	2 days
71	16-17	Plesteran kolom dan pat kusen 1 PC: 5 PP lantai 1 & 2	14	2 days
72	17-19	Pemasangan Acian	21	2 days
73	21-22	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	14	1 day
74	23	Pasang Daun Pintu Kaca Temperet Tb. 12 mm Uk. 1.60 x 2.10 m '+ Assesoris Lengkap Terpasang	5	1 day
75	23	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk.80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	5	1 day
76	23	Pasang Kaca Temperet 10 cm, spandril sek.Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	5	1 day
VI		PEKERJAAN DINDING, PLESTERAN DAN KUSEN (LANTAI 2)		
77	12-15	Pasang Dinding 1/2 bata 1 PC : 6 PP	28	2 days
78	16-17	Plesteran dinding 1 PC: 6 PP	14	1,57 days
79	18-20	Pemasangan Acian	21	1 day
80	21-22	Pasang Kusen Aluminium 4" Lengkap Sek. Alexindo Coklat	14	1 day
81	23	Pasang Daun Pintu Aluminium Lengkap Uk.80x210 cm, 70x 210 cm, 40x210 cm, daun jendela dan bouven kaca bening sek. Alexindo	5	1 day
82	23	Pasang spandril sek. Alexindo coklat dan kaca bening/ es 5mm	5	1 day
VII		PEKERJAAN ATAP (LANTAI 1)		

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
83	17-18	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	14	2 days
84	19-21	Pas. Plafond Gypsumboard tebal 9 mm	21	2 days
85	20-21	Compoun Plafond, plafond expose dan list gypsum uk 10-15 cm	14	2 days
VIII		PEKERJAAN ATAP (LANTAI 2)		
86	16-18	Rangka Atap Baja Ringan	21	2,57 days
87	18-20	Pasang Atap Genteng dan Nok Genteng Metal berpasir sek. Multiroof	21	2,57 days
88	21	Listplank Kalsiplank 30 cm	7	2,57 days
89	19	Rangka Plafond Besi Hollow 4/4 cm (Uk. 60 x 60 cm)	7	3,57 days
90	20-21	Pasang plafond gypsumboard tebal 9mm, compund plafond dan list profil gypsum uk. 10-15 cm	14	2 days
IX		PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 1)		
91	15	Beton Lantai Kerja Keramik tb 5 cm	7	2 days
92	19-20	Keramik Lantai 40/40 Sek. Roman	14	5,57 days
93	20	Keramik Tangga 40/40 Sek. Roman	7	2 days
94	21	Keramik lantai km/wc 20/20 dan keramik dinding km/wc 20/25 sek. Roman	7	3 days
95	19-21	Keramik Dinding Ruangan 20/25 Sek. Roman tinggi 1,75 m	21	3,57 days
96	21	List artistik dinding km/wc uk. 10x20 cm dan hospital plint	7	3 days
X		PEKERJAAN LANTAI (LANTAI 2)		
97	21-22	Keramik lantai 40/40, keramik lantai km/wc 20/20, keramik dinding km/wc Uk. 10x20 cm dan keramik plint lantai uk. 10x40 sek. Roman	14	3 days
98	22	List Artistik Dinding km/wc uk. 10x20 cm	7	3 days
XI		PEKERJAAN CAT (LANTAI 1)		
99	20-21	Cat Dinding Sek. Catylac	14	2 days
100	19-21	Cat Kolom, Pat Kusen dan Plafond sek catylac	14	3 days
XII		PEKERJAAN CAT (LANTAI 2)		
101	20-22	Cat Dinding Sek. Catylac	21	2 days
102	21-22	Cat Kolom, Pat Kusen, Plafond dan Lisplank Kayu sek. Catylac	14	0 days
XIII		PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 1)		
103	16-19	Mcb panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	28	2 days
104	20	Instalasi Stop Kontak AC Lengkap lantai 1 dan 2	7	2 days
105	22	Pemasangan sambungan listrik baru daya PLN 7700 watt, Lampu Save Energy 20 Watt lantai 1 dan 2	7	2 days

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
106	20-21	Instalasi Titik Telephone	14	2 days
XIV		PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL (LANTAI 2)		
107	15-18	MCB panel box, Instalasi titik lampu dan stop kontak lengkap	35	2 days
108	20-21	Instalasi Titik Telephone dan instalasi pengkal petir 4 split 2 ground lengkap terpasang	14	2 days
XV		PEKERJAAN SANITASI		
109	18-20	Instalasi Air Bersih Pipa PVC ϕ 1" dan instalasi air hujan PVC ϕ 3" Type AW	21	3,57 days
110	18-20	Instalasi air kotor PVC ϕ 3" dan Instalasi Air Kotor Ke Septictank PVC ϕ 6" Type AW	21	0 days
111	20-21	Pasang Pompa Air Jet Pump + Instalasi, water torn kapasitas 1000L dan saluran terbuka U Dia. 25 cm	14	2 days
112	22	Pasang wastafel komplit, kloset duduk monoblok sek. Toto, pasang kloset jongkok, floor drain, dan pasang kran air 3/4" biasa	7	2 days
113	22	Pipa Outlet dan inlet (Pipa PVC Dia. 1" Type AW)	7	2 days
114	22	Automatic valve dan pembuatan sumur bor	7	2 days
115	23	Pasang kran dapur, kitchen zink dan stop kran	2	0 days
116	11-13	Pembuatan Septictank 1.5 x 2 x 2 m + Peresapan	21	2 days
XIV		PEKERJAAN LANDSCAPE DAN PAGAR		
117	19-20	Pas. Ornamen Dinding dan Kolom Depan (Keramik Homogeneous Tile uk. (60 x 60 cm sek. Roman Warna Tua)	14	5,57 days
118	17	Profil plesteran dinding depan lebar 10 cm, pasang dinding 1/2 bata 1 PC:6PP, Plesteran 1 PC:6PP dinding, pemasangan acian (kisi-kisi)	7	0 days
119	20-22	Cat Dinding kisi-kisi Sek. Catylac	14	5,57 days
120	22	Pasang Paving Blok Sek. JKB T. 6 cm K. 300	7	2 days
121	22	Pasang Handrill tangga pipa stainless 2", Besi Stainles 1,5" pegangan rambat km/wc lengkap, dan Waterproofing plat dak sek. Lemkra	7	2 days
122	20	Pasang Profil Umpak Kolom Teras dan Kisi-kisi Teras masuk besi hollow 4x4 cm	7	5,57 days

No.	Tahapan pelaksanaan	ITEM PEKERJAAN	DURASI (hari)	TOTAL FLOAT
		(finishing cat duko)		
123	11-14	A. Pekerjaan Bak Pengolahan Air Limbah, Bak Ekualisasi, Filter, Bak kontrol dan Klorinasi	28	2 days
124	13	B. Pekerjaan Bak Resapan	7	3 days
125	21	C. Pekerjaan Sanitasi	7	5,57 days
126	21	A. Pasangan Kansteen Taman tinggi 50 cm Pasangan Batu Bata tb. 1/2 Bata 1 : 6 dan plesteran kansteen taman 1:6	7	5,57 days
127	23	B. Cat kansteen sek. Catylac, Pembuatan Taman (Tanah Rambon, Rumput Gajah Mini, Tanaman Bunga), dan pohon peneduh tinggi 3m	3	0 days
128	10-14	Pembuatan Pagar Keliling Tinggi 2,5 m	35	0 days
129	10-13	Pembuatan Pagar Depan Bangunan	30	2 days
130	15-16	Plat Jalan Masuk	14	0 days
131	23	Pembersihan (Pembuangan Tanah dan Puing-Puing)	4	0 days
Durasi total			158	

(Sumber: olah data *Ms. Project* 2016)

Berdasarkan penyusunan untuk tiap item pekerjaan yang ada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung didapatkan 131 item pekerjaan, dengan 12 item pekerjaan yang termasuk didalam jalur kritis kritis dari mulai Beton Balok Listplank 7/50 dan Plat lantai II Tb. 12 cm (K 225), Tulangan Kolom K.1 40/40, kolom K.4 30/30 dan kolom praktis 15/15 dan seterusnya dapat dilihat pada tabel 4.4. yang diberi tanda dengan blok warna hitam. Item pekerjaan tersebut berada pada jalur kritis yang berarti item pekerjaan tersebut mempunyai total float 0, yang berarti juga item pekerjaan tersebut harus diberi perhatian lebih, diprioritaskan dan tidak boleh terlambat dalam proses pelaksanaannya. Kegiatan yang berada pada jalur kritis ini adalah kegiatan yang nantinya akan dipercepat proses pelaksanaannya, diurutkan dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah ke *cost slope* tertinggi. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat didalam lampiran penelitian mengenai network diagram menggunakan *software microsoft office project* 2016.

4.3 Penetapan Biaya Proyek

4.3.1 Biaya Langsung

Biaya langsung merupakan biaya yang secara langsung terlibat dengan proses jalannya pelaksanaan konstruksi dilapangan. Biaya langsung ini didapatkan dilaporan harian konsultan tentang kebutuhan jumlah pekerja dan material tiap item pekerjaan dan kemudian dirangkum didalam analisa teknis pekerjaan proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung. Kemudian untuk harga upah dan harga material didapatkan dari RAB perencanaan awal proyek. Dalam penelitian ini biaya langsung yang didapatkan merupakan biaya aktual yang terjadi dilapangan yang berkaitan langsung dengan aktivitas proyek yaitu sebesar Rp 2.564.748.969 Rinciannya dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.3.2 Biaya Tidak Langsung

Meskipun tidak langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek dilapangan namun biaya tidak langsung ini harus tetap ada karena memang dibutuhkan. Biaya tidak langsung bergantung pada lamanya durasi proyek. Apabila durasi proyek yang dihasilkan lebih lama maka biaya tidak langsung akan meningkat, sebaliknya apabila durasi proyek yang dihasilkan lebih cepat maka biaya tidak langsung akan berkurang.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya, biaya tidak langsung Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung sebesar 2% dari total biaya normal ditambah dengan PPN sebesar 10%. Sama juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aspianingrum & Sugiyarto, 2017) untuk penetapan biaya tidak langsung yaitu 2% dari total biaya langsung ditambah dengan PPN sebesar 10%.

Biaya tidak langsung = 2% x total biaya langsung

$$= 2\% \times \text{Rp } 2.564.748.969$$

$$= \text{Rp } 51.294.979$$

Menurut surat perjanjian kontrak, Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10% untuk pembangunan UPT puskesmas karangpucung ditanggung oleh pihak kontraktor pelaksana.

$$\text{Pajak Pertambahan Nilai (PPN)} = 10\% \times \text{total biaya langsung}$$

$$= 10\% \times \text{Rp } 2.564.748.969$$

$$= \text{Rp } 256.474.897$$

Sehingga biaya tidak langsung total adalah:

$$\text{Total Biaya Tidak Langsung} = ((\text{BTL} / \text{hari} \times \text{durasi total proyek})$$

$$+ \text{PPN } 10\% \text{ dari total biaya proyek}$$

$$= (\text{Rp } 51.294.979 + \text{Rp } 256.474.897)$$

$$= \text{Rp } 307.769.876$$

Dari nilai total biaya tidak langsung tersebut dapat kita ketahui biaya tidak langsung per hari. Dimana besar biaya tidak langsung tersebut akan berkurang jika durasi proyek juga berkurang.

$$\text{Biaya tidak langsung/hari} = \text{Rp } 307.769.876 : 158 \text{ (hari)}$$

$$= \text{Rp } 1.947.911$$

4.4 Alternatif Percepatan

Pada penelitian ini usaha yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek tersebut adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) optimum. Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode lembur adalah sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00 wib).
2. Menurut (Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004, 2004) Pasal 3 dan 11 tentang standar upah lembur dan waktu kerja lembur adalah :
 1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

2. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan mengalami penurunan dari produktivitas normal. Penurunan ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, serta keadaan cuaca yang lebih dingin. Produktivitas kerja lembur diperhitungkan berdasarkan grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur. Produktivitas tenaga kerja akan sangat besar pengaruhnya terhadap total biaya proyek, minimal pada aspek jumlah tenaga kerja dan fasilitas yang diperlukan (Soeharto, 1995).

4.4.1 Menentukan *Crash Duration*

Crash duration merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur) optimum. Sebelum menghitung *crash duration* perlu dicari produktivitas harian, produktivitas tiap jam, dan produktivitas harian sesudah *crash* (percepatan). Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input* atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Produktivitas harian sesudah *crash* merupakan kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan volume tertentu tiap harinya setelah adanya percepatan.

Hal ini diperhitungkan berdasarkan alternatif percepatan yang digunakan, yaitu menambah jam kerja (lembur) optimum. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur) ini mengakibatkan peningkatan produktivitas kerja sehingga waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut menjadi cepat dibandingkan sebelumnya. Perhitungan *crash duration* menggunakan persamaan (2.3) sampai (2.5). Perhitungan *crash duration* untuk 1 item pekerjaan sebagai berikut:

Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25

Volume = 678,66 kg

Durasi normal = 14 hari

Durasi normal (jam) = 14×7 (jam)

$$\begin{aligned}
 &= 98 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas normal (hari)} &= \text{Volume}/(\text{Durasi normal (hari)}) \\
 &= 678,66 /14 \\
 &= 48,48 \text{ kg/hari} \\
 \text{Produktivitas normal (jam)} &= \text{Volume}/(\text{Durasi normal (jam)}) \\
 &= 678,66 /98 \\
 &= 6,93 \text{ kg/jam} \\
 \text{Crash Duration} &= 678,66 /((6,93 \times 7)+(6,93 \times 3 \times 0,9)) \\
 &= 10 \text{ hari} \\
 \text{Crashing} &= 14 \text{ hari} - 10 \text{ hari} \\
 &= 4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan untuk item pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan volume 678,66 kg dengan durasi normal 14 hari atau sama dengan 98 jam didapatkan produktivitas normal sebesar 48,48 kg/hari atau 6,93 kg/jam. Kemudian dicari *crash duration* dengan perhitungan volume dibagi produktivitas percepatan didapatkan hasil *crash duration* 10 hari. Dengan hasil *crash duration* yang didapatkan kemudian kita dapat mengetahui *crashing* yaitu dengan cara pengurangan durasi normal dengan *crash duration* yaitu 4 hari untuk item pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 begitu juga untuk item pekerjaan yang lain. Perhitungan *crash duration* difokuskan pada kegiatan yang berada didalam jalur kritis, untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada lampiran penelitian ini.

Kemudian untuk mencari hasil yang optimal dari segi waktu dan biaya proyek dilakukan perbandingan dengan melakukan *crashing* menggunakan durasi minimal untuk tiap item pekerjaan dengan menggunakan data yang sama tetapi diambil durasi *crashing* yang berbeda yaitu dengan *crashing* 1 hari. Dengan hasil *crash duration* yang didapatkan kemudian dikurangi dengan durasi *crashing* minimal untuk item pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 didapatkan *crash duration* 13 hari begitu juga untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada lampiran penelitian ini.

4.4.2 Menentukan *Crash Cost*

Crash cost dikeluarkan setelah dilakukan percepatan yang merupakan total biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan. Dimana biaya ini diperhitungkan dari penjumlahan biaya langsung dan biaya upah lembur total pekerja. Secara otomatis dengan adanya percepatan ini maka nilai biaya langsung untuk tiap item pekerjaan akan lebih besar dibandingkan dengan biaya langsung sebelumnya. Untuk menentukan *crash cost* digunakan rumus pada Persamaan (2.6) sampai (2.10).

Berikut daftar upah SDM tiap jam pada pembangunan Puskesmas Karangpucung berdasarkan data yang diperoleh dari konsultan proyek CV. Putra Waluya Karya:

- Pekerja = Rp 7.143/jam
- Tukang = Rp 9.286/jam
- Mandor = Rp 9.286/jam
- Kep. Tukang = Rp 10.000/jam

Biaya lembur 1 hari selama 3 jam:

- Pekerja = $(Rp\ 7.143 \times 1,5) + (Rp\ 7.143 \times 2 \times 2)$
= Rp 39.287
- Tukang = $(Rp\ 9.286 \times 1,5) + (Rp\ 9.286 \times 2 \times 2)$
= Rp 51.073
- Mandor = $(Rp\ 9.286 \times 1,5) + (Rp\ 9.286 \times 2 \times 2)$
= Rp 51.073
- Kepala tukang = $(Rp\ 10.000 \times 1,5) + (Rp\ 10.000 \times 2 \times 2)$
= Rp 55.000

Durasi *crashing* maksimal untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 sebagai berikut:

Crashing

- Tambahan waktu lembur = 4 hari x 3 jam
= 12 jam

Upah lembur untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan jumlah 1 pekerja dengan durasi *crashing* maksimal:

Pekerja	= (1 x (3 x 4) x Rp 39.287)
	= Rp 471.429
Total biaya lembur	= Rp 471.429
Biaya normal	= Rp 6.198.625
Biaya percepatan	= (Rp 6.198.625+ Rp 471.429)
	= Rp 6.670.054

Untuk biaya lembur SDM perhari selama 3 jam yaitu upah SDM 1 hari dikalikan 1,5 untuk 1 jam pertama kemudian untuk 2 jam berikutnya upah SDM 1 hari dikalikan 2 dikalikan 2 jam didapatkan hasil untuk pekerja upah lemburnya menjadi Rp 39.287/hari, tukang Rp 51.073/hari, mandor Rp 51.073/jam kepala tukang Rp 55.000/hari. Kemudian untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan durasi *crashing* maksimal dan jumlah pekerja 1 orang, didapatkan total biaya lembur sebesar Rp 471.429, yang berarti ada penambahan biaya sebesar Rp 471.429 dari biaya normal. Biaya normal untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 sebesar Rp 6.198.625 kemudian ditambah dengan total biaya lembur Rp 471.429 menghasilkan biaya percepatan sebesar Rp 6.670.054. Kemudian berikut durasi *crashing* minimal untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 sebagai berikut:

Crashing

Tambahan waktu lembur	= 1 hari x 3 jam
	= 3 jam

Upah lembur untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan jumlah 1 pekerja dan durasi *crashing* minimal:

Pekerja	= (1 x (3 x 1) x Rp 39.287)
	= Rp 117.857
Total biaya lembur	= Rp 117.857
Biaya normal	= Rp 6.198.625

$$\begin{aligned}\text{Biaya percepatan} &= (\text{Rp } 6.198.625 + \text{Rp } 117.857) \\ &= \text{Rp } 6.316.482\end{aligned}$$

Untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan durasi *crashing* minimal dan jumlah pekerja 1 orang, didapatkan total biaya lembur sebesar Rp 117.857, yang berarti ada penambahan biaya sebesar Rp 117.857 dari biaya normal. Biaya normal untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 sebesar Rp 6.198.625 kemudian ditambah dengan total biaya lembur Rp 117.857 menghasilkan biaya percepatan sebesar Rp 6.316.482.

4.4.3 Menentukan *Cost Slope*

Cost slope merupakan pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu. Pertambahan biaya tersebut berbanding lurus dengan nilai *crash cost*. Semakin besar *crash cost*-nya maka semakin besar nilai *cost slope*-nya dan sebaliknya. Durasi yang direncanakan juga mempengaruhi besarnya nilai biaya percepatan ini. Perhitungannya menggunakan Persamaan (2.11). Berikut perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan durasi *crashing* maksimal:

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope/ hari} &= (\text{Rp } 6.670.054 - \text{Rp } 6.198.625)/(14 - 10) \\ &= (\text{Rp } 471.429)/4 \\ &= \text{Rp } 117.857\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope dengan crashing 4 hari} &= (\text{Rp } 117.857 \times 4) \\ &= \text{Rp } 471.429\end{aligned}$$

Berikut perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan durasi *crashing* minimal:

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope/ hari} &= (\text{Rp } 6.316.482 - \text{Rp } 6.198.625)/(14 - 10) \\ &= (\text{Rp } 117.857)/1 \\ &= \text{Rp } 117.857\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope dengan crashing 1 hari} &= (\text{Rp } 117.857 \times 1) \\ &= \text{Rp } 117.857 \end{aligned}$$

Setelah diketahui *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) perhari maka langkah selanjutnya adalah menghitung *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) dengan durasi *crashing* yang ada. Berdasarkan perhitungan untuk pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 untuk durasi *crashing* 4 hari didapatkan *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) sebesar Rp 471.429, kemudian untuk durasi *crashing* 1 hari didapatkan *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) sebesar Rp 117.857.

4.4.4 Time Cost Trade Off Analysis

Setelah didapatkan nilai *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) dari masing-masing aktivitas pekerjaan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis pertukaran waktu dan biaya dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis*. Analisis ini dilakukan dengan cara melakukan kompresi (penekanan) pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis yang dapat dilihat pada tabel 4.4. Penekanan (kompresi) durasi proyek dimulai dari aktivitas yang mempunyai *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) terendah. Dari tahap-tahap pengkompresian tersebut akan dicari waktu terpendek dari biaya total yang paling minimal. Dalam penelitian ini penekanan kondisi jenuh dicapai pada tahap kompresi ke-9 dengan total durasi 131 hari untuk durasi *crashing* maksimal, kemudian untuk durasi *crashing* minimal kondisi jenuh dicapai pada tahap kompresi ke-16 dengan total durasi 142 hari. Berikut akan diuraikan proses hitungan tahap kompresi dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) optimum dengan durasi *crashing* maksimal dan durasi *crashing* minimal:

Tahap Normal

$$\begin{aligned} \text{Durasi normal} &= 158 \text{ hari} \\ \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 2.564.748.969 \\ \text{Biaya tidak langsung total} &= (2\% \text{ biaya langsung} + \text{PPN } 10\% \text{ dari total} \\ &\quad \text{biaya proyek perencanaan}) \\ &= (\text{Rp } 51.294.979 + \text{Rp } 256.474.897) \end{aligned}$$

	= Rp 307.769.876
Total biaya	= Biaya langsung + Biaya tidak langsung
	= Rp 2.564.748.969 + Rp 307.769.876
	= Rp 2.872.518.845

Tahap Kompresi dengan durasi *crashing* maksimal

Crashing pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25:

<i>Cost slope</i> /hari	= Rp 117.857
Durasi normal	= 14 hari
Durasi dipercepat	= 10 hari
Total percepatan	= 4 hari
Total durasi proyek	= 154 hari
Tambahan biaya	= Rp 117.857 x 4 hari
	= Rp 471.429
Biaya langsung	= Rp 2.564.748.969 + Rp 471.429
	= Rp 2.565.220.397
Biaya tidak langsung	= (Rp 307.769.876 : 158) x 154
	= Rp 299.978.234
<i>Total cost</i>	= Rp 2.565.220.397+ Rp 299.978.234
	= Rp 2.865.198.631

Demikian seterusnya sampai kompresi ke-11. Hasil pengkompresian (penekanan) terhadap waktu dan biaya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

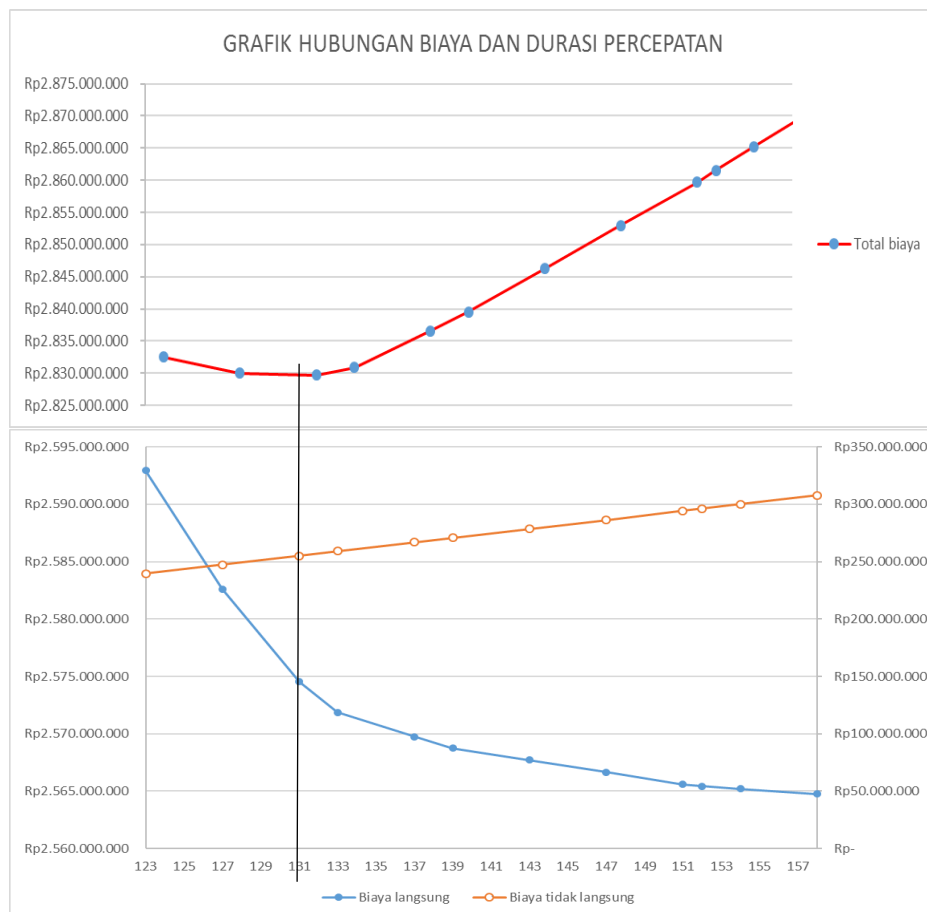
Tabel 4. 5 Hasil pengkompresian terhadap waktu dan biaya untuk durasi *crashing* maksimal

NO KEG.	TAHAPAN	TOTAL WAKTU PROYEK (HARI)	BIAYA PROYEK		
			BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
Kondisi Normal		158	Rp 2.564.748.969	Rp 307.769.876	Rp 2.872.518.845
63	10 – 11	154	Rp 2.565.220.397	Rp 299.978.234	Rp 2.865.198.631
50	17	152	Rp 2.565.456.111	Rp 296.082.413	Rp 2.861.538.524
115	23	151	Rp 2.565.727.183	Rp 294.134.502	Rp 2.859.861.685
110	18 – 20	147	Rp 2.566.811.469	Rp 286.342.860	Rp 2.853.154.328
73	21 – 22	143	Rp 2.567.895.754	Rp 278.551.217	Rp 2.846.446.971
111	20 – 21	139	Rp 2.568.980.040	Rp 270.759.575	Rp 2.839.739.615

NO KEG.	TAHAPAN	TOTAL WAKTU PROYEK (HARI)	BIAYA PROYEK		
			BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
93	20	137	Rp 2.569.993.611	Rp 266.863.753	Rp 2.836.857.365
52	10 – 11	133	Rp 2.572.162.183	Rp 259.072.111	Rp 2.831.234.294
121	22	131	Rp 2.574.896.469	Rp 255.176.290	Rp 2.830.072.758
69	14 – 16	127	Rp 2.583.193.611	Rp 247.384.647	Rp 2.830.578.259
102	21 – 22	123	Rp 2.593.800.754	Rp 239.593.005	Rp 2.833.393.759

(Sumber: hasil pengolahan data menggunakan microsoft excel 2016)

Berdasarkan tabel 4.5 diatas untuk pengkompresian (penekanan) dilakukan pada item pekerjaan yang berada didalam jalur kritis. Pada tahap tahap pengkompresian ternyata didapatkan jalur kritis baru yang berarti tahap pengkompresian tetap dilakukan sampai pada titik proyek dipersingkat (TPD) dari yang mempunyai *cost slope* terendah. Pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung ini *cost slope* terendah pada pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan nomor kegiatan 63. Kemudian dilakukan tahap mempersingkat waktu yaitu yang berarti pada tahap normal 158 hari kemudian dipersingkat 4 hari menjadi 154 hari dengan perubahan biaya langsung menjadi Rp 2.565.220.397 dan biaya tidak langsung menjadi Rp 299.978.234 sehingga didapatkan biaya total sebesar Rp 2.865.198.631. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.5 diatas yang dimana didapatkan TPD (titik proyek dipersingkat) dengan biaya paling minimum yaitu pada tahap ke-9 dengan total durasi 131 hari yang berarti lebih cepat 27 hari dari waktu normal yaitu 158 hari, kemudian didapatkan *total cost* sebesar Rp 2.830.072.758 yang berarti ada penurunan biaya sebesar Rp 42.446.086 dari biaya normal Rp 2.872.518.845. Setelah biaya langsung, biaya tidak langsung, dan *total cost* diketahui maka selanjutnya dibuat grafik hubungan antar ketiga biaya tersebut. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya akibat penambahan jam kerja lembur dengan durasi *crashing* yang bervariasi.

(Sumber: olah data *microsoft excel 2016*)

Pada Gambar 4.1 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan *total cost* berdasarkan grafik diatas dapat kita ketahui ketika percepatan dilakukan biaya langsung akan bertambah karena berkaitan dengan pekerja yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek dilapangan. Kemudian untuk biaya tidak langsung setelah dilakukan percepatan mengalami penurunan biaya hal ini berkaitan dengan durasi yang semakin berkurang.

Tahap Kompresi dengan durasi *crashing* minimal

Crashing pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25:

Cost slope /hari = Rp 117.857

Durasi normal = 14 hari

Durasi dipercepat = 13 hari

Total percepatan = 1 hari

Total durasi proyek	= 157 hari
Tambahan biaya	= Rp 117.857 x 1 hari = Rp 117.857
Biaya langsung	= Rp 2.564.748.969 + Rp 117.857 = Rp 2.564.866.826
Biaya tidak langsung	= (Rp 307.769.876 : 158) x 157 = Rp 305.821.966
Total cost	= Rp 2.564.866.826 + Rp 305.821.966 = Rp 2.870.688.791

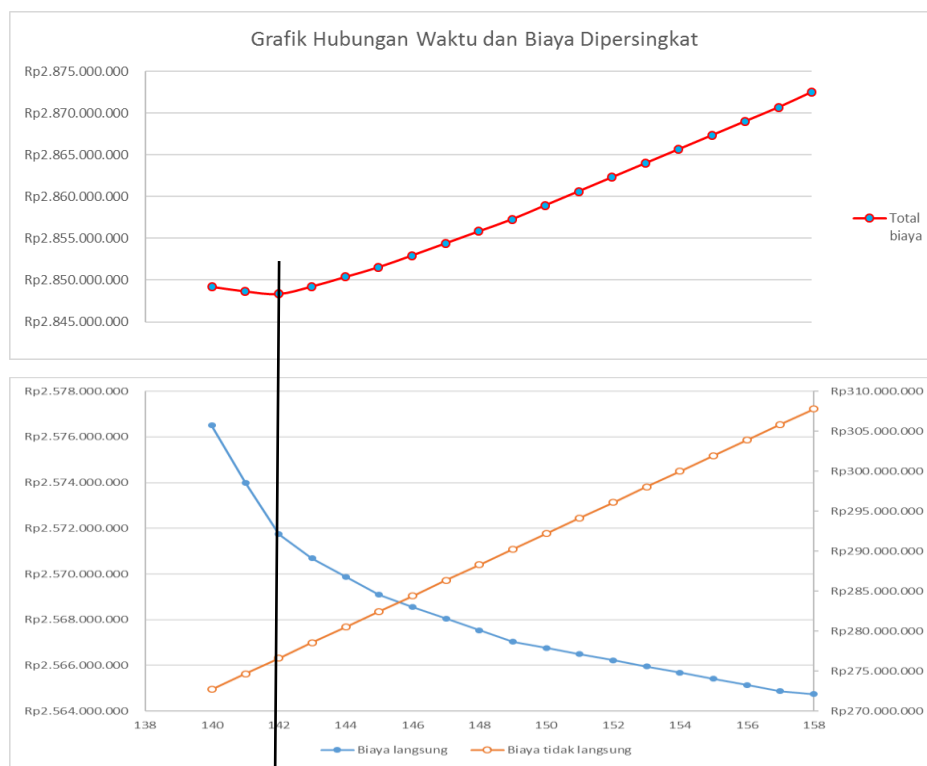
Demikian seterusnya sampai kompresi ke-18. Hasil pengkompresian (penekanan) terhadap waktu dan biaya untuk durasi *crashing* minimal 1 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil pengkompresian terhadap waktu dan biaya untuk durasi *crashing* minimal

NO KEG.	TAHAPAN	TOTAL WAKTU PROYEK (HARI)	BIAYA PROYEK		
			BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
Kondisi Normal		158	Rp 2.564.748.969	Rp 307.769.876	Rp 2.872.518.845
63	10 – 11	157	Rp 2.564.866.826	Rp 305.821.966	Rp 2.870.688.791
110	18 – 20	156	Rp 2.565.137.897	Rp 303.874.055	Rp 2.869.011.952
73	21 – 22	155	Rp 2.565.408.969	Rp 301.926.144	Rp 2.867.335.113
57	10 – 11	154	Rp 2.565.680.040	Rp 299.978.234	Rp 2.865.658.274
115	23	153	Rp 2.565.951.111	Rp 298.030.323	Rp 2.863.981.435
103	16 – 19	152	Rp 2.566.222.183	Rp 296.082.413	Rp 2.862.304.595
112	22	151	Rp 2.566.493.254	Rp 294.134.502	Rp 2.860.627.756
113	22	150	Rp 2.566.764.326	Rp 292.186.591	Rp 2.858.950.917
114	22	149	Rp 2.567.035.397	Rp 290.238.681	Rp 2.857.274.078
84	19 – 21	148	Rp 2.567.542.183	Rp 288.290.770	Rp 2.855.832.953
105	22	147	Rp 2.568.048.969	Rp 286.342.860	Rp 2.854.391.828
93	20	146	Rp 2.568.555.754	Rp 284.394.949	Rp 2.852.950.703
52	10 – 11	145	Rp 2.569.097.897	Rp 282.447.038	Rp 2.851.544.935
85	20 – 21	144	Rp 2.569.875.754	Rp 280.499.128	Rp 2.850.374.882
130	15 – 16	143	Rp 2.570.688.969	Rp 278.551.217	Rp 2.849.240.186
71	16 – 17	142	Rp 2.571.737.897	Rp 276.603.306	Rp 2.848.341.204
127	23	141	Rp 2.574.000.754	Rp 274.655.396	Rp 2.848.656.150
42	12	140	Rp 2.576.499.326	Rp 272.707.485	Rp 2.849.206.811

(Sumber: hasil pengolahan data menggunakan microsoft excel 2016)

Berdasarkan tabel 4.6 diatas untuk pengkompresian (penekanan) dilakukan pada item pekerjaan yang berada didalam jalur kritis. Pada tahap tahap pengkompresian ternyata didapatkan jalur kritis baru yang berarti tahap pengkompresian tetap dilakukan sampai pada titik proyek dipersingkat (TPD) dari yang mempunyai *cost slope* terendah. Pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung ini *cost slope* terendah pada pekerjaan Tulangan Balok B.2 20/40, balok B.3 20/30 dan balok anak 15/25 dengan nomor kegiatan 63. Kemudian dilakukan tahap mempersingkat waktu yaitu yang berarti pada tahap normal 158 hari kemudian dipersingkat 1 hari menjadi 157 hari dengan perubahan biaya langsung menjadi Rp 2.564.866.826 dan biaya tidak langsung menjadi Rp 305.821.966 sehingga didapatkan biaya total sebesar Rp 2.870.688.791. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.6 diatas yang dimana didapatkan TPD (titik proyek dipersingkat) dengan biaya paling minimum yaitu pada tahap ke-16 dengan total durasi 142 hari yang berarti lebih cepat 16 hari dari waktu normal yaitu 158 hari, kemudian didapatkan *total cost* sebesar Rp 2.848.341.204 yang berarti ada penurunan biaya sebesar Rp 24.177.641 dari biaya normal Rp 2.872.518.845. Setelah biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total cost diketahui maka selanjutnya dibuat grafik hubungan antar ketiga biaya tersebut. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya akibat penambahan jam kerja lembur dengan durasi crashing yang bervariasi.

(Sumber: olah data microsoft excel 2016)

Pada Gambar 4.2 Grafik hubungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan *total cost* berdasarkan grafik diatas dapat kita ketahui ketika percepatan dilakukan biaya langsung akan bertambah karena berkaitan dengan pekerja yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek dilapangan. Kemudian untuk biaya tidak langsung setelah dilakukan percepatan mengalami penurunan biaya hal ini berkaitan dengan durasi yang semakin berkurang. Dimana waktu optimum tersebut menurut Soeharto (1995) merupakan kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah. Waktu optimum digambarkan dengan titik point terendah dari *total cost* yang merupakan gabungan dari penjumlahan biaya langsung dan biaya tidak langsung.

4.4.5 Hitungan Waktu dan Biaya Optimal

Berdasarkan Tabel 4.5, Tabel 4.6, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 diatas untuk perhitungan waktu dan biaya optimal dapat kita ketahui bahwa waktu dan biaya optimal proyek adalah pada durasi *crashing* maksimal yaitu dengan waktu optimal proyek 131 hari yang selesai pada tanggal 20 November 2017 dengan total biaya sebesar Rp 2.829.698.046. Hal ini berarti terjadi pengurangan durasi proyek secara keseluruhan selama 27 hari dari durasi normal 158 hari yaitu pada tanggal 16 Desember 2017. Akibatnya ketika waktu penyelesaian proyek menjadi lebih cepat maka waktu yang tersedia untuk PHO (*Provisional Hand Over*) antara kontraktor pelaksana dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) pada Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung menjadi lebih panjang dari yang semula 9 hari menjadi 36 hari. Dengan standar waktu normal dari pihak konsultan proyek untuk menyelesaikan PHO (*Provisional Hand Over*) adalah 21 hari. Jadi sisa waktu yang ada dengan dilakukan percepatan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung untuk menyelesaikan PHO (*provisional Hand Over*), berdasarkan standar waktu PHO yang dibuat konsultan dapat dikatakan cukup aman. Selain itu juga terjadi pengurangan total biaya sebesar Rp 42.820.799 dari total biaya normal Rp 2.872.518.845 menjadi Rp 2.829.698.046.

4.4.6 Hitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Efisiensi biaya dan waktu proyek merupakan perbandingan antara biaya dan waktu proyek rencana dengan biaya dan waktu proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) optimum yaitu 3 jam. Berdasarkan perhitungan waktu dan biaya optimal diperoleh waktu dan biaya proyek optimal adalah 131 hari dan Rp 2.829.698.046 dapat dihitung presentase efisiensi waktu dan biaya proyek sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi waktu proyek} &= ((158-131))/158 \times 100\% \\ &= 17,1 \% \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi biaya proyek} = \frac{(Rp\ 2.872.518.845 - Rp\ 2.829.698.046)}{Rp\ 2.872.518.845} \times 100 \%$$

= 1,49 %

Dengan demikian waktu dan biaya optimal akibat penambahan jam kerja (lembur) optimum didapat pada umur proyek 131 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp Rp 2.829.698.046 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 27 hari (17,1 %) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 42.820.799 (1,49%). Dengan demikian alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur) optimum dengan durasi *crashing* maksimal yang dipilih cukup efisien untuk diterapkan dalam upaya mempersingkat durasi proyek.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Network Diagram

Kebutuhan penyusunan network diagram dirasakan perlu karena adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan kegiatan dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja. Adanya network ini menjadikan sistem manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien. Pada prinsipnya network dipergunakan untuk perencanaan penyelesaian berbagai macam pekerjaan terutama pekerjaan yang terdiri atas berbagai unit pekerjaan yang semakin sulit dan rumit.

Menurut Sofwan Badri (1997 : 13) dalam bukunya “Dasar-Dasar Network Planning” adalah sebagai berikut: “Network planning pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel) yang digambarkan / divisualisasikan dalam diagram network”. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan tenaga dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.

Penyusunan dan hubungan untuk tiap item pekerjaan yang ada pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung dapat dilihat dari penjadwalan pada kurva S proyek didapatkan durasi, urutan pekerjaan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Pada Kurva S realisasi proyek bisa diselesaikan dalam kurun waktu 158 hari, sedangkan pada

penelitian ini menggunakan metode penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) membutuhkan waktu 131 hari. Perbedaan waktu ini terjadi salah satunya dikarenakan dari penjadwalan pada kurva S kita tidak dapat mengetahui kegiatan mana yang tidak boleh ditunda atau harus segera dikerjakan, sehingga untuk kegiatan-kegiatan tertentu yang mempunyai durasi panjang dalam pelaksanaannya, tidak mempunyai kelonggaran waktu dan harus segera dikerjakan ternyata tidak mendapat perhatian khusus, sehingga waktu pelaksanaannya telat, dan menyebabkan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan menjadi lebih lama. Sedangkan pada metode penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) dibantu dengan *software Microsoft Project* kita dapat mengetahui kegiatan mana yang tidak boleh ditunda dan harus segera dikerjakan, memudahkan penyusunan berbagai macam pekerjaan terutama pekerjaan yang terdiri atas berbagai unit pekerjaan yang semakin sulit dan rumit dan bahkan bisa untuk *controlling* pekerjaan untuk pemerataan sumber daya. Sehingga waktu penyelesaian proyek bisa tepat waktu bahkan bisa dipercepat dalam proses penyelesaiannya.

Dalam penelitian ini untuk metode penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) dibantu dengan *software Microsoft Project* hanya digunakan untuk membuat hubungan antar item pekerjaan, mencari total float, dan jalur kritis. Padahal dalam prakteknya *software Microsoft Project* mempunyai kegunaan yang sangat banyak diantaranya adalah untuk mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja.

5.2 Analisis Percepatan

Untuk mengatasi keterlambatan yang terjadi pada proyek konstruksi dilakukan langkah atau strategi percepatan proyek (*schedule compression*). Percepatan proyek di samping akan mengurangi durasi pelaksanaan, juga akan menambah biaya proyek. Sehingga untuk menjaga keseimbangan antara waktu dan biaya, maka strategi yang dilakukan haruslah yang berdampak pada percepatan yang sebanyak mungkin dimana biaya tambahan yang terjadi adalah sekecil mungkin serta masih memenuhi persyaratan.

Setiap strategi memiliki kelebihan dan kekurangan serta mensyaratkan kondisi-kondisi tertentu untuk dapat berjalan efektif dan memberikan hasil yang optimal dimana

dengan tingkat percepatan yang tinggi dengan biaya yang efisien (Budi, 2016). Oleh karena itu, pada rekomendasi strategi yang telah diberikan dan dijelaskan di atas, penggunaannya harus dengan memperhatikan kondisi dan situasi proyek yang unik. Rekomendasi strategi percepatan tersebut juga dapat dilakukan beberapa penyesuaian sesuai kebutuhan untuk dapat diaplikasikan dengan hasil yang sesuai tuntutan dan optimal bagi proyek konstruksi.

Waktu normal untuk menyelesaikan proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpusung adalah 158 hari, kemudian setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* minimal waktu penyelesaian proyek menjadi 142 hari, dan percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* maksimal penyelesaian proyek menjadi 131 hari. Pada keadaan normal yaitu dengan waktu 158 hari pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung sebenarnya sudah ada kegiatan percepatan yaitu dengan penambahan tenaga kerja dan kapasitas alat tetapi ternyata hasilnya belum optimal, dikarenakan percepatan tersebut baru dilakukan pada minggu-minggu terakhir proyek akan selesai padahal keterlambatan progres atau minus progres sudah terjadi dari minggu ke-9 dan dibiarkan sampai minggu ke 18 sebesar 28,32%. Akibatnya percepatan yang dilakukan pada minggu-minggu terakhir kurang optimal.

Sedangkan pada penelitian ini untuk penambahan alternatif percepatan yang dilakukan untuk Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung adalah dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan dilakukan pada minggu pertama pekerjaan tersebut dimulai. Alternatif penambahan jam kerja (lembur) ini dipilih dikarenakan dengan menambah jam kerja (lembur) dapat memberdayakan sumberdaya yang sudah ada dilapangan tanpa harus mengganti dengan sumber daya yang baru dan cukup mengefisiensikan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* minimal waktu penyelesaian proyek menjadi 142 hari, dan percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* maksimal waktu penyelesaian proyek menjadi 131 hari. Berdasarkan hasil perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* maksimal penyelesaian proyek menjadi 131 hari adalah yang paling optimal, tentu saja tidak berdasarkan waktu

saja selain itu juga terjadi pengurangan total biaya sebesar Rp 42.820.799 dari total biaya normal Rp 2.872.518.845 menjadi Rp 2.829.698.046.

Dalam penelitian ini alternatif percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) hanya dilakukan dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum yaitu 3 jam, padahal untuk menyelesaikan proyek dengan efisiensi yang lebih tinggi bisa saja didapat dari penambahan jam kerja (lembur) pada penambahan 1 jam kerja, atau 2 jam kerja. Selain itu juga pemilihan alternatif percepatan dalam penelitian ini hanya dengan penambahan jam kerja (lembur), padahal alternatif percepatan bisa dilakukan dengan penambahan tenaga kerja, ataupun penambahan kapasitas alat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan olah data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Durasi dari waktu penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum sampai dengan batas PHO (*Provisional hand Over*) untuk Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung adalah 36 hari dibandingkan dengan waktu normal proyek yang sebelumnya berdurasi 9 hari.
2. Pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung didapatkan efisiensi waktu proyek sebanyak 27 hari (17,1%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 42.820.799 (1,49%).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis pembahasan maka dapat disarankan sebagai berikut:

1. Bagi penelitian selanjutnya Metode penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) dibantu dengan software *Microsoft Project* tidak hanya digunakan untuk membuat hubungan antar item pekerjaan, mencari total float, dan jalur kritis, tetapi ada pengembangan digunakan untuk menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran atau menganalisis beban kerja.
2. Bagi penelitian selanjutnya untuk penambahan jam kerja (lembur) mungkin bisa dibandingkan antara 1 jam, 2 jam, dan 3 jam untuk mencari waktu dan biaya yang efisien.
3. Bagi penelitian selanjutnya untuk alternatif percepatan yang digunakan bisa lebih dari satu alternatif tergantung ruang lingkup proyek yang ada dan permasalahan yang ada pada proyek.
4. Bagi pihak kontraktor apabila keterlambatan progres pelaksanaan proyek terjadi sehingga menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama, sebaiknya dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) optimum selama 3 jam diminggu pertama pekerjaan tersebut dimulai.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvianto, R., Handayani, F. S., & Setiono. (2017). Optimasi Biaya dan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off. *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, 69.
- Aspianingrum, F. G., & Sugiyarto. (2017). Penerapan Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 583.
- Chabibah, Hartono, W., & Sugiyarto. (2015). Penerapan Time Cost Trade Off Dalam Optimalisasi Biaya dan Waktu Terhadap Perbandingan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*.
- Dimiyati, H, N. (2014). *Manajemen Proyek*. Bandung: Pustaka Setia.
- Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama*. Yogyakarta: Salemba Empat.
- Expertindo. (2018). *Pelatihan Software Microsoft Project*. Yogyakarta.
- Florensia, M. A. (2016). Analisis Time Cost Trade Off Untuk Mengejar Keerlambatan Proyek. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1-13.
- Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2.
- Handoko. (1999). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi Pertama*. Yogyakarta: BPFE.
- Heizer dan Render. (2005). *Operation Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Iramutyn, E. V. (2010). Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode Crash.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. (2004). *Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur*. Diambil kembali dari (online): <http://www.F-KEPMOMT2004-102-Waktu-Kerja-Lembur-dan-Upah-Kerja-Lembur-LG.com> (7 Maret 2018)
- Levin dan Kirkpatrick. (1972). *Perencanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Jakarta: Bhratara.
- Luthan & Syafriandi. (2005). *Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil*. Yogyakarta: Andi offset.

- M. Fauzan, Burhanuddin, & Zulfahmi. (2016). Optimalisasi Rencana Anggaran Biaya dan Waktu Pelaksanaan dengan Precedence Diagram Method. *Teras jurnal*, 131-141.
- Muhammad, A. A., & Indriyani, R. (2015). Analisa Time Cost Trade Off pada Proyek Pasar Sentral Gadang Malang. *Jurnal Teknik ITS*, 45-50.
- Nugraha et al. (1985). *Manajemen Proyek Konstruksi 1*. Surabaya: Kartika Yudha. Cetakan Pertama.
- Priyo, M., & Aulia, M. R. (2015). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Indonesia). *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 30-43.
- Priyo, M., & Sumanto, A. (2016). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 1-15.
- Purnamawati, M. N. (2015). Analisis Time Cost Trade Off dengan Penambahan Jam Kerja Optimum. *Jurnal Teknik Sipil UNS*.
- Ridho, M. R., & Syahrizal. (2015). Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1-14.
- Setiawati, S., Syahrizal, & Dewi, R. A. (2017). Penerapan Metode CPM dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil, USU*.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Sulistiofanny, I., Handayani, F. S., & Sugiyarto. (2017). Penerapan Time Cost Trade Off dalam Optimalisasi Biaya dan Waktu dengan Penambahan Shift Kerja dan Kapasitas Alat. *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, 1-12.
- Wulfram, E. (2004). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Yurmansyah, I., Monika Natalia, & Mirani, Z. (2017). Optimalisasi Biaya Dan Penjadwalan Proyek Dengan Crash, Precedence Diagram Method Dan Microsoft Project. *Jurnal Fropil*, 2.

LAMPIRAN

