TESIS

STUDI KOMPARASI BIAYA DAN WAKTU BERDASARKAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PENGECORAN BETON

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta)

Disusun Oleh :

CAHYO DITA SAPUTRO
NIM : 14914009

KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

STUDI KOMPARASI BIAYA DAN WAKTU BERDASARKAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PENGECORAN BETON

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta)



Disusun Oleh :

CAHYO DITA SAPUTRO

NIM : 14914009

Diperiksa dan disetujui oleh:

Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing I

Tanggal: 28 - 3 - 2017

Dr. Ir. Tuti Sumarningsih., MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal: 28 - 3 - 2017

ii

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

STUDI KOMPARASI BIAYA DAN WAKTU BERDASARKAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PENGECORAN BETON

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta)

Disusun Oleh :

CAHYO DITA SAPUTRO

NIM : 14914009

Telah diuji di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 20 Maret 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,	Dosen Penguji,
(Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.)	(Dr. Ir. Tuti Sumarningsih., MT)	(Ir. Faisol AM, MS.)

Yogyakarta, 07 APR 2017

Universitas Islam Indonesia

Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil

Ketua Program, -

(Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D.,IP-PU.)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program "*Software*" komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 10 Maret 2017

Yang membuat pernyataan,



CAHYO DITA SAPUTRO

NIM: 14914009

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan dalam rangka memperoleh gelar master jenjang Strata Dua (S2) pada Magister Manajemen Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Atas selesainya Laporan Tesis ini, ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada :

1. Ibu **Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.** selaku Dosen Pembimbing Tesis I yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama tesis ini berlangsung.
2. Ibu **Dr. Ir. Tuti Sumarningsih, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing Tesis II yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama Tesis ini berlangsung.
3. Bapak **Ir. Faisol AM, MS.** selaku dosen penguji.
4. Bapak **Prof. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D., IP-U** selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
5. Seluruh keluargaku, terutama Bapak, Ibu, dan Adikku yang selalu mendukung, menyemangati serta mendoakan segala kegiatanku.
6. Teman-teman kuliah Magister Teknik Sipil, khususnya Konsentrasi Manajemen Konstruksi Tahun Angkatan 2014.
7. Serta seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangannya, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan Tesis ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa UII Jurusan Teknik Sipil khususnya dan para pembaca pada umumnya. Tidak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurang sempurnaan tesis ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 Maret 2017
Penulis,

CAHYO DITA SAPUTRO
NIM: 14914009

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	I
HALAMAN PENGESAHAN	III
PERNYATAAN	IV
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
ABSTRAK	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian dengan Topik Metode Pengecoran	6
2.2 Penelitian dengan Topik Penjadwalan Proyek Konstruksi	8
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Proyek Konstruksi	13
3.2 Penjadwalan Proyek	14
3.3 Tujuan dan Manfaat Perencanaan Jadwal	22
3.4 Sumberdaya Proyek konstruksi	23
3.5 Pengertian Beton	30
3.6 Pengecoran Beton	32
3.7 Alat Berat Pengecoran	35
3.8 *Software Microsoft Project*	38
BAB IV METODE PENELITIAN	43
4.1 Tinjauan Umum	43
4.2 Obyek dan Subyek Penelitian	43

4.3 Lokasi Penelitian 43
4.4 Metode Pengumpulan Data 44
4.5 Tahapan Metode Penelitian 45
4.6 Bagan Alir (*Flow Chart*) 47
4.7 Kerangka Output Penelitian (*Outline Research*) 49
BAB V ANALISIS DATA 50
5.1 Data Proyek 50
5.2 Perhitungan Volume Pekerjaan 52
5.3 Pembuatan *Network Diagram* 65
BAB VI PEMBAHASAN 120
6.1 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 120
6.2 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 123
6.3 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* 126
BAB VII SIMPULAN DAN SARAN 136
7.1 Simpulan 136
7.2 Saran 136
DAFTAR PUSTAKA 137

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Beberapa jenis peralatan konstruksi 30

Tabel 5. 1 Item Pekerjaan Struktur Proyek Hotel Sewutomo 51

Tabel 5. 2 Rincian Perhitungan Volume Lantai *Basement* 53

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur 62

Tabel 5. 4 Kebutuhan Tenaga Kerja Pembesian *Bored Pile* 65

Tabel 5. 5 Daftar Hari Kerja Proyek 68

Tabel 5. 6 Daftar Sumberdaya Tenaga Kerja Proyek Yang Digunakan 68

Tabel 5. 7 Hubungan Antar Pekerjaan pada Metode Pelaksanaan *Readymix Concrete Pump* dan *Site mix* 77

Tabel 5. 8 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan 82

Tabel 5. 9 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix* 83

Tabel 5. 10 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 83

Tabel 5. 11 Hubungan Antar Pekerjaan pada Metode Pelaksanaan Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 93

Tabel 5. 12 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan 98

Tabel 5. 13 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump dan Readymix Manual* 99

Tabel 5. 14 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 99

Tabel 5. 15 Hubungan Antar Pekerjaan Metode Pelaksanaan Cor *Readymix Concrete Pump* 108

Tabel 5. 16 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan 113

Tabel 5. 17 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode cor dengan *Readymix Concrete Pump* 114

Tabel 5. 18 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* 114

Tabel 6. 1 Rekapitulasi Biaya dan Waktu Masing-masing Metode Pengecoran 129

Tabel 6. 2 Perbandingan Biaya dan Waktu Masing-masing Metode Pengecoran 129

Tabel 6. 3 Rekapitulasi *Gantt Chart* pada Masing-masing Metode Pelaksanaan Pengecoran 133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 *Bar Chart* atau *Gantt Chart* 16

Gambar 3. 2 *Node* dalam *Precedence Diagram Method* 19

Gambar 3. 3 Membuat *File* Baru pada *MS Project* 39

Gambar 3. 4 Tampilan *Project Information* pada *MS Project* 40

Gambar 3. 5 Tampilan *Gant Chart* pada *MS Project* 40

Gambar 3. 6 Tampilan Menu *Resource Sheet* pada *MS. Project* 41

Gambar 3. 7 Tampilan *Input* Sumberdaya Proyek 41

Gambar 3. 8 Tampilan *Input* Biaya Proyek 41

Gambar 3. 9 Tampilan *Menu Reports* pada *MS. Project* 42

Gambar 4. 1 Lokasi Pembangunan Hotel Sewutomo 44

Gambar 4. 2 *Flowchart* Penelitian 48

Gambar 4. 3 Kerangka *Output* Penelitian 49

Gambar 5. 1 *Breakdown* Pekerjaan Struktur 52

Gambar 5. 2 Pembuatan *Network Diagram* Pada *Ms Project* 67

Gambar 5. 3 *Flowchart* Metode Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 73

Gambar 5. 4 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 75

Gambar 5. 5 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 81

Gambar 5. 6 *Flowchart* Metode Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix Manual* 89

Gambar 5. 7 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 91

Gambar 5. 8 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 97

Gambar 5. 9 *Flowchart* Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* 105

Gambar 5. 10 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump* 107

Gambar 5. 11 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump* 112

Gambar 6. 1 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix* 121
Gambar 6. 2 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat 122
Gambar 6. 3 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 124
Gambar 6. 4 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat 125
Gambar 6. 5 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual 127
Gambar 6. 6 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat 128
Gambar 6. 7 Histogram hubungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek 130
Gambar 6. 8 *Time Schedule* pada Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo 132

ABSTRAK

Perencanaan biaya dan waktu yang efektif dan efisien merupakan salah satu kunci dalam kesuksesan sebuah proyek. Salah satu penentu efektifitas dan efisiensi di dalam sebuah proyek konstruksi adalah pemilihan metode pelaksanaan, pekerjaan struktur adalah pekerjaan awal dalam sebuah proyek konstruksi yang umumnya terdiri dari pembesian, bekisting, dan pengecoran beton. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan struktur, khususnya pemilihan metode pengecoran untuk mendapatkan hasil yang efektif dan efisien pada proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan biaya dan waktu antara model penjadwalan dengan metode pelaksanaan cor dengan beton *readymix concrete pump* dan *site mix*, cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual*, dan cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya. Data sekunder pada penelitian ini diambil dari Hotel Sewutomo yang berlokasi di Yogyakarta. Selanjutnya dilakukan analisis biaya dan waktu berdasarkan metode pelaksanaan pengecoran menggunakan bantuan program komputer *Ms Project* dan *Ms Excel*.

Hasil dari penelitian diperoleh metode pelaksanaan cor dengan beton *readymix concrete pump* dan *site mix* memerlukan biaya Rp. 3.195.687.978,53 dengan durasi 154 hari kalender, lalu cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual* memerlukan biaya Rp. 3.268.397.006,86 dengan durasi 160 hari kalender, dan cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya memerlukan biaya Rp. 3.368.235.460,86 dengan durasi 149 hari kalender.

Kata kunci : Penjadwalan Proyek, *Network Diagram*, *MS project*, beton *readymix*

ABSTRACT

The effective and efficient cost and time planning is one of the keys to succeed the construction project. The selection of implementation method is one of the influential factors in the construction project's effectiveness and efficiency. A structure work is the first phase in a construction project which consists of reinforcement, formwork, and concrete casting. Therefore, a research in the selection of implementation method of the structure work is valuable to conduct, especially the concrete casting selection method in purpose to gain the effectiveness and efficiency of the project.

The aim of this study is to know the cost and time comparison value among the time scheduling model by concrete casting implementation methods using Readymix concrete pump and site mix; Readymix concrete pump and manual; and cast with all Readymix concrete pump. The secondary data of this research was taken from Sewutomo Hotel of Yogyakarta. To make the data analysis of the cost and time based on the casting implementation, Ms Project and Ms Excel computer programs were used.

The result of the analysis shown that concrete casting implementation methods using Readymix concrete pump and site mix cost Rp. 3,195,687,978.53 by duration of 154 calendar days; casting with Readymix Readymix concrete pump and manual cost Rp. 3,268,397,006.86 by duration of 160 calendar days; and casting with all Readymix concrete pump cost Rp. 3,368,235,460.86 by duration of 149 calendar days.

Keywords : *Project Scheduling, Network Diagram, MS Project, Readymix Concrete*

BAB I
PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan keaslian penelitian.

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, penyedia jasa konstruksi dituntut untuk bisa meningkatkan profesionalisme manajemen yang tinggi dan berusaha untuk mengambil tindakan dan strategi yang tepat dalam melaksanakan sebuah proyek. Di dalam sebuah proyek konstruksi, tahap perencanaan merupakan langkah awal yang sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan sebuah proyek ke depannya. Perencanaan diperlukan dan dipergunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien. Tanpa perencanaan yang tepat maka bukanlah tidak mungkin bila suatu proyek akan mengalami kegagalan yang akan merugikan perusahaan, misalnya pemborosan waktu dan tenaga kerja yang mengakibatkan peningkatan biaya. Oleh karena itu sebuah perencanaan yang sesuai dengan karakteristik proyek tersebut akan sangat membantu demi tercapainya target yang akan dicapai sebuah proyek, baik dari segi biaya, mutu, dan waktu mengingat bahwa sebuah proyek konstruksi adalah bersifat unik karena pasti memiliki karakteristik yang berbeda dengan proyek konstruksi lainnya.

Sebuah perencanaan meliputi penetapan pengambilan keputusan mengenai apa (*what*) yang akan dikerjakan, kapan (*when*) pekerjaan tersebut dimulai atau selesai, siapa (*who*) yang akan melaksanakannya, dan bagaimana (*how*) hal tersebut akan bisa dicapai. Dengan keterbatasan-keterbatasan sumberdaya yang ada maka suatu perencanaan harus dilakukan sematang mungkin agar sumberdaya tersebut dapat digunakan secara efisien. Di dalam sebuah proyek konstruksi yang baik siklus yang seharusnya dilakukan adalah *plan – do – check – act*, siklus tersebut harus mengiringi pelaksanaan sebuah proyek. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa proyek yang sedang berjalan tepat waktu, biaya, dan mutu.

Adapun perencanaan dikatakan baik apabila seluruh proses yang ada di dalamnya dapat diimplementasikan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dengan penyimpangan yang minimal. Produk dari suatu perencanaan merupakan dasar acuan bagi kegiatan pelaksanaan dan pengendalian karena dalam pelaksanaan sebuah proyek pasti dijumpai hal-hal tak terduga dan tidak pasti. Hal ini dikarenakan aspek utama dari perenanaan adalah peramalan (*forecasting*) yang tergantung dari pengetahuan teknis dan non teknis perencana. Oleh karena itu pada tahapan selanjutnya harus dilakukan pengendalian dan tindakan sesuai dengan perkembangan proyek.

Salah satu hasil perencanaan adalah penjadwalan proyek, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumberdaya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen, 2008).

Metode penyusunan jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan kerja (*network analysis*), yang digambarkan dalam suatu bagan hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu. Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan proyek karena dana yang dikelola semakin besar, kebutuhan dan penyediaan sumberdaya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang.

Sumberdaya proyek khususnya proyek konstruksi terdiri atas material, tenaga kerja, pendanaan, metode pelaksanaan dan peralatan. Sumberdaya direncanakan untuk mencapai sasaran proyek dengan batasan waktu, biaya dan mutu. Tantangan pada pelaksanaan proyek adalah bagaimana merencanakan jadwal waktu yang efektif dan perencanaan biaya yang efisien tanpa mengurangi mutu. waktu dan biaya merupakan dua hal penting dalam pelaksanaan pekerjaan

konstruksi selain mutu, karena biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan sangat erat kaitannya dengan waktu pelaksanaan pekerjaan. Untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan para penyedia jasa konstruksi maupun pemilik proyek membutuhkan penjadwalan waktu pelaksanaan proyek yang sekaligus dapat mengontrol dan mengendalikan pelaksanaan proyek tersebut. Metode yang digunakan dalam membuat jadwal pada umumnya adalah *Bar Chart, Network Diagram (CPM, PDM, PERT),* dan *Line of Balance.*

Di dalam pembuatan jadwal pelaksanaan, *network diagram* dipengaruhi oleh metode pelaksanaan yang diterapkan di dalam proyek. Pada penelitian ini bangunan gedung ditinjau sebagai objeknya. Proyek bangunan gedung terdiri atas komponen pekerjaan struktur, komponen pekerjaan arsitektur, pekerjaan *landscape*, dan komponen pekerjaan mekanikal elektrikal. Dari keempat komponen pekerjaan tersebut, pekerjaan struktur dikerjakan di awal. Oleh karena itu lamanya pekerjaan struktur akan menentukan kapan dimulainya pekerjaan lain, baik arsitektur maupun mekanikal elektrikal.

Oleh karena keberhasilan dalam pelaksanaan komponen pekerjaan struktur sangat penting dalam sebuah proyek konstruksi, pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan struktur juga menjadi salah satu kunci. Pada era modern ini pelaksanaan komponen pekerjaan struktur, khususnya pekerjaan pengecoran dapat dilaksanakan dengan beberapa alternatif kombinasi pengecoran, seperti pengecoran dengan *readymix* atau masih menggunakan beton *site mix* yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing proyek.

Mengingat metode-metode tersebut merupakan sebuah alat, maka keberhasilan dari penggunaan dan penerapannya di lapangan pun juga tergantung dari ketepatan pemilihan metode penjadwalan yang digunakan serta pengalaman, ketelitian, pemahaman, dan ketrampilan pelaksana di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, rumusan masalah mengarah pada bagaimana perbandingan biaya dan waktu antara metode pelaksanaan cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*, cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual*, dan cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan biaya dan waktu antara metode pelaksanaan cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*, cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual*, dan cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta,
2. analisis penjadwalan dan sumberdaya proyek dilakukan dengan bantuan *software MS Project*,
3. pembahasan masalah dititik beratkan pada aspek biaya dan waktu,
4. tidak mengkaji faktor non teknis terhadap biaya pekerjaan,
5. waktu pelaksanaan proyek direncanakan selama 7 hari kerja per minggu dan 8 jam kerja per hari,
6. alternatif diagram jaringan penjadwalan hanya dilakukan pada pekerjaan struktur saja,
7. metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran yang digunakan adalah dengan beton *site mix*, *readymix* manual, dan *readymix concrete pump*,
8. produktivitas kelompok tenaga kerja didapatkan dari indeks Analisa Harga Satuan SNI,
9. diasumsikan sumberdaya tenaga yang tersedia tidak terbatas,
10. diasumsikan tidak ada eskalasi harga material dan upah tenaga kerja pada proyek.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dapat dijadikan pertimbangan dalam pelaksanaan pembangunan Hotel Sewutomo sehingga dapat diminimalisir hal-hal yang kemungkinan merugikan dan beresiko menjadi penghambat saat pelaksanaan. Bagi praktisi di dunia konstruksi, diharapkan penelitian ini dapat menjadi gambaran tentang pengaruh pemilihan metode pelaksanaan pengecoran pada bangunan gedung terhadap biaya dan waktu proyek. Selain itu untuk akademisi yang mempelajari tentang dunia konstruksi, penelitian ini dapat menambah wawasan mengenai metode-metode pelaksanaan pengecoran yang umum digunakan pada proyek konstruksi.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang pembuatan *network diagram* penjadwalan proyek menggunakan bantuan *software MS Project.*Penelitian dengan topik penjadwalan memang sudah sering dilakukan, namun penelitian ini selain objek yang ditinjau berbeda juga akan dilakukan beberapa alternatif metode pelaksanaan pengecoran, sehingga diketahui biaya dan waktu pelaksanaan yang efektif dan efisien sebagai pedoman pelaksanaan dan pengendalian saat proyek berlangsung.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini ditinjau beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan sehingga penelitian dapat lebih terarah, sistematis dan tidak bertentangan dengan maksud dan tujuan penelitian. Adapun penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut ini.

2.1 Penelitian dengan Topik Metode Pengecoran

2.2.1 Metode Pengecoran Beton Readymix Pada Proyek Pasar Legi Parakan Temanggung

Dalam penelitian ini menyatakan bahwa suatu konstruksi bangunan dapat berdiri kokoh dan kuat karena didukung oleh struktur bangunan. Pada umumnya bahan bangunan struktur menggunakan bahan dari campuran beton yang dicor di tempat (*cast in situ*), karena mempunyai keunggulan seperti mudah dibentuk. pada Proyek Pasar Legi Parakan ini menggunakan beton siap pakai (*readymix*) untuk pengecoran pekerjaan struktur karena jumlah volume beton yang dibutuhkan sangat besar.

Pelaksanaan pekerjaan pengecoran menggunakan *truck mixer* dengan bahan beton *readymix* mutu K-300 dan nilai *slump* 10±2. Sebelum pengecoran dilakukan pengujian slump untuk mengetahui batas kekentalan beton siap pakai yang berpengaruh pada mutu beton yang dihasilkan. Untuk memperoleh hasil pekerjaan struktur yang sesuai dengan standar, maka mutu beton harus sesuai dengan yang telah ditetapkan yaitu K-300 dan *slump* 10±2. (Wahyuningtyas, 2014)

Karena pencampuran adukan b

eton yang dilakukan di *batching plant* maka ada beberapa keuntungan penggunaan beton siap pakai, antara lain :

1. Mutu campuran beton lebih terkontrol.
2. Pekerjaan di lapangan lebih efisien.
3. Memiliki mobilitas yang tinggi sehingga dapat menjangkau tempat yang sulit untuk dijangkau dan menghemat waktu pekerjaan.

4. Produksi yang efisien. Untuk volume yang besar, pemakaian material menjadi ekonomis.

2.2.2 Studi Pemilihan Pengerjaan Beton Antara Pracetak dan Konvensional Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Dengan Metode Ahp

Dalam penelitian ini menyatakan bahwa pemilihan suatu metode sangat penting dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi karena metode pelaksanaan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal terutama jika ditinjau dari segi biaya maupun waktu. Salah satu usaha yang dilakukan oleh pengelola proyek adalah mengganti cara – cara konvensional menjadi lebih modern, yaitu dengan cara penerapan beton pracetak. Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) untuk mengetahui kriteria utama yang menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan metode pengerjaan beton di Kota Surabaya. (2) mengetahui metode pengerjaan beton yang paling banyak dipilih dengan mempertimbangkan beberapa kriteria pada pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Surabaya. Penelitian ini dilakukan melalui metode survei kuesioner serta wawancara dengan beberapa perusahaan kontraktor, konsultan perencana, perusahaan beton pracetak (*precaster*), perusahaan beton konvensional (*readymix*) dan pemilik proyek (*owner*) di Kota Surabaya, Propinsi Jawa Timur.

Dari 55 kuesioner yang disebarkan, yang berhasil dikumpulkan adalah 46 kuesioner. Penelitian ini menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Kriteria yang digunakan dalam pemilihan pengerjaan beton adalah biaya pekerjaan, waktu pelaksanaan, mutu hasil pekerjaan, perencanaan, keselamatan kerja, bentuk bangunan, kekuatan struktur, keindahan bangunan, perubahan cuaca, kemampuan kontraktor. Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria keselamatan kerja merupakan kriteria dengan nilai bobot/prioritas tertinggi yaitu 16,4%, kemudian kekuatan struktur (13,6%), mutu hasil pekerjaan (12,7%), biaya pelaksanaan (11,8%), waktu pelaksanaan (9,7%), perencanaan (8,6%), kemampuan kontraktor (7,4%), bentuk bangunan (7,3%), keindahan

bangunan (6,9%), dan kriteria perubahan cuaca (5,7%). Untuk metode pengerjaan beton yang paling banyak dipilih pada pelaksanaan konstruksi gedung di Kota Surabaya ditetapkan menggunakan metode beton pracetak dengan nilai persentase sebesar 64,9%, Sedangkan untuk beton konvensional memiliki nilai persentase sebesar 35,1%. (Khakim, Anwar, & Hasyim, 2011)

2.2 Penelitian dengan Topik Penjadwalan Proyek Konstruksi

2.2.1 Analisis Perubahan Penjadwalan Dengan Metode *Tracking Progres* Pada *Software Microsoft Project* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Autis Kota Blitar Tahun 2013)

Pada penelitian ini menyatakan bahwa keterlambatan suatu item pekerjaan dalam sebuah proyek akan sangat mempengaruhi total durasi dari proyek tersebut, selama ini metode yang sering digunakan untuk me-monitor progress pekerjaan suatu proyek adalah metode kurva S dari persentase bobot biaya proyek yang mana hanya mengamati biaya yang sudah terlaksana dalam proyek tetapi tidak dapat digunakan untuk mengamati pengaruh keterlambatan suatu item pekerjaan terhadap total durasi dalam suatu proyek. Salah satu metode untuk memonitor pengaruh keterlambatan terhadap total durasi proyek adalah dengan metode *tracking progress* sdalam *software Microsoft Project*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keterlambatan suatu aktivitas dalam proyek serta pengaruhnya terhadap total durasi dari proyek tersebut menggunakan tracking terhadap jadwal yang telah diberikan oleh pihak kontraktor.

Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan dengan *MS project* yang durasi pada setiap item pekerjaan berdasarkan dari jadwal rencana dan jadwal setelah addendum dari proyek tersebut, pada *penjadwalan MS Project* akan terlihat mana saja item pekerjaan yang tergolong kritis dan non-kritis. Sementara untuk me-monitor progress mingguan menggunakan fasilitas dari *MS Project* berupa *tracking* yang mana untuk memasukan *progress* tiap mingguan tetap menggunakan persen dari setiap item pekerjaanya. Hasil dari *tracking* tersebut akan memperlihatkan

pertambahan total durasi dari proyek tersebut, jika suatu item pekerjaan dalam proyek tersebut mengalami keterlambatan maka total durasi dari proyek tersebut akan ikut bertambah. Sebaliknya, apabila item pekerjaan dalam proyek tersebut mengalami percepatan maka total durasi dari proyek tersebut akan berkurang.

Hasil dari perbandingan jadwal yang di lakukan pada penilitian kali ini, untuk total dari durasi proyek tidak terdapat perbedaan hasil waktu dikarenakan mengguanakan data dari laporan mingguan yang sama yaitu selama 36 minggu untuk mencapai 100%, akan tetapi terdapat perbedaan hasil bobot pekerjaan (% *Complete*) tiap-tiap minggunya seperti deviasi keterlambatan terbesar pada kurva S terjadi pada minggu ke-17 dengan deviasi sebesar -48,3676%, sementara pada tracking hasil deviasi keterlambatan terjadi pada minggu ke-18 dengan deviasi sebesar 46,3391%. (Muhammada, Unas, & Hasyim, 2016)

2.2.2 Metode *Bar Chart*, CPM, PDM, PERT, *Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram* dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi

Penelitian dengan judul "Eksplorasi Metode *Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance* dan *Time Chainage Diagram* dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi" membahas tentang metode perencanaan dan penjadwalan yang umum digunakan di Indonesia, lalu bagaimana perbandingan masing-masing metode tersebut terhadap karakteristik proyek konstruksi yang ada. Objek penelitian mengambil sampel perwakilan masing-masing dari proyek konstruksi gedung, jalan, dan bangunan air.

Hasil dari penelitian yang talah dilakukan menunjukkan bahwa Metode *Bar Chart* masih sangat populer di dalam penjadwalan proyek konstruksi di Indonesia dan dapat digunakan untuk berbagai jenis proyek konstruksi, di mana dari hasil analisa data pada penelitian ini hanya 13% (2 proyek) yang menggunakan PDM, sedangkan 87% (13 proyek) lainnya masih menggunakan metode *Bar Chart*. (Arianto, 2010)

2.2.3 Perbandingan Aplikasi Program *Microsoft Project* dan *Primavera* Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi

Di dalam penelitian ini menyatakan bahwa proses pembuatan penjadwalan proyek tidak dipungkiri ada banyak kendala, hal ini diakibatkan dari berbedanya tingkat kerumitan tiap proyek. Oleh karena itu diperlukan aplikasi program yang sesuai dengan berbagai macam kebutuhan perusahaan/ latar belakang pengguna dalam membantu mengelola sebuah proyek konstruksi agar efektif dan efisien. Diantara berbagai aplikasi program yang ada sekarang ini *Microsoft Project* dan *Primavera* adalah aplikasi program professional yang masih berkembang dan paling sering digunakan oleh *project planner, project control, scheduler, project manager, estimator,* dan lain-lain.

Penelitian ini membandingkan kelebihan dan kelemahan kedua aplikasi program dengan memakai pendekatan studi literatur, mengintepretasikan dalam aplikasi program, menggunakan semua fitur aplikasi program yang tersedia, dan kemudian membandingkan kedua aplikasi program berdasarkan 12 kategori menurut J. D. Witt sebagai kerangka dasar penelitian.

Hasil penelitian menunjukan keduanya memiliki kemampuan yang relatif sama. Di satu pihak, *Microsoft Project* sangat *user frindly*, tidak memerlukan waktu yang lama dalam menyelesaikan hubungan antar aktivitas, sangat kompatible dengan *Microsoft Excel,* memiliki kemampuan membuat jadwal kerja/ sistem kalendering dengan berbagai macam constraints, dan sangat baik digunakan pada proyek skala kecil. Sedangkan, *Primavera* baik dalam menampilkan grafik *resource, cost*, dan kurva S, mengatur informasi proyek dengan menggunakan kode aktivitas dan sangat baik digunakan pada proyek skala menengah sampai besar.

2.2.4 Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Research Centre Universitas Tadulako Dengan Menggunakan Microsoft Project

Di dalam penelitian ini menyatakan bahwa proyek konstruksi merupakan aktivitas pekerjaan yang memiliki karakteristik unik yang tidak

berulang, di mana proses yang terjadi pada suatu proyek tidak dapat diulangi pada proyek lainnya. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting. Oleh karena itu diperlukan persiapan berupa perencanaan dan penjadwalan yang efektif. Penjadwalan yang efektif adalah menjadwal kegiatan dengan urutan kerja yang logis sehingga meminimalisir peluang keterlambatan suatu proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat penjadwalan kembali proyek pembangunan gedung *Research Centre* Universitas Tadulako dengan menggunakan *Microsoft Project 2007*.

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penjadwalan dengan menggunakan *Ms. Project 2007* diperoleh waktu pelaksanaan pekerjaan pembangunan gedung *Research Centre* Universitas Tadulako sekitar 230 hari untuk menyelesaikan rangkaian aktivitas. Sedangkan penjadwalan yang direncanakan oleh pihak pelaksana pekerjaan pembangunan gedung *Research Centre* Universitas Tadulako adalah 240 hari. Jika dibandingkan maka penjadwalan dengan *Ms. Project* lebih cepat 10 hari. (Wartinah, Tilaar, & Yunus, 2013)

2.2.5 Analisa Kinerja Waktu Pembangunan Gedung Rumah Sakit Budhi Asih, Jakarta Timur Menggunakan *Precedence Diagram Method*

Penelitian ini menyebutkan bahwa tingkat kesulitan untuk mengelola dan menjalankan proyek semakin tinggi sehingga untuk keluar dari masalah tersebut dibutuhkan manajemen proyek. Manajemen proyek menjadi kunci utama keberhasilan proyek yang berpegang pada tiga kendala yaitu biaya, mutu dan waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja waktu dengan PDM (metode preseden diagram). Metode ini merupakan salah satu teknik penjadwalan *Network Planning* atau rencana jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*activity on node*). Pengendalian waktu dengan PDM dilakukan berdasarkan analisa jalur kritis. Pengambilan data

dilakukan di proyek pembangunan Gedung Rumah Sakit Budhi Asih, Jakarta Timur berupa jadwal rencana dan realisasi.

Hasil analisis kinerja waktu didapat pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Keterlambatan maksimal terjadi pada sub pekerjaan pelapis lantai basement 2 (pekerjaan arsitektur) dengan selisih *start* -39 hari dan selisih *finish* -32 hari dari jadwal rencana. Kurangnya koordinasi dan komunikasi merupakan faktor dominan penyebab keterlambatan. Hal ini menunjukkan bahwa PDM tidak dimanfaatkan dengan optimal. Secara keseluruhan pekerjaan selesai sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. (Sari, 2015)

BAB III
LANDASAN TEORI

Sehubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini, maka pada bab ini berisi tentang teori yang berhubungan dengan topik penelitian.

3.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah merupakan suatu rangkaian kegiatan dan kejadian yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dan membuahkan hasil dalam suatu jangka tertentu dengan memanfaatkan sumberdaya yang tersedia. Dalam pengertian lain, proyek adalah suatu kegiatan yang mempunyai jangka waktu tertentu dengan sumberdaya tertentu pula, Menurut Lestari (1990) dalam Hermiaty (2007), bahwa sistem manajemen proyek adalah bagaimana menghimpun dan mengelola masukan (*input*) yang bersumberdaya (tenaga, manusia, dana, waktu, teknologi, bahan, peralatan dan manajemen) untuk menghasilkan keluaran/hasil proyek (*output*) yang telah ditentukan untuk mencapai suatu tujuan proyek yang mendukung suatu program dalam suatu jangka waktu tertentu.

Secara sistematis fungsi manajemen adalah penggunaan sumberdaya yang ada secara efektif dan efisien, untuk itu perlu di terapkan fungsi-fungsi dalam manajemen itu sendiri seperti *Planning*, *Organizing*, *Actuating* dan *Controlling*, dengan demikian dapat dicapai tujuan proyek yang optimal. Dalam melakukan perencanaan (*planning*) perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain, waktu pelaksanaan, waktu pemesanan, waktu pemasukan material, alat, jumlah dan kualifikasi tenaga kerja, metode/teknik pelaksanaan dan sebagainya. Kemudian melaksanakan jenis-jenis pekerjaan proyek sesuai dengan rencana yang telah di tetapkan dengan selalu mengadakan Organizing yaitu pengarahan. Setelah itu dilaksanakan pula evaluasi atau koreksi-koreksi terhadap hasil pelaksanaan yang ada (*actuating*). Terakhir adalah *controlling* yaitu memonitor, mengawasi dan mengendalikan pelaksanaan proyek tersebut sehingga berjalan sesuai dengan *schedule*. Dengan konsep ini peran manajer proyek konstruksi sangat besar dalam menentukan keberhasilan proyek dari segi waktu, biaya, mutu, keamanan dan

kenyamanan yang optimal sehingga dari sisi ini dapat berkembang perusahaan yang bergerak di bidang manajemen konstruksi yang akan mengelola proyek-proyek yang diingini oleh *owner* secara profesional. (Hermiaty, 2007)

Menurut Dipohusodo (1996), proyek merupakan suatu proses sumberdaya dan adanya dana tertentu secara terorganisasi untuk menjadi hasil pembangunan yang mantap sesuai dengan tujuan dan harapan–harapan awal dengan menggunakan anggaran dana proyek tersebut, sehingga menjadi sumberdaya yang tersedia dalam jangka waktu tertentu yang sesuai dengan fungsinya.

Karakteristik dalam proyek konstruksi antara lain adalah :

1. Proyek konstruksi bersifat unik.

   Keunikan yang ada dalam suatu proyek konstruksi tersebut tidak pernah ada suatu rangkaian kegiatan yang sama persis, sehingga proyek bersifat sementara dan selalu melibatkan pekerja yang berbeda – beda tugasnya.
2. Proyek konstruksi membutuhkan adanya sumberdaya (*resources*).

   Dalam setiap proyek konstruksi yang ada, akan selalu membutuhkan sumberdaya yang diperlukan dalam setiap penyelesaian proyek, seperti pekerja dan bahan/material serta peralatan yang diperlukan. Untuk itu segala pengorganisasian semua sumberdaya dilakukan oleh manager proyek. Namun dalam kenyataannya mengorganisasikan pekerja akan lebih sulit dibandingkan mengorganisasikan sumberdaya yang lain. Sehingga manager proyek harus mampu mengendalikan proyek dan memimpin proyek yang ada.
3. Proyek konstruksi membutuhkan organisasi.

   Dalam proyek dibutuhkan suatu organisasi yang mempunyai tujuan keragaman tertentu dengan melibatkan sejumlah individu yang beraneka ragam keahlian, ketertarikan, kepribadian, ketidakpastian. Untuk itu manager proyek perlu menyatukan visi untuk menjadi satu tujuan yang telah ditetapkan dalam struktur organisasi. (Dipohusodo, 1996)

3.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu

proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. (Husen A. , 2009)

Penjadwalan menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumberdaya bisa disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumberdaya yang menjadi faktor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja. (Jaya & Dewi, 2007)

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukan faktor waktu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek. (Soeharto I. , Manajemen Proyek, 1995)

Dalam sebuah proyek konstruksi, penjadwalan memainkan peranan yang signifikan dalam menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Dengan penjadwalan yang baik, aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek akan berjalan dengan lancar, misalnya mobilisasi dan demobilisasi tenaga kerja dan peralatan dapat terlaksana dalam kerangka waktu yang tepat untuk menghindari terjadinya penundaan dan pemborosan. Sebagai hasil akhir akan diperoleh sebuah kombinasi yang optimal antara waktu pelaksanaan, biaya yang dikeluarkan, dan kualitas yang dihasilkan. Untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi dikenal beberapa diagram diantaranya Diagram Balok, Diagram Panah, dan *Precedence Diagram*.

3.2.1 *Bar Chart*

Bar Chart diperkenalkan pertama kali oleh Henry L. Gantt pada tahun 1917 semasa Perang Dunia I. Oleh karena itu, *Bar Chart* sering disebut juga dengan nama *Gantt Chart* sesuai dengan nama penemunya. Sebelum ditemukannya metode ini, belum ada prosedur yang sistematis dan analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Gantt menciptakan teknik ini untuk

memeriksa perkiraan durasi tugas versus durasi aktual. Sehingga dengan melihat sekilas, pemimpin proyek dapat melihat kemajuan pelaksanaan proyek. Sekarang ini, metode bagan balok masih digunakan secara luas dan merupakan metode yang umum digunakan sebagian besar penjadwalan dan pengendalian di industri konstruksi, terutama untuk menyusun jadwal induk suatu proyek, baik dari mulai kontraktor kecil sampai dengan kontraktor besar, dari sektor swasta sampai dengan BUMN. Metode ini dapat berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih. (Soeharto I. , 2001)

Pada bagan balok juga dapat ditentukan *milestone* atau tonggak kemajuan sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktifitas proyek secara keseluruhan. Sedangkan untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal (Husen A. , 2009). Format bagan balok ini sangat informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi dengan berbagai pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana baik dengan manual maupun dengan menggunakan komputer.

No.	Deskripsi	Nilai (Rp)	Durasi (minggu)	Bobot	Minggu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1,000,000	2	2.22%	1.111	1.111								
2	Pekerjaan galian tanah	500,000	2	1.11%		0.556	0.556							
3	Pekerjaan pondasi	1,500,000	3	3.33%			1.111	1.111	1.111					
4	Pekerjaan beton bertulang	10,000,000	2	22.22%				11.11	11.11					
5	Pekerjaan pasangan/plesteran	2,000,000	3	4.44%					1.481	1.481	1.481			
6	Pekerjaan pintu jendela	6,000,000	2	13.33%						6.667	6.667			
7	Pekerjaan atap	7,000,000	2	15.56%							7.778	7.778		
8	Pekerjaan langit-langit	2,000,000	2	4.44%								2.222	2.222	
9	Pekerjaan lantai	5,000,000	2	11.11%								5.556	5.556	
10	Pekerjaan finishing	10,000,000	2	22.22%									11.11	11.11
NILAI NOMINAL		45,000,000		100%										
PRESTASI PER MINGGU					1.111	1.667	1.667	12.22	13.7	8.148	15.93	15.56	18.89	11.11
PRESTASI KUMULATIF					1.111	2.778	4.444	16.67	30.37	38.52	54.44	70	88.89	100

Gambar 3. 1 *Bar Chart* atau *Gantt Chart*

Penggambaran diagram balok seperti terlihat pada Gambar 3.1 terdiri dari kolom (sumbu vertikal) dan baris (sumbu horisontal). Kolom pertama berisi daftar atau uraian pekerjaan dalam suatu proyek. Kolom selanjutnya dipergunakan sebagai tempat melukiskan balok sesuai dengan durasi waktu yang diperlukan dari

masing- masing pekerjaan. Satuan waktu misalnya hari, minggu, atau bulan ditempatkan pada sumbu horisontal. Waktu mulai dan waktu akhir masing-masing kegiatan ditunjukkan oleh ujung kiri dan ujung kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada pembuatan diagram balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu aktivitas dengan yang lain. Format penyajian diagram balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan. (Nugraha, Natan, & Sucipto, 1985)

3.2.2 *Precedence Diagram Method* (PDM)

Precedence Diagram Method adalah metode jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*Activity On Node*). Dalam Metode ini kegiatan dituliskan di dalam *node* yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatankegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian *dummy* yang merupakan tanda penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, di dalam PDM tidak diperlukan. (Soeharto, 1995)

Penjadwalan dengan AON yang sudah dikenal adalah *Precedence Diagram Methods* (PDM). Pada AOA/CPM kegiatan digambarkan pada *Arrow* (anak panah) dan *event*/ peristiwa/ kejadian pada *node*, sedang AON/PDM kegiatan digambarkan pada *node*nya (biasanya dalam bentuk kotak) dan *arrow* (anak pana) nya menggambarkan hubungannya. Prinsip penggambarannya hampir sama dengan AOA, didasarkan pada predecessor atau successor antar kegiatan.Karena kegiatan pada *node* maka kegiatan dummy pada CPM tidak ada pada PDM. (Faisol, 2006)

1. Hubungan Antar Pekerjaan Dalam PDM

AON/PDM mempunyai hubungan logis ketergantungan yang bervariasi. Jika di AOA/CPM hanya terdapat hubungan logis/konstrain FS = 0 dan SS = 0, maka pada AON/PDM ada 4 macam hubungan logis/konstrain yang bervariasi, yaitu.

1. *Finish to Finish* (FF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



FFij =0, artinya selesainya kegiatan *i* dan *j* secara bersamaan.

2. *Finish to Start* (FS)

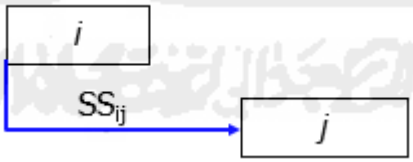
   Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



   FSij =0, artinya selesai kegiatan *i* lalu *j* mulai.

3. *Start to start* (SS)

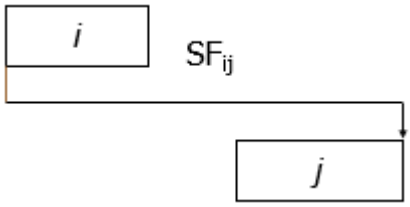
   Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Succesor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



   SS_{ij} = 0, artinya kegiatan *i* dan *j* dimulai (*start*) secara bersama-sama.

4. *Start to Finish* (SF)

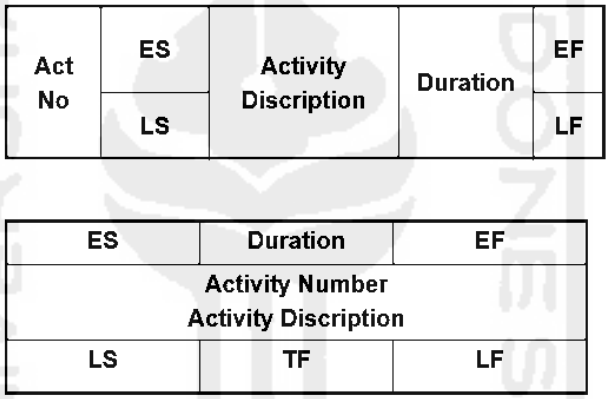
   Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



SF = *x*, artinya kegiatan *j* selesai setelah *x* hari kegiatan i dimulai.

Dengan adanya hubungan logis/ketergantungan yang bervariasi dari AON maka penjadwalan dengan *network diagram* yang kegiatannya *overlapping* dapat menggunakan AON/PDM.

Kotak *node* yang lengkap yang biasa digunakan dalam diagram PDM dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 *Node* dalam *Precedence Diagram Method*

Keterangan:

ES = *Earliest Start*

LS = *Latest Start*

EF = *Earliest Finish*

LF = *Latest Finish*

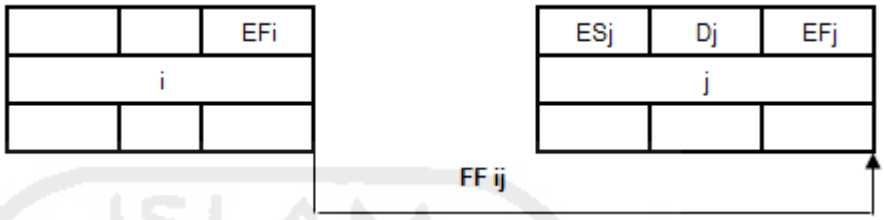
2. Perhitungan PDM

Pada dasarnya perhitungan PDM sama dengan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke muka (*forward pass*) untuk menentukan *Earliest Start*(ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (*backward pass*) untuk menentukan *Latest Finish* (LF) dan *Latest Start* (LS) berdasarkan hubungan logis/ketergantungan yang ada antar kegiatan.

1. Hitungan ke Muka

   Untuk AON/PDM kegiatan awal (*start*) merupakan suatu aktivitas dalam bentuk *node* yang durasinya = 0 dan ES, EF, LS dan LF nya juga sama dengan nol.

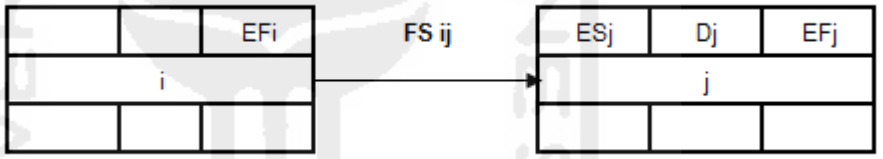
   i. Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



   Rumus yang digunakan, $\mathbf{EF_j = EF_i + FF_{ij}}$

   $\mathbf{ES_j = EF_j - Dj}$

   ii. Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



   Rumus yang digunakan, $\mathbf{ES_j = EF_i + FS_{ij}}$

   $\mathbf{EF_j = ES_j + D_j}$

   iii. Hubungan Kegiatan *Start to Start (SS)*



   Rumus yang digunakan, $\mathbf{ES_j = ES_i + SS_{ij}}$

   $\mathbf{EF_j = ES_j + D_j}$

iv. Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



Rumus yang digunakan, $\mathbf{EF_j = ES_i + SS_{ij}}$

$\mathbf{ES_j = ES_j - D_j}$

Jika pada perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan Predecessor yang hubuungan ketergantungan (konstrain) berlainan (FF;FS;SS;SF) maka ES dan EF di ambil yang maksimum.

2. Hitungan ke Belakang

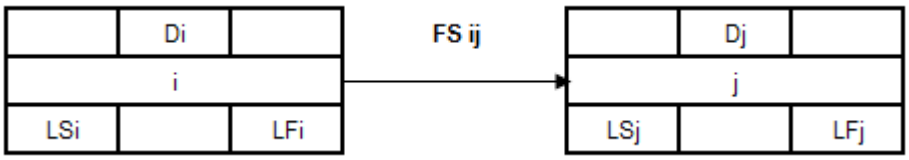
i. Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



Rumus yang digunakan, $\mathbf{LF_j = LS_i - FF_{ij}}$

$\mathbf{LS_j = LS_j - D_j}$

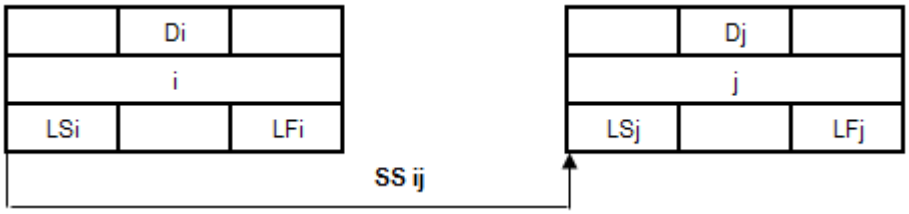
ii. Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



Rumus yang digunakan, $\mathbf{LF_i = LS_i - FS_{ij}}$

$\mathbf{LS_i = LF_j - D_j}$

iii. Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



Rumus yang digunakan, $\mathbf{LS_i = LS_i - FS_{ij}}$

$\mathbf{LF_i = LF_j + D_j}$

iv. Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Rumus yang digunakan, $\mathbf{LS_i = LF_j - SF_{ij}}$

$\mathbf{LF_i = LS_i + D_i}$

Jika pada perhitungan ke belakang ada lebih kegiatan *Successor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum.

3.3 Tujuan dan Manfaat Perencanaan Jadwal

Sebelum proyek dimulai sebaiknya seorang *manager* yang baik terlebih dahulu merencanakan jadwal proyek. Tujuan perencanaan jadwal adalah:

1. mempermudah perumusan masalah proyek
2. menentukan metode atau cara yang sesuai
3. kelancaran kegiatan lebih terorganisir
4. mendapatkan hasil yang optimum

Manfaat perencanaan tersebut bagi proyek adalah:

1. mengetahui keterkaitan antar kegiatan
2. mengetahui kegiatan yang perlu menjadi perhatian (kegitan kritis)

3. mengetahui dengan jelas kapan memulai kegiatan dan kapan harus menyelesaikannya.

3.4 Sumberdaya Proyek konstruksi

Sumberdaya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Hal tersebut dilakukan terkait dengan ketepatan perhitungan unsur biaya, mutu, dan waktu. Bagaimana cara mengelola (dalam hal ini efektivitas dan efisiensi) pemakaian sumberdaya ini akan memberikan akibat biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumberdaya, proyek menginginkan agar sumberdaya tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya, digunakan secara optimal dan dimobilisasi secepat mungkin setelah tidak diperlukan.

Secara umum sumberdaya adalah suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi. Sehingga lebih spesifik dapat dinyatakan bahwa sumberdaya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Sumberdaya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumberdaya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasionalkan sumberdaya-sumberdaya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal.

3.4.1 Waktu (*Time*)

Waktu merupakan sumberdaya utama dalam pelaksanaan suatu proyek. Perencanaan dan pengendalian waktu dilakukan dengan mengatur jadwal, yaitu dengan cara mengidentifikasi titik kapan pekerjaan mulai dan kapan berakhir. Perencanaan dan pengendalian merupakan bagian dari penyusunan biaya. Dalam hubungan ini, sering kali pengelola proyek beranggapan bahwa penyelesaian proyek semakin cepat semakin baik. Akan tetapi pada kenyataannya perencanaan waktu harus dihitung berdasarkan *man-hour* dari perkiraan biaya, hal tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung lamanya kegiatan pada jadwal itu. Sehingga penggunaan waktu dapat optimal.

3.4.2 Biaya (*Cost*)

Biaya merupakan modal awal dari pengadaan suatu konstruksi. Dimana biaya dapat didefinisikan sebagai jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan mengaplikasikan produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, reliabilitas, dan *maintainability* karena ini akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. Biaya produksi sangat perlu diperhatikan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu. Dalam menentukan besar biaya suatu pekerjaan atau pengadaan tidaklah harus selalu berpedoman kepada harga terendah secara mutlak. Sebagai contoh, misalkan pada suatu pembelian peralatan (*equipment*).

Beberapa perusahaan yang berlainan dapat memproduksi peralatan tersebut dengan kualitas yang dianggap sama, tetapi perusahaan perusahaan yang satu menawarkan harga yang lebih tinggi karena dapat menyerahkan pesanan peralatan tersebut lebih cepat dari perusahaan lain. Dalam hal ini, memutuskan membeli dari penawaran terendah belum tentu keputusan yang terbaik, karena harus dilihat dampaknya terhadap jadwal. Oleh karena itu, pemilihan alternatif harus secara optimal memperhatikan parameter-parameter yang lain.

3.4.3 Sumberdaya Manusia (*Human Resources*)

Untuk merealisasikan lingkup proyek menjadi *deliverable*, diperlukan pula sumberdaya. Pengelolaan sumberdaya manusia meliputi proses perencanaan dan penggunaan sumberdaya manusia dengan cara yang tepat (*effective*) untuk memproleh hasil yang optimal. Sumberdaya dapat berupa *human* (Tenaga kerja, tenaga ahli, dan tenaga terampil), yang terdiri atas (Berdasarkan Pedoman Peningkatan Profesionalitas SDM Konstruksi, 2007):

1. Tenaga kerja Konstruksi

Tenaga kerja konstruksi merupakan porsi terbesar dari proyek konstruksi. SDM Konstruksi adalah pelaku pekerjaan di bidang konstruksi yang terdiri atas perencana, Pelaksana, dan pengawas. Sesuai struktur ketenagakerjaan yang pada umumnya berbentuk piramida, SDM konstruksi mencakup:

a. Pekerja yang mencakup pekerja tidak terampil, pekerja semi terampil, dan pekerja terampil;

b. Teknisi terampil yang mencakup teknisi terampil administrasi dan teknis terampil teknis;
c. Teknisi ahli dan teknisi professional;
d. Tenaga Manajerial yang bisa dikelompokkan menjadi tenaga manajerial terampil dan tenaga manajerial ahli;
e. Tenaga Profesional.

2. Dilihat dari tingkat pendidikan, struktur ketenagakerjaan SDM konstruksi pada umumnya adalah:
   a. Pekerja : SD, SLTP
   b. Teknisi terampil : SMU
   c. Teknisi Ahli : D3 atau S1
   d. Tenaga Manajerial terampil SMU, tenaga manajerial ahli D3 atau S1
   e. Tenaga Profesional : berpendidikan S2 dan S3

Tenaga kerja konstruksi dibagi menjadi dua macam, yaitu penyedia atau pengawas serta pekerja atau buruh lapangan (*Craft labour*). Jumlah penyedia hanya sebesar 5-10% dari jumlah pekerja yang diawasi. (Sugiyono, 2001)

Disamping itu jika dilihat dari bentuk hubungan kerja antar pihak yang bersangkutan, tenaga kerja proyek khususnya tenaga konstruksi dibedakan menjadi dua, yakni:

a. Tenaga Kerja langsung (*Direct hire*), yaitu tenaga kerja yang direkrut dan menandatangani ikatan kerja perseorangan dengan perusahaan kontraktor, diikuti dengan latihan, sampai dianggap cukup memiliki pengetahuan dan kecakapan.
b. Tenaga kerja borongan, yaitu tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja antara perusahaan penyedia tenaga kerja (*Labour supplier*) dengan kontraktor, untuk jangka waktu tertentu.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja, dengan memperhatikan usaha untuk menyeimbangkan antara jumlah tenaga daan pekerjaan yang tersedia, umumnya kontraktor memilih untuk mengkombinasikan tenaga kerja langsung dengan tenega kerja borongan. Sedangkan untuk pengawas yang terampil akan tetap dipertahankan meskipun volume pekerjaanya rendah.

3. Perencanaan Tenaga Kerja Konstruksi

Dalam penyelenggaraan proyek, sumberdaya manusia yang berupa tenaga kerja merupakan faktor penentu keberhasilan suatu proyek. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah dengan cepat sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga kerja harus meliputi perkiraan jenis dan kapan tenaga kerja diperlukan. Dengan mengetahui perkiraan angka dan jadwal kebutuhannya, maka penyediaan sumberdaya manusia baik kualitas dan kuantitas menjadi lebih baik dan efisien Selanjutnya Soeharto menegaskan bahwa secara teoritis, keperluan rata-rata jumlah tenaga kerja dapat dihitung dari total lingkup kerja proyek yang dinyatakan dalam jam orang dibagi dengan kurun waktu proyek. Namun cara ini kurang efisien karena tidak sesuai dengan kenyataan sesungguhnya, karena akan menimbulkan pemborosan dengan mendatangkan sekaligus seluruh kebutuhan tenaga kerja pada awal proyek. Dengan demikian, dalam merencanakan jumlah tenaga kerja proyek yang realistis perlu memperhatikan berbagai faktor, yakni produktivitas tenaga kerja, keterbatasan sumberdaya, jumlah tenaga kerja konstruksi di lapangan dan perataan jumlah tenaga kerja guna mencegah gejolak (*fluctuation*) yang tajam.

3.4.4 Sumberdaya Bahan (*Material Resources*)

Dalam setiap proyek konstruksi pemakaian material merupakan bagian terpenting yang mempunyai prosentase cukup besar dari total biaya proyek. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa biaya material menyerap 50 % - 70 % dari biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya penyimpanan material. Oleh karena itu penggunaan teknik manajemen yang sangat baik dan tepat untuk membeli, menyimpan, mendistribusikan dan menghitung material konstruksi menjadi sangat penting.

Terdapat tiga kategori material (Stukhart, 1995):

- *Engineered materials*

  Produk khusus yang dibuat berdasarkan perhitungan teknis dan perencanaan. Material ini secara khusus didetil dalam gambar dan digunakan sepanjang

masa pelaksanaan proyek tersebut, apabila terjadi penundaan akan berakibat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek.

- *Bulk materials*

Produk yang dibuat berdasarkan standar industri tertentu. Material jenis ini seringkali sulit diperkirakan karena beraneka macam jenisnya (kabel, pipa).

- *Fabricated materials*

Produk yang dirakit tidak pada tempat material tersebut akan digunakan / di luar lokasi proyek (kusen, rangka baja).

Bahan konstruksi dalam sebuah proyek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : bahan yang kelak akan menjadi bagian tetap dari struktur (bahan permanen) dan bahan yang dibutuhkan kontraktor dalam membangun proyek tetapi tidak akan menjadi bagian tetap dari struktur (bahan sementara).

3.4.5 Sumberdaya Peralatan (*Equipment Resources*)

Melaksanakan suatu proyek konstruksi berarti menggabungkan berbagai sumberdaya untuk menghasilkan produk akhir yang diinginkan. Peralatan konstruksi (*construction plant*) merupakan salah satu sumberdaya terpenting yang dapat mendukung tercapainya suatu tujuan yang diinginkan. Pada proyek konstruksi kebutuhan untuk peralatan antara 7 – 15% dari biaya proyek. (Fahan, 2005)

Peralatan konstruksi yang dimaksud adalah alat/peralatan yang diperlukan untuk melakukan pekeerjaan konstruksi secara mekanis. Ini dapat berupa *crane*, *grader*, *scraper*, truk, pengeruk tanah (*back hoe*), kompresor udara, dll. Artinya pemanfaatan alat berat pada suatu proyek konstruksi dapat member insentif pada efisiensi dan efektifitas pada tahap pelaksanaan maupun hasil yang dicapai. Pada saat suatu proyek akan dimulai, penyedia jasa akan memilih dan menentukan alat yang akan digunakan di proyek tersebut. Peralatan yang dipilih haruslah tepat sehingga proyek dapat berjalan dengan lancar. Pemilihan atau evaluasi pengadaan peralatan dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap peralatan dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan peralatan yang tepat sangat diperlukan.

Pada tahap pelaksanaan konstruksi, salah satu unsur biayanya adalah biaya penggunaan alat berat (*Heavy Equipment*). Dengan melihat skala pekerjaan dan persyaratan teknis pelaksanaan pada konstruksi jalan, Penggunaan alat berat merupakan suatu keharusan, walaupun akan dibutuhkan pembiayaann yang cukup besar dalam pelaksanaannya. Dalam pelaksanaan konstruksi, khususnya jalan, akan banyak jumlah dan jenis alat berat yang digunakan. Jumlah dan jenis alat berat yang digunakan akan tergantung oleh beberapa faktor, antara lain adalah (Rostiyanti; 1999 dalam Fahan, 2005):

1. Fungsi yang harus dilaksanakan

   Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain lain.
2. Kapasitas peralatan

   Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi alat

   Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.
4. Jenis proyek

   Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam dan sebagainya.
5. Jenis pekerjaan pada proyek

   Terdapat berbagai jenis pekerjaan dam suatu proyek konstruksi yang akan memebedakan dalam penggunaan peralatannya. Misalnya pekerjaan penggalian, pasangan, dan lain lain.
6. Lokasi proyek

   Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan peralatan yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
7. Jenis dan Daya dukung Tanah

   Jenis tanah dilokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi

padat, lepas, keras, atau lembek.

8. Keadaan lapangan

   Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

9. Nilai ekonomis penggunaan alat (beli atau sewa).

   Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.

Penentuan jenis dan spesifikasi alat berat yang digunakan pada suatu pekerjaan harus dilakukan dengan cermat, karena besarnya komponen biaya peralatan pada suatu pekerjaan. Selain itu, dengan penentuan jenis dan spesifikasi alat berat yang cermat maka diharapkan perencanaan biaya, perencanaan waktu, perencanaan metode dan perencanaan sumberdaya lainnya dapat dilakukan dengan lebih tepat. Pada akhirnya diharapkan memperoleh efisiensi dalam pembiayaan penggunaan alat berat.

Dalam pengelolaan alat alat konstruksi yang berpengaruh besar terhadap biaya adalah pilihan antara membeli atau menyewa. Pilihan ini dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran proyek, tersedianya fasilitas pemeliharaan dan *cash* flow. Untuk pemakaian yang relatif tidak lama akan lebih menguntungkan dengan menyewa. Tentu saja faktor ekonomi dan jadwal akan menjadi pertimbangan utama dalam mengambil keputusan atas pilihan tersebut. Setelah pemilihan jenis peralatan ditentukan, maka untuk mengurangi persediaan suku cadang dan mempertahankan pengenalan (*familiarity*) para operator dan mekanik, perlu dipikirkan adanya standarisasi peralatan. Pengenalan dan pengalaman seringkali amat besar pengaruhnya terhadap produktivitas. Hal ini bukan berarti melarang memilih peralatan barudengan desain mutakhir, tetapi hendaknya segala faktor dipertimbangkan sebaik mungkin.

Alat-alat konstruksi untuk pelaksanaan proyek konstruksi umumnya terdiri dari peralatan-peralatan, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Beberapa jenis peralatan konstruksi

Jenis Peralatan	Kegunaan
Truk	Mengangkut material/tanah
Flat bed truck	Mengangkut material dan peralatan
Dozer	Mendorong material/tanah
Grader	Menggali/mengangkut material/tanah
Loader	Memuat dan meratakan tanah
Crane	Mengangkat material dan peralatan
Fork Lift	Memindahkan barang
Scraper	Memotong dan mengangkut tanah
Back hoe	Mengeruk dan mengambil tanah
Kompresor udara	Menyediakan udara tekan
Bar bender	Membengkokkan besi/logam
Alat pengelasan	Mengerjakan pengelasan
Pompa tekan	Untuk uji coba tekan
Kendaraan servis lapangan	Untuk melayani perbaikan

Di dalam kajian ini yang ditinjau adalah perencanaan sumberdaya, khususnya sumberdaya manusia *(Human Resources*), sumberdaya material, serta peralatan. Sebagai penentu perencanaan waktu dan biaya agar efisiensi dapat tercapai.

3.5 Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara semen Portland, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu. Bahan penyusun beton meliputi air, semen, agregat kasar dan agregat halus dan bahan tambah dimana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996).

3.5.1 Penyusun Beton

Beton merupakan campuran antara bahan agregat halus dan kasar dengan pasta semen (kadang-kadang juga ditambahn (*admixture*), campuran tersebut apabila dituangkan ke dalam cetakan kemudian didiamkan akan menjadi keras seperti batuan. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang berlangsung terus dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan waktu. Beton juga dapat dipandang sebagai batuan buatan dimana adanya rongga pada partikel yang besar (agregat halus akan diisi oleh pasta (campuran air dan semen) yang juga berfungsi sebagai bahan perekat sehingga penyusun dapat menyatu menjadi massa yang padat. Berikut beberapa penjelasan dari campuran beton yang digunakan:

1. Semen

   Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan.

2. Air

   Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya 25% berat semen saja, namun kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kadar air dalam beton tidak boleh terlalu banyak karena mengakibatkan kekuatan beton akan rendah seta betonnya porous (berlubang-lubang).

3. Agregat

   Agregat dapat didefinisikan yaitu butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat aduk dan beton dapat juga didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi atau pengkurus, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan bahan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu yang disebut adukan beton.

4. Bahan tambah

   Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifatsifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan kimia tambahan (chemical admixture) adalah bahan kimia (berupa bubuk atau cairan) yang dicampurkan pada adukan beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk mengubah beberapa sifatnya.

3.6 Pengecoran Beton

Pengecoran beton pada balok dan pelat lantai dapat dilaksanakan setelah struktur kolom selesai dikerjakan. Dilanjutkan dengan pemasangan perancah dan bekisting, terakhir dilanjutkan dengan penulangan balok dan pelat lantai. Setelah semua tahapan pekerjaan selesai, baru dilanjutkan dengan pengecoran beton.

3.7.1 Proses Pengecoran Beton

Proses pengecoran beton dimulai saat beton plastis dituangkan ke dalam cetakan baik menggunakan *bucket* (dibantu dengan alat berat) maupun melalui pipa, beton yang sudah dituang ke area pengecoran kemudian dikonsolidasikan dan diratakan. Konsolidasi dilakukan bertujuan untuk mengurangi rongga dalam beton, dapat dilakukan secara manual dengan cara menusuk menggunakan besi batang atau sekop, dan dapat dilakukan dengan alat penggetar (*vibrator*). Setelah proses konsolidasi maka permukaan beton diratakan dan dibiarkan mengering. Pada saat beton mengering, suhu dan kelembaban pada permukaan beton harus dijaga untuk menghindari retak dengan cara memberi penutup yang basah langsung di atas beton atau menyemprotkan air di permukaan beton.

3.7.2 Beton *Readymix* (Beton Siap Pakai)

Menurut Nastiti (2004), beton *readymix* adalah beton yang dibuat atau pencampuran bahan materialnya di lokasi perusahaan *batching plan*, kemudian beton *readymix* diangkut menggunakan truk pengangkut ke lokasi proyek yang memesan beton *readymix* dalam bentuk beton segar.

Penerapan beton *readymix* pada konstruksi bangunan sangat menguntungkan jika dibandingkan dengan beton yang diproduksi sendiri, terutama jika dipergunakan pada konstruksi pracetak. Keuntungan ini didapat dari waktu yang seharusnya dipergunakan untuk proses pembuatan beton dapat dihilangkan sehingga pekerjaan hanya dibutuhkan saat proses pengecoran beton. Selain itu mutu beton yang diharapkan dapat terpenuhi.

Beton *readymix* dapat disiapkan dengan beberapa jalan, yaitu (Peurifoy et al., 1996):

1. *Central-mixed concrete*, dimana beton dicampur sepenuhnya di dalam suatu *mixer* dan diangkut ke proyek dengan menggunakan truk molen.
2. *Shrink-mixed concrete*, dimana setengah pencampuran beton dilakukan di dalam suatu mixer kemudian beton dicampur sepenuhnya di dalam truk mixer, pencampuran ini biasanya dilakukan dalam perjalanan ke lokasi proyek.
3. *Truck-mixed concrete*, dimana beton dicampur sepenuhnya di dalam truk mixer, dengan 70 sampai 100 putaran pada suatu kecepatan yang cukup untuk mencampur beton. Beton jenis ini pada umumnya disebut *"transit mixer concrete"* karena dicampur dalam perjalanan.

Truk *mixer* merupakan alat yang digunakan untuk membawa campuran beton basah dari pabrik pembuatan *readymix* (*batching plan*) ke lokasi proyek dengan sistem bak yang terus berputar dengan kecepatan yang sudah diatur sedemikian rupa supaya campuran beton selama dalam perjalanan tidak berkurang kualitasnya. Truk *mixer* dibuat dalam berbagai ukuran dengan kapasitas mulai 3,0 m^3 sampai 7,0 m^3. Drum berputar dengan tenaga penggerak yang bersumber dari kendaraan yang bersangkutan. Beton *readymix* dapat dipesan dengan beberapa cara, yaitu (Peurifoy et al.,1996):

1. *Recipe batch*, yaitu pembeli bertanggung jawab dalam menentukan proporsi campuran beton, termasuk menetapkan isi semen, jumlah maksimum air yang diijikan, dan campuran bahan kimia yang dibutuhkan. Pembeli juga boleh menetapkan jumlah dan jenis dari agregat kasar dan agregat halus. Dalam hal ini pembeli bertanggung jawab penuh terhadap kekuatan dan ketahanan campuran.

2. *Performance batch*, yaitu pembeli menetapkan kebutuhan dari kekuatan beton, dan pabrik bertanggung jawab penuh dalam menentukan proporsi campuran.
3. *Part performance and part recipe*, yaitu pembeli menetapkan isi semen minimum, campuran yang diperlukan, kekuatan yang dibutuhkan dan membiarkan pabrik menentukan proporsi campuran beton.

Kebanyakan pembeli menggunakan pendekatan yang ketiga, yaitu p*art performance and part recipe*, dengan memperhatikan ketahanan minimum sambil memberi kesempatan kepada penyalur beton *readymix* untuk menyediakan campuran yang paling ekonomis. Keuntungan pemakaian beton *readymix* dapat dilihat dari segi:

1. Mutu

   Mutu beton yang terjamin karena beton *readymix* diproduksi di pabrik beton *readymix* di bawah pengawasan ahli dan menggunakan mesin – mesin yang bekerja secara otomatis dalam melakukan penakaran material beton sesuai dengan mutu yang dibutuhkan oleh konsumen, sehingga dapat memberikan jaminan ketepatan mutu beton yang diinginkan.
2. Waktu

   Waktu untuk memproses material beton menjadi lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional, sehingga pekerjaan akan cepat selesai.
3. Lahan

   Beton *readymix* sangat cocok dan praktis diterapkan di daerah atau lokasi proyek yang lahannya terbatas atau lahannya tidak cukup luas untuk penimbunan material pembuat beton.

Selain memiliki keuntungan, beton *readymix* juga memiliki kelemahan seperti:

1. Apabila terjadi kesalahan dalam perhitungan volume pengecoran yang dibutuhkan terutama apabila terjadi kelebihan campuran beton maka resiko ini ditanggung oleh pihak konsumen.
2. Jika terjadi masalah yang menyangkut penyediaan campuran ke lokasi proyek, misalnya terjadi kemacetan lalu lintas sepanjang perjalanan menuju lokasi proyek atau kerusakan pada mesin *truck mixer*, hal ini dapat menghambat campuran beton ke lokasi pengecoran.

Sebelum melakukan pengecoran dengan menggunakan beton *readymix* pada beberapa hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan penggunaan *concrete mixer truck* (truk molen pengangkut beton *readymix*) di lapangan adalah:

a. Perlu adanya koordinasi antara pengawas lapangan dengan *site manager* khususnya mengenai perhitungan volume beton yang diperlukan pada saat pengecoran. Hal ini sangat penting dilakukan agar volume beton yang dipesan sesuai dengan yang direncanakan.
b. Pengaturan keluar masuknya truk *mixer* ke lokasi proyek agar berjalan lancar.
c. Jarak lokasi pengecoran dengan lokasi perusahaan beton *readymix* berada serta waktu tempuh yang diperlukan truk mixer dari perusahaan beton *readymix* untuk sampai ke lokasi pengecoran. Hal ini sangat penting untuk diketahui agar perusahaan beton *readymix* dapat memperkirakan waktu siklus satu truk mixer yang akan dikirim ke lokasi pengecoran.

3.7 Alat Berat Pengecoran

Adanya pengaruh perkembangan teknologi yang semakin maju dan memberikan kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan industri konstruksi. Suatu konstruksi menggunakan bantuan peralatan tersebut dalam hal proses pengecoran beton. Penggunaan peralatan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan.

3.7.1 Pemilihan Peralatan

Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi lapangan, agar dapat berproduksi seoptimal dan seefisien mungkin (Rostiyanti, 2008). Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu :

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat – syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah, keterbatasan lahan.
4. Letak daerah/ lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperature, angin, ketinggian, sumber daya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan.

6. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan alat yang lain.
7. Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi.
8. Kemampuan satu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

Peralatan yang dipakai dalam pengecoran beton harus memberikan kemudahan dalam pelakanaannya, dan juga tidak merugikan bagi beton itu sendiri, misalnya pengecoran yang tidak sempurna sehingga dapat mengurangi mutu beton. Perlu diketahui bahwa pemilihan peralatan untuk dipakai pada pengangkutan bahan cor beton dari mixer ke bidang yang hendak di cor, memerlukan tiga pertimbangan yakni (Rochmanhadi, 1992) :

1. Jarak antara *mixer* dan bidang pengecoran
2. Volume pengecoran
3. Metode yang dipakai dalam pencampuran beton dan cara pengecoran beton

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengecoran ini adalah masalah transportasi dari tempat pengadukan ke tempat yang hendak dicor, apalagi tempat yang akan dicor terletak jauh atau berada di lantai dua,tiga dan seterusnya. Jadi dapat diperhitungkan berapa banyak pekerja dan alat angkut beton yang diperlukan untuk mempercepat pelaksanaan pengecoran, karena ada batas waktu sehubungan dengan waktu ikat beton.

3.7.2 Jenis Peralatan

Peralatan pengecoran yang digunakan dalam pelaksanaan pengecoran konstruksi gedung bertingkat dilapangan yaitu *tower crane* dan *concrete pump*. Masing-masing memiliki spesifikasi, produktifitas dan teknis pengecoran yang berbeda-beda.

3.7.2.1 Concrete Pump

Concrete pump merupakan alat untuk menuangkan beton basah *dari truck mixer* ke tempat yang ditentukan. *Concrete pump* digunakan pada saat pengecoran balok, kolom, plat. *Concrete pump* banyak digunakan dalam pengecoran karena :

1. *Concrete pump* dalam pelaksanaannya lebih halus dan lebih cepat dibandingkan metode lain
2. *Concrete pump* dilengkapi dengan pipa *delivery*, sehingga sangat *flexible* untuk menempatkan beton segar dilokasi yang tidak dapat dijangkau oleh alat lain.

Berdasarkan jenis pompanya terdapat tiga macam *concrete pump*, yaitu:

1. *Piston pump*

Menggunakan langkah piston untuk menghisap beton basah dari corong penerima (langkah hisap) dan mengeluarkannya melalui katup pengeluaran (langkah buang) ke pipa *delivery*.

2. *Pneumatic Pump*

Menggunakan udara yang dimampatkan untuk menghisap beton dan mengeluarkan dari pembuluh tekan ke pipa *delivery*.

3. *Squezze – pressure Pump*

Menggunakan roda penggiling (*roller*) untuk menghisap beton basah. Menampatkannya dan mengeluarkannya ke pipa *delivery*.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penggunaan *concrete pump* sebagai alat untuk pengecoran adalah :

1. Terdapat ruang yang cukup untuk penyangga (*outrigger*).
2. Terletak pada permukaan tanah yang horizontal dan *solid*/padat.
3. Terletak di posisi yang meminimumkan geraknya.
4. Terletak di tempat yang mudah dijangkau oleh *truck mixer*

Pengecoran dengan menggunakan concrete pump tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas alat tersebut, yaitu :

1. Jenis *concrete pump*

Masing-masing pabrik pembuatannya mengeluarkan kapasitas cor yang berbeda-beda.

2. Panjang pipa

Semakin panjang pipa kapasitas cornya semakin kecil.

3. Diameter pipa

Semakin besar diameter pipa maka semakin kecil kapasitas cornya.

4. Nilai *slump*

Semakin besar nilai slump maka kapasitas cornya semakin besar.

3.8 *Software Microsoft Project*

Microsoft Project atau *Ms. Project* adalah suatu alat *project management* yang handal dalam mengerjakan tugas sehari-hari bagi seorang *project manager*. *Ms. Project* memberikan keseimbangan antara penggunaan, keunggulan, dan fleksibilitas, sehingga kita bisa mengerjakan tugas dengan lebih efisien dan efektif.

Dengan *Ms. Project*, kita bisa lebih memegang kendali bagian *finance* melalui fitur *budget tracking* (anggaran monitoring), sehinggakita bisa menetapkan anggaran ke berbagai *project* dan program. *Cost resource type* telah mengimprovasi estimasi *cost* dengan memberikan kemampuan untuk melihat peta finansial yang telah disesuaikan dengan *project* sistem akutansi.

Dengan menggunakan Ms. Project pula kita dapat membuat jadwal, alokasi *resource*, dan mengatur anggaran. Memahami jadwal (*schedule*) dengan menggunakan fitur seperti *task drivers* untuk mengetahui kenapa suatu tugas (*task*) berjalan pada tanggal tertentu, *multiple level undo* dibuat untuk membalikkan perubahan langkah-langkah yang telah dibuat, dan merubah hal-hal penting untuk menunjukkan data mana saja yang telah berubah sebagai hasil dari pembaharuan yang telah anda lakukan pada *project plan.*

Dengan mudah dapat di*export* berbagai jenis data *project* ke *Micfosoft Office Word* untuk membuat suatu dokumentasi yang formal, atau ke *Microsoft Office Excel* untuk memperlihatkan *chart* atau *spreadsheet*, atau ke *Microsoft Office PowerPoint* untuk presentasi yang dinamis, ataupun ke *Microsoft Ofice Visio Profesional* untuk memperlihatkan diagram. Hal-hal yang perlu dilakukan bila memiliki sebuah proyek adalah:

1. melakukan perencanaan dan penjadwalan, serta melibatkan pihak-pihak yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. setelah itu masuk ke dalam proses penentuan jenis-jenis pekerjaan (*Task*), sumberdaya (*Resources*) yang diperlukan baik sumberdaya manusia material, maupun biaya (*cost*) yang diperlukan, juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal

tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak maka kita telah mempunyai rencana dasar (*Baseline*).

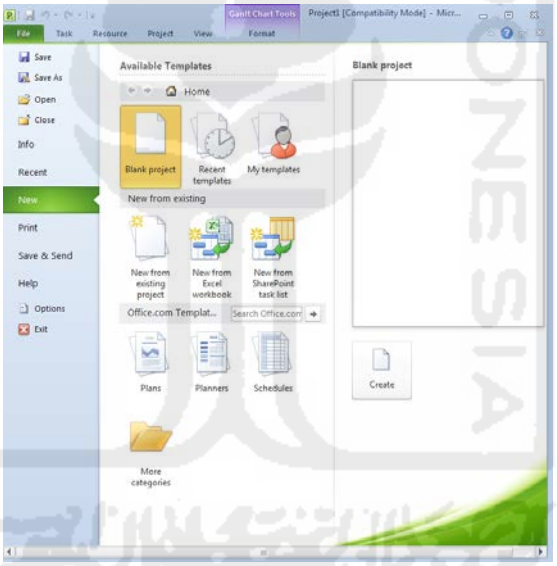
3. selanjutnya rencana tersebut harus dijalankan dan perkembangannya harus terus dipantau dalam sebuah tahapan *Tracking*. Apabila pekerjaan belum selesai maka harus dilakukan penjadwalan ulang (*Rescheduling*).

Dengan *Microsoft Project* dapat memperoleh rincian seluruh komponen kerja secara detail.

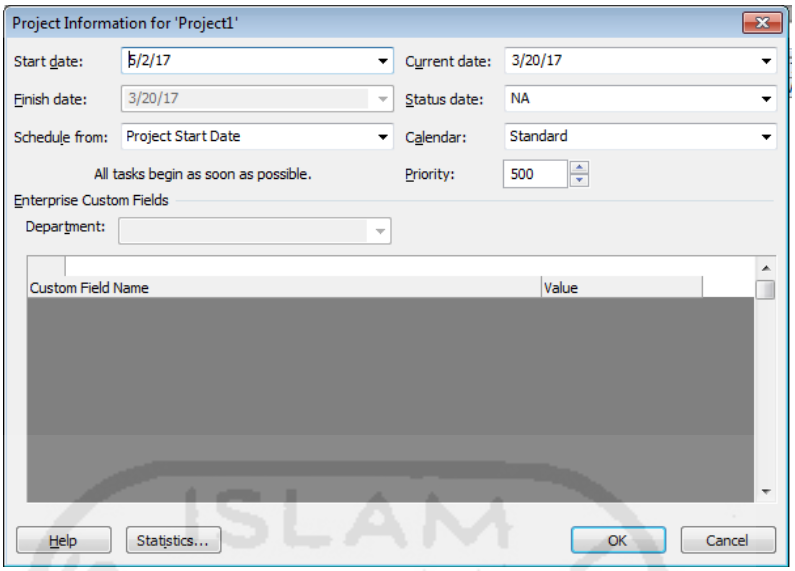
3.5.1 Langkah-langkah Menggunakan *MS Project*

Dalam menggunakan *software MS Project*, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Membuat *project baru* pada *MS Project* dan memasukkan data informasi proyek. Seperti pada Gambar 3.3 dan 3.4.

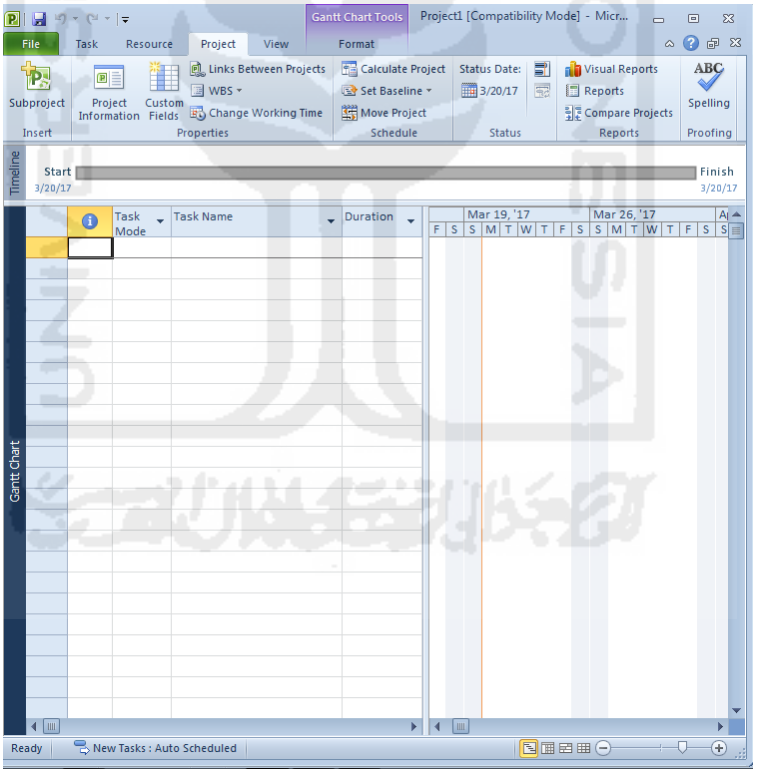


Gambar 3. 3 Membuat *File* Baru pada *MS Project*



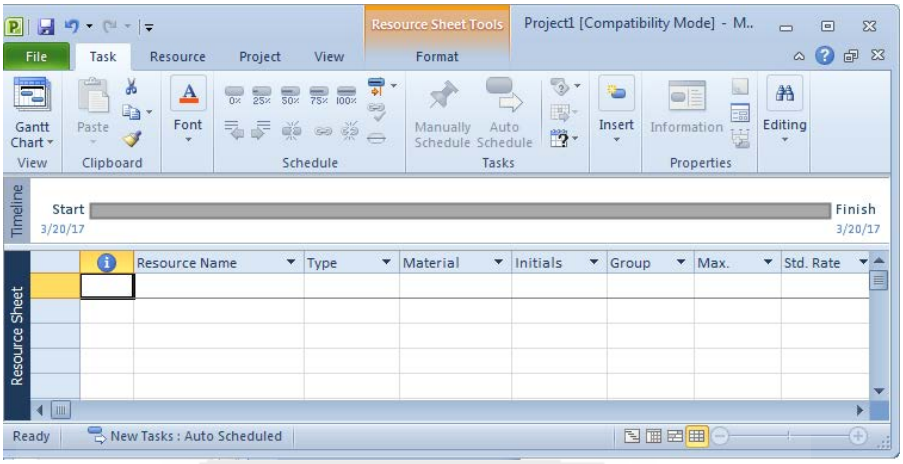
Gambar 3. 4 Tampilan *Project Information* pada *MS Project*

2. Menampilkan dan memasukkan list pekerjaan pada lembar kerja (*Gant Chart*). Seperti terlihat pada Gambar 3.5



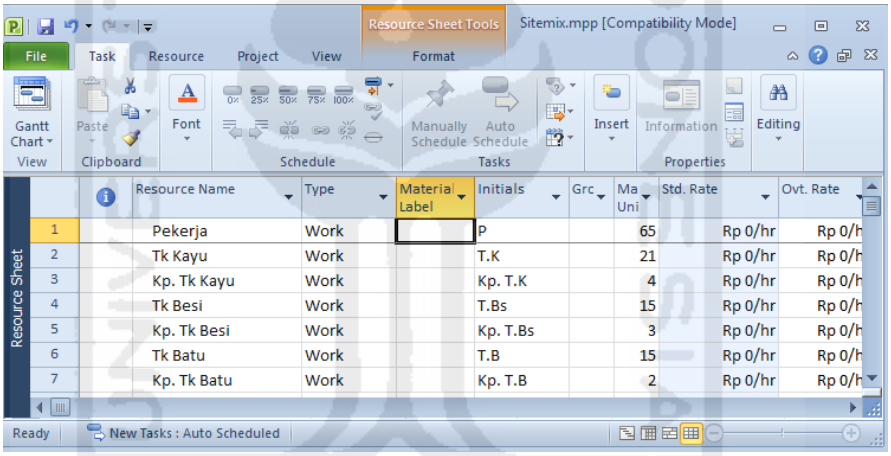
Gambar 3. 5 Tampilan *Gant Chart* pada *MS Project*

3. Langkah ketiga yaitu memasukkan sumberdaya (*resource*) proyek baik berupa tukang maupun material dengan memilih Menu *View\Resource Sheet*.

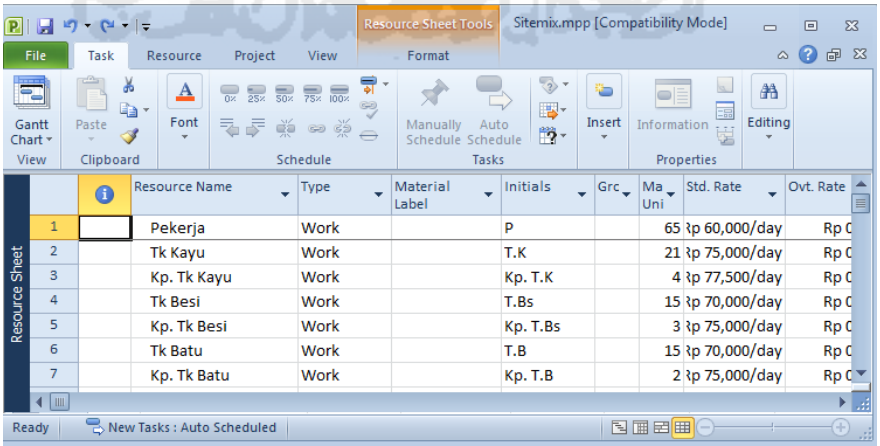


Gambar 3. 6 Tampilan Menu *Resource Sheet* pada *MS. Project*

4. Selanjutnya memasukkan durasi proyek, hubungan antar pekerjaan, sumberdaya proyek, biaya proyek ke dalam *MS. Project* melalui lembar kerja *Gan Chart.*

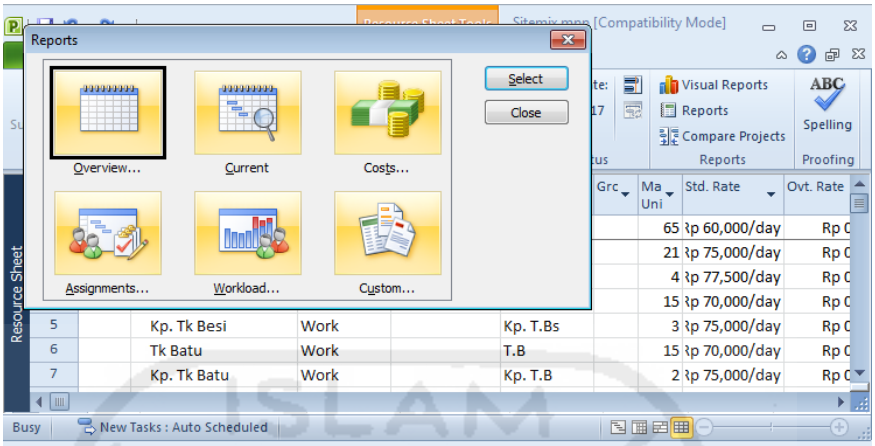


Gambar 3. 7 Tampilan *Input* Sumberdaya Proyek



Gambar 3. 8 Tampilan *Input* Biaya Proyek

5. Tahap kelima adalah pelaporan atau menampilkan hasil analisis proyek dari *MS. Project* dengan memilih *Menu \Project\Reports.*



Gambar 3. 9 Tampilan *Menu Reports* pada *MS. Project*

Dari *menu reports* tersebut dapat dipilih *output* dari *MS Project* sesuai kebutuhan proyek.

BAB IV
METODE PENELITIAN

Di dalam metode penelitian berisi tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam sebuah penelitian, sehingga penelitian menjadi terarah dalam penyelesaian dan proses pemecahan masalah.

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian yang sedang dikerjakan ini termasuk dalam penelitian studi kasus. Berdasarkan atas sifat-sifat masalah dari penelitian, rancangan penelitian ini dapat digolongkan dalam penelitian Deskriptif Komparatif (*Comparative Descriptive Research*). Deskriptif berarti pemaparan masalah yang ada berdasarkan data, sedangkan komparatif berarti membandingkan (Narbuko & Ahmadi, 2002). Dalam hal ini penelitian adalah membandingkan dan menganalisa beberapa metode pelaksanaan pekerjaan beton bertulang pada proyek gedung bertingkat.

4.2 Obyek dan Subyek Penelitian

Obyek studi pada penelitian ini adalah perbandingan biaya dan waktu antara metode pelaksanaan cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*, cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual*, dan cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya pada proyek gedung bertingkat. Sedangkan subyek pada penelitian ini adalah proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta yang terdiri atas 1 *basement*, 4 lantai, dan struktur bawah berupa pondasi *bored pile* sedangkan struktur atas adalah beton bertulang.

4.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian proyek konstruksi yang dijadikan sampel proyek adalah pembangunan gedung Hotel Sewutomo Yogyakarta yang terletak di Jl. Jagalan No. 25, Purwokinanti, Pakualaman, Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lokasi Pembangunan Hotel Sewutomo

4.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam sebuah penelitian, data yang digunakan dapat berupa data primer maupun data sekunder. Untuk lebuih jelasnya dapat dilihat pada uraian berikut ini.

4.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, yaitu diperoleh secara langsung dari proyek yang dijadikan objek penelitian. Tetapi pada penelitian ini tidak digunakan data primer untuk analisis data.

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil secara tidak langsung. Data sekunder ini diambil melalui data-data proyek, laporan-laporan proyek, dan buku-buku literatur yang umumnya berupa teori, informasi, konsep dasar atau metode-metode yang dapat menunjang ataupun mendukung penulisan tesis ini, seperti *time schedule* maupun data-data pendukung lainnya. Dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder berupa gambar kerja (*shopdrawing*) dan *time schedule* proyek.

4.5 Tahapan Metode Penelitian

Tahapan-tahapan yang ditempuh dalam penelitian ini meliputi:

1. **Tahap persiapan**

   Tahap ini adalah kegiatan awal dengan menentukan subyek dan obyek penelitian, latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan penelitian.

2. **Tahap studi pustaka**

   Pada tahap ini dilakukan studi pustaka dan kajian teori terhadap masalah yang ada. Kajian dilakukan pada teori perencanaan penjadwalan dan manajemen sumberdaya proyek konstruksi.

3. **Tahap pengumpulan data**

   Tahapan ini kegiatan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam analisa. Adapun data yang diperlukan antara lain gambar kerja proyek, volume pekerjaan, data sumberdaya yang memungkinkan digunakan di daerah Yogyakarta.

4. **Tahap analisa data dan pembahasan**

   Dari data yang dikumpulkan selanjutnya dilakukan analisis dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan bantuan *software MS Project*. Untuk mencari durasi yang paling efektif dan biaya yang paling efisien.

   Pada rencana semula, akan dilakukan analisis terhadap metode pengecoran beton bertulang yaitu dengan pengecoran memakai *site mix* secara keseluruhan, pengecoran menggunakan *readymix* yang dituang manual seluruhnya, dan yang terakhir *readymix* dengan *concrete pump* seluruhnya. Namun pada kenyataannya, proyek-proyek gedung bertingkat yang sudah berjalan tidak ada yang menerapkan satu metode pengecoran saja, hal ini dikarenakan akan berimbas pada biaya dan waktu pelaksanaan. Oleh karena itu tahapan analisis data dilakukan dengan mencari alternatif metode pengecoran yang paling efektif dan efisien diantara 3 kombinasi pengecoran, antara lain :

   a. Kombinasi pengecoran dengan *site mix* dan *readymix* dengan *concrete pump*.

b. Kombinasi pengecoran dengan *readymix* dituang manual dan *readymix* dengan *concrete pump*.
c. Pengecoran dengan *readymix* dengan *concrete pump* untuk semua pekerjaan beton struktur, dengan menyesuaikan jadwal pengecoran pada pekerjaan dengan volume sedikit digabungkan menjadi 1 kali pengecoran.

Adapun tahapan-tahapan analisis yang akan dilakukan adalah sebgaai berikut.

a. Penentuan list item pekerjaan

Pada kasus ini ditinjau item pekerjaan pelaksanaan komponen struktur Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta.

b. Menghitung volume pekerjaan

Volume pekerjaan diperoleh dari gambar kerja (*shop drawing*) yang selanjutnya digunakan untuk menentukan durasi dan jumlah tenaga kerja tiap pekerjaan.

c. Menentukan durasi tiap pekerjaan

Durasi pekerjaan ditentukan berdasarkan estimasi untuk mencapai target waktu yang ditentukan (berdasarkan *time schedule* yang ada). Pada kasus ini diasumsikan tidak ada batasan jumlah sumberdaya tenaga kerja, sedangkan produktivitas tenaga kerja maupun jumlah kelompok kerja diperoleh dari angka koefisien yang ada pada analisa SNI.

d. Membuat *network diagram* dengan PDM

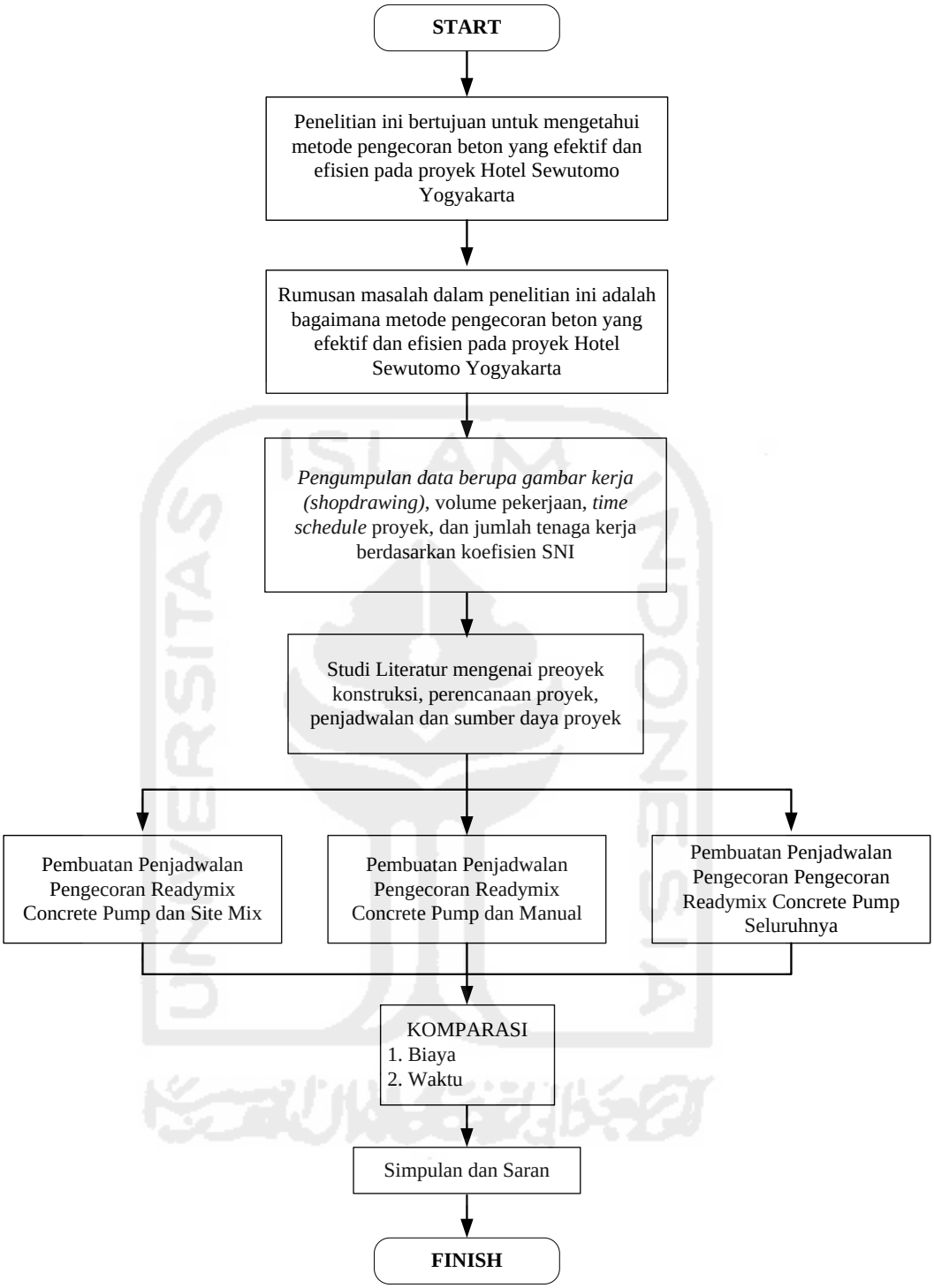
Network diagram dibuat setelah list pekerjaan dan volume tersedia, selanjutnya dilakukan penentuan metode kerja pekerjaan struktur yang akan berpengaruh pada *constrain* antar pekerjaan yang pastinya berpengaruh terhadap jumlah kelompok tenaga kerja dan durasi akhir proyek. Dalam penelitian ini pembuatan *network diagram* menggunakan *software MS Project.*

5. **Tahap kesimpulan dan saran.**

   Pada tahap akhir penelitian berisi tentang simpulan, keterbatasan serta saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

4.6 Bagan Alir (*Flow Chart*)

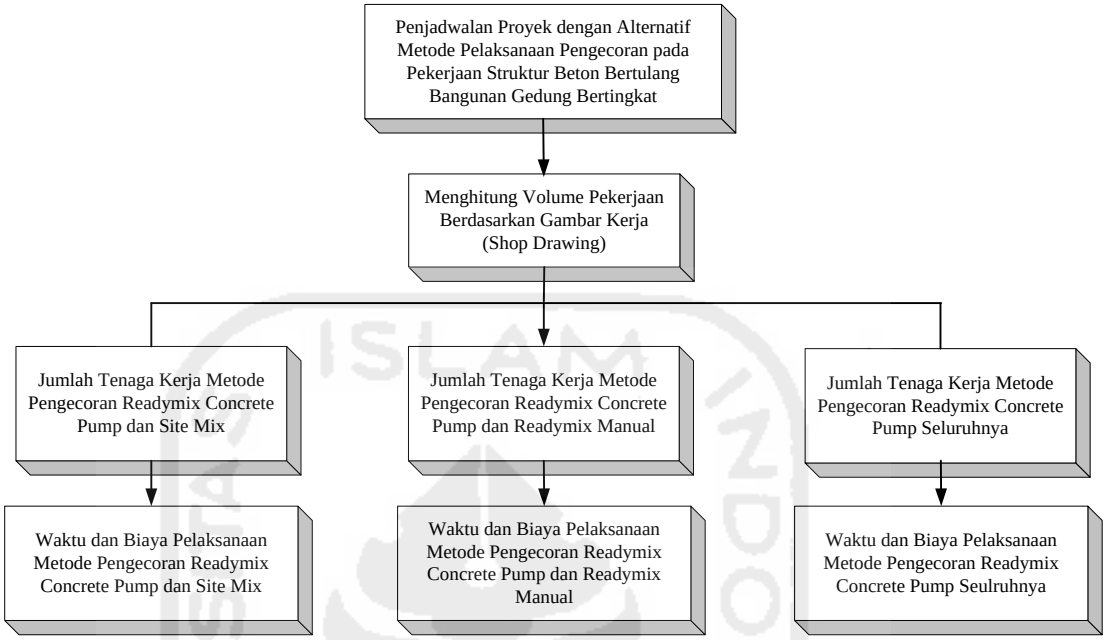
Untuk memperjelas tentang tahapan penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 *Flowchart* Penelitian

4.7 Kerangka Output Penelitian (*Outline Research*)

Hasil dari pengumpulan dan pengolahan data dijelaskan secara deskriptif dan sistematis seperti terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Kerangka *Output* Penelitian

BAB V
ANALISIS DATA

Analisis merupakan proses perhitungan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pada bab analisis data diuraikan mengenai analisa perhitungan dan proses mengolah data dengan menggunakan teori-teori yang ada.

5.1 Data Proyek

Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada pihak-pihak yang terlibat pada proyek Pembangunan Hotel Sewutomo. Data yang dikumpulkan adalah data sekunder yaitu berupa gambar kerja (*shopdrawing*) dan *time schedule*. Sedangkan data lain dikumpulkan dari literatur-literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

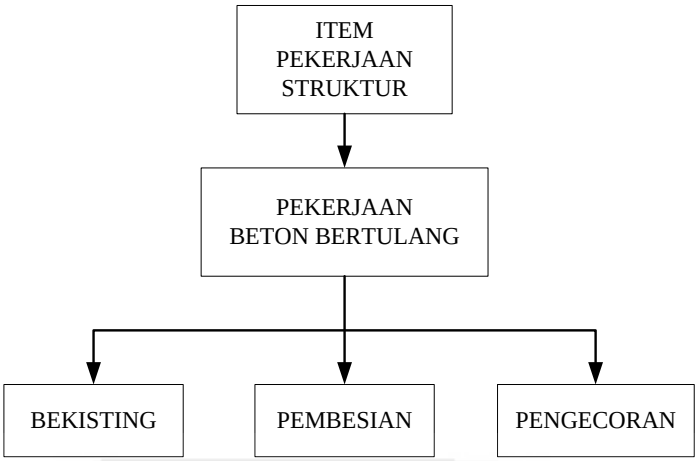
Hotel Sewutomo akan dibangun dengan luas bangunan sekitar 1.500 m^2 dan terdiri dari 1 *basement* dan 4 lantai dimana struktur bawah menggunakan pondasi *bored pile* dan struktur atas menggunakan beton bertulang. Dengan nilai anggaran total sebesar Rp. 13.690.671.000,00 dengan rencana durasi total 10 bulan. Item pekerjaan pada proyek ini terbagi menjadi pekerjaan struktur (*structure work*), pekerjaan arsitektur (*architecture work*), pekerjaan mekanikal-elektrikal (*mechanical electrical work*), dan pekerjaan *landscape*.

Pada penelitian ini ditinjau hanya pada pekerjaan struktur saja. Adapun item kegiatan pada pekerjaan struktur pada Hotel Sewutomo dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Item Pekerjaan Struktur Proyek Hotel Sewutomo

NO	Nama Pekerjaan
	PEKERJAAN STRUKTUR
A	**Pekerjaan Beton Bertulang**
A.1	**Lantai Basement**
	Rabat Beton
	Bored Pile
	Pilecap dan Tiebeam
	Plat Lt. Basement
	Kolom Lt. Basement
	GWT dan Pit lift
	Dinding Beton
	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00
A.2	**Lantai 1**
	Kolam renang
	Balok dan Plat Lt. 1
	Kolom Lt. 1
	Tangga Lt. 1 ke Lt. 2
A.3	**Lantai 2**
	Balok dan Plat Lt. 2
	Kolom Lt. 2
	Tangga Lt. 2 ke Lt. 3
A.4	**Lantai 3**
	Balok dan Plat Lt. 3
	Kolom Lt. 3
	Tangga Lt. 3 ke Lt. 4
A.5	**Lantai 4**
	Balok dan Plat Lt. 4
	Kolom Lt. 4
	Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap
A.6	**Lantai Atap**
	Balok dan Plat Lt. Atap
	Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)
	Balok dan Plat Rmh Lift

Dari data item pekerjaan struktur yang telah disebutkan, selanjutnya dilakukan *breakdown* untuk lebih memudahkan dalam perhitungan volume pekerjaan dan penentuan hubungan antar pekerjaan dalam pembuatan jadwal pelaksanaan. *Breakdown* pada pekerjaan struktur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.1.



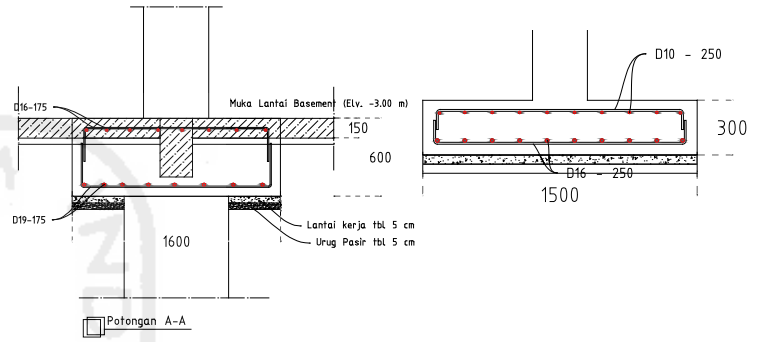
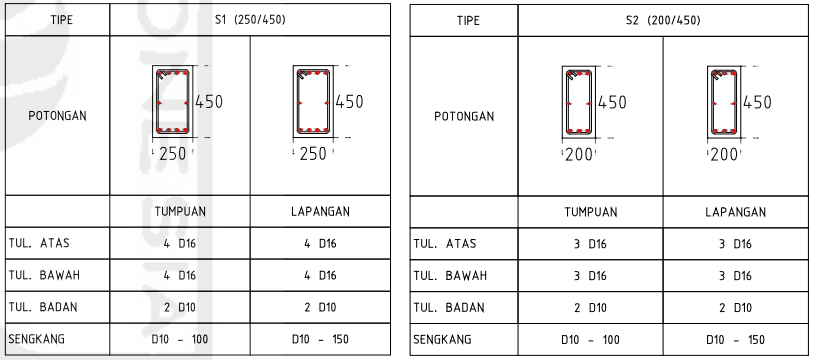
Gambar 5. 1 *Breakdown* Pekerjaan Struktur

5.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

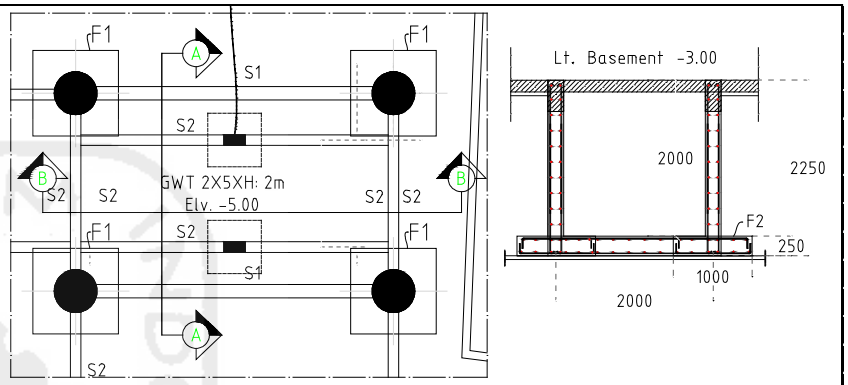
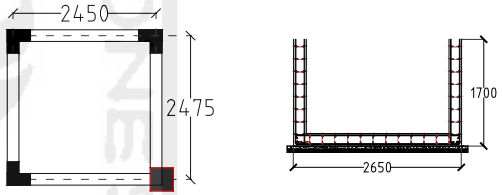
Pada tahapan perhitungan volume data yang diperlukan adalah gambar kerja (*shopdrawing*) untuk menghitung volume masing-masing item pekerjaan. Dalam pekerjaan struktur proyek Hotel ini, sub pekerjaan terdiri dari pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran beton. Berikut adalah perhitungan volume berdasarkan gambar kerja (*shop drawing*).

Diambil contoh perhitungan volume pekerjaan pada lantai *basement* seperti terlihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Rincian Perhitungan Volume Lantai *Basement*

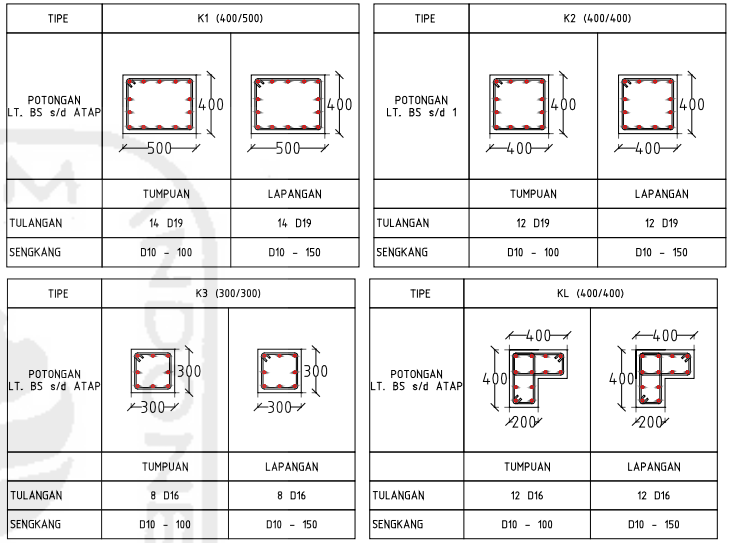
NO	ITEM	HITUNGAN	GAMBAR
1	**Pondasi** **a. Pilecap 1.60x1.60x0.60** - 28 unit **b. Footplat 1.50x1.50x0.30** - 7 unit **c. Bored pile Ø 0.80** - 28 unit	**BEKISTING** **Pjg Lbr Tbl Jml Unit** a. 1.60 1.60 0.60 2.00 28 = 107.52 m2 b. 1.50 1.50 0.30 2.00 7 = 12.60 m2 **BETON** **Pjg Lbr Tbl Jml Unit** a. 1.60 1.60 0.45 - 28.00 = **32.26** m3 b. 1.50 1.50 0.30 - 7 = **4.73** m3 c. 5.50 0.80 - - 28 = **77.44** m3	
2	**Sloof** **a. S1 (25/45)** - Panjang 82.05 m **b. S2 (20/45)** - Panjang 99.70 m	**BEKISTING** **Lbr Tgi Pjg Jml Unit** a. 0.25 0.30 82.05 2.00 1 = 49.23 m2 b. 0.20 0.30 99.70 2.00 1 = 59.82 m2 **109.05 m2** **BETON** **Lbr Tgi Pjg Jml Unit** a. 0.25 0.30 82.05 1.00 1 = 6.15 m3 b. 0.20 0.30 99.70 1.00 1 = 5.98 m3 **12.14 m3**	

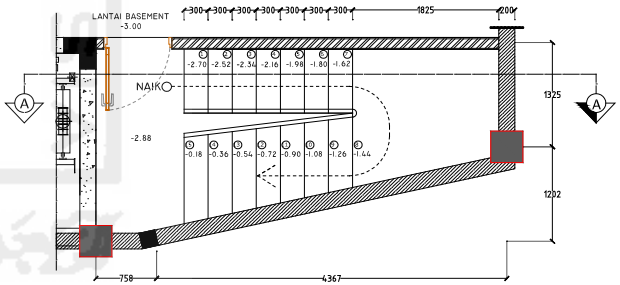
Lanjutan tabel 5.2.

3	**GWT (5.00x2.00)x2.00**	**BEKISTING** **Lbr Tgi Pjg Jml Unit** 5.00 2.00 1.80 2.00 2 = 50.40 m2 **BETON** **Lbr Pjg Tbl Tgi Unit** 2.40 5.40 0.20 - 1 = 2.59 m3 2.20 5.20 0.20 1.90 1 = 5.62 m3 **8.22 m3**	
4	**Pit Lift (2.45x2.475)x1.70**	**BEKISTING** **Lbr Tgi Pjg Jml Unit** 2.25 2.28 1.70 2.00 1 = **15.39** m2 **BETON** **Lbr Pjg Tbl Tgi Unit** 2.85 2.88 0.20 - 1 = 1.64 m3 2.65 2.68 0.20 1.40 1 = 2.98 m3 **4.62 m3**	

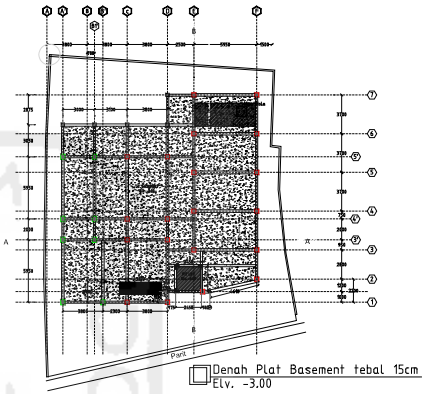
Lanjutan tabel 5.2.

6	**Kolom**	**BEKISTING**								
	1. K1 (40/50)		**Lbr**	**Pjg**	**Tgi**	**Jml**	**Unit**			
	- Elv. -3.00 s/d ±0.00	a.	0.40	0.50	3.10	2.00	8	=	44.64	m2
	- 8 unit	b.	0.40	0.40	3.10	2.00	20	=	99.20	m2
	2. K2 (40/40)	c.	0.30	0.30	3.10	2.00	7	=	26.04	m2
	- Elv. -3.00 s/d ±0.00	d.	0.40	0.40	3.10	2.00	3	=	14.88	m2
	- 20 unit								**184.76**	**m2**
	3. K3 (30/30)	**BETON**								
	- Elv. -3.00 s/d ±0.00		**Lbr**	**Pjg**	**Tbl**	**Tgi**	**Unit**			
	- 7 unit	a.	0.40	0.50	0.00	3.00	8	=	4.80	m3
	4. KL (40/20-20)	b.	0.40	0.40	0.00	3.00	20	=	9.60	m3
	- Elv. -3.00 s/d ±0.00	c.	0.30	0.30	0.00	3.00	7	=	1.89	m3
	- 3 unit	d.	0.40	0.40	0.00	3.00	3	=	1.44	m3
									17.73	**m3**
7	**Tangga**	**BEKISTING**								
	Plat Tangga -3.00 s/d ± 0.00		**Lbr**	**Pjg**	**Tgi**	**Jml**	**Unit**			
	Penutup samping	a.	4.23	1.83	1.65	2.00	1	=	11.46	m2
	Balok bordes 20/40	b.	4.23	1.83	-	2.00	-	=	12.10	m2
	Anak tangga	c.	0.20	0.40	1.83	2.00	1	=	1.66	m2
		d.	1.65	0.20	-	22.00	-	=	3.70	m2
									28.92	m2
		BETON								
			Lbr	**Pjg**	**Tbl**	**Tgi**	**Unit**			
		a.	1.30	3.61	0.15	-	1	=	0.70	m3
		b.	1.20	3.61	0.15	-	1	=	0.65	m3
		c.	0.20	2.50	0.25	-	1	=	0.13	m3
		d.	0.30	1.25	0.18	-	22	=	1.49	m3
									2.96	m3

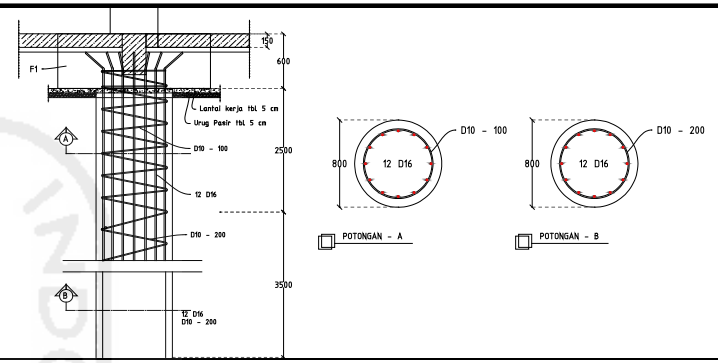
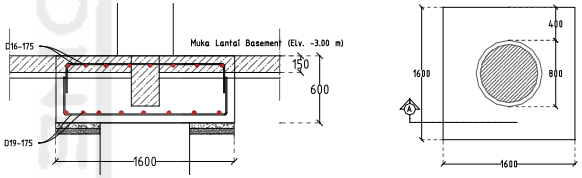
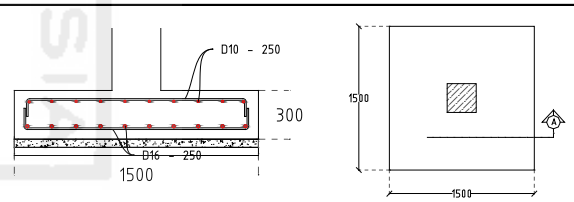




Lanjutan tabel 5.2.

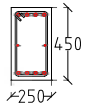
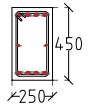
8	**Beton Plat Lt. Basment**		**BETON**							
	Modul 19.80x9.90 1 unit		**Lbr**	**Pjg**	**Tbl**	**Tgi**	**Unit**			
	Modul 17.60x8.45 1 unit		9.90	19.80	0.15	-	1	=	29.40	m3
	Modul 4.01x1.20 1 unit		8.45	17.60	0.15	-	1	=	22.31	m3
	Modul 5.17x1.20/2 1 unit		1.20	4.01	0.15	-	1	=	0.72	m3
			0.60	5.17	0.15	-	1	=	0.47	m3
									52.90	m3
										

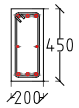
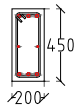
Lanjutan tabel 5.2.

NO	ITEM	HITUNGAN							GAMBAR
1	**Tul. Bored Pile Ø 80 cm**		**Pjg**	**Brt/m**	**Jml**	**Unit**			
	TP. 12 D 16	TP. 12 D 16	5.90	1.58	12.00	28.00	=	3132.19 kg	
	Begel Spiral Ø 10 - 125	Begel Spiral Ø 10 - 125	106.97	0.62	1.00	28.00	=	1857.00 kg	
	Elv. -9.00 s/d -3.10							**4989.19 kg**	
	28 unit								
2	**Tul. Pile Cap 160x160x60**		**Pjg**	**Brt/m**	**Jml**	**Unit**			
	T. Atas D16 - 175	T. Atas D16 - 175	1.80	1.58	22.00	28.00	=	1751.90 kg	
	T. Bwh D19 - 175	T. Bwh D19 - 175	2.30	2.23	22.00	28.00	=	3159.46 kg	
	28 unit							**4911.36 kg**	
3	**Tul. Foot Plat 150x150x30**		**Pjg**	**Brt/m**	**Jml**	**Unit**			
	T. Atas D10 - 250	T. Atas D10 - 250	1.55	0.62	14.00	7.00	=	94.18 kg	
	T. Bwh D16 - 250	T. Bwh D16 - 250	1.80	1.58	14.00	7.00	=	278.71 kg	
								372.89 kg	

Lanjutan tabel 5.2.

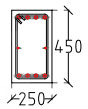
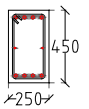
			Pjg	Brt/m	Jml	Unit			
4	**SLOOF**								
	Tul. Sloof S1 25/45 Pjg. 5.95 m								
	14 unit	T.P 8 D 16	6.75	1.58	8.00	14.00	=	1194.48	kg
		T.S 2D10	6.45	0.62	2.00	14.00	=	111.97	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	48.00	14.00	=	520.80	kg
	Tul. Sloof S2 20/45 Pjg. 18.35 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	19.75	1.58	6.00	1.00	=	187.23	kg
		T.S 2D10	19.20	0.62	2.00	1.00	=	23.81	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	147.00	1.00	=	113.93	kg
	S. 2 20/45 Pjg. 12.40 m								
	2 unit	T.P 6 D 16	13.80	1.58	6.00	2.00	=	261.65	kg
		T.S 2D10	13.25	0.62	2.00	2.00	=	32.86	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	100.00	2.00	=	155.00	kg
	S. 2 20/45 Pjg. 9.9 m								
	2 unit	T.P 6 D 16	10.65	1.58	6.00	2.00	=	201.92	kg
		T.S 2D10	10.40	0.62	2.00	2.00	=	25.79	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	80.00	2.00	=	124.00	kg
	S. 2 20/45 Pjg. 2.5 m								
	2 unit	T.P 6 D 16	3.20	1.58	6.00	2.00	=	60.67	kg
		T.S 2D10	3.00	0.62	2.00	2.00	=	7.44	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	21.00	2.00	=	32.55	kg
	S. 2 20/45 Panj. 5.85 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	6.55	1.58	6.00	1.00	=	62.09	kg
		T.S 2D10	6.30	0.62	2.00	1.00	=	7.81	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	48.00	1.00	=	37.20	kg
	S. 2 20/45 Panj. 8.45 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	9.10	1.58	6.00	1.00	=	86.27	kg
		T.S 2D10	8.85	0.62	2.00	1.00	=	10.97	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	68.00	1.00	=	52.70	kg
	S. 2 20/45 Panj. 3.225 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	3.85	1.58	6.00	1.00	=	36.50	kg
		T.S 2D10	3.60	0.62	2.00	1.00	=	4.46	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	26.00	1.00	=	20.15	kg

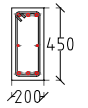
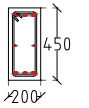
TIPE	S1 (250/450)	
POTONGAN		
	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL. ATAS	4 D16	4 D16
TUL. BAWAH	4 D16	4 D16
TUL. BADAN	2 D10	2 D10
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150

TIPE	S2 (200/450)	
POTONGAN		
	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL. ATAS	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16
TUL. BADAN	2 D10	2 D10
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150

Lanjutan tabel 5.2.

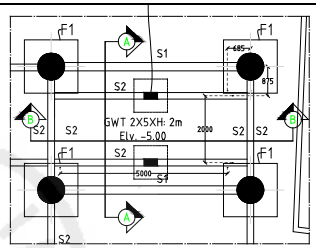
	S. 2 20/45 Panj. 17.60 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	19.10	1.58	6.00	1.00	=	181.07	kg
		T.S 2D10	18.55	0.62	2.00	1.00	=	23.00	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	141.00	1.00	=	109.28	kg
	S. 2 20/45 Panj. 14.80 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	16.30	1.58	6.00	1.00	=	154.52	kg
		T.S 2D10	15.75	0.62	2.00	1.00	=	19.53	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	119.00	1.00	=	92.23	kg
	S. 2 20/45 Panj. 4.00 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	4.70	1.58	6.00	1.00	=	44.56	kg
		T.S 2D10	4.45	0.62	2.00	1.00	=	5.52	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	33.00	1.00	=	25.58	kg
	S. 2 20/45 Panj. 5.90 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	6.60	1.58	6.00	1.00	=	62.57	kg
		T.S 2D10	6.35	0.62	2.00	1.00	=	7.87	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	48.00	1.00	=	37.20	kg
	S. 2 20/45 Panj. 2.475 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	3.00	1.58	6.00	1.00	=	28.44	kg
		T.S 2D10	2.75	0.62	2.00	1.00	=	3.41	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	20.00	1.00	=	15.50	kg
	S. 2 20/45 Panj. 3.025 m								
	3 unit	T.P 6 D 16	3.55	1.58	6.00	1.00	=	33.65	kg
		T.S 2D10	3.30	0.62	2.00	1.00	=	4.09	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	25.00	1.00	=	19.38	kg
	S. 2 20/45 Panj. 2.45 m								
	1 unit	T.P 6 D 16	3.00	1.58	6.00	1.00	=	28.44	kg
		T.S 2D10	2.75	0.62	2.00	1.00	=	3.41	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	20.00	1.00	=	15.50	kg
	S. 2 20/45 Panj. 2.00 m								
	4 unit	T.P 6 D 16	2.75	1.58	6.00	1.00	=	26.07	kg
		T.S 2D10	2.50	0.62	2.00	1.00	=	3.10	kg
		Begel D10 - 100 & 150	1.25	0.62	17.00	1.00	=	13.18	kg
								4329.35	**kg**

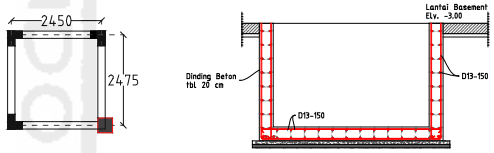
TIPE	S1 (250/450)	
POTONGAN		
	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL. ATAS	4 D16	4 D16
TUL. BAWAH	4 D16	4 D16
TUL. BADAN	2 D10	2 D10
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150

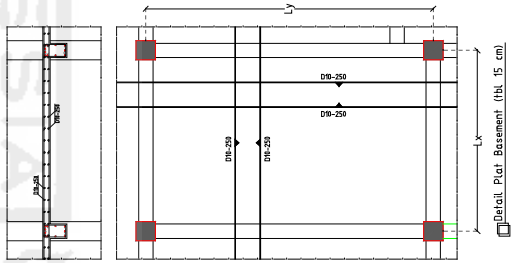
TIPE	S2 (200/450)	
POTONGAN		
	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL. ATAS	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16
TUL. BADAN	2 D10	2 D10
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150

Lanjutan tabel 5.2.

			Pjg	Brt/m	Jml	Unit			
5	**Ground Water Tank 5.00 x 2.00 m**								
	Tbl = 0.20 m	Tul. Arah-X 5.00m D13 -150	12.60	1.04	14.00	2.00	=	366.91	kg
	1 unit	Tul. Arah-Y 2.00m D13 -150	6.60	1.04	34.00	2.00	=	466.75	kg
		Sabuk D13-200	15.40	0.62	11.00	2.00	=	210.06	kg
	Tul. Sloof 20/30 Panj. 5.00 m								
	2 unit	T.P 6 D 16	5.60	1.58	4.00	2.00	=	70.78	kg
		Begel D10 - 100 & 150	0.90	0.62	40.00	2.00	=	44.64	kg
	Tul. Sloof 20/30 Panj. 2.00 m								
	2 unit	T.P 6 D 16	2.60	1.58	4.00	2.00	=	32.86	kg
		Begel D10 - 100 & 150	0.90	0.62	16.00	2.00	=	17.86	kg
								1209.86	kg
6	**Lift 2.45 x 2.475 m**								
	Tbl = 0.20 m	Tul. Arah-X 2.45m D13 -150	6.25	1.04	34.00	2.00	=	442.00	kg
	1 unit	Tul. Arah-Y 2.475m D13 -150	6.28	1.04	34.00	2.00	=	443.77	kg
		Sabuk D 13-200	10.75	1.04	8.00	2.00	=	178.88	kg
								1064.65	**kg**
	Dinding Beton Pjg. 72.75 m								
		T.P 2 D 13 - 200	3.50	1.04	364.75	2.00	=	2655.38	kg
		T.B 2 D13 - 200	76.95	1.04	16.00	2.00	=	2560.90	kg
								5216.28	**kg**
7	**Plat Lantai Basement**								
	Modul 19.80x9.90								
	1 unit	Arah-X 19.80m 2D 10 - 250	20.70	0.62	40.00	2.00	=	1026.72	kg
		Arah-Y 9.9m 2D 10 - 250	10.10	0.62	80.00	2.00	=	1001.92	kg
	Modul 17.60x8.45								
	1 unit	Arah-X 17.60m 2D 10 - 250	18.40	0.62	35.00	2.00	=	798.56	kg
		Arah-Y 8.45m 2D 10 - 250	8.75	0.62	71.00	2.00	=	770.35	kg
	Modul 4.01x1.20								
	1 unit	Arah-X 4.01m 2D 10 - 250	4.35	0.62	5.00	2.00	=	26.97	kg
		Arah-Y 1.20m 2D 10 - 250	1.50	0.62	17.00	2.00	=	31.62	kg
	Modul 5.17x1.20/2								
	1 unit	Arah-X 5.17m 2D 10 - 250	5.50	0.62	4.00	2.00	=	27.28	kg
		Arah-Y 0.60m 2D 10 - 250	0.95	0.62	22.00	2.00	=	25.92	kg
								3709.34	**kg**

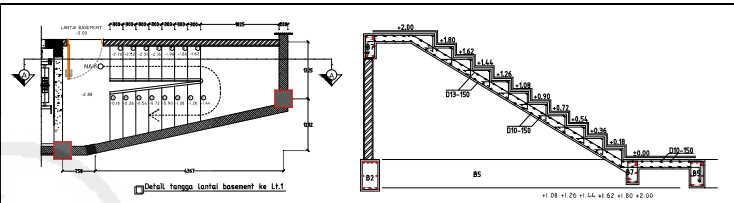


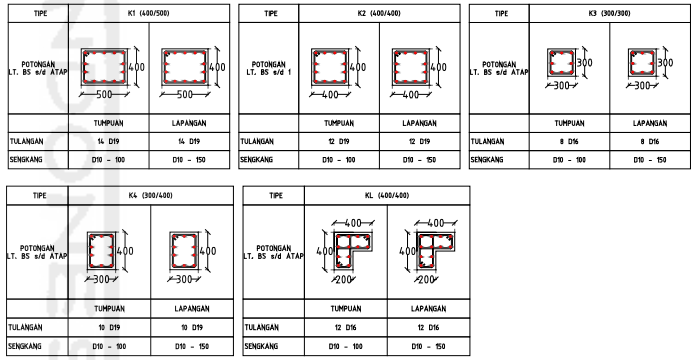




Lanjutan tabel 5.2.

			Pjg	Brt/m	Jml	Unit			
8	**TANGGA**								
	Plat Tangga Elv. -3.00 s/d -1.50	T.P 2D 13 -150	5.35	1.04	18.00	1.00	=	100.15	kg
	Plat Tangga Elv. -1.50 s/d ± 0.00	T.P 2D 13 -150	5.35	1.04	18.00	1.00	=	100.15	kg
		T.Bg 2 D 10 -150	1.35	0.62	48.00	2.00	=	80.35	kg
	Plat Bordes Elv. -1.50	T.Bg 2 D 10 -150	2.70	0.62	14.00	1.00	=	23.44	kg
	Balok Bordes	T.P 6 D 19	3.10	2.23	6.00	1.00	=	41.48	kg
		T. Susut 2 Ø 10	2.90	0.62	2.00	1.00	=	3.60	kg
		Begel Ø 10 - 100 &150	1.05	0.62	20.00	1.00	=	13.02	kg
								362.19	**kg**
9	**KOLOM**								
	Kolom K1 40/50 - 3.70 s/d ±0.00		Pjg	Brt/m	Jml	Unit			
	8 unit	T.P 14 D 19	4.00	2.23	14.00	8.00	=	999.04	kg
		Begel Ø 10 - 100&150	1.60	0.62	33.00	8.00	=	261.89	kg
	Kolom K2 40/40 - 3.70 s/d ±0.00								
	20 unit	T.P 12 D 19	4.00	2.23	12.00	20.00	=	2140.80	kg
		Begel Ø 10 - 100&150	1.40	0.62	33.00	20.00	=	572.88	kg
	Kolom K3 30/30 - 6.00 s/d ±0.00								
	7 unit	T.P 8 D 16	6.20	1.58	8.00	7.00	=	548.58	kg
		Begel Ø 10 - 100&150	1.00	0.62	49.00	7.00	=	212.66	kg
	Kolom KL 20/45-20 - 4.50 s/d ±0.00								
	3 unit	T.P 12 D 16	4.70	1.58	12.00	3.00	=	267.34	kg
		Begel Ø 10 - 100&150	1.00	0.62	74.00	3.00	=	137.64	kg
								5140.83	**kg**





Untuk hasil perhitunggan volume pekerjaan struktur seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur

NO		ITEM	SAT	VOL
		PEKERJAAN STRUKTURAL		
A		**Pekerjaan Beton**		
	A.1	**Lantai Basement elv. -3,00**		
		Rabat Beton		
		Cor beton B0	m3	15.82
		Bored Pile		
		Pembesian	kg	4,989.19
		Cor beton	m3	77.44
		Pile cap dan Tiebeam elv. -3.00		
		Pembesian	kg	9,240.71
		Bekisting	m2	216.57
		Cor beton	m3	44.40
		Plat elv. -3.00		
		Pembesian	kg	3,709.34
		Cor beton	m3	52.90
		Kolom elv. -3.00 s/d ±0.00		
		Pembesian	kg	5,140.83
		Bekisting	m2	184.76
		Cor beton	m3	17.73
		Ground water tank dan Pit Lift elv. -5.00		
		Pembesian	kg	2,274.51
		Bekisting	m2	65.79
		Cor beton	m3	12.84
		Dinding beton		
		Pembesian	kg	5,216.28
		Bekisting	m2	436.50
		Cor beton	m3	45.11
		Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00		
		Pembesian	kg	362.19
		Bekisting	m2	28.92
		Cor beton	m3	2.97

Lanjutan table 5.3.

NO		ITEM	SAT	VOL
	A.2	**Lantai 1 elv. ±0.00**		
		Kolam renang elv. -1.50		
		Pembesian	kg	1,019.38
		Bekisting	m2	54.74
		Cor beton	m3	11.34
		Balok dan Plat elv. ±0.00		
		Pembesian	kg	11,370.22
		Bekisting	m2	522.19
		Cor beton	m3	62.09
		Kolom elv. ±0.00 s/d +4.00		
		Pembesian	kg	4,364.70
		Bekisting	m2	204.80
		Cor beton	m3	20.64
		Tangga elv. ±0.00 s/d +4.00		
		Pembesian	kg	362.19
		Bekisting	m2	47.23
		Cor beton	m3	2.64
	A.3	**Lantai 2 elv. +4.00**		
		Balok dan Plat elv. +4.00		
		Pembesian	kg	12,028.92
		Bekisting	m2	601.21
		Cor beton	m3	62.89
		Kolom elv. +4.00 s/d +8.00		
		Pembesian	kg	4,117.89
		Bekisting	m2	195.20
		Cor beton	m3	18.72
		Tangga elv. +4.00 s/d +8.00		
		Pembesian	kg	362.19
		Bekisting	m2	19.73
		Cor beton	m3	2.64
	A.4	**Lantai 3 elv. +8.00**		
		Balok dan Plat elv. +8.00		
		Pembesian	kg	11,769.50
		Bekisting	m2	588.21
		Cor beton	m3	66.49
		Kolom elv. +8.00 s/d +12.00		
		Pembesian	kg	3,689.73
		Bekisting	m2	195.20
		Cor beton	m3	18.72
		Tangga elv. +8.00 s/d +12.00		
		Pembesian	kg	362.19
		Bekisting	m2	19.73
		Cor beton	m3	2.64

Lanjutan table 5.3.

NO		ITEM	SAT	VOL
	A.5	**Lantai 4 elv. +12.00**		
		Balok dan Plat elv. +12.00		
		Pembesian	kg	11,627.81
		Bekisting	m2	588.21
		Cor beton	m3	66.49
		Kolom elv. +12.00 s/d +16.00		
		Pembesian	kg	3,689.73
		Bekisting	m2	195.20
		Cor beton	m3	18.72
		Tangga elv. +12.00 s/d +16.00		
		Pembesian	kg	362.19
		Bekisting	m2	19.73
		Cor beton	m3	2.64
	A.6	**Lantai Atap elv. +16.00**		
		Balok dan Plat elv. +16.00		
		Pembesian	kg	11,926.07
		Bekisting	m2	588.21
		Cor beton	m3	67.06
		Kolom rumah lift elv. +16.00 s/d +19.00		
		Pembesian	kg	861.47
		Bekisting	m2	44.80
		Cor beton	m3	4.00
		Balok dan Plat rumah lift elv. +19.00		
		Pembesian	kg	1,473.92
		Bekisting	m2	82.55
		Cor beton	m3	19.10

Dari data hasil perhitungan volume, selanjutnya ditentukan durasi pekerjaan berdasarkan produktivitas tenaga kerja yang diambil dari koefisien Analisa Harga Satuan SNI sehingga diketahui kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan. Berikut contoh pada pekerjaan pembesian *bored pile*.

Volume besi pada item pekerjaan *bored pile* adalah 4989.19 kg. Maka kebutuhan tenaga kerja berdasarkan Analisa SNI adalah :

Dengan menggunakan rumus $n = \frac{Vol}{Dur} x\ koef.\ SNI$…….Pers.1

1. Pekerja

   $\frac{4989.19}{1} x\ 0.007$ = 35 OH

2. Tukang Besi

   $\frac{4989.19}{1} x\ 0.007$ = 35 OH

3. Kepala Tukang Besi

   $\frac{4989.19}{1} x\ 0.0007$ = 4 OH

4. Mandor

   $\frac{4989.19}{1} x\ 0.0004$ = 2 OH

Perhitungan tersebut jika diestimasi durasi pekerjaan adalah 1 hari kerja, namun pada kenyataannya untuk volume sebanyak itu dan mengingat lahan kerja yang terbatas, akan terasa kurang efektif dalam pengaplikasiannya. Oleh karena itu berdasarkan *time schedule* yang ada, diestimasikan waktu pengerjaan adalah 10 hari kerja. Hasil dari perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Kebutuhan Tenaga Kerja Pembesian *Bored Pile*

No.	Tenaga	Indeks	Volume	Durasi	Jumlah
1	Pekerja	0.007	4989.19	10	4
2	Tukang Besi	0.007		10	4
3	Kepala Tukang Besi	0.0007		10	1
4	Mandor	0.0004		10	1

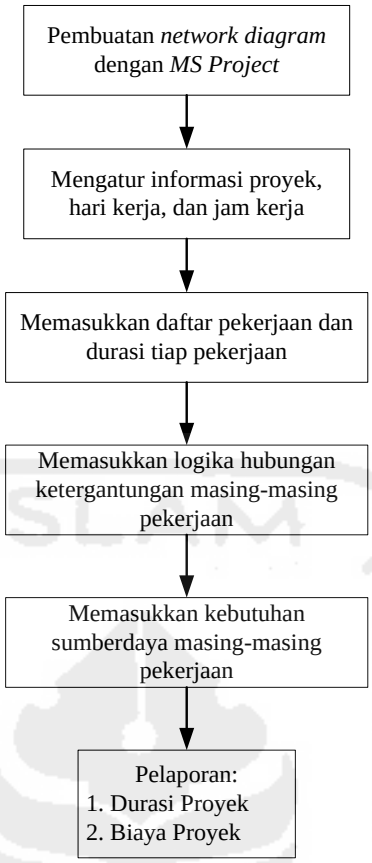
Dengan langkah perhitungan yang sama, dihitung kebutuha tenaga kerja untuk seluruh item pekerjaan struktur. Hasil rekapitulasi kebutuhan tenaga kerja selanjutnya dapat dilihat di pembahasan pada masing-masing pembuatan jadwal metode pelaksanaan pekerjaan struktur.

5.3 Pembuatan *Network Diagram*

Proyek ini belum memiliki jaringan kerja (*network diagram*) baik CPM maupun PDM, jadwal perencanaan hanya sebatas *time schedule, bar chart* dan kurva S. Oleh karena itu langkah awal pembuatan *network diagram* adalah dengan

menentukan hubungan antar pekerjaan secara logis, selanjutnya menentukan durasi pekerjaan (berdasarkan *time schedule* yang ada), dan terakhir menentukan jumlah kelompok tenaga kerja yang diperlukan. Perlu diperhatikan sebelumnya, bahwa pembuatan jadwal mulai dari penentuan durasi dan perhitungan jumlah tenaga kerja pada penelitian ini adalah bersifat perencanaan dimana perhitungan dilakukan berdasarkan data-data yang bersumber dari Analisa Harga Satuan SNI. Namun beberapa pekerjaan seperti pengecoran dengan *readymix* manual dan *readymix concrete pump,* yang Analisa Harga Satuan pekerjaan tersebut tidak terdapat di SNI. Nilai indeks tenaga kerja pada pekerjaan tersebut diperoleh dari hasil wawancara di lapangan.

Selanjutnya proses pembuatan *network diagram* ini dilakukan pada tiap metode kerja yang akan diterapkan pada pelaksanaan proyek dengan menggunakan *software MS Project.* Dengan *MS Project* secara otomatis *network* akan dihasilkan sesuai dengan *input* hubungan antar pekerjaan. Bagan alir pembuatan *network diagram* dengan *MS Project* dapat dilihat pada Gambar 5.2. Dalam penelitian ini akan dilakukan 3 alternatif pembuatan *network diagram* pekerjaan struktur berdasarkan metode kerja yang digunakan. Masing-masing metode kerja disesuaikan dengan fungsi, bentuk, serta volume beton dan diasumsikan langsir material secara vertikal menggunakan lift kerja dan langsir material secara horizontal menggunakan angkong dan ember.



Gambar 5. 2 Pembuatan *Network Diagram* Pada *Ms Project*

Dengan mengikuti langkah-langkah sesuai Gambar 5.2. pembuatan penjadwalan pada *Ms Project* dimulai dengan menentukan tanggal mulai proyek, yaitu pada hari Selasa tanggal 2 Mei 2017. Dengan ketentuan hari kerja sesuai Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Daftar Hari Kerja Proyek

Hari Kerja	Jam Kerja	
Senin	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Selasa	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Rabu	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Kamis	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Jumat	08:00 - 11:30	13:00 - 17:30
Sabtu	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Minggu	08:00 - 12:00	13:00 - 17:00

Selanjutnya memasukkan sumberdaya yang diperlukan. Daftar sumberdaya yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Daftar Sumberdaya Tenaga Kerja Proyek Yang Digunakan

NO	NAMA	SAT	UPAH
1	Pekerja	OH	Rp 60.000,00
2	Tukang Besi	OH	Rp 70.000,00
3	Tukang Kayu	OH	Rp 75.000,00
4	Tukang Batu	OH	Rp 70.000,00
5	Kepala Tukang Besi	OH	Rp 75.000,00
6	Kepala Tukang Kayu	OH	Rp 77.500,00
7	Kepala Tukang Batu	OH	Rp 75.000,00
8	Mandor	OH	Rp 75.000,00
9	Operator Alat Berat	OH	Rp 90.000,00
10	Pembantu Operator	OH	Rp 77.500,00

Setelah ditentukan jam, hari kerja, dan macam tenaga kerja yang akan digunakan, selanjutnya mendefinisikan biaya proyek yang akan digunakan untuk penyusunan jadwal proyek menggunakan *MS Project.* Sebuah proyek konstruksi terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung, pada penelitian ini unsur yang dimasukkan ke dalam *MS Project* hanya biaya langsung saja, yaitu berupa biaya upah dan material, oleh karena itu setelah menentukan tenaga kerja yang akan digunakan (termasuk upah pekerja), selanjutnya adalah memasukkan biaya material yang digunakan berdasarkan standar Analisa Harga Satuan SNI. Adapun daftar Analisa Harga Satuan yang digunakan untuk pekerjaan pembesian, bekisting, dan kolom disajikan sebagai berikut.

1 10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos

Bahan :								
Besi Beton	10,500	kg	Rp	9.000,00	Rp	94.500,00		
Kawat Ikat Beton	0,150	kg	Rp	15.000,00	Rp	2.250,00	**Rp**	**96.750,00**
Upah :								
Pekerja	0,0700	OH	Rp	60.000,00	Rp	4.200,00		
Tukang Besi	0,0700	OH	Rp	70.000,00	Rp	4.900,00		
Kepala Tukang Besi	0,0070	OH	Rp	75.000,00	Rp	525,00		
Mandor	0,0040	OH	Rp	75.000,00	Rp	300,00	**Rp**	**9.925,00**
			Jumlah :				Rp	106.675,00
			Jasa			5%	Rp	5.333,75
			Jumlah total				**Rp**	**112.008,75**

2 1M² Pekerjaan bekisting pondasi

Bahan :								
Kayu kelas III	0,040	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	110.000,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,300	kg	Rp	14.000,00	Rp	4.200,00		
Minyak begesting	0,100	ltr	Rp	6.000,00	Rp	600,00	**Rp**	**114.800,00**
Upah :								
Pekerja	0,520	OH	Rp	60.000,00		31.200,00		
Tukang kayu	0,260	OH	Rp	75.000,00		19.500,00		
Kepala tukang kayu	0,026	OH	Rp	77.500,00		2.015,00		
Mandor	0,026	OH	Rp	75.000,00	Rp	1.950,00	**Rp**	**54.665,00**
			Jumlah :				Rp	169.465,00
			Jasa			5%	Rp	8.473,25
			Jumlah total				**Rp**	**177.938,25**

3 1M² Pekerjaan bekisting sloof

Bahan :								
Kayu kelas III	0,045	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	123.750,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,300	kg	Rp	14.000,00	Rp	4.200,00		
Minyak begesting	0,100	ltr	Rp	6.000,00	Rp	600,00	**Rp**	**128.550,00**
Upah :								
Pekerja	0,520	OH	Rp	60.000,00	Rp	31.200,00		
Tukang kayu	0,260	OH	Rp	75.000,00	Rp	19.500,00		
Kepala tukang kayu	0,026	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.015,00		
Mandor	0,026	OH	Rp	75.000,00	Rp	1.950,00	**Rp**	**54.665,00**
			Jumlah :				Rp	183.215,00
			Jasa			5%	Rp	9.160,75
			Jumlah total				**Rp**	**192.375,75**

4 1M² Pekerjaan bekisting kolom

Bahan :								
Kayu kelas III	0,040	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	110.000,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,400	kg	Rp	14.000,00	Rp	5.600,00		
Minyak begesting	0,200	ltr	Rp	6.000,00	Rp	1.200,00		
Balok Kayu kelas II	0,015	m3	Rp	3.500.000,00	Rp	52.500,00		
Dolken kayu galam	2,000	btg	Rp	11.500,00	Rp	23.000,00		
Plywood tbl : 9 mm	0,350	lbr	Rp	100.000,00	Rp	35.000,00	**Rp**	**227.300,00**
Upah :								
Pekerja	0,660	OH	Rp	60.000,00	Rp	39.600,00		
Tukang kayu	0,330	OH	Rp	75.000,00	Rp	24.750,00		
Kepala tukang kayu	0,033	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.557,50		
Mandor	0,033	OH	Rp	75.000,00	Rp	2.475,00	**Rp**	**69.382,50**
			Jumlah :				Rp	296.682,50
			Jasa			5%	Rp	14.834,13
			Jumlah total				**Rp**	**311.516,63**

5 1M² Pekerjaan bekisting balok

Bahan :								
Kayu kelas III	0,040	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	110.000,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,400	kg	Rp	14.000,00	Rp	5.600,00		
Minyak begesting	0,200	ltr	Rp	6.000,00	Rp	1.200,00		
Balok Kayu kelas II	0,018	m3	Rp	3.500.000,00	Rp	63.000,00		
Dolken kayu galam	2,000	btg	Rp	11.500,00	Rp	23.000,00		
Plywood tbl : 9 mm	0,350	lbr	Rp	100.000,00	Rp	35.000,00	**Rp**	**237.800,00**
Upah :								
Pekerja	0,660	OH	Rp	60.000,00	Rp	39.600,00		
Tukang kayu	0,330	OH	Rp	75.000,00	Rp	24.750,00		
Kepala tukang kayu	0,033	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.557,50		
Mandor	0,033	OH	Rp	75.000,00	Rp	2.475,00	**Rp**	**69.382,50**
			Jumlah :				Rp	307.182,50
			Jasa			5%	Rp	15.359,13
			Jumlah total				**Rp**	**322.541,63**

6 1M² Pekerjaan bekisting plat

Bahan :								
Kayu kelas III	0,040	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	110.000,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,400	kg	Rp	14.000,00	Rp	5.600,00		
Minyak begesting	0,200	ltr	Rp	6.000,00	Rp	1.200,00		
Balok Kayu kelas II	0,015	m3	Rp	3.500.000,00	Rp	52.500,00		
Dolken kayu galam	6,000	btg	Rp	11.500,00	Rp	69.000,00		
Plywood tbl : 9 mm	0,350	lbr	Rp	100.000,00	Rp	35.000,00	**Rp**	**273.300,00**
Upah :								
Pekerja	0,660	OH	Rp	60.000,00	Rp	39.600,00		
Tukang kayu	0,330	OH	Rp	75.000,00	Rp	24.750,00		
Kepala tukang kayu	0,033	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.557,50		
Mandor	0,033	OH	Rp	75.000,00	Rp	2.475,00	**Rp**	**29.782,50**
			Jumlah :				Rp	303.082,50
			Jasa			5%	Rp	15.154,13
			Jumlah total				**Rp**	**318.236,63**

7 1M² Pekerjaan bekisting dinding

Bahan :								
Kayu kelas III	0,030	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	82.500,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,400	kg	Rp	14.000,00	Rp	5.600,00		
Minyak begesting	0,200	ltr	Rp	6.000,00	Rp	1.200,00		
Balok Kayu kelas II	0,020	m3	Rp	3.500.000,00	Rp	70.000,00		
Dolken kayu galam	2,000	btg	Rp	11.500,00	Rp	23.000,00		
Plywood tbl : 9 mm	0,350	lbr	Rp	100.000,00	Rp	35.000,00		
Formite/penjaga jarak bekisting	4,000	bh	Rp	7.500,00	Rp	30.000,00	**Rp**	**247.300,00**
Upah :								
Pekerja	0,660	OH	Rp	60.000,00	Rp	39.600,00		
Tukang kayu	0,330	OH	Rp	75.000,00	Rp	24.750,00		
Kepala tukang kayu	0,033	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.557,50		
Mandor	0,033	OH	Rp	75.000,00	Rp	2.475,00	**Rp**	**69.382,50**
			Jumlah :				Rp	316.682,50
			Jasa			5%	Rp	15.834,13
			Jumlah total				**Rp**	**332.516,63**

8 1M² Pekerjaan bekisting Tangga

Bahan :								
Kayu kelas III	0,030	m3	Rp	2.750.000,00	Rp	82.500,00		
Paku 5 cm - 12 cm	0,400	kg	Rp	14.000,00	Rp	5.600,00		
Minyak begesting	0,150	ltr	Rp	6.000,00	Rp	900,00		
Plywood tbl : 9 mm	0,350	m3	Rp	100.000,00	Rp	35.000,00	**Rp**	**124.000,00**
Upah :								
Pekerja	0,660	OH	Rp	60.000,00	Rp	39.600,00		
Tukang kayu	0,330	OH	Rp	75.000,00	Rp	24.750,00		
Kepala tukang kayu	0,033	OH	Rp	77.500,00	Rp	2.557,50		
Mandor	0,033	OH	Rp	75.000,00	Rp	2.475,00	**Rp**	**69.382,50**
			Jumlah :				Rp	193.382,50
			Jasa			5%	Rp	9.669,13
			Jumlah total				**Rp**	**203.051,63**

9 Sewa concrete pump (per 80 m3)

Alat Bantu Pompa	1,000	Ls	Rp	2.805.000,00	Rp	2.805.000,00	**Rp**	**2.805.000,00**
			Jumlah				Rp	2.805.000,00
			Jasa			5%	Rp	140.250,00
			Jumlah total				**Rp**	**2.945.250,00**

10 Mengerjakan 1 m3 Beton Ready F'c 26,4 Mpa

Bahan :								
Beton Ready Mix K-300	1,000	m3	Rp	900.000,00	Rp	900.000,00	**Rp**	**900.000,00**
Upah :								
Pekerja	0,200	org/hr	Rp	60.000,00	Rp	12.000,00		
Mandor	0,010	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	750,00	**Rp**	**12.750,00**
			Jumlah :				Rp	912.750,00
			Jasa			5%	Rp	45.637,50
			Jumlah total				**Rp**	**958.387,50**

11 Mengerjakan 1 m3 Beton Ready B.0 tanpa Pompa

Bahan :								
Beton Ready Mix B.0	1,000	m3	Rp	630.000,00	Rp	630.000,00	**Rp**	**630.000,00**
Upah :								
Pekerja	1,250	org/hr	Rp	60.000,00	Rp	75.000,00		
Tukang batu	0,100	org/hr	Rp	70.000,00	Rp	7.000,00		
Kepala tukang batu	0,010	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	750,00		
Mandor	0,125	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	9.375,00	**Rp**	**92.125,00**
			Jumlah :				Rp	722.125,00
			Jasa			5%	Rp	36.106,25
			Jumlah total				**Rp**	**758.231,25**

12 Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 7,4 MPa (K-100)

Bahan :								
Semen portland	247,000	kg	Rp	1.000,00	Rp	247.000,00		
Pasir beton	0,486	m3	Rp	200.000,00	Rp	97.280,00		
Koral beton	0,756	m3	Rp	200.000,00	Rp	151.260,00		
Air	215,000	Ltr	Rp	-	Rp	-	**Rp**	**495.540,00**
Upah :								
Pekerja	1,650	org/hr	Rp	60.000,00	Rp	99.000,00		
Tukang batu	0,275	org/hr	Rp	70.000,00	Rp	19.250,00		
Kepala tukang batu	0,028	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	2.100,00		
Mandor	0,083	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	6.225,00	**Rp**	**126.575,00**
			Jumlah :				Rp	622.115,00
			Jasa			5%	Rp	31.105,75
			Jumlah total				**Rp**	**653.220,75**

13 Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 26,4 MPa (K-300)

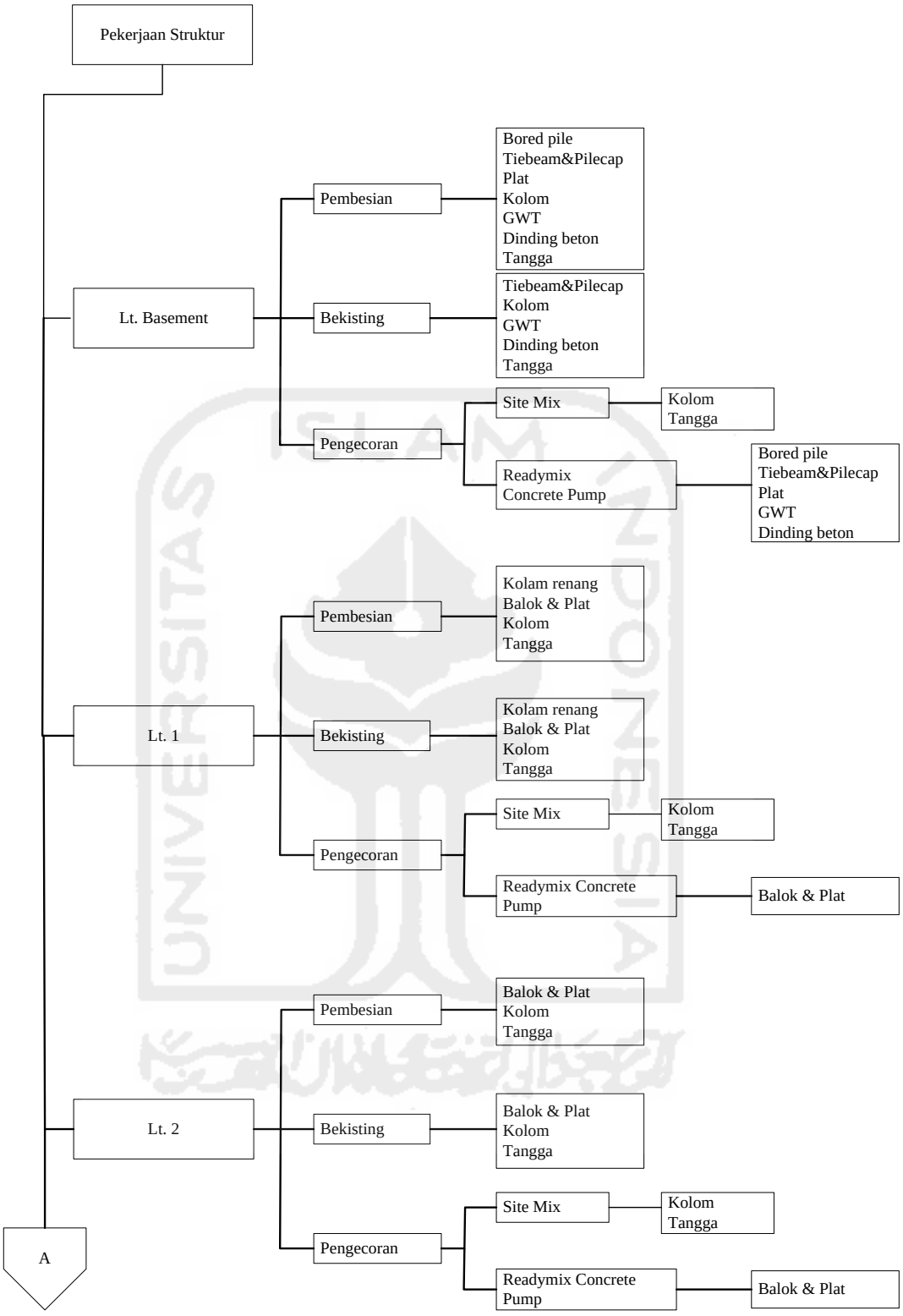
Bahan :								
Semen portland	413,000	kg	Rp	1.000,00	Rp	413.000,00		
Pasir beton	0,486	m3	Rp	200.000,00	Rp	97.280,00		
Koral beton	0,567	m3	Rp	200.000,00	Rp	113.444,44		
Air	215,000	Ltr	Rp	-	Rp	-	**Rp**	**623.724,44**
Upah :								
Pekerja	1,650	org/hr	Rp	60.000,00	Rp	99.000,00		
Tukang batu	0,275	org/hr	Rp	70.000,00	Rp	19.250,00		
Kepala tukang batu	0,028	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	2.100,00		
Mandor	0,083	org/hr	Rp	75.000,00	Rp	6.225,00	**Rp**	**126.575,00**
			Jumlah :				Rp	750.299,44
			Jasa			5%	Rp	37.514,97
			Jumlah total				**Rp**	**787.814,42**

Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis biaya dan waktu dari masing-masing metode pengecoran yang akan digunakan pada proyek. Adapun alternative metode yang digunakan dalam kasus ini adalah metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*, metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual, serta metode cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya.

5.3.1 Metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*

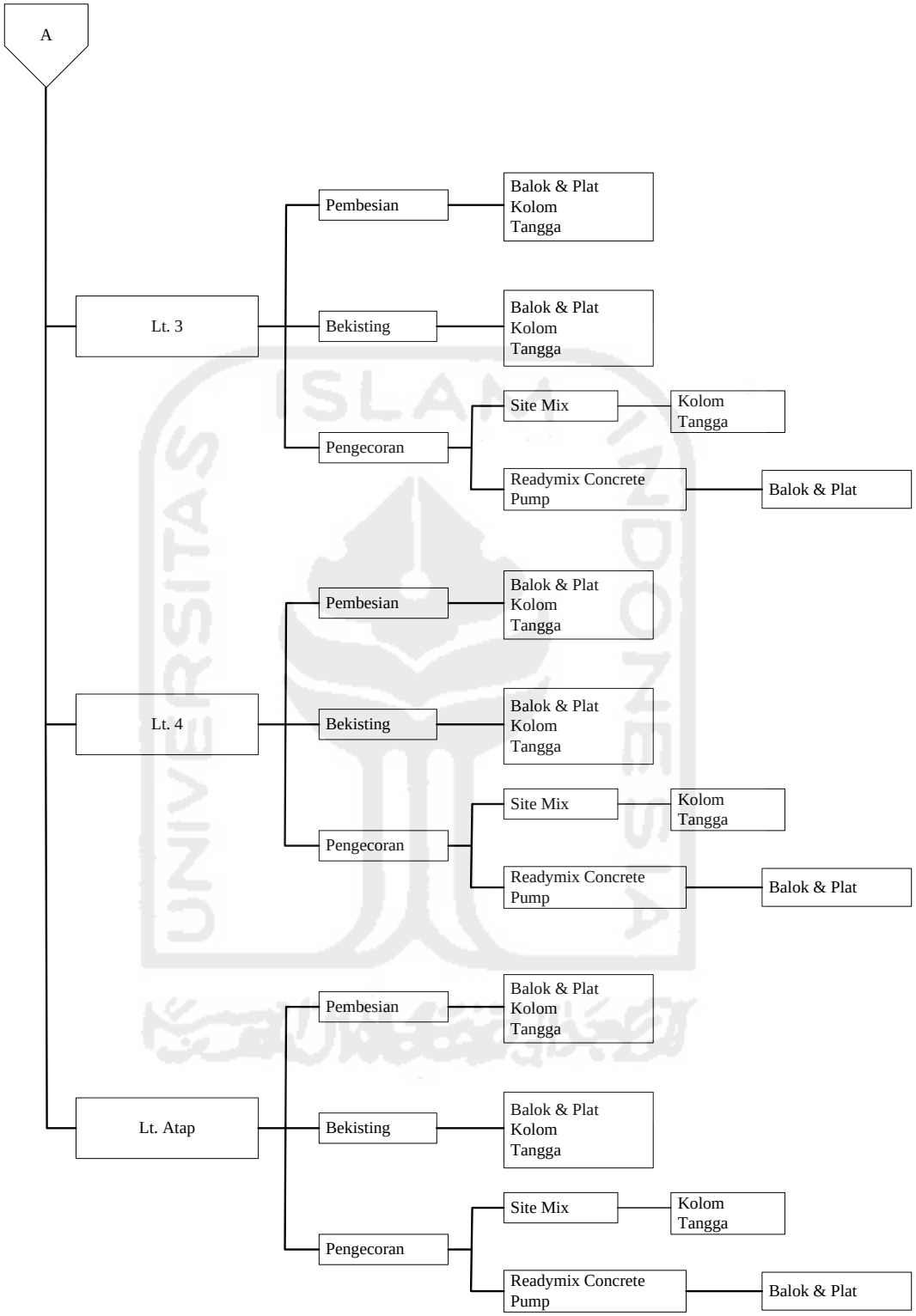
1. Analisis Waktu Pelaksanaan

Pada metode ini pekerjaan pengecoran untuk *bored pile*, dinding beton, plat, dan balok dilakukan dengan *readymix concrete pump*. Sedangkan item pengecoran pekerjaan lain menggunakan *site mix.* Pemilihan penggunaan metode cor dengan *readymix concrete pump* pada pekerjaan pelat dan balok beton adalah karena bentuk pelat dan balok yang menyatu (tidak tersekat pada bekisting) dan menghampar, serta volume yang lebih besar, sehingga penggunaan *concrete pump* lebih efisien. Bagan alir pekerjaan pelat dan balok beton dengan metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix* pada pekerjaan kolom dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 *Flowchart* Metode Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

Lanjutan Gambar 5.3.



Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa pekerjaan pengecoran terbagi menjadi dua, yaitu *site mix* dan *readymix concrete pump*. Sedangkan

ilustrasi yang menggambarkan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 4 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

Dari Gambar 5.4 terlihat bahwa dengan metode *readymix concrete pump* pengecoran dilakukan setelah seluruh pekerjaan (pembesian dan bekisting) pada satu lantai atau *section* selesai. Sedangkan untuk pekerjaan kolom yang menggunakan beton *site mix*, pengecoran dapat dilakukan tanpa menunggu seluruh (pembesian & bekisting) kolom selesai. Namun pada metode ini alat pengaduk beton atau sering disebut molen beton rata-rata hanya memiliki kapasitas 0,40 m^3 dalam 1 kali pencampuran, waktu yang dibutuhkan berdasarkan wawancara di lapangan untuk mengecor kolom struktur hingga penuangan beton segar tersebut adalah 20 – 30 menit. Sehingga dalam 1 hari kerja (7 jam) proses pembuatan beton *site mix* menghasilkan volume sebesar ± 5 m^3. Oleh karena itu pada metode ini pengecoran kolom tiap lantai dilakukan dalam 4 tahap pengecoran, mengingat volume pekerjaan pengecoran kolom setiap lantai adalah sebesar 20 m^3.

Sedangkan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini, pekerjaan kolom (mulai dari pembesian hingga pengecoran) dilakukan dalam 4 tahap pengecoran, Selanjutnya, saat pekerjaan kolom tahap pertama telah dicor. Pekerjaan pembesian dan bekisting balok dan plat di lantai atasnya dapat dimulai bersama dengan pembesian dan bekisting kolom tahap ke dua. Sehingga *constrain* pada pekerjaan ini dapat diasumsikan *FS (Finish to Start)* dengan *predecessor* adalah pekerjaan pengecoran kolom tahap pertama. Begitu seterusnya hingga proses pengecoran kolom tahap terakhir. Hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Hubungan Antar Pekerjaan pada Metode Pelaksanaan *Readymix Concrete Pump* dan *Site mix*

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
1	**PEKERJAAN STRUKTUR**		
2	**Pekerjaan Tanah**		
3	Galian tanah dengan alat	17	
4	Galian tanah manual	11	3FF
5	**Pekerjaan Beton Bertulang**		
6	**Lantai Basement**		
7	**Rabat Beton**		
8	Cor B0 1	1	4FF
9	Cor B0 2	1	8
10	**Bored Pile**		
11	Pembesian dan Bekisting	10	4SS+2 days
12	Cor beton	1	11
13	**Pilecap dan Tiebeam**		
14	Pembesian dan Bekisting	12	4SS
15	Cor beton	1	14
16	**Plat Lt. Basement**		
17	Pembesian	10	15
18	Cor beton	1	17
19	**Kolom Lt. Basement**		
20	Pembesian dan Bekisting	10	17FS-2 days
21	Cor 1 *(SM)*	1	20SS+2 days
22	Cor 2 *(SM)*	1	20SS+5 days
23	Cor 3 *(SM)*	1	20SS+8 days
24	Cor 4 *(SM)*	1	20
25	**GWT dan Pit lift**		
26	Pembesian dan Bekisting	5	17SS
27	Cor beton	1	18SS,26
28	**Dinding Beton**		
29	Pembesian dan Bekisting	17	17ss+5
30	Cor beton	1	29
31	**Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00**		
32	Pembesian	4	15

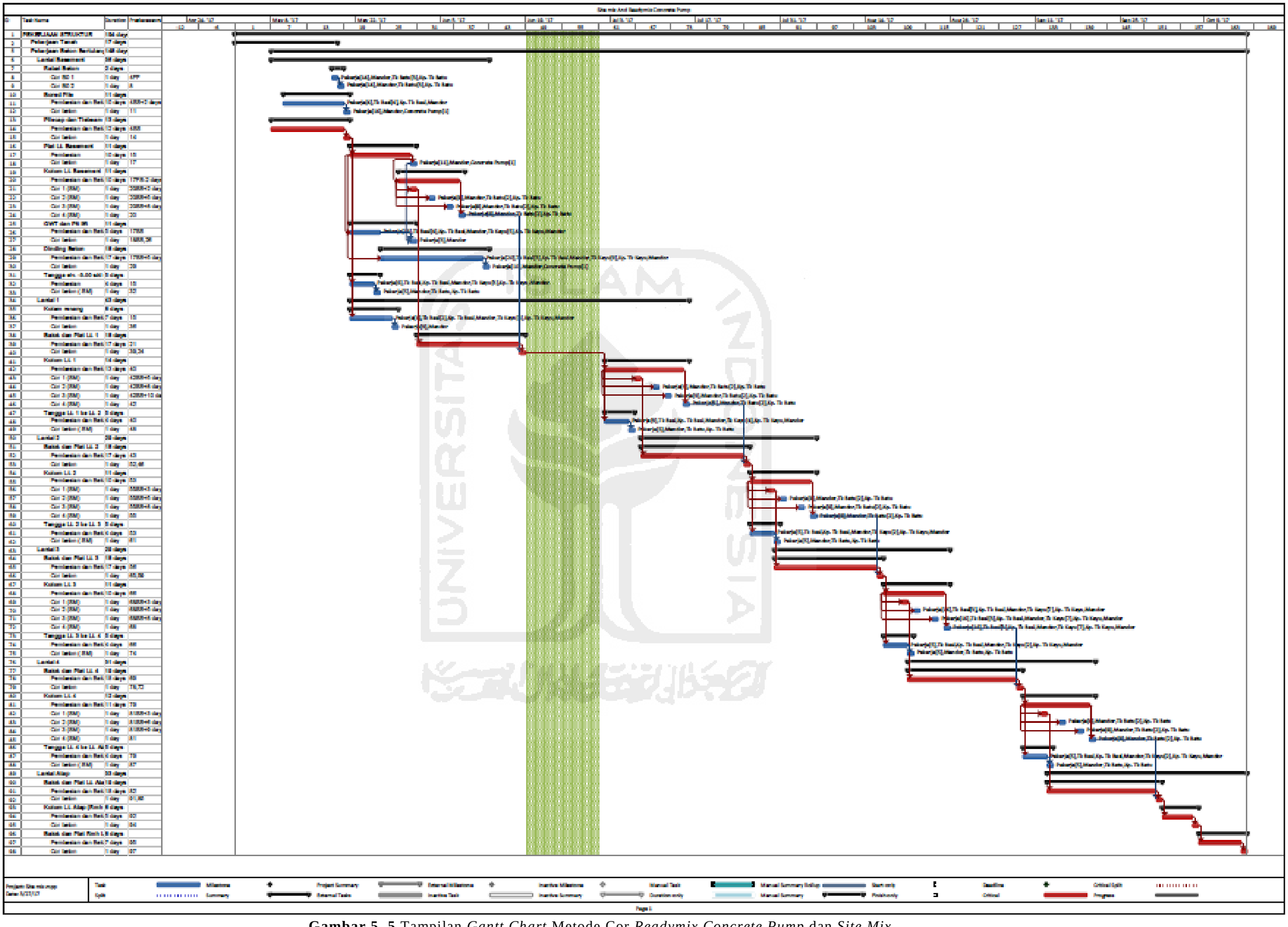
Lanjutan Tabel 5.7

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
33	Cor beton (*SM)*	1	32
34	**Lantai 1**		
35	**Kolam renang**		
36	Pembesian dan Bekisting	7	15
37	Cor beton	1	36
38	**Balok dan Plat Lt. 1**		
39	Pembesian dan Bekisting	17	21
40	Cor beton	1	39,24
41	**Kolom Lt. 1**		
42	Pembesian dan Bekisting	13	40
43	Cor 1 *(SM)*	1	42SS+4 days
44	Cor 2 *(SM)*	1	42SS+7 days
45	Cor 3 *(SM)*	1	42SS+10 days
46	Cor 4 *(SM)*	1	42
47	**Tangga Lt. 1 ke Lt. 2**		
48	Pembesian dan Bekisting	4	40
49	Cor beton (*SM)*	1	48
50	**Lantai 2**		
51	**Balok dan Plat Lt. 2**		
52	Pembesian dan Bekisting	17	43
53	Cor beton	1	52,46
54	**Kolom Lt. 2**		
55	Pembesian dan Bekisting	10	53
56	Cor 1 *(SM)*	1	55SS+3 days
57	Cor 2 *(SM)*	1	55SS+5 days
58	Cor 3 *(SM)*	1	55SS+8 days
59	Cor 4 *(SM)*	1	55
60	**Tangga Lt. 2 ke Lt. 3**		
61	Pembesian dan Bekisting	4	53
62	Cor beton (*SM)*	1	61
63	**Lantai 3**		
64	**Balok dan Plat Lt. 3**		
65	Pembesian dan Bekisting	17	56
66	Cor beton	1	65,59

Lanjutan Tabel 5.7

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
67	**Kolom Lt. 3**		
68	Pembesian dan Bekisting	10	66
69	Cor 1 *(SM)*	1	68SS+3 days
70	Cor 2 *(SM)*	1	68SS+5 days
71	Cor 3 *(SM)*	1	68SS+8 days
72	Cor 4 *(SM)*	1	68
73	**Tangga Lt. 3 ke Lt. 4**		
74	Pembesian dan Bekisting	4	66
75	Cor beton (*SM)*	1	74
76	**Lantai 4**		
77	**Balok dan Plat Lt. 4**		
78	Pembesian dan Bekisting	18	69
79	Cor beton	1	78,72
80	**Kolom Lt. 4**		
81	Pembesian dan Bekisting	11	79
82	Cor 1 *(SM)*	1	81SS+3 days
83	Cor 2 *(SM)*	1	81SS+6 days
84	Cor 3 *(SM)*	1	81SS+9 days
85	Cor 4 *(SM)*	1	81
86	**Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap**		
87	Pembesian dan Bekisting	4	79
88	Cor beton (*SM)*	1	87
89	**Lantai Atap**		
90	**Balok dan Plat Lt. Atap**		
91	Pembesian dan Bekisting	18	82
92	Cor beton	1	91,85
93	**Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)**		
94	Pembesian dan Bekisting	5	92
95	Cor beton	1	94
96	**Balok dan Plat Rmh Lift**		
97	Pembesian dan Bekisting	7	95
98	Cor beton	1	97

Tahap berikutnya adalah pembuatan jadwal dengan *MS Project*. Pada metode ini item pekerjaan dan *constrain* masing-masing pekerjaan seperti tersaji pada Tabel 5.7. Hasil keluaran dari *MS Project* adalah berupa *Gantt Chart* yang berisi tentang durasi pelaksanaan dan hubungan antar pekerjaan. Seperti terlihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5. 5 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

Dari hasil pembuatan jadwal metode cor *readymix concrete pump* dan *site mix* menggunakan *MS Project* dengan ketentuan-ketentuan yang telah dimasukkan pada program tersebut, diperoleh hasil durasi total proyek selama 154 hari kalender. Dari gambar g*antt* c*hart* tersebut, lintasan diagram berwarna merah adalah lintasan kritis, sedangkan diagram berwarna biru adalah lintasan non kritis.

2. Analisis Biaya Pelaksanaan

Pada penelitian ini biaya proyek yang ditinjau hanya biaya langsung proyek, yaitu biaya bahan, biaya upah tenaga, dan biaya alat penunjang *(concrete pump).* Adapun harga bahan dan harga upah pada masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan

NO	NAMA PEKERJAAN	HARGA BAHAN	HARGA UPAH
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	Rp 96.750,00	Rp 992,50
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	Rp 114.800,00	Rp 54.665,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	Rp 128.550,00	Rp 54.665,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	Rp 227.300,00	Rp 69.382,50
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	Rp 237.800,00	Rp 69.382,50
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	Rp 273.300,00	Rp 29.782,50
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	Rp 247.300,00	Rp 69.382,50
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	Rp 124.000,00	Rp 69.382,50
9	Sewa concrete pump (per 80 m3)	Rp 2.805.000,00	
10	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready F'c 26,4 Mpa	Rp 900.000,00	Rp 12.750,00
11	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready B.0 tanpa Pompa	Rp 630.000,00	Rp 92.125,00
12	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 7,4 MPa (K-100)	Rp 495.540,00	Rp 126.575,00
13	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 26,4 MPa (K-300)	Rp 623.724,44	Rp 126.575,00

Dari Tabel 5.8 sewa *concrete pump* digunakan saat pekerjaan pengecoran plat dan balok saja, apabila volume dalam 1 kali pengecoran lebih dari 80 m^3 maka dikenakan *cash* sebesar Rp. 35.000/m^3. Dalam metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix* harga satuan untuk pekerjaan pembesian dan pengecoran adalah diasumsikan 1 kali pakai. Sedangkan pekerjaan bekisting diasumsikan dapat dipakai lebih dari 1 kali sehingga harga bahan dibagi dengan berapa kali pakai bahan

tersebut, tetapi hal tersebut tidak berlaku pada harga upah. Untuk lebih jelasnya daftar penggunaan bekisting dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix*

NO	NAMA PEKERJAAN	PENGGUNAAN	HARGA BAHAN
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	1 kali	Rp 96.750,00
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	1 kali	Rp 114.800,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	1 kali	Rp 128.550,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	4 kali	Rp 56.825,00
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	2 kali	Rp 118.900,00
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	2 kali	Rp 136.650,00
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	2 kali	Rp 123.650,00
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	2 kali	Rp 62.000,00

Dari Tabel 5.9 dapat dilihat bahwa bekisting kolom digunakan sebanyak 4 kali. Hal ini disesuaikan dengan jumlah waktu pengecoran kolom pada tiap lantai sehingga diasumsikan bahwa setiap lantai dilakukan 1 kali produksi bekisting kolom. Selanjutnya adalah membuat harga satuan pekerjaan yang telah disesuaikan dengan karakteristik proyek seperti uraian sebelumnya. Adapun rangkuman biaya proyek dapat dilihat pada Tabel 5. 10.

Tabel 5. 10 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	PEKERJAAN STRUKTURAL					
A	Pekerjaan Beton					
A.1	Lantai Basement elv. -3,00					
	Rabat Beton					
	Cor beton B0	m^3	15,82	630.000,00		9.966.600,00
	Bored Pile					
	Pembesian	kg	4.989,19	9.675,00		48.270.413,25
	Cor beton	m^3	77,44	900.000,00	2.805.000,00	72.501.000,00
	Pile cap					
	Pembesian	kg	4.911,36	9.675,00		47.517.408,00

Lanjutan Tabel 5.10

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Bekisting	m^2	107,52	114.800,00		12.343.296,00
	Cor beton	m^3	32,26	900.000,00	2.805.000,00	31.839.000,00
	Sloof					
	Pembesian	kg	4329,35	9.675,00		41.886.461,25
	Bekisting	m^2	109,05	128.550,00		14.018.377,50
	Cor beton	m^3	12,14	900.000,00		10.922.175,00
	Plat elv. -3.00					
	Pembesian	kg	3.709,34	9.675,00		35.887.864,50
	Cor beton	m^3	52,90	900.000,00	2.805.000,00	50.415.000,00
	Kolom elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	5.140,83	9.675,00		49.737.530,25
	Bekisting	m^2	184,76	56.825,00		10.498.987,00
	Cor beton	m^3	17,73	623.724,44		11.058.634,40
	Ground water tank					
	Pembesian	kg	1.209,86	9.675,00		11.705.395,50
	Bekisting	m^2	50,40	123.650,00		6.231.960,00
	Cor beton	m^3	8,22	900.000,00		7.398.000,00
	Pit Lift					
	Pembesian	kg	1064,65	9.675,00		10.300.488,75
	Bekisting	m^2	15,39	123.650,00		1.902.355,25
	Cor beton	m^3	4,62	900.000,00		4.161.240,00
	Dinding beton					
	Pembesian	kg	5.216,28	9.675,00		50.467.509,00
	Bekisting	m^2	436,50	123.650,00		53.973.225,00
	Cor beton	m^3	45,11	900.000,00	2.805.000,00	43.404.000,00
	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.188,25
	Bekisting	m^2	28,92	62.000,00		1.793.226,00
	Cor beton	m^3	2,97	623.724,44		1.852.461,60
A.2	Lantai 1 elv. ±0.00					
	Kolam renang elv. -1.50					

Lanjutan Tabel 5.10

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Pembesian	kg	1.019,38	9.675,00		9.862.541,75
	Bekisting	m^2	54,74	123.650,00		6.768.601,00
	Cor beton	m^3	11,34	623.724,44		7.073.035,20
	Balok					
	Pembesian	kg	6.666,77	9.675,00		64.501.038,45
	Bekisting	m^2	279,38	118.900,00		33.218.103,65
	Cor beton	m^3	24,05	900.000,00	2.805.000,00	24.450.000,00
	Plat elv. ±0.00					
	Pembesian	kg	4703,44	9.675,00		45.505.820,70
	Bekisting	m^2	242,81	136.650,00		33.179.644,88
	Cor beton	m^3	38,04	900.000,00		34.233.570,00
	Kolom elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	4.364,70	9.675,00		42.228.511,20
	Bekisting	m^2	204,80	56.825,00		11.637.760,00
	Cor beton	m^3	20,64	623.724,44		12.873.672,53
	Tangga elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	47,23	62.000,00		2.928.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	623.724,44		1.646.632,53
A.3	Lantai 2 elv. +4.00					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.342,22	9.675,00		71.035.930,13
	Bekisting	m^2	347,99	118.900,00		41.375.832,65
	Cor beton	m^3	29,12	900.000,00	2.805.000,00	29.013.000,00
	Plat elv. +4.00					
	Pembesian	kg	4686,70	9.675,00		45.343.861,20
	Bekisting	m^2	253,22	136.650,00		34.602.854,63
	Cor beton	m^3	33,77	900.000,00		30.395.331,00
	Kolom elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	4.117,89	9.675,00		39.840.566,40
	Bekisting	m^2	195,20	56.825,00		11.092.240,00

Lanjutan Tabel 5.10

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Cor beton	m^3	18,72	623.724,44		11.676.121,60
	Tangga elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	623.724,44		1.646.632,53
A.4	Lantai 3 elv. +8.00					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.268,92	9.675,00		70.326.752,63
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00	2.805.000,00	29.274.000,00
	Plat elv. +8.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40
	Bekisting	m^2	195,20	56.825,00		11.092.240,00
	Cor beton	m^3	18,72	623.724,44		11.676.121,60
	Tangga elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	623.724,44		1.646.632,53
A.5	Lantai 4 elv. +12.00					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.127,23	9.675,00		68.955.950,25
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00	2.805.000,00	29.274.000,00
	Plat elv. +12.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00

Lanjutan Tabel 5.10

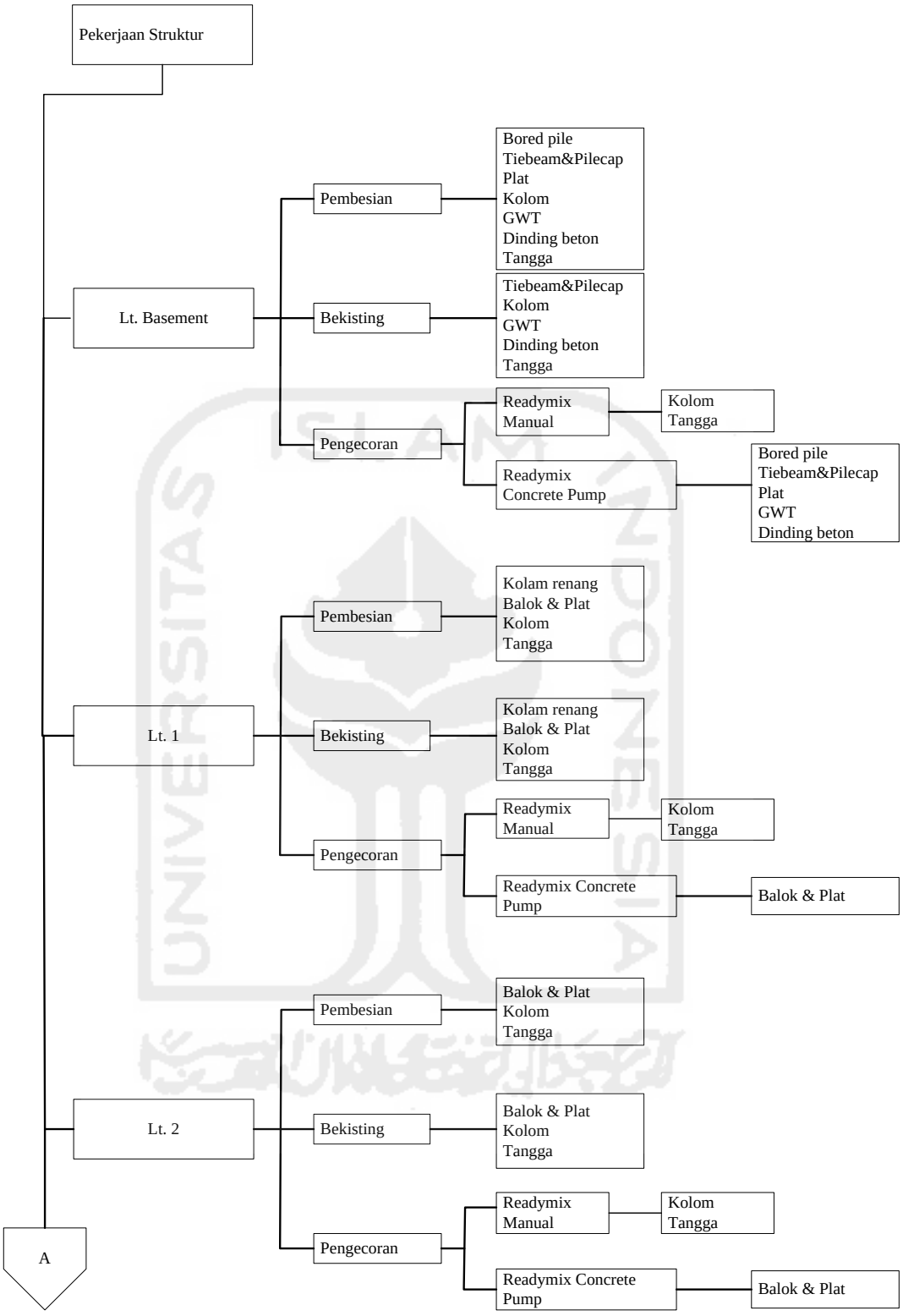
NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Kolom elv. +12.00 s/d +16.00					
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40
	Bekisting	m^2	195,20	56.825,00		11.092.240,00
	Cor beton	m^3	18,72	623.724,44		11.676.121,60
	Tangga elv. +12.00 s/d +16.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	623.724,44		1.646.632,53
A.6	Lantai Atap elv. +16.00					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.425,49	9.675,00		71.841.611,30
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,98	900.000,00	2.805.000,00	29.787.000,00
	Plat elv. +16.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom rumah lift elv. +16.00 s/d +19.00					
	Pembesian	kg	861,47	9.675,00		8.334.741,60
	Bekisting	m^2	44,80	56.825,00		2.545.760,00
	Cor beton	m^3	4,00	900.000,00		3.600.000,00
	Balok					
	Pembesian	kg	938,24	9.675,00		9.077.423,63
	Bekisting	m^2	55,69	118.900,00		6.620.946,50
	Cor beton	m^3	14,73	900.000,00	2.805.000,00	16.062.000,00
	Plat rumah lift elv. +19.00					
	Pembesian	kg	535,68	9.675,00		5.182.704,00
	Bekisting	m^2	26,86	136.650,00		3.670.760,63
	Cor beton	m^3	4,37	900.000,00		3.934.980,00

Dari Tabel 5.10 dapat dilihat bahwa biaya pelaksanaan proyek metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *site mix* terdiri dari biaya bahan Rp. 2.211.177.978,53, biaya alat sebesar Rp. 428.050.000,00 (termasuk sewa lift kerja selama 5 bulan dengan biaya sewa per bulan Rp. 80.000.000,00). Sedangkan biaya upah diperoleh dari hasil analisis menggunakan *MS Project* yaitu sebesar Rp. 556.460.000,00. Jadi total biaya pelaksanaan adalah Rp. 3.195.687.978,53.

5.3.2 Metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix manual*

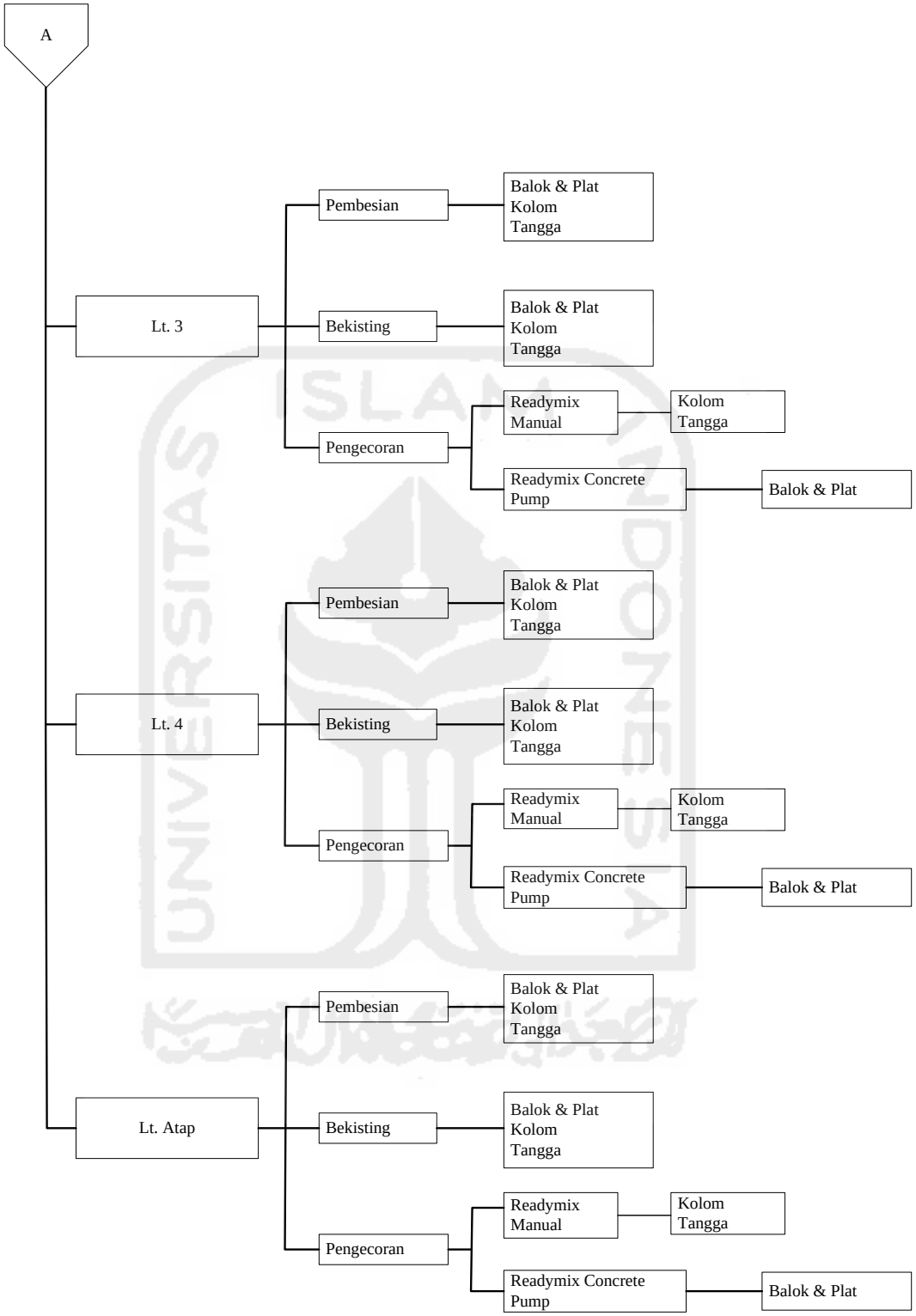
1. Analisis Waktu Pelaksanaan

Pada metode ini pekerjaan pengecoran untuk *bored pile*, dinding beton, plat, dan balok dilakukan dengan *readymix concrete pump* sedangkan item pengecoran pekerjaan lain juga menggunakan beton *readymix* namun dituang secara manual.Perbedaan metode ini dengan metode yang pertama adalah pada penyediaan beton segar, pada metode ini seluruh pekerjaan baik kolom, balok, dan plat lantai menggunakan beton *readymix.* Sedangkan pada proses pengecoran pada pekerjaan kolom, beton *readymix* dituangkan secara manual oleh tenaga kerja. Sedangkan untuk pekerjaan pelat dan balok pengecoran menggunakan *concrete pump.* Untuk memudahkan pemahaman, bagan alir pekerjaan pelat dan balok beton dengan metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual pada pekerjaan kolom dapat dilihat pada Gambar 5.6. Sedangkan ilustrasi visual pelaksanaan metode ini dapat dilihat pada Gambar 5.7.

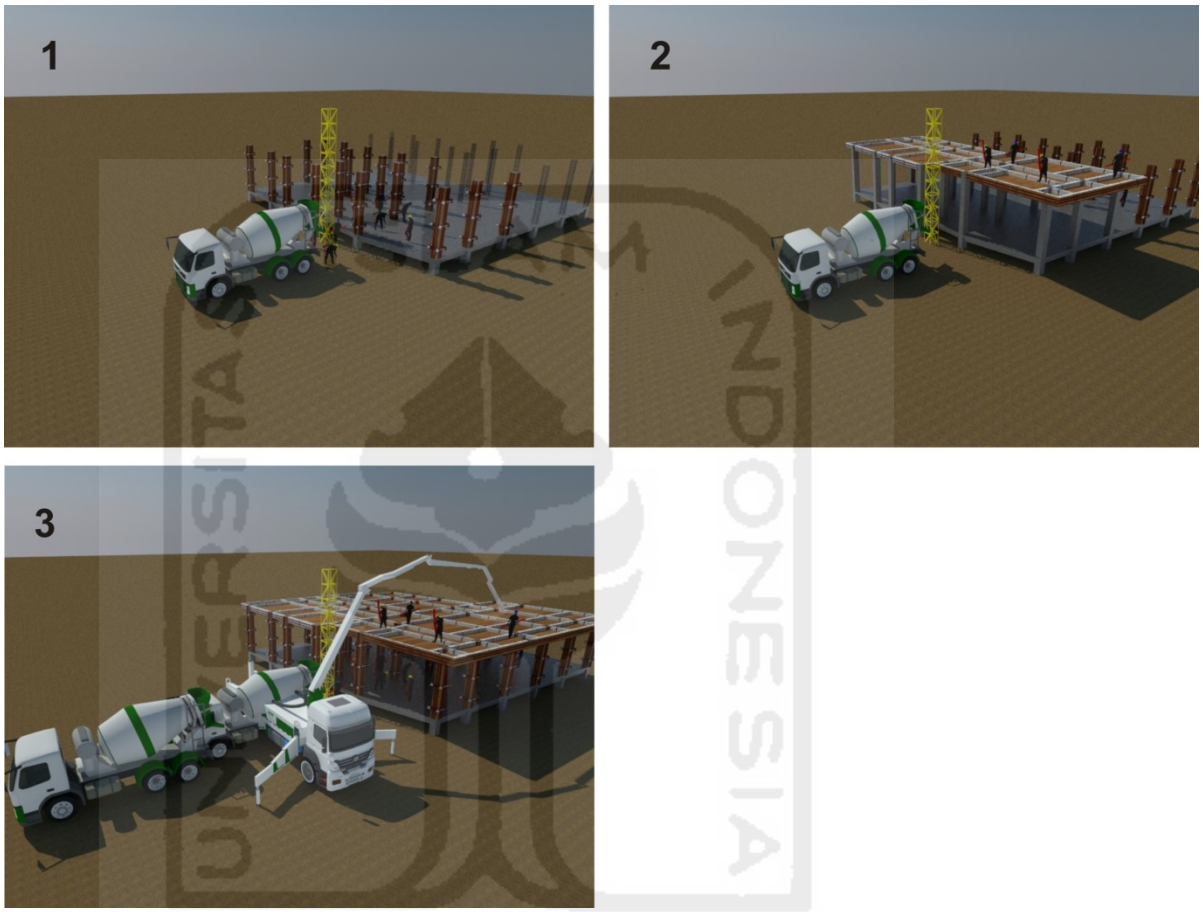


Gambar 5. 7 *Flowchart* Metode Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix Manual*

Lanjutan Gambar 5.7



Dari Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa pada metode yang ke dua ini pekerjaan pengecoran terbagi menjadi dua, yaitu *readymix* manual dan *readymix concrete pump*. Sedangkan ilustrasi yang menggambarkan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

Dari Gambar 5.8 terlihat bahwa dengan metode *readymix concrete pump* pengecoran dilakukan setelah seluruh pekerjaan (pembesian dan bekisting) pada satu lantai atau *section* selesai. Sedangkan untuk pekerjaan kolom yang menggunakan metode *readymix* manual, pengecoran dapat dilakukan tanpa menunggu seluruh (pembesian dan bekisting) kolom selesai. Namun terdapat perbedaan metode ini dengan *sitemix* manual pada metode yang pertama. Yaitu jumlah kolom yang dapat dicor disesuaikan dengan kapasitas muatan *readymix*, dalam hal ini adalah volume *truck molen*. Artinya apabila muatan 1 unit *truck readymix* adalah 6 m^3, maka

pada saat yang sama volume kolom yang dapat dicor adalah volume 6 m^3 dalam satu kali muatan *truck readymix*.

Sedangkan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini. Misalkan pekerjaan kolom (mulai dari pembesian hingga pengecoran) dilakukan selama 2 tahap pengecoran, mengingat volume kolom rata-rata tiap lantai adalah 20 m^3, sehingga jika menggunakan beton *readymix* untuk menyediakan volume beton 10 m^3 hanya memerlukan order 2 *truck* saja.

Selanjutnya, saat pekerjaan kolom tahap pertama telah dicor. Pekerjaan pembesian dan bekisting balok dan plat di lantai atasnya dapat dimulai bersama dengan pembesian dan bekisting kolom tahap ke dua. Sehingga *constrain* pada pekerjaan ini dapat diasumsikan *FS (Finish to Start)* dengan *predecessor* adalah pekerjaan pengecoran kolom tahap pertama. Hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Hubungan Antar Pekerjaan pada Metode Pelaksanaan Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
1	**PEKERJAAN STRUKTUR**		
2	**Pekerjaan Tanah**		
3	Galian tanah dengan alat	17	
4	Galian tanah manual	11	3FF
5	**Pekerjaan Beton Bertulang**		
6	**Lantai Basement**		
7	**Rabat Beton**		
8	Cor B0 1	1	4FF
9	Cor B0 2	1	8
10	**Bored Pile**		
11	Pembesian	10	4SS+2 days
12	Cor beton	1	11
13	**Pilecap dan Tiebeam**		
14	Pembesian dan Bekisting	12	4SS
15	Cor beton	1	14
16	**Plat Lt. Basement**		
17	Pembesian	10	15
18	Cor beton	1	17
19	**Kolom Lt. Basement**		
20	Pembesian dan Bekisting	10	17FS-2 days
21	Cor 1 (Mn)	1	20SS+5 days
22	Cor 2 (Mn)	1	20
23	**GWT dan Pit lift**		
24	Pembesian dan Bekisting	5	17SS
25	Cor beton	1	18SS,24
26	**Dinding Beton**		
27	Pembesian dan Bekisting	17	17ss+5
28	Cor beton	1	27
29	**Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00**		
30	Pembesian	4	15
31	Cor beton	1	30
32	**Lantai 1**		
33	**Kolam renang**		

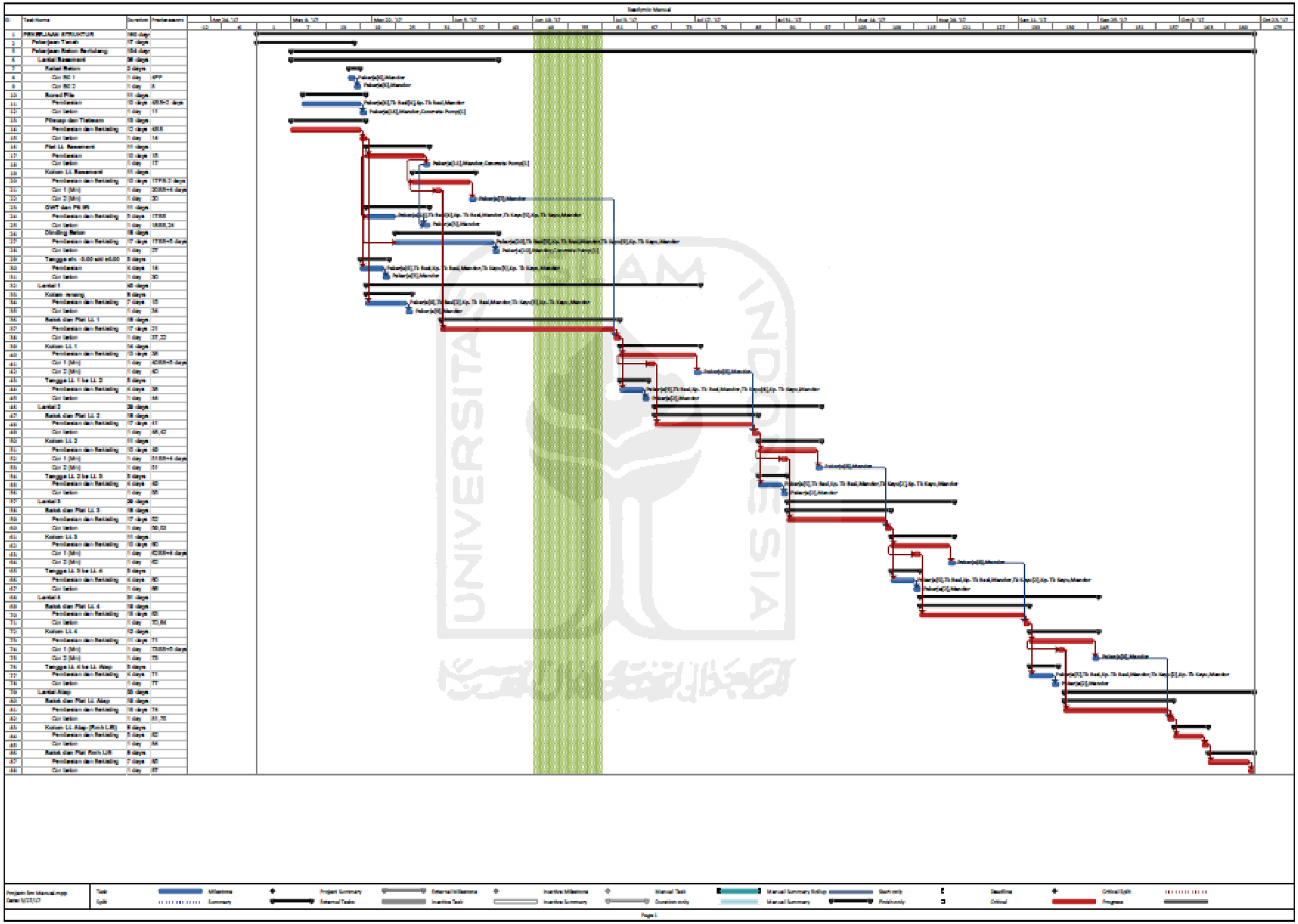
Lanjutan Tabel 5.11

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
34	Pembesian dan Bekisting	7	15
35	Cor beton	1	34
36	**Balok dan Plat Lt. 1**		
37	Pembesian dan Bekisting	17	21
38	Cor beton	1	37,22
39	**Kolom Lt. 1**		
40	Pembesian dan Bekisting	13	38
41	Cor 1 (Mn)	1	40SS+7 days
42	Cor 2 (Mn)	1	40
43	**Tangga Lt. 1 ke Lt. 2**		
44	Pembesian dan Bekisting	4	38
45	Cor beton	1	44
46	**Lantai 2**		
47	**Balok dan Plat Lt. 2**		
48	Pembesian dan Bekisting	17	41
49	Cor beton	1	48,42
50	**Kolom Lt. 2**		
51	Pembesian dan Bekisting	10	49
52	Cor 1 (Mn)	1	51SS+5 days
53	Cor 2 (Mn)	1	51
54	**Tangga Lt. 2 ke Lt. 3**		
55	Pembesian dan Bekisting	4	49
56	Cor beton	1	55
57	**Lantai 3**		
58	**Balok dan Plat Lt. 3**		
59	Pembesian dan Bekisting	17	52
60	Cor beton	1	59,53
61	**Kolom Lt. 3**		
62	Pembesian dan Bekisting	10	60
63	Cor 1 (Mn)	1	62SS+5 days
64	Cor 2 (Mn)	1	62
65	**Tangga Lt. 3 ke Lt. 4**		
66	Pembesian dan Bekisting	4	60
67	Cor beton	1	66
68	**Lantai 4**		
69	**Balok dan Plat Lt. 4**		
70	Pembesian dan Bekisting	18	63
71	Cor beton	1	70,64

Lanjutan Tabel 5.11

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	PREDECESSOR
73	Pembesian dan Bekisting	11	71
74	Cor 1 (Mn)	1	73SS+7 days
75	Cor 2 (Mn)	1	73
76	**Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap**		
77	Pembesian dan Bekisting	4	71
78	Cor beton	1	77
79	**Lantai Atap**		
80	**Balok dan Plat Lt. Atap**		
81	Pembesian dan Bekisting	18	74
82	Cor beton	1	81,75
83	**Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)**		
84	Pembesian dan Bekisting	5	82
85	Cor beton	1	84
86	**Balok dan Plat Rmh Lift**		
87	Pembesian dan Bekisting	7	85
88	Cor beton	1	87

Tahap berikutnya adalah pembuatan jadwal dengan *MS Project*. Pada metode ini item pekerjaan dan *constrain* masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.11. Dari tabel tersebut pekerjaan pengecoran dengan *readymix* manual ditandai dengan kode "(*Mn*)". Hasil keluaran dari *MS Project* adalah berupa *gantt chart* yang berisi tentang durasi pelaksanaan dan hubungan antar pekerjaan seperti terlihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5. 9 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

Dari hasil pembuatan jadwal metode cor *readymix concrete pump* dan *ready mix* manual menggunakan *MS Project* dengan ketentuan-ketentuan yang telah dimasukkan pada program tersebut, diperoleh hasil durasi total proyek selama 160 hari kalender. Dari gambar *Gantt Chart* tersebut, lintasan diagram berwarna merah adalah lintasan kritis, sedangkan diagram berwarna biru adalah lintasan non kritis. Sedangkan kode "*Mn*" pada pekerjaan pengecoran menandakan bahwa pekerjaan tersebut dikerjakan dengan *readymix* manual.

2. Analisis Biaya Pelaksanaan

Pada penelitian ini biaya proyek yang ditinjau hanya biaya langsung, yaitu biaya bahan, biaya upah tenaga, dan biaya alat penunjang *(concrete pump).* Adapun harga bahan dan harga upah pada masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan

NO	NAMA PEKERJAAN	HARGA BAHAN	HARGA UPAH
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	Rp 96.750,00	Rp 9.925,00
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	Rp 114.800,00	Rp 54.665,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	Rp 128.550,00	Rp 54.665,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	Rp 227.300,00	Rp 69.382,50
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	Rp 237.800,00	Rp 69.382,50
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	Rp 273.300,00	Rp 29.782,50
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	Rp 247.300,00	Rp 69.382,50
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	Rp 124.000,00	Rp 69.382,50
9	Sewa concrete pump (per 80 m3)	Rp 2.805.000,00	-
10	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready F'c 26,4 Mpa	Rp 900.000,00	Rp 12.750,00
11	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready B.0 tanpa Pompa	Rp 630.000,00	Rp 92.125,00
12	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 7,4 MPa (K-100)	Rp 495.540,00	Rp 126.575,00
13	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 26,4 MPa (K-300)	Rp 623.724,44	Rp 126.575,00

Dari Tabel 5.12 sewa *concrete pump* digunakan saat pekerjaan pengecoran plat dan balok saja, dan apabila volume dalam 1 kali pengecoran lebih dari 80 m^3 maka dikenakan *cash* sebesar Rp. 35.000/m^3. Dalam metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual, harga satuan untuk pekerjaan pembesian dan pengecoran adalah diasumsikan 1 kali pakai. Sedangkan pekerjaan bekisting diasumsikan

dapat dipakai lebih dari 1 kali sehingga harga bahan dibagi dengan berapa kali pakai bahan tersebut, tetapi hal tersebut tidak berlaku pada harga upah. Untuk lebih jelasnya daftar penggunaan bekisting dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump dan Readymix Manual*

NO	NAMA PEKERJAAN	PENGGUNAAN	HARGA BAHAN
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	1 kali	Rp 96.750,00
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	1 kali	Rp 114.800,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	1 kali	Rp 128.550,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	2 kali	Rp 113.650,00
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	2 kali	Rp 118.900,00
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	2 kali	Rp 136.650,00
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	2 kali	Rp 123.650,00
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	2 kali	Rp 62.000,00

Dari Tabel 5.13 dapat dilihat bahwa bekisting kolom digunakan sebanyak 2 kali, berbeda dengan metode cor dengan *site mix*. Hal ini disesuaikan dengan jumlah waktu pengecoran kolom pada tiap lantai sehingga diasumsikan bahwa setiap lantai dilakukan 1 kali produksi bekisting kolom. Selanjutnya adalah membuat harga satuan pekerjaan yang telah disesuaikan dengan karakteristik proyek seperti uraian sebelumnya. Adapun rangkuman biaya proyek dapat dilihat pada Tabel 5. 14.

Tabel 5. 14 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	PEKERJAAN STRUKTURAL					
A	**Pekerjaan Beton**					
A.1	**Lantai Basement elv. -3,00**					
	Rabat Beton					
	Cor beton B0	m^3	15,82	630.000,00		9.966.600,00
	Bored Pile					
	Pembesian	kg	4.989,19	9.675,00		48.270.413,25
	Cor beton	m^3	77,44	900.000,00	2.805.000,00	72.501.000,00

Lanjutan Tabel 5.14

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Pile cap					
	Pembesian	kg	4.911,36	9.675,00		47.517.408,00
	Bekisting	m^2	107,52	114.800,00		12.343.296,00
	Cor beton	m^3	32,26	900.000,00	2.805.000,00	31.839.000,00
	Sloof					
	Pembesian	kg	4329,35	9.675,00		41.886.461,25
	Bekisting	m^2	109,05	128.550,00		14.018.377,50
	Cor beton	m^3	12,14	900.000,00		10.922.175,00
	Plat elv. -3.00					
	Pembesian	kg	3.709,34	9.675,00		35.887.864,50
	Cor beton	m^3	52,90	900.000,00	2.805.000,00	50.415.000,00
	Kolom elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	5.140,83	9.675,00		49.737.530,25
	Bekisting	m^2	184,76	113.650,00		20.997.974,00
	Cor beton	m^3	17,73	900.000,00		15.957.000,00
	Ground water tank					
	Pembesian	kg	1.209,86	9.675,00		11.705.395,50
	Bekisting	m^2	50,40	123.650,00		6.231.960,00
	Cor beton	m^3	8,22	900.000,00		7.398.000,00
	Pit Lift					
	Pembesian	kg	1064,65	9.675,00		10.300.488,75
	Bekisting	m^2	15,39	123.650,00		1.902.355,25
	Cor beton	m^3	4,62	900.000,00		4.161.240,00
	Dinding beton					
	Pembesian	kg	5.216,28	9.675,00		50.467.509,00
	Bekisting	m^2	436,50	123.650,00		53.973.225,00
	Cor beton	m^3	45,11	900.000,00	2.805.000,00	43.404.000,00
	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.188,25
	Bekisting	m^2	28,92	62.000,00		1.793.226,00
	Cor beton	m^3	2,97	900.000,00		2.673.000,00
A.2	**Lantai 1 elv. ±0.00**					

Lanjutan Tabel 5.14

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Kolam renang elv. -1.50					
	Pembesian	kg	1.019,38	9.675,00		9.862.541,75
	Bekisting	m^2	54,74	123.650,00		6.768.601,00
	Cor beton	m^3	11,34	900.000,00		10.206.000,00
	Balok					
	Pembesian	kg	6.666,77	9.675,00		64.501.038,45
	Bekisting	m^2	279,38	118.900,00		33.218.103,65
	Cor beton	m^3	24,05	900.000,00	2.805.000,00	24.450.000,00
	Plat elv. ±0.00					
	Pembesian	kg	4703,44	9.675,00		45.505.820,70
	Bekisting	m^2	242,81	136.650,00		33.179.644,88
	Cor beton	m^3	38,04	900.000,00		34.233.570,00
	Kolom elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	4.364,70	9.675,00		42.228.511,20
	Bekisting	m^2	204,80	113.650,00		23.275.520,00
	Cor beton	m^3	20,64	900.000,00		18.576.000,00
	Tangga elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	47,23	62.000,00		2.928.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.3	**Lantai 2 elv. +4.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.342,22	9.675,00		71.035.930,13
	Bekisting	m^2	347,99	118.900,00		41.375.832,65
	Cor beton	m^3	29,12	900.000,00	2.805.000,00	29.013.000,00
	Plat elv. +4.00					
	Pembesian	kg	4686,70	9.675,00		45.343.861,20
	Bekisting	m^2	253,22	136.650,00		34.602.854,63
	Cor beton	m^3	33,77	900.000,00		30.395.331,00
	Kolom elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	4.117,89	9.675,00		39.840.566,40
	Bekisting	m^2	195,20	113.650,00		22.184.480,00

Lanjutan Tabel 5.14

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00
	Tangga elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.4	**Lantai 3 elv. +8.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.268,92	9.675,00		70.326.752,63
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00	2.805.000,00	29.274.000,00
	Plat elv. +8.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40
	Bekisting	m^2	195,20	113.650,00		22.184.480,00
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00
	Tangga elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.5	**Lantai 4 elv. +12.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.127,23	9.675,00	2.805.000,00	71.760.950,25
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00		26.469.000,00
	Plat elv. +12.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom elv. +12.00 s/d +16.00					

Lanjutan Tabel 5.14

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40
	Bekisting	m^2	195,20	113.650,00		22.184.480,00
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00
	Tangga elv. +12.00 s/d +16.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.6	**Lantai Atap elv. +16.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.425,49	9.675,00		71.841.611,30
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,98	900.000,00	2.805.000,00	29.787.000,00
	Plat elv. +16.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom rumah lift elv. +16.00 s/d +19.00					
	Pembesian	kg	861,47	9.675,00		8.334.741,60
	Bekisting	m^2	44,80	113.650,00		5.091.520,00
	Cor beton	m^3	4,00	900.000,00		3.600.000,00
	Balok					
	Pembesian	kg	938,24	9.675,00		9.077.423,63
	Bekisting	m^2	55,69	118.900,00		6.620.946,50
	Cor beton	m^3	14,73	900.000,00	2.805.000,00	16.062.000,00
	Plat rumah lift elv. +19.00					
	Pembesian	kg	535,68	9.675,00		5.182.704,00
	Bekisting	m^2	26,86	136.650,00		3.670.760,63
	Cor beton	m^3	4,37	900.000,00		3.934.980,00

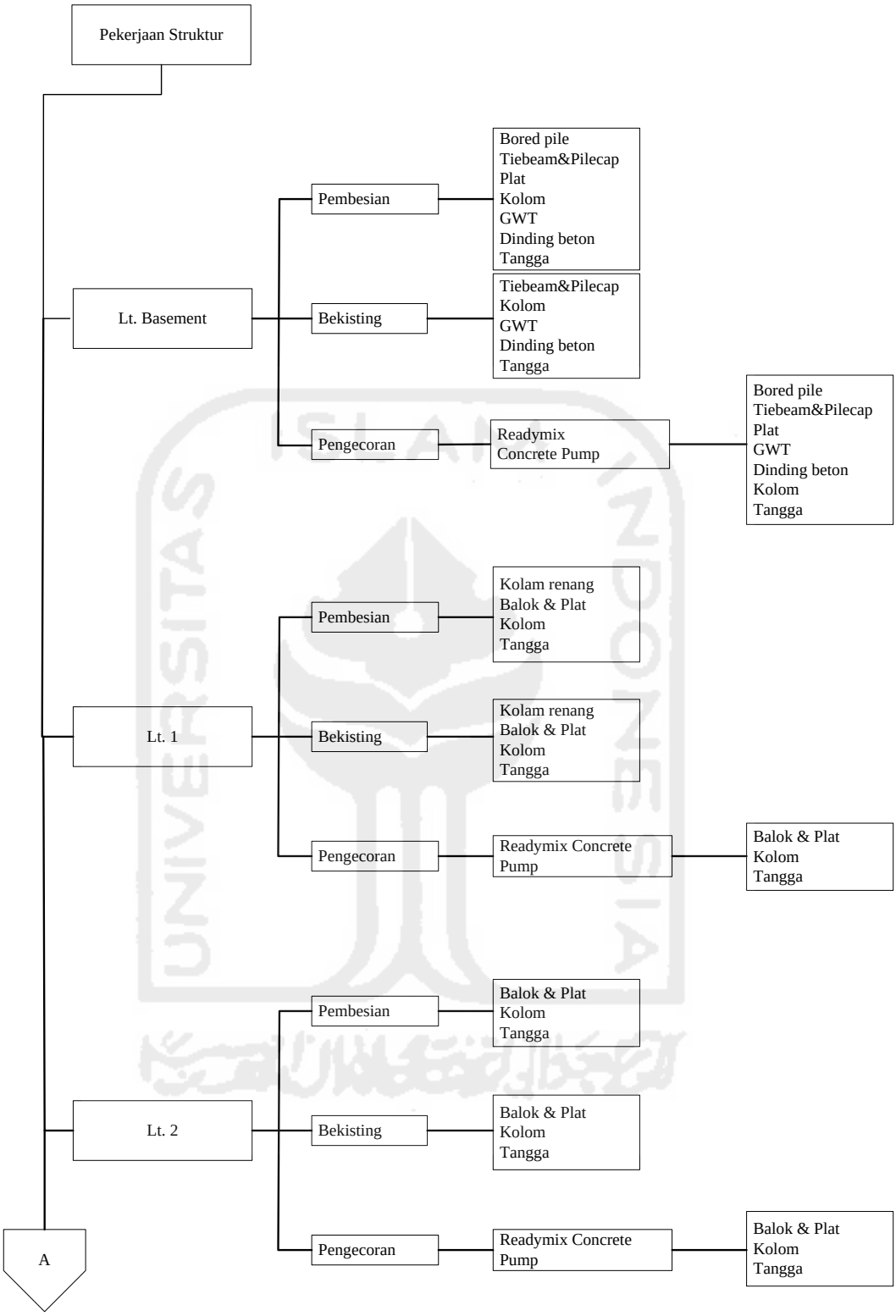
Dari Tabel 5.14 dapat dilihat bahwa biaya pelaksanaan proyek metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual terdiri dari biaya bahan Rp. 2.302.124.506,86, biaya alat sebesar Rp. 428.050.000,00 (termasuk sewa lift kerja selama 5 bulan dengan biaya sewa per bulan Rp. 80.000.000,00). Sedangkan biaya upah diperoleh dari hasil analisis menggunakan *MS Project* yaitu sebesar Rp. 538.222.500,00. Jadi total biaya pelaksanaan adalah Rp. 3.268.397.006,86.

5.3.3 Metode cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya

1. Analisis Waktu Pelaksanaan

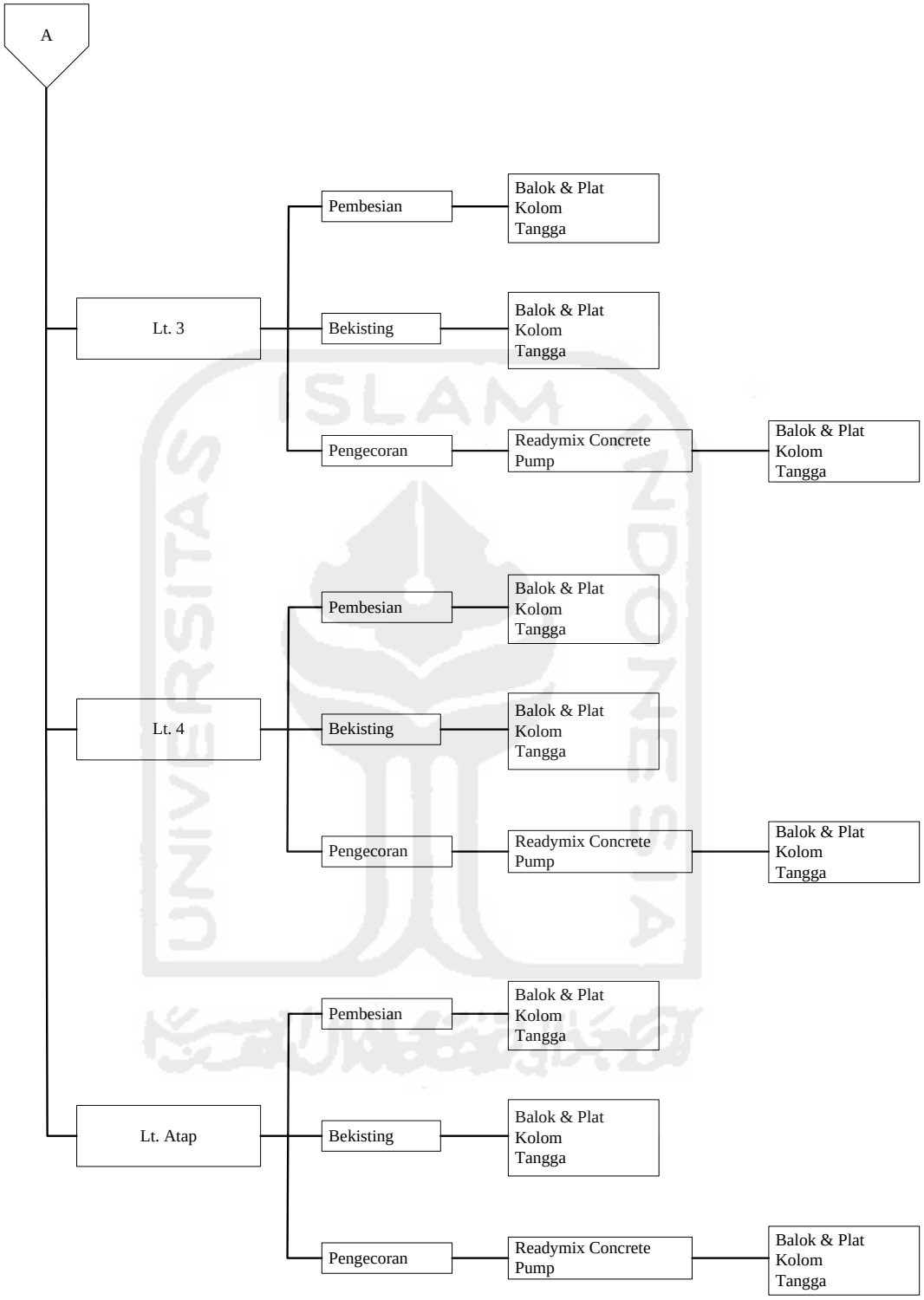
Pada metode ini pekerjaan pengecoran untuk item pengecoran seluruh pekerjaan menggunakan beton *readymix concrete pump*. Pekerjaan kolom, balok, dan plat dijaikan dalam 1 waktu pengecoran menggunakan *concrete pump*. Sehingga pelaksanaan pekerjaan pembesian dan bekisting kolom, balok, dan plat dapat dimulai bersama. Metode ke tiga ini memang jarang dijumpai, pada penelitian ini pembuatan jadwal dimaksudkan untuk mengetahui waktu pelaksanaan menggunakan metode ini dan dibandingkan dengan metode yang lain.

Bagan alir metode cor dengan *readymix concrete pump* seluruhnya dapat dilihat pada Gambar 5.11.



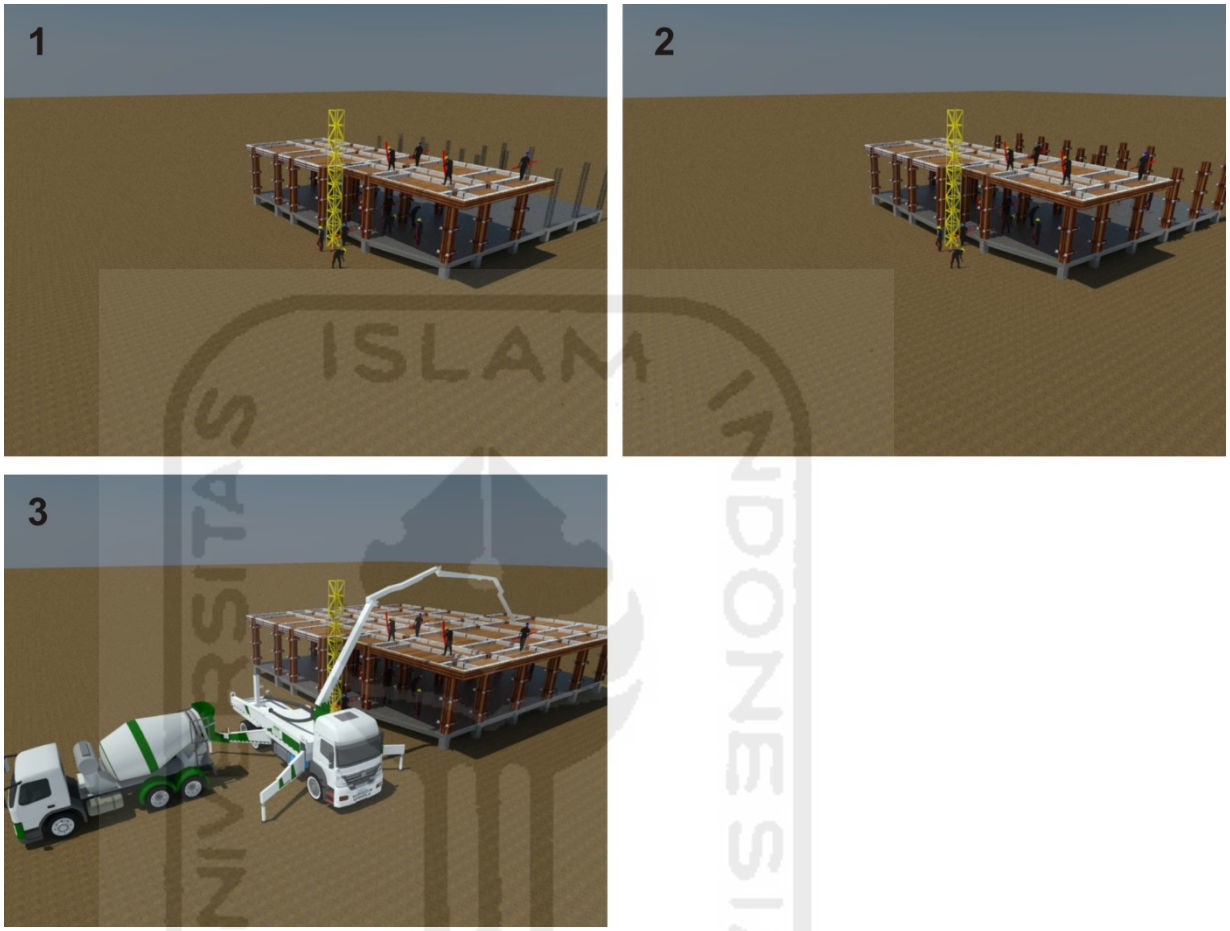
Gambar 5. 11 *Flowchart* Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump*

Lanjutan Gambar 5.11.



Dari Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa pada metode yang ke tiga ini pekerjaan pengecoran dikerjakan dengan *readymix concrete pump*

seluruhnya. Sedangkan ilustrasi yang menggambarkan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5. 12 Tahapan Pelaksanaan Metode Cor *Readymix Concrete Pump*

Dari Gambar 5.12 dapat diasumsikan logika hubungan antar pekerjaan pada metode ini. Misalkan pekerjaan pembesian dan bekisting kolom lantai 1 memiliki *constrain SS (Start to Start)* dengan pekerjaan pembesian dan bekisting balok dan plat lantai 2. Selanjutnya untuk pekerjaan pengecoran dilakukan dalam 1 waktu di akhir pekerjaan dengan durasi paling akhir, misalkan pengecoran dilakukan setelah pembesian dan bekisting balok dan plat lantai 2 selesai. Jadi *constrain* pekerjaan pengecoran adalah *FS (Finish to Start)* dengan *predecessor* pekerjaan pembesian dan bekisting balok dan plat lantai 2. Hubungan antar pekerjaan pada metode ini dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 5.15.

Tabel 5. 15 Hubungan Antar Pekerjaan Metode Pelaksanaan Cor *Readymix Concrete Pump*

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	HUBUNGAN
1	**PEKERJAAN STRUKTUR**		
2	**Pekerjaan Tanah**		
3	Galian tanah dengan alat	17	
4	Galian tanah manual	11	3FF
5	**Pekerjaan Beton Bertulang**		
6	**Lantai Basement**		
7	**Rabat Beton**		
8	Cor beton B0 1	1	4FF
9	Cor beton B0 2	1	8
10	**Bored Pile**		
11	Pembesian	10	4SS+2 days
12	Cor beton	1	11
13	**Pilecap dan Tiebeam**		
14	Pembesian dan Bekisting	12	4SS
15	Cor beton	1	14
16	**Plat Lt. Basement**		
17	Pembesian	10	15
18	Cor beton	1	17
19	**Kolom Lt. Basement**		
20	Pembesian dan Bekisting	10	18
21	Cor beton	1	20,37SS
22	**GWT dan Pit lift**		
23	Pembesian dan Bekisting	5	17SS
24	Cor beton	1	23,18SS
25	**Dinding Beton**		
26	Pembesian dan Bekisting	17	17SS+5 days
27	Cor beton	1	26
28	**Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00**		
29	Pembesian	4	15
30	Cor beton	1	29,37SS
31	**Lantai 1**		
32	**Kolam renang**		
33	Pembesian dan Bekisting	7	15
34	Cor beton	1	27SS

Lanjutan Tabel 5.15

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	HUBUNGAN
35	**Balok dan Plat Lt. 1**		
36	Pembesian dan Bekisting	17	20SS+3 days
37	Cor beton	1	36
38	**Kolom Lt. 1**		
39	Pembesian dan Bekisting	13	37
40	Cor beton	1	39,47SS
41	**Tangga Lt. 1 ke Lt. 2**		
42	Pembesian dan Bekisting	4	37
43	Cor beton	1	47SS
44	**Lantai 2**		
45	**Balok dan Plat Lt. 2**		
46	Pembesian dan Bekisting	17	39SS+3 days
47	Cor beton	1	46
48	**Kolom Lt. 2**		
49	Pembesian dan Bekisting	10	47
50	Cor beton	1	49,57SS
51	**Tangga Lt. 2 ke Lt. 3**		
52	Pembesian dan Bekisting	4	47
53	Cor beton	1	57SS
54	**Lantai 3**		
55	**Balok dan Plat Lt. 3**		
56	Pembesian dan Bekisting	17	49SS+3 days
57	Cor beton	1	56
58	**Kolom Lt. 3**		
59	Pembesian dan Bekisting	10	57
60	Cor beton	1	59,67SS
61	**Tangga Lt. 3 ke Lt. 4**		
62	Pembesian dan Bekisting	4	57
63	Cor beton	1	67SS
64	**Lantai 4**		
65	**Balok dan Plat Lt. 4**		
66	Pembesian dan Bekisting	18	59SS+3 days
67	Cor beton	1	66
68	**Kolom Lt. 4**		
69	Pembesian dan Bekisting	11	67

Lanjutan Tabel 5.15

NO	ITEM PEKERJAAN	DURASI	HUBUNGAN
70	Cor beton	1	69,77SS
71	**Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap**		
72	Pembesian dan Bekisting	4	67
73	Cor beton	1	77SS
74	**Lantai Atap**		
75	**Balok dan Plat Lt. Atap**		
76	Pembesian dan Bekisting	18	69SS+3 days
77	Cor beton	1	76,69
78	**Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)**		
79	Pembesian dan Bekisting	5	77
80	Cor beton	1	79,83SS
81	**Balok dan Plat Rmh Lift**		
82	Pembesian dan Bekisting	7	79SS+2 days
83	Cor beton	1	82

Tahap selanjutnya adalah pembuatan jadwal dengan *MS Project*. Pada metode ini item pekerjaan dan *constrain* masing-masing pekerjaan seperti tersaji pada Tabel 5.15. Hasil keluaran dari *MS Project* adalah berupa *Gantt Chart* yang berisi tentang durasi pelaksanaan dan hubungan antar pekerjaan seperti terlihat pada Gambar 5.13.

Gambar 5. 13 Tampilan *Gantt Chart* Metode Cor *Readymix Concrete Pump*

Dari hasil pembuatan jadwal metode cor *readymix concrete pump* dan *ready mix* manual menggunakan *MS Project* dengan ketentuan-ketentuan yang telah dimasukkan pada program tersebut, diperoleh hasil durasi total proyek selama 149 hari kalender. Dari gambar *Gantt Chart* tersebut, lintasan diagram berwarna merah adalah lintasan kritis, sedangkan diagram berwarna biru adalah lintasan non kritis.

2. Analisis Biaya Pelaksanaan

Pada penelitian ini biaya proyek yang ditinjau hanya biaya langsung, yaitu biaya bahan, biaya upah tenaga, dan biaya alat penunjang *(concrete pump).* Adapun harga bahan dan harga upah pada masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.16

.

Tabel 5. 16 Harga Bahan dan Upah Masing-masing Pekerjaan

NO	NAMA PEKERJAAN	HARGA BAHAN	HARGA UPAH
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	Rp 96.750,00	Rp 9.925,00
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	Rp 114.800,00	Rp 54.665,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	Rp 128.550,00	Rp 54.665,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	Rp 227.300,00	Rp 69.382,50
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	Rp 237.800,00	Rp 69.382,50
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	Rp 273.300,00	Rp 29.782,50
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	Rp 247.300,00	Rp 69.382,50
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	Rp 124.000,00	Rp 69.382,50
9	Sewa concrete pump (per 80 m3)	Rp 2.805.000,00	-
10	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready F'c 26,4 Mpa	Rp 900.000,00	Rp 12.750,00
11	Mengerjakan 1 m3 Beton Ready B.0 tanpa Pompa	Rp 630.000,00	Rp 92.125,00
12	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 7,4 MPa (K-100)	Rp 495.540,00	Rp 126.575,00
13	Mengerjakan 1 m3 Beton F'c 26,4 MPa (K-300)	Rp 623.724,44	Rp 126.575,00

Dari Tabel 5.16 sewa *concrete pump* digunakan saat pekerjaan pengecoran plat dan balok saja, dan apabila volume dalam 1 kali pengecoran lebih dari 80 m^3 maka dikenakan *cash* sebesar Rp. 35.000/m^3. Dalam metode cor dengan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual, harga satuan untuk pekerjaan pembesian dan pengecoran adalah diasumsikan 1 kali pakai. Sedangkan pekerjaan bekisting diasumsikan dapat dipakai lebiha dari 1 kali sehingga harga bahan dibagi dengan berapa kali pakai bahan tersebut, tetapi hal tersebut tidak berlaku pada harga

upah. Untuk lebih jelasnya daftar penggunaan bekisting dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Daftar Penggunaan Bekisting Pada Metode cor dengan *Readymix Concrete Pump*

NO	NAMA PEKERJAAN	PENGGUNAAN	HARGA BAHAN
1	10 Kg Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	1 kali	Rp 96.750,00
2	1M² Pekerjaan bekisting pondasi	1 kali	Rp 114.800,00
3	1M² Pekerjaan bekisting sloof	1 kali	Rp 128.550,00
4	1M² Pekerjaan bekisting kolom	1 kali	Rp 227.300,00
5	1M² Pekerjaan bekisting balok	2 kali	Rp 118.900,00
6	1M² Pekerjaan bekisting plat	2 kali	Rp 136.650,00
7	1M² Pekerjaan bekisting dinding	2 kali	Rp 123.650,00
8	1M² Pekerjaan bekisting Tangga	2 kali	Rp 62.000,00

Dari tabel 5.17 dapat dilihat bahwa bekisting kolom digunakan sebanyak 1 kali, berbeda dengan metode cor dengan *site mix* maupun *readymix* manual. Pada metode ini bekisting kolom dibuat untuk jumlah kolom satu lantai, sehingga instalasi tidak perlu menunggu bongkaran bekisting yang sudah dicor. Hal ini berpengaruh pada logika hubungan. Selanjutnya adalah membuat harga satuan pekerjaan yang telah disesuaikan dengan karakteristik proyek seperti uraian sebelumnya. Adapun rangkuman biaya proyek dapat dilihat pada Tabel 5. 18.

Tabel 5. 18 Biaya Pelaksanaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump*

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	PEKERJAAN STRUKTURAL					
A	**Pekerjaan Beton**					
A.1	**Lantai Basement elv. -3,00**					
	Rabat Beton					
	Cor beton B0	m^3	15,82	630.000,00		9.966.600,00
	Bored Pile					
	Pembesian	kg	4.989,19	9.675,00		48.270.413,25
	Cor beton	m^3	77,44	900.000,00	2.805.000,00	72.501.000,00
	Pile cap					

Lanjutan Tabel 5.18

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Pembesian	kg	4.911,36	9.675,00		47.517.408,00
	Bekisting	m^2	107,52	114.800,00		12.343.296,00
	Cor beton	m^3	32,26	900.000,00	2.805.000,00	31.839.000,00
	Sloof					
	Pembesian	kg	4329,35	9.675,00		41.886.461,25
	Bekisting	m^2	109,05	128.550,00		14.018.377,50
	Cor beton	m^3	12,14	900.000,00		10.922.175,00
	Plat elv. -3.00					
	Pembesian	kg	3.709,34	9.675,00		35.887.864,50
	Cor beton	m^3	52,90	900.000,00	2.805.000,00	50.415.000,00
	Kolom elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	5.140,83	9.675,00		49.737.530,25
	Bekisting	m^2	184,76	227.300,00		41.995.948,00
	Cor beton	m^3	17,73	900.000,00		15.957.000,00
	Ground water tank					
	Pembesian	kg	1.209,86	9.675,00		11.705.395,50
	Bekisting	m^2	50,40	123.650,00		6.231.960,00
	Cor beton	m^3	8,22	900.000,00		7.398.000,00
	Pit Lift					
	Pembesian	kg	1064,65	9.675,00		10.300.488,75
	Bekisting	m^2	15,39	123.650,00		1.902.355,25
	Cor beton	m^3	4,62	900.000,00		4.161.240,00
	Dinding beton					
	Pembesian	kg	5.216,28	9.675,00		50.467.509,00
	Bekisting	m^2	436,50	123.650,00		53.973.225,00
	Cor beton	m^3	45,11	900.000,00	2.805.000,00	43.404.000,00
	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.188,25
	Bekisting	m^2	28,92	62.000,00		1.793.226,00
	Cor beton	m^3	2,97	900.000,00		2.673.000,00
A.2	**Lantai 1 elv. ±0.00**					
	Kolam renang elv. -1.50					

Lanjutan Tabel 5.18

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Pembesian	kg	1.019,38	9.675,00		9.862.541,75
	Bekisting	m^2	54,74	123.650,00		6.768.601,00
	Cor beton	m^3	11,34	900.000,00		10.206.000,00
	Balok					
	Cor beton	kg	6.666,77	9.675,00		64.501.038,45
	Bekisting	m^2	279,38	118.900,00		33.218.103,65
	Cor beton	m^3	24,05	900.000,00	2.805.000,00	24.450.000,00
	Plat elv. ±0.00					
	Pembesian	kg	4703,44	9.675,00		45.505.820,70
	Bekisting	m^2	242,81	136.650,00		33.179.644,88
	Cor beton	m^3	38,04	900.000,00		34.233.570,00
	Kolom elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	4.364,70	9.675,00		42.228.511,20
	Bekisting	m^2	204,80	227.300,00		46.551.040,00
	Cor beton	m^3	20,64	900.000,00		18.576.000,00
	Tangga elv. ±0.00 s/d +4.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	47,23	62.000,00		2.928.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.3	**Lantai 2 elv. +4.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.342,22	9.675,00		71.035.930,13
	Bekisting	m^2	347,99	118.900,00		41.375.832,65
	Cor beton	m^3	29,12	900.000,00	2.805.000,00	29.013.000,00
	Plat elv. +4.00					
	Pembesian	kg	4686,70	9.675,00		45.343.861,20
	Bekisting	m^2	253,22	136.650,00		34.602.854,63
	Cor beton	m^3	33,77	900.000,00		30.395.331,00
	Kolom elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	4.117,89	9.675,00		39.840.566,40
	Bekisting	m^2	195,20	227.300,00		44.368.960,00
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00

Lanjutan Tabel 5.18

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Tangga elv. +4.00 s/d +8.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.4	**Lantai 3 elv. +8.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.268,92	9.675,00		70.326.752,63
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00	2.805.000,00	29.274.000,00
	Plat elv. +8.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40
	Bekisting	m^2	195,20	227.300,00		44.368.960,00
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00
	Tangga elv. +8.00 s/d +12.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.5	**Lantai 4 elv. +12.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.127,23	9.675,00	2.805.000,00	71.760.950,25
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,41	900.000,00		26.469.000,00
	Plat elv. +12.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom elv. +12.00 s/d +16.00					
	Pembesian	kg	3.689,73	9.675,00		35.698.118,40

Lanjutan Tabel 5.18

NO	ITEM	SAT	VOL	BIAYA BAHAN (Rp)	BIAYA ALAT (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
	Bekisting	m^2	195,20	227.300,00		44.368.960,00
	Cor beton	m^3	18,72	900.000,00		16.848.000,00
	Tangga elv. +12.00 s/d +16.00					
	Pembesian	kg	362,19	9.675,00		3.504.149,55
	Bekisting	m^2	19,73	62.000,00		1.223.512,85
	Cor beton	m^3	2,64	900.000,00		2.376.000,00
A.6	**Lantai Atap elv. +16.00**					
	Balok					
	Pembesian	kg	7.425,49	9.675,00		71.841.611,30
	Bekisting	m^2	351,70	118.900,00		41.817.546,15
	Cor beton	m^3	29,98	900.000,00	2.805.000,00	29.787.000,00
	Plat elv. +16.00					
	Pembesian	kg	4500,58	9.675,00		43.543.111,50
	Bekisting	m^2	236,50	136.650,00		32.318.066,63
	Cor beton	m^3	37,08	900.000,00		33.367.734,00
	Kolom rumah lift elv. +16.00 s/d +19.00					
	Pembesian	kg	861,47	9.675,00		8.334.741,60
	Bekisting	m^2	44,80	227.300,00		10.183.040,00
	Cor beton	m^3	4,00	900.000,00		3.600.000,00
	Balok					
	Pembesian	kg	938,24	9.675,00		9.077.423,63
	Bekisting	m^2	55,69	118.900,00		6.620.946,50
	Cor beton	m^3	14,73	900.000,00	2.805.000,00	16.062.000,00
	Plat rumah lift elv. +19.00					
	Pembesian	kg	535,68	9.675,00		5.182.704,00
	Bekisting	m^2	26,86	136.650,00		3.670.760,63
	Cor beton	m^3	4,37	900.000,00		3.934.980,00

Dari Tabel 5.18 dapat dilihat bahwa biaya pelaksanaan proyek metode cor dengan *readymix concrete pump* terdiri dari biaya bahan Rp. 2.418.042.960,86, biaya alat sebesar Rp. 428.050.000,00 (termasuk sewa lift kerja selama 5 bulan dengan biaya sewa per bulan Rp. 80.000.000,00). Sedangkan biaya upah diperoleh dari hasil analisis menggunakan *MS Project* yaitu sebesar Rp. 522.142.500,00. Jadi total biaya pelaksanaan adalah Rp. 3.368.235.460,86.

Dari hasil analisis waktu dan biaya pelaksanaan ketiga metode yang telah diuraikan tersebut dapat dilihat bahwa perbedaan pekerjaan pengecoran yang signifikan terletak pada bagian pengecoran kolom pada masing-masing metode pelaksanaan. Sedangkan untuk pekerjaan pembesian dan bekisting adalah relatif sama, namun perbedaan pelaksanaan pengecoran menimbulkan logika hubungan antar pekerjaan pada masing-masing metode menjadi berbeda.

BAB VI
PEMBAHASAN

6.1 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

Hasil analisis perencanaan penjadwalan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *site mix* dengan pembuatan jadwal pada *MS Project* diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Biaya Proyek

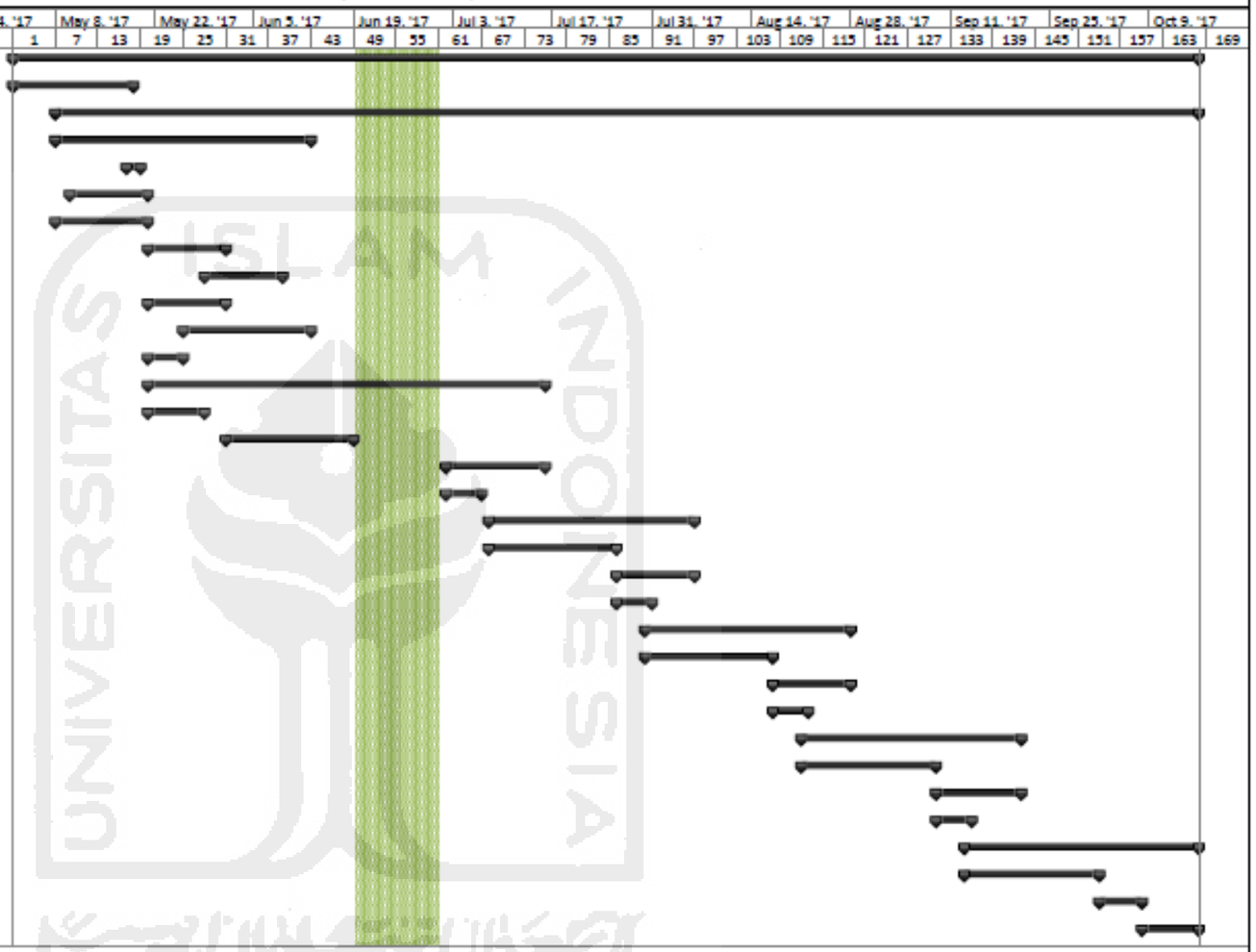
   Besar biaya proyek yang diperlukan untuk pelaksanaan dengan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *sitemix* adalah Rp. 3.195.687.978,53.

2. Durasi Proyek

   Durasi total proyek deangan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *sitemix* adalah selama 154 hari kalender. Dengan rincian durasi tiap lantai seperti terlihat pada Gambar 6.1.

Site mix And Readymix Concrete Pump

ID	Task Name	Duration	Start
1	PEKERJAAN STRUKTUR	154 days	5/2/17
2	Pekerjaan Tanah	17 days	5/2/17
5	Pekerjaan Beton Bertulang	148 days	5/8/17
6	Lantai Basement	36 days	5/8/17
7	Rabat Beton	2 days	5/18/17
10	Bored Pile	11 days	5/10/17
13	Pilecap dan Tiebeam	13 days	5/8/17
16	Plat Lt. Basement	11 days	5/21/17
19	Kolom Lt. Basement	11 days	5/29/17
25	GWT dan Pit lift	11 days	5/21/17
28	Dinding Beton	18 days	5/26/17
31	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00	5 days	5/21/17
34	Lantai 1	43 days	5/21/17
35	Kolam renang	8 days	5/21/17
38	Balok dan Plat Lt. 1	18 days	6/1/17
41	Kolom Lt. 1	14 days	7/2/17
47	Tangga Lt. 1 ke Lt. 2	5 days	7/2/17
50	Lantai 2	29 days	7/8/17
51	Balok dan Plat Lt. 2	18 days	7/8/17
54	Kolom Lt. 2	11 days	7/26/17
60	Tangga Lt. 2 ke Lt. 3	5 days	7/26/17
63	Lantai 3	29 days	7/30/17
64	Balok dan Plat Lt. 3	18 days	7/30/17
67	Kolom Lt. 3	11 days	8/17/17
73	Tangga Lt. 3 ke Lt. 4	5 days	8/17/17
76	Lantai 4	31 days	8/21/17
77	Balok dan Plat Lt. 4	19 days	8/21/17
80	Kolom Lt. 4	12 days	9/9/17
86	Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap	5 days	9/9/17
89	Lantai Atap	33 days	9/13/17
90	Balok dan Plat Lt. Atap	19 days	9/13/17
93	Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)	6 days	10/2/17
96	Balok dan Plat Rmh Lift	8 days	10/6/17



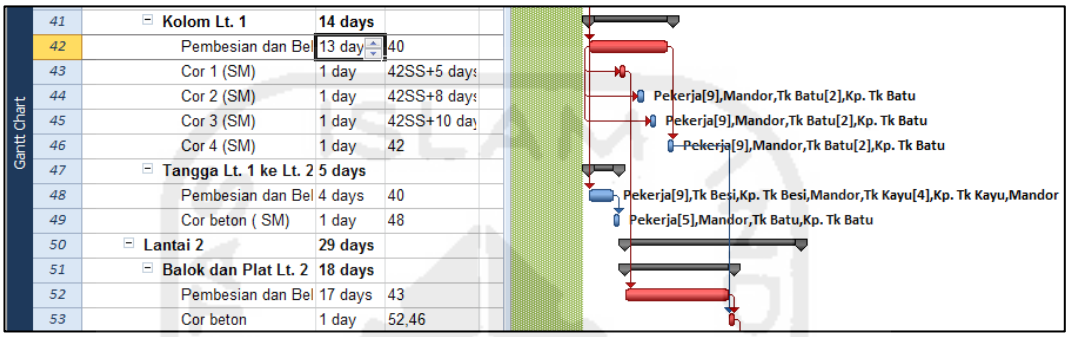
Project: Site mix.mpp
Date: 3/27/17

Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Deadline
Progress

Page 1

Gambar 6. 1 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix*

Pada perencanaan penjadwalan dengan metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *sitemix* ini pekerjaan kolom yang di split menjadi 4 tahap pengecoran membuat pekerjaan balok dan plat di atasnya dapat dikerjakan segera setelah pekerjaan pengecoran kolom tahap pertama selesai, sehingga tidak perlu menunggu sampai seluruh kolom dalam satu lantai selesai dicor semuanya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6. 2 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat

Metode ini adalah metode yang umum digunakan pada proyek konstruksi. Namun demikian metode pengecoran dengan cara ini harus memperhatikan ketersediaan bahan material alam seperti pasir, koral, dan semen agar dalam pelaksanaannya tidak mengalami keterlambatan. Selain itu juga harus tersedia tempat untuk menyimpan stok material tersebut, sehingga untuk proyek dengan lahan yang sempit akan mengganggu ruang kerja.

6.2 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

Berdasarkan hasil analisis perencanaan penjadwalan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual dengan *MS Project* diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Biaya Proyek

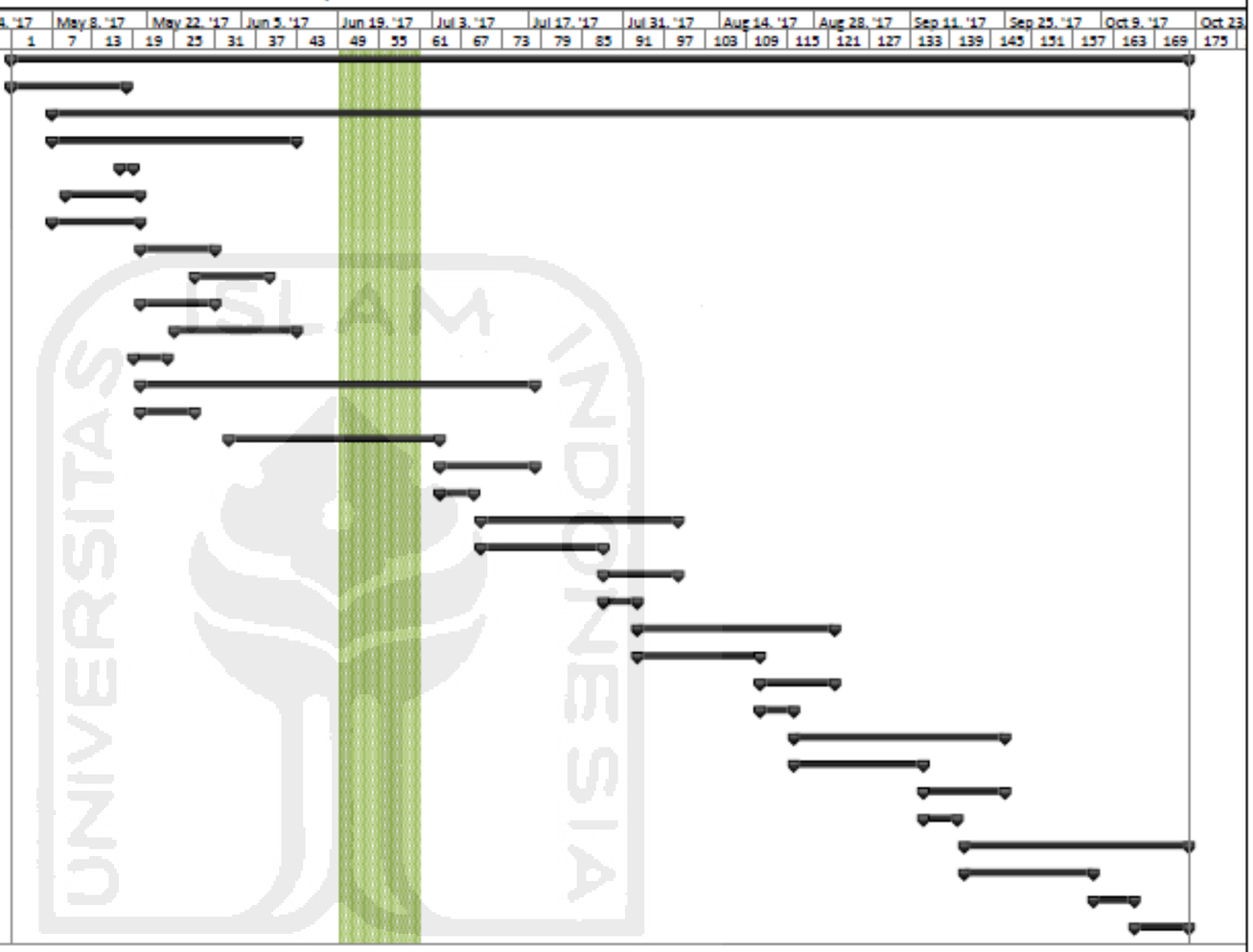
   Besar biaya proyek yang diperlukan untuk pelaksanaan dengan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual adalah Rp. 3.268.397.006,86.

2. Durasi Proyek

   Durasi total proyek deangan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual adalah selama 160 hari kalender. Dengan rincian durasi tiap lantai seperti terlihat pada Gambar 6.3.

Readymix Manual

ID	Task Name	Duration	Start
1	PEKERJAAN STRUKTUR	160 days	5/2/17
2	Pekerjaan Tanah	17 days	5/2/17
5	Pekerjaan Beton Bertulang	154 days	5/8/17
6	Lantai Basement	36 days	5/8/17
7	Rabat Beton	2 days	5/18/17
10	Bored Pile	11 days	5/10/17
13	Pilecap dan Tiebeam	13 days	5/8/17
16	Plat Lt. Basement	11 days	5/21/17
19	Kolom Lt. Basement	11 days	5/29/17
23	GWT dan Pit lift	11 days	5/21/17
26	Dinding Beton	18 days	5/26/17
29	Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00	5 days	5/20/17
32	Lantai 1	45 days	5/21/17
33	Kolam renang	8 days	5/21/17
36	Balok dan Plat Lt. 1	18 days	6/3/17
39	Kolom Lt. 1	14 days	7/4/17
43	Tangga Lt. 1 ke Lt. 2	5 days	7/4/17
46	Lantai 2	29 days	7/10/17
47	Balok dan Plat Lt. 2	18 days	7/10/17
50	Kolom Lt. 2	11 days	7/28/17
54	Tangga Lt. 2 ke Lt. 3	5 days	7/28/17
57	Lantai 3	29 days	8/2/17
58	Balok dan Plat Lt. 3	18 days	8/2/17
61	Kolom Lt. 3	11 days	8/20/17
65	Tangga Lt. 3 ke Lt. 4	5 days	8/20/17
68	Lantai 4	31 days	8/25/17
69	Balok dan Plat Lt. 4	19 days	8/25/17
72	Kolom Lt. 4	12 days	9/13/17
76	Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap	5 days	9/13/17
79	Lantai Atap	33 days	9/19/17
80	Balok dan Plat Lt. Atap	19 days	9/19/17
83	Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)	6 days	10/8/17
86	Balok dan Plat Rmh Lift	8 days	10/14/17



Project: Rm Manual
Date: 3/27/17

Task | Project Summary | Inactive Milestone | Manual Summary Rollup | Deadline
Split | External Tasks | Inactive Summary | Manual Summary | Critical
Milestone | External Milestone | Manual Task | Start-only | Critical Split
Summary | Inactive Task | Duration-only | Finish-only | Progress

Page 1

Gambar 6. 3 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

Pada perencanaan penjadwalan dengan metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual ini pengecoran kolom juga di split menjadi 2 tahap pengecoran, tetapi yang membedakan dengan metode yang pertama adalah metode ini menggunakan beton *readymix*, sehingga pengadaan beton segar tidak perlu membuat di lokasi proyek. Selain itu juga pekerjaan balok dan plat di atasnya dapat dikerjakan segera setelah pekerjaan pengecoran kolom tahap pertama selesai tidak perlu menunggu kolom dalam satu lantai selesai dicor semuanya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6. 4 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat

Pada metode ini pengadaan beton segar seluruhnya menggunakan beton *readymix* sehingga tidak tergantung pada ketersediaan bahan material alam seperti pasir, koral, dan semen dalam pelaksanaannya. Akan tetapi meskipun tidak tergantung pada ketersediaan bahan material alam di lokasi, keberlangsungan pekerjaan pengecoran tergantung pada *supplier* penyedia beton *readymix* dan perlu diperhatikan akses yang dilewati *truck readymix* menuju ke lokasi proyek.

6.3 Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump*

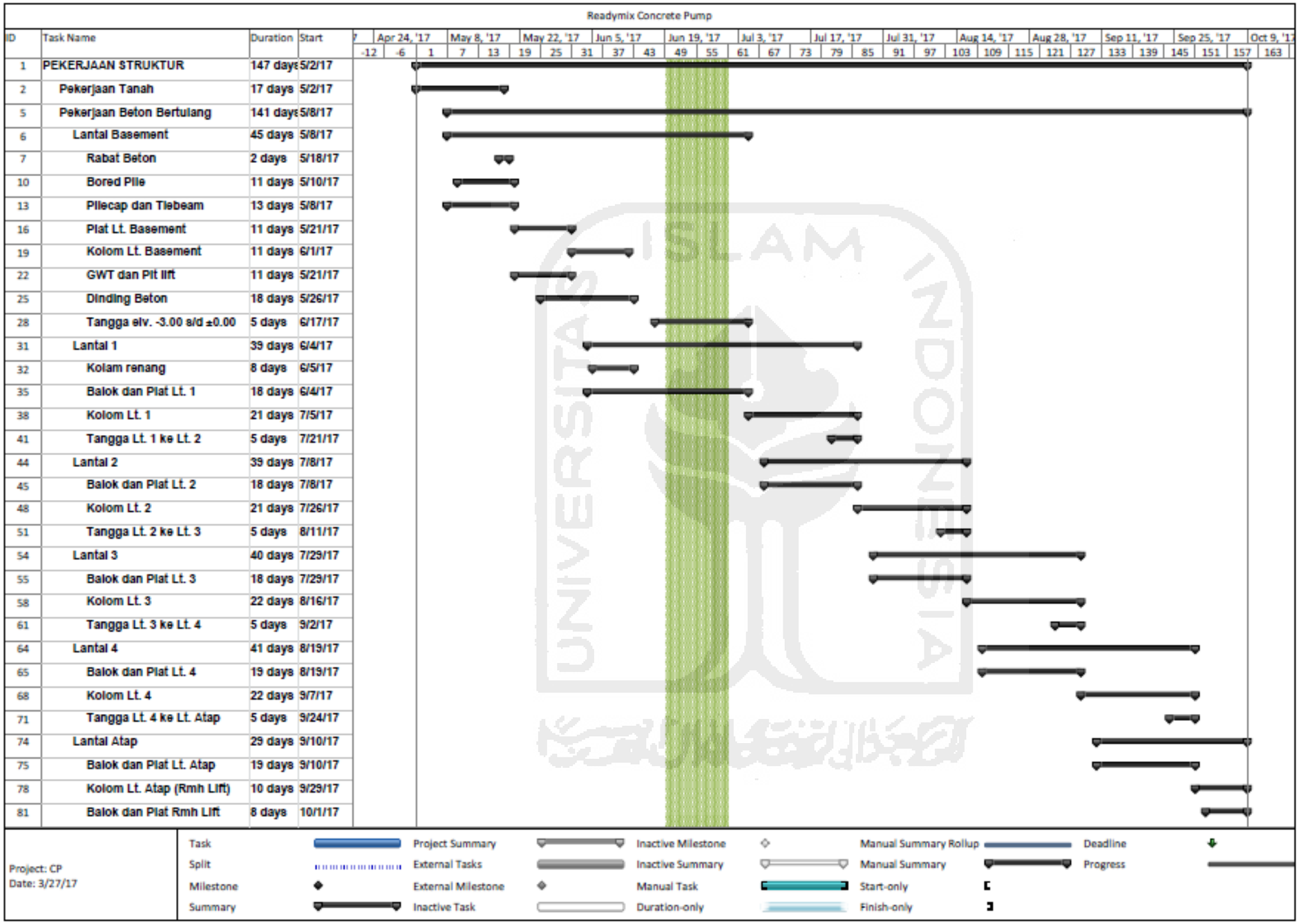
Dalam Bab V Analisis Data, sebelumnya telah disebutkan bahwa metode yang ke tiga ini hanya dijadikan alternatif sebagai pembanding 2 metode sebelumnya untuk mengetahui selisih biaya dan waktu pada metode tersebut. Berdasarkan hasil analisis perencanaan penjadwalan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dengan *MS Project* diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Biaya Proyek

   Besar biaya proyek yang diperlukan untuk pelaksanaan dengan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual adalah Rp. 3.368.235.460,86.

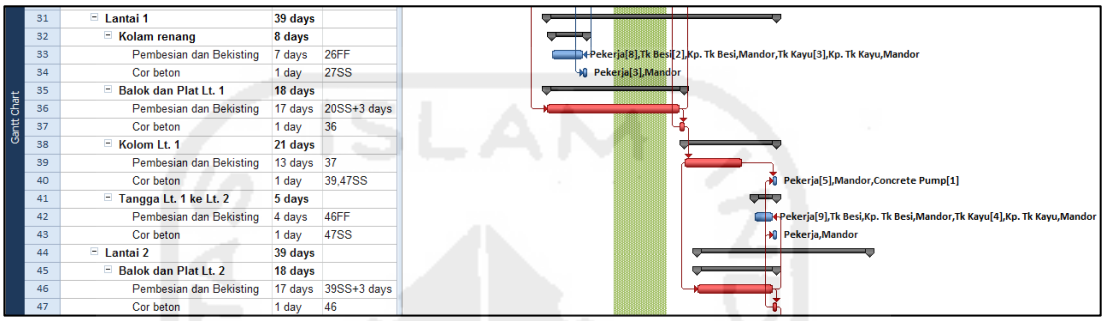
2. Durasi Proyek

   Durasi total proyek deangan kombinasi metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *readymix* manual adalah selama 149 hari kalender. Dengan rincian durasi tiap lantai seperti terlihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6. 5 *Gantt Chart* Pekerjaan Metode Cor Dengan *Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual

Pada perencanaan penjadwalan dengan metode pelaksanaan pengecoran beton *readymix concrete pump* ini seluruh pekerjaan beton menggunakan beton *readymix*. Pelaksanaan pengecoran dilakukan dengan *concrete pump* sehingga pekerjaan kolom, balok dan plat dikerjakan bersamaan. Oleh karena itu pekerjaan yang mengikuti pekerjaan pengecoran yang berupa bekisting dan pembesian harus selesai seluruhnya terlebih dahulu. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6. 6 Logika Ketergantungan Pekerjaan Kolom dengan Balok dan Plat

Pelaksanaan pengecoran kombinasi *readymix concrete pump* ini tidak tergantung pada ketersediaan bahan material alam seperti pasir, koral, dan semen dalam pelaksanaannya. Selain itu pekerjaan pengecoran yang dilakukan dalam sekali waktu secara teori akan menghasilkan mutu beton yang lebih monolit jika dibanding dengan pengecoran yang bertahap. Akan tetapi dalam pelaksanaannya apabila pengecoran dilakukan sekali waktu yaitu di ujung dari sebuah pekerjaan dengan durasi yang cukup lama, pekerjaan lain seperti pembesian dan bekisting yang sudah siap di awal akan mengalami jeda yang cukup lama dan dikhawatirkan akan mengurangi mutu dari material yang telah terpasang, misalnya besi yang sudah tersusun rapi menjadi rusak karena aktivitas kerja dan atau bekisting mengalami kerusakan. Selain itu jika estimasi kesanggupan dari *supplier* beton *readymix* meleset, maka seluruh pekerjaan setelahnya akan mengalami kemunduran.

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan, diperoleh rekapitulasi hasil dari masing-masing metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran pada proyek pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta yang tersaji pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Rekapitulasi Biaya dan Waktu Masing-masing Metode Pengecoran

METODE	DURASI	BIAYA BAHAN	BIAYA UPAH	BIAYA ALAT	BIAYA TOTAL
Pengecoran *ready mix concrete pump* dan *site mix*	154 hari	Rp 2.211.177.978,53	Rp 556.460.000,00	Rp 428.050.000,00	Rp 3.195.687.978,53
Pengecoran *ready mix concrete pump* dan *ready mix manual*	160 hari	Rp 2.302.124.506,86	Rp 538.222.500,00	Rp 428.050.000,00	Rp 3.268.397.006,86
Pengecoran dengan *ready mix concrete pump*	149 hari	Rp 2.418.042.960,86	Rp 522.142.500,00	Rp 428.050.000,00	Rp 3.368.235.460,86

Berdasarkan rekapitulasi biaya dan waktu masing-masing metode pengecoran yang diperoleh, dapat disepakati bahwa :

1. Apabila kombinasi metode pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *site mix* dijadikan sebagai acuan, maka perbandingan selisih waktu dan biaya dari metode yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.2.

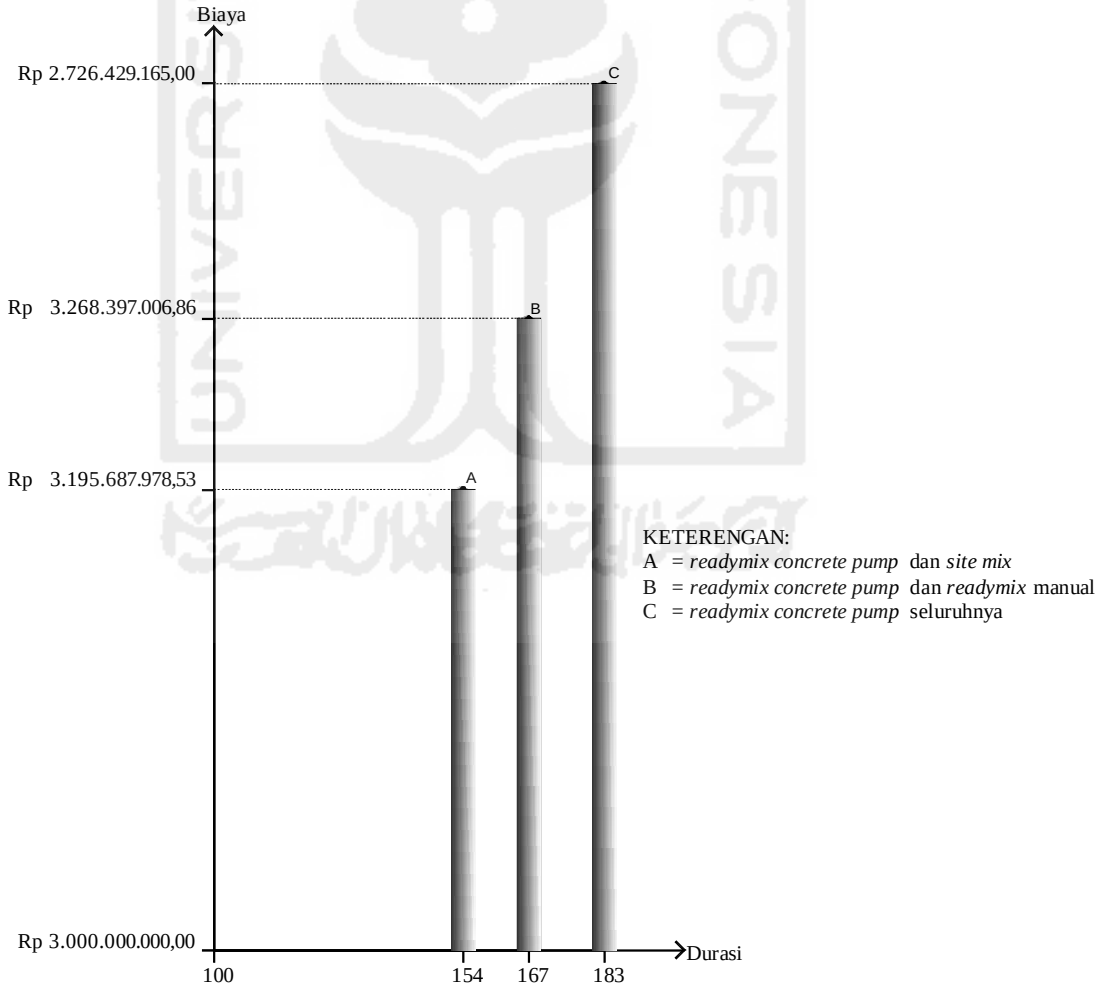
Tabel 6. 2 Perbandingan Biaya dan Waktu Masing-masing Metode Pengecoran

METODE	DURASI	BIAYA TOTAL	Selisih Waktu (%)	Selisih Biaya (%)
Pengecoran *ready mix concrete pump* dan *site mix*	154	Rp 3.195.687.978,53	Base	Base
Pengecoran *ready mix concrete pump* dan *ready mix manual*	160	Rp 3.268.397.006,86	-3,90%	-2,28%
Pengecoran dengan *ready mix concrete pump*	149	Rp 3.368.235.460,86	3,25%	-5,40%

Apabila kombinasi metode pengecoran beton *ready mix concrete pump* dan *site mix* dijadikan sebagai acuan, maka persentase biaya dan waktu dari metode yang lain adalah :

a. metode pengecoran beton *ready mix concrete pump* dan *ready mix* manual lebih lambat 3.90% dari segi waktu dibandingkan metode pengecoran beton *ready mix concrete pump* dan *site mix*, sedangkan dari segi biaya 2.28% lebih besar.
b. metode pengecoran beton *ready mix concrete pump* seluruhnya lebih cepat 3.25% dari segi waktu dibandingkan metode pengecoran beton *ready mix concrete pump* dan *site mix*, tetapi 5.40% lebih besar dari segi biaya.

2. Dari hasil rekapitulasi biaya dan waktu masing-masing metode, diperoleh histogram hubungan biaya dan waktu seperti terlihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6. 7 Histogram hubungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek

Dari hasil rekapitulasi pada Tabel 6.3 dan Gambar 6.4 dapat dilihat bahwa metode pengecoran beton *readymix concrete pump* seluruhnya adalah paling cepat waktu pelaksanaannya yaitu 149 hari. Sedangkan metode pengecoran beton *readymix concrete pump* dan *site mix* paling efisien dari segi biaya yaitu Rp. 3.195.687.978,53.

3. Jika diamati dari segi pelaksanaan di lapangan yang mengacu pada data *time schedule* perencanaan pada Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo. Pekerjaan struktur memiliki pengaruh terhadap dimulainya pekerjaan arsitektur dan mekanikal elektrikal pada proyek tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 6.8.

PROYEK : Hotel Sewutomo Yogyakarta
LOKASI : Jl. Purwokinanti no. 29, Yogyakarta

NO	URAIAN PEKERJAAN	BOBOT %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	PEK. PERSIAPAN	0,18%	0,061%	0,061%	0,061%																			
B	PEKERJAAN STRUKTUR																							
1	PEK. TANAH	0,73%	0,182%	0,182%	0,182%	0,182%																		
2	PEK. BETON																							
	LANTAI BASEMENT																							
	Pek. Rabat beton	0,24%			0,118%	0,118%																		
	Bore pile	1,09%				0,363%	0,363%	0,363%																
	Pile cap	0,89%					0,298%	0,298%	0,298%															
	Sloof	0,93%					0,234%	0,234%	0,234%	0,234%														
	Kolom	0,71%						0,176%	0,176%	0,176%	0,176%													
	GWT dan Lift	1,63%								0,814%	0,814%													
	Plat lantai basement	0,71%								0,356%	0,356%													
	LANTAI 1																							
	Balok, Plat lantai, dan tangga	2,11%										0,703%	0,703%	0,703%										
	Kolom	0,80%											0,266%	0,266%	0,266%									
	LANTAI 2																							
	Balok, Plat lantai, dan tangga	4,18%												1,393%	1,393%	1,393%								
	Kolom	0,76%													0,252%	0,252%	0,252%							
	LANTAI 3																							
	Balok, Plat lantai, dan tangga	4,22%														1,407%	1,407%	1,407%						
	Kolom	0,76%															0,254%	0,254%	0,254%					
	LANTAI 4																							
	Balok, Plat lantai, dan tangga	4,26%																1,421%	1,421%	1,421%				
	Kolom	0,77%																	0,257%	0,257%	0,257%			
	LANTAI ATAP dan RUMAH LIFT																							
	Balok dan Plat lantai	2,23%																		0,745%	0,745%	0,745%		
	Kolom rumah lift	0,17%																			0,056%	0,056%	0,056%	
	Balok dan Plat rumah lift	0,71%																					0,354%	0,354%
C	PEKERJAAN ARSITEKTUR																							
1	PEK. PASANGAN dan PLESTERAN																							
	LANTAI BASEMENT	0,65%														0,026%	0,026%							
	LANTAI 1	1,44%															0,482%	0,482%	0,482%					
	LANTAI 2	2,31%																0,769%	0,769%	0,769%				
	LANTAI 3	2,31%																	0,769%	0,769%	0,769%			
	LANTAI 4	2,11%																		0,704%	0,704%	0,704%		
	LANTAI ATAP	1,11%																				0,372%	0,372%	0,372%
2	PEK. PINTU, JENDELA dan PARTISI																							
	LANTAI BASEMENT	0,42%																		0,424%				
	LANTAI 1	1,23%																		0,613%	0,613%			
	LANTAI 2	1,09%																			0,544%	0,544%		
	LANTAI 3	1,09%																				0,544%	0,544%	
	LANTAI 4	1,09%																					0,544%	0,544%
	LANTAI ATAP	0,06%																						0,059%

Gambar 6. 8 *Time Schedule* pada Proyek Pembangunan Hotel Sewutomo

Dari potongan gambar *time schedule* tersebut dapat dilihat bahwa pekerjaan arsitektur dimulai saat pekerjaan struktur lantai 3 dimulai. Sedangkan dari hasil analisis pembuatan jadwal masing-masing metode pengecoran dengan *MS Project* dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Rekapitulasi *Gantt Chart* pada Masing-masing Metode Pelaksanaan Pengecoran

Readymix Concrete Pump* dan *Site Mix

Task Name	Duration	Start
PEKERJAAN STRUKTUR	154 days	5/2/2017
Pekerjaan Tanah	17 days	5/2/2017
Pekerjaan Beton Bertulang	148 days	5/8/2017
Lantai Basement	36 days	5/8/2017
Rabat Beton	2 days	5/18/2017
Bored Pile	11 days	5/10/2017
Pilecap dan Tiebeam	13 days	5/8/2017
Plat Lt. Basement	11 days	5/21/2017
Kolom Lt. Basement	11 days	5/29/2017
GWT dan Pit lift	11 days	5/21/2017
Dinding Beton	18 days	5/26/2017
Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00	5 days	5/21/2017
Lantai 1	43 days	5/21/2017
Kolam renang	8 days	5/21/2017
Balok dan Plat Lt. 1	18 days	6/1/2017
Kolom Lt. 1	14 days	7/2/2017
Tangga Lt. 1 ke Lt. 2	5 days	7/2/2017
Lantai 2	29 days	7/8/2017
Balok dan Plat Lt. 2	18 days	7/8/2017
Kolom Lt. 2	11 days	7/26/2017
Tangga Lt. 2 ke Lt. 3	5 days	7/26/2017
Lantai 3	29 days	7/30/2017
Balok dan Plat Lt. 3	18 days	7/30/2017
Kolom Lt. 3	11 days	8/17/2017
Tangga Lt. 3 ke Lt. 4	5 days	8/17/2017
Lantai 4	31 days	8/21/2017
Balok dan Plat Lt. 4	19 days	8/21/2017
Kolom Lt. 4	12 days	9/9/2017
Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap	5 days	9/9/2017
Lantai Atap	33 days	9/13/2017
Balok dan Plat Lt. Atap	19 days	9/13/2017
Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)	6 days	10/2/2017
Balok dan Plat Rmh Lift	8 days	10/8/2017

***Readymix Concrete Pump* dan *Readymix* Manual**

Task Name	Duration	Start
PEKERJAAN STRUKTUR	160 days	5/2/2017
Pekerjaan Tanah	17 days	5/2/2017
Pekerjaan Beton Bertulang	154 days	5/8/2017
Lantai Basement	36 days	5/8/2017
Rabat Beton	2 days	5/18/2017
Bored Pile	11 days	5/10/2017
Pilecap dan Tiebeam	13 days	5/8/2017
Plat Lt. Basement	11 days	5/21/2017
Kolom Lt. Basement	11 days	5/29/2017
GWT dan Pit lift	11 days	5/21/2017
Dinding Beton	18 days	5/26/2017
Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00	5 days	5/20/2017
Lantai 1	45 days	5/21/2017
Kolam renang	8 days	5/21/2017
Balok dan Plat Lt. 1	18 days	6/3/2017
Kolom Lt. 1	14 days	7/4/2017
Tangga Lt. 1 ke Lt. 2	5 days	7/4/2017
Lantai 2	29 days	7/10/2017
Balok dan Plat Lt. 2	18 days	7/10/2017
Kolom Lt. 2	11 days	7/28/2017
Tangga Lt. 2 ke Lt. 3	5 days	7/28/2017
Lantai 3	29 days	8/2/2017
Balok dan Plat Lt. 3	18 days	8/2/2017
Kolom Lt. 3	11 days	8/20/2017
Tangga Lt. 3 ke Lt. 4	5 days	8/20/2017
Lantai 4	31 days	8/25/2017
Balok dan Plat Lt. 4	19 days	8/25/2017
Kolom Lt. 4	12 days	9/13/2017
Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap	5 days	9/13/2017
Lantai Atap	33 days	9/19/2017
Balok dan Plat Lt. Atap	19 days	9/19/2017
Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)	6 days	10/8/2017
Balok dan Plat Rmh Lift	8 days	10/14/2017

***Readymix Concrete Pump* Seluruhnya**

Task Name	Duration	Start
PEKERJAAN STRUKTUR	147 days	5/2/2017
Pekerjaan Tanah	17 days	5/2/2017
Pekerjaan Beton Bertulang	141 days	5/8/2017
Lantai Basement	45 days	5/8/2017
Rabat Beton	2 days	5/18/2017
Bored Pile	11 days	5/10/2017
Pilecap dan Tiebeam	13 days	5/8/2017
Plat Lt. Basement	11 days	5/21/2017
Kolom Lt. Basement	11 days	6/1/2017
GWT dan Pit lift	11 days	5/21/2017
Dinding Beton	18 days	5/26/2017
Tangga elv. -3.00 s/d ±0.00	5 days	6/17/2017
Lantai 1	39 days	6/4/2017
Kolam renang	8 days	6/5/2017
Balok dan Plat Lt. 1	18 days	6/4/2017
Kolom Lt. 1	21 days	7/5/2017
Tangga Lt. 1 ke Lt. 2	5 days	7/21/2017
Lantai 2	39 days	7/8/2017
Balok dan Plat Lt. 2	18 days	7/8/2017
Kolom Lt. 2	21 days	7/26/2017
Tangga Lt. 2 ke Lt. 3	5 days	8/11/2017
Lantai 3	40 days	7/29/2017
Balok dan Plat Lt. 3	18 days	7/29/2017
Kolom Lt. 3	22 days	8/16/2017
Tangga Lt. 3 ke Lt. 4	5 days	9/2/2017
Lantai 4	41 days	8/19/2017
Balok dan Plat Lt. 4	19 days	8/19/2017
Kolom Lt. 4	22 days	9/7/2017
Tangga Lt. 4 ke Lt. Atap	5 days	9/24/2017
Lantai Atap	29 days	9/10/2017
Balok dan Plat Lt. Atap	19 days	9/10/2017
Kolom Lt. Atap (Rmh Lift)	10 days	9/29/2017
Balok dan Plat Rmh Lift	8 days	10/1/2017

Dalam pelaksanaan proyek konsruksi, pekerjaan struktur adalah *predecessor* dari pekerjaan arsitektur dan mekanikal elektrikal. Oleh karena itu ketepatan waktu dari pelaksanaan pekerjaan struktur sangat berpengaruh terhadap mulainya pekerjaan setelahnya. Dari Gambar 6.8 dapat dilihat bahwa pekerjaan arsitektur pada proyek ini dimulai saat pekerjaan struktur lantai 3 mulai dikerjakan. Sementara pada masing-masing metode pelaksanaan pengecoran yang direncanakan, metode cor *readymix concrete pump* dan *site mix* dimulai pada tanggal 30 Juli 2017, metode cor *readymix concrete pump* dan *readymix* manual dimulai pada tanggal 2 Agustus 2017, serta metode cor *readymix concrete pump* seluruhnya dimulai pada tanggal 29 Juli 2017. Dari ketiga metode tersebut, metode cor *readymix concrete pump* seluruhnya dimulai paling awal dibandingkan dengan 2 metode yang lain. Sehingga pekerjaan arsitektur dapat dimulai pada tanggal 29 Juli 2017.

Dari Tabel 6.3 juga dapat dilihat bahwa masing-masing pekerjaan di tiap lantai memiliki durasi yang sama, tetapi perbedaan *predecessor* dan *successor* pada tiap metode pelaksanaan membuat durasi total per lantai menjadi tidak sama. Seperti telah disajikan pada Gambar 5.5, Gambar 5.8, dan Gambar 5.11 yang telah disebutkan sebelumnya.

Dari hasil pembahasan biaya, waktu, dan keterkaitan pekerjaan struktur terhadap pekerjaan arsitektur, rekomendasi yang dapat diberikan mengarah pada pelaksanaan metode pengecoran menggunakan *readymix concrete pump* dan *readymix* manual adalah metode yang paling optimal dengan beberapa alasan pendukung sebagai berikut :

1. Meskipun dari segi biaya dan waktu bukan yang paling murah atau paling cepat, dari faktor resiko metode ini memiliki resiko lebih kecil dibanding metode cor *readymix concrete pump* dan *site mix* karena resiko pennyediaan material beton segar seluruhnya terdistribusi kepada pihak *supplier* beton *readymix*,
2. Lokasi proyek yang dikerjakan tidak memiliki lahan yang terlalu luas untuk menyimpan material seperti pasir dank oral. Oleh karena itu *readymix* menjadi pilihan yang paling aman.

3. Penggunaan beton *readymix* lebih terjamin dari segi mutu, karena pencampuran material pemuatan beton segar dilakukan di *batching plan* dan lebih terjamin dari segi proporsi campuran karena dilakukan dengan komputer dan mesin.

BAB VII
SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan untuk metode kombinasi pelaksanaan pekerjaan cor pada proyek pembangunan Hotel Sewutomo Yogyakarta dapat diambil kesimpulan bahwa kombinasi pengecoran dengan *readymix concrete pump* dan *site mix* adalah yang paling efektif dengan biaya sebesar Rp. 3.195.687.978,53 ditinjau dari segi biaya proyek. Sedangkan dari segi waktu, pengecoran dengan *readymix concrete pump* seluruhnya memiliki durasi tercepat diantara yang lain, dengan durasi total proyek selama 149 hari kalender.

7.2 Saran

Mengingat batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini, dari analisis data dan pembahasan hasil serta kesimpulan yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengaruh dari metode pelaksanaan pekerjaan Struktur terhadap pekerjaan Arsitektur maupun Mekanikal Elektrikal.
2. Mengingat penelitian ini adalah bersifat perencanaan, maka perlu dikaji lebih lanjut berdasarkan data aktual di lapangan, terutama untuk produktivitas kelompok tenaga kerja.
3. Dikarenakan keterbatasan waktu dan data-data yang diperoleh, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pertimbangan pengaruh faktor ketinggian bangunan, luas area proyek, dan ketersediaan tenaga kerja terhadap perencanaan biaya dan waktu proyek.

DAFTAR PUSTAKA

Arianto, A. (2010). *Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi.* Semarang: Universitas Diponegoro.

Dipohusodo. (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi.* Yogyakarta: Kannisius.

Ervianto, W. (2005). *Manajemen Proyek Konstrukssi.* Yogyakarta: Andi.

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

Fahan, T. (2005). *Analisis Efisiensi Penggunaan Alat Berat.* Yogyakarta: UII.

Faisol. (2006). *Materi Kuliah PRECEDENCE NETWORK.* Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Hermiaty, D. (2007). *Pemodelan dan Analisis Proporsi Upah Tenaga Kerja pada Proyek Konstruksi.* Yogyakarta: Tesis Magister Manajemen, UII.

Heryanto, B. (2003). *Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Metode Trade Off.* Yogyakarta: Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Husen, A. (2008). Manajemen Proyek. Yogyakarta: Andi.

Husen, A. (2008). *Manajemen Proyek.* Yogyakarta: Andi.

Husen, A. (2009). *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek.* Yogyakarta: C.V Andi Offset.

Jaya, N. M., & Dewi, D. P. (2007). Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Rangked Positional Weight Method (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pasar mumbul di Kabupaten Buleleng). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 100-108.

Khakim, Z., Anwar, M., & Hasyim, M. H. (2011). *STUDI PEMILIHAN PENGERJAAN BETON ANTARA PRACETAK DAN KONVENSIONAL PADA PELAKSANAAN KONSTRUKSI GEDUNG DENGAN METODE AHP*. Malang: Universitas Brawijaya.

Muhammada, H. Q., Unas, E. S., & Hasyim, M. H. (2016). *ANALISIS PERUBAHAN PENJADWALAN DENGAN METODE TRACKING PROGRES PADA SOFTWARE MICROSOFT PROJECT (Studi Kasus*

Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan AUTIS Kota Blitar Tahun 2013). Malang: Universitas Brawijaya.

Muzayanah, Y. (2008). *Pemodelan Proporsi Sumber Daya Proyek Konstruksi.* Semarang: Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Narbuko, C., & Ahmadi, A. (2002). Metodologi Penelitian. Jakarta: Bumi Aksara.

Narlan, R. (2001). *Optimasi Waktu dan Proyek Konstruksi dengan Menggunakan Algoritma Genetik.* Yogyakarta: Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Nugraha, P., Natan, I., & Sucipto, R. (1985). *Manajemen Proyek Konstruksi 1.* Surabaya: Kartika Yudha.

Octavia, K. I., & Tandoyo, C. (2013). *PERBANDINGAN APLIKASI PROGRAM MICROSOFT PROJECT DAN PRIMAVERA DALAM PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI.* Surabaya: Universitas Kristen Petra.

Rochmanhadi. (1992). *Alat-alat Berat dan Penggunaannya.* Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rostiyanti, S. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi.* Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Santoso, B. G., & Chandra, J. (2006). *Hubungan Over Time dengan Produktivitas Pekerjaan Pembesian (Studi Kasus pada Proyek X,Y, dan Z).* http://digilib.petra.ac.id.

Sari, G. A. (2015). *ANALISA KINERJA WAKTU PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT BUDHI ASIH, JAKARTA TIMUR MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek.* Jakarta: Erlangga.

Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional.* Jakarta: Erlangga.

Soeharto, I. (2001). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional).* Jakarta: Erlangga.

Stukhart, G. (1995). *Construction Materials Management.* Newyork: Marcel Dekker, Inc.

Sugiyono, A. (2001). *Metode Penelitian Bisnis.* Bandung: Alfabeta.

Suputra, I. G. (2011). Penjadwalan Proyek dengan Precedence Network Diagram Method (PDM dan Rangked Position Weight Method (RPWM). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 28.

Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Nafiri.

Wahyuningtyas, H. (2014). *METODE PENGECORAN BETON READYMIX PADA PROYEK PASAR LEGI PARAKAN TEMANGGUNG.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Wartinah, Tilaar, T., & Yunus, R. (2013). *PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RESEARCH CENTRE UNIVERSITAS TADULAKO DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT.* Palu: Universitas Tadulako.

Yanti, G. (2004). *AnalisisPerencanaan Waktu dan Biaya dengan Metode Trade Off pada Proyek Jembatan.* Yogyakarta: Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.