



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI PEKERJAAN
BETON PADA PROYEK HOTEL DAFAM KAYON
SURABAYA MENGGUNAKAN *CYCLONE***

RAHMAT RIDHO DARMAWAN
NRP. 3114 105 033

Dosen Konsultasi:
Supani, ST. MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI PEKERJAAN
BETON PADA PROYEK HOTEL DAFAM KAYON
SURABAYA MENGGUNAKAN *CYCLONE***

RAHMAT RIDHO DARMAWAN
NRP. 3114 105 033

Dosen Konsultasi:
Supani, ST. MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**SIMULATION OF CONCRETE WORK
CONSTRUCTION OPERATION ON DAFAM HOTEL
PROJECT IN KAYON SURABAYA USING
CYCLONE**

RAHMAT RIDHO DARMAWAN
NRP. 3114 105 033

Supervising Lecturers:
Supani, ST. MT.

Civil Engineering Departement
Faculty of Civil, Enviromental and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI PEKERJAAN BETON PADA PROYEK HOTEL DAFAM KAYON SURABAYA MENGGUNAKAN *CYCLONE*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Manajemen Konstruksi
Program Sarjana Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Rahmat Ridho Darmawan

NRP. 3114105033

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Supani, ST., MT.



Surabaya

Januari, 2018

SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI PEKERJAAN BETON PADA PROYEK HOTEL DAFAM KAYON SURABAYA MENGGUNAKAN CYCLONE

Nama : Rahmat Ridho Darmawan
NRP : 3114105033
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK - ITS
Dosen Pembimbing : Supani, ST., MT

ABSTRAK

Dalam sebuah pembangunan konstruksi, seringkali ditemukan berbagai masalah. Salah satu permasalahan yang sering ditemukan dalam proyek konstruksi di Indonesia adalah kurangnya pengetahuan dalam perencanaan operasi konstruksi yang mengakibatkan keterlambatan kegiatan konstruksi dan tidak optimalnya sumber daya yang digunakan. Cara untuk mengantisipasi permasalahan dalam masalah efisiensi yang akan terjadi dalam fase pelaksanaan adalah dengan simulasi. Simulasi yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah metode simulasi Cyclone (Cyclic Operations Network) yang merupakan teknik pemodelan yang memungkinkan representasi grafis dan simulasi sistem diskrit yang berhubungan dengan variabel deterministik atau stokastik.

Simulasi ini diaplikasikan pada proyek Hotel Dafam yang berlokasi di Jl. Kayon, Surabaya. Sebelum memulai simulasi, dilakukan pengumpulan data dan melakukan studi literatur untuk mempelajari lebih lanjut mengenai simulasi operasi konstruksi dan WebCyclone. Lalu dilakukan pemetaan proses pelaksanaan yang menjelaskan tentang urutan pekerjaan dalam pembangunan gedung ini untuk dilanjutkan dengan perhitungan produktivitas masing-masing pekerjaan tersebut. Setelah mendapatkan produktivitas dari masing-masing pekerjaan, dilakukan penyusunan model simulasi konstruksi yang selanjutnya diikuti dengan pembuatan coding untuk dimasukkan ke program WebCyclone. Tahap akhir dari simulasi ini adalah analisa

sensitivitas yang merupakan optimalisasi dari hasil output WebCyclone.

Dari hasil output WebCyclone didapatkan nilai produktivitas dan idle time tiap sumber daya. Hasil yang diharapkan dari simulasi ini adalah menghasilkan durasi waktu pelaksanaan konstruksi yang optimal dan meminimalisir idle time alat berat. Hasil akhir dari simulasi Webcyclone ini menunjukkan produktifitas yang optimal pada proyek Hotel Dafam Kayon adalah sebesar 0,002303 siklus per jam atau sekitar 44 hari kerja untuk menyelesaikan satu siklus. Dimana satu siklus merupakan proses pekerjaan beton per satu lantai. Hotel Dafam Kayon Surabaya memiliki 16 lantai, oleh karena itu, membutuhkan waktu 704 hari kerja atau 23,5 bulan untuk menyelesaikan struktur beton proyek ini.

Kata kunci : Idle Time, Operasi Konstruksi, Simulasi, WebCyclone

SIMULATION OF CONCRETE WORK CONSTRUCTION OPERATION ON DAFAM HOTEL PROJECT IN KAYON SURABAYA USING CYCLONE

Name	: Rahmat Ridho Darmawan
NRP	: 3114105033
Department	: Teknik Sipil FTSLK - ITS
Supervisor	: Supani, ST., MT

ABSTRACT

In a construction, it has various problems oftentimes. One of the problems often found in construction in Indonesia is the lack of knowledge in designing construction operation that causes retardation of construction process and the used sources are not maximum. The way to anticipate efficiency problem that will occur in processing phase is simulation. Simulation used in this final project was cyclone (cyclic operation network) simulation which is modeling technique. It allows graphic representative and simulation of discrete system that related to deterministic variable or stochastic.

This simulation was applied to Dafam Hotel project located on Jl. Kayon, Surabaya. Before starting the simulation, it was conducted collecting the data and literature study to learn more about simulation of construction operation and WebCyclone. Furthermore, it was done mapping of implementation process that explains about the work sequence in building the hall to continue with calculation of productivity in each work. After obtaining the productivity, it was conducted arrangement construction simulation model then it was followed by making coding to enter Webcyclone program. The last step in this simulation was sensitivity analysis or optimization from output result of webcyclone.

Webcyclone resulted productivity value and idle time in each source. The expected result of the simulation is obtaining optimum time duration of construction process and minimizing

idle time of heavy equipment. The last result of webcyclone simulation showed that optimum productivity of Dafam Kayon Hotel was 0.002303 cycle per hour or about 44 work days to complete one cycle in which a cycle is concrete work process per floor. Dafam Hotel Kayon Surabaya has 16 floors, therefore, it needs 704 work days or 23,5 months to complete concrete structure of the project.

Key word : Idle Time, Construction Operation, Simulation, WebCyclone

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas selesainya tugas akhir. Proposal tugas akhir ini kami susun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Tugas Akhir, bertujuan untuk memperoleh pengetahuan tentang simulasi operasi konstruksi pekerjaan beton dengan menggunakan *Cyclone*. Perencanaan ini bertujuan untuk dapat mendesain penjadwalan operasi konstruksi dengan aplikasi *Cyclone*.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Sekalipun demikian penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar isi tugas akhir ini memenuhi maksud dan tujuan yang penulis harapkan demi tercapainya suatu kesempurnaan yang diinginkan.

Dalam penulisan tugas akhir ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis tak lupa mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Supani., ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi serta telah memberikan banyak pelajaran kepada penulis.
2. Kedua Orang Tua dan Kakak yang tanpa henti mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
3. Sarah yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis.
4. Opik dan Iwan yang tanpa henti memberi semangat dan saling membantu satu sama selain.
5. Tria dan Yudith yang selalu membantu serta menghibur penulis.

Akhir kata, atas segala bantuan, bimbingan dan arahan dari semua pihak yang ikut membantu terselesaikannya tugas akhir ini, kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Penjadwalan	5
2.2 Jenis - Jenis Penjadwalan	5
2.2.1 Gantt Chart	
2.2.2 Kurva S.....	
2.2.3 Network Planning.....	
2.2.3.1 Program Evaluation Review Technique (PERT)	
7	
2.2.3.2 Critical Path Method (CPM).....	8
2.3 Simulasi.....	8
2.4 Klasifikasi Simulasi.....	10
2.5 Keunggulan dan Kelemahan Metode Simulasi	12
2.6 Perangkat Lunak Simulasi	13
2.7 Pengertian Cyclone.....	14
2.7.1 General Information	
2.7.2 Network Input.....	
2.7.3 Duration Input	
2.7.4 Resource Input.....	
2.7.5 End Data	
2.8 Jaringan CPM – Cyclone	14
2.9 Method Productivity Delay Model (MPDM).....	27
2.10 Tipe Keterlambatan	29
2.11 Analisa Sensitivitas	30

BAB III METODOLOGI	32
3.1 Bagan Alir Metodologi	32
3.2 Data Bangunan	34
3.3 Langkah Metodologi.....	35
3.3.1 Pengumpulan Data.....	
3.3.2 Identifikasi Pekerjaan pada Proyek	
3.3.3 Penyusunan Model Simulasi Konstruksi.....	
3.3.4 Coding	
3.3.5 Simulasi Model Simulasi Konstruksi dan Analisa Sensitivitas	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Gambaran Umum Proyek	39
4.2 Site Layout	40
4.3 Pembagian Zona	41
4.4 Metode Pelaksanaan	41
4.4.1 Pekerjaan Pembesian	
4.4.1.1 Kedatangan Material Besi.....	41
4.4.1.2 Pemotongan Besi	42
4.4.1.3 Pembengkokan Besi.....	42
4.4.1.4 Perakitan Besi	43
4.4.1.5 Pengangkatan Besi.....	44
4.4.1.6 Pemasangan Besi	44
4.4.2 Pekerjaan Bekisting	
4.4.2.1 Perakitan Bekisting	45
4.4.2.2 Pengangkatan dan Pemasangan Bekisting	45
4.4.3 Pekerjaan Pengecoran	
4.5 Penyusunan Model Simulasi Konstruksi	46
4.6 Pengolahan dan Analisis Data	51
4.6.1 Pemodelan Simulasi Konstruksi	
4.6.2 Perumusan Coding.....	
4.6.2.1 Network Input.....	52
4.6.2.2 Duration Input.....	53
4.6.2.3 Resource Input	54
4.7 Simulasi Model Simulasi Konstruksi.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59

5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Input Data Informasi Umum	16
Gambar 2.2 Simbol dalam Simulasi WebCyclone.....	17
Gambar 2.3 Hubungan CPM – Cyclone	15
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Lokasi Proyek	34
Gambar 3.3 Site Layout dan Tampak Depan Hotel Dafam	35
Gambar 3.4 Ilustrasi Perekaman Kegiatan Operasi Konstruksi ..	36
Gambar 3.5 Contoh Pemodelan Kegiatan “Dry Batch Delivery”	37
Gambar 3.6 Contoh Coding Network Input Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Contoh Coding Duration Input Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Contoh Coding Resource Input Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 Contoh Produktivitas Hasil Run Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 Contoh Grafik Produktivitas Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Contoh Durasi Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Contoh Idle Time Peralatan pada Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.13 Contoh Trace Chart Tower Crane Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14 Contoh Analisa Sensitivitas Kegiatan “Dry Batch Delivery”	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Pembagian Zona Hotel Dafam Surabaya	41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Format Coding WebCyclone	
Tabel 3.1 Format Coding Network Input.....	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan bisnis di dunia perhotelan khususnya kota Surabaya semakin pesat, ditandai dengan banyaknya pembangunan hotel yang menawarkan berbagai macam fasilitas. Dalam sebuah pembangunan konstruksi, seringkali ditemukan berbagai masalah. Salah satu permasalahan yang sering ditemukan dalam proyek konstruksi di Indonesia adalah adanya kurang pengetahuan dalam perencanaan operasi konstruksi. Dalam permasalahan ini, banyaknya perubahan urutan dan penyelesaian yang terlambat sudah menjadi ciri-ciri umum yang ditemukan pada proyek. Pada akhirnya, penyelesaian pekerjaan yang terlambat tidak hanya disebabkan oleh kurang matangnya perencanaan, tetapi juga perpaduan dari tingkat kerumitan pekerjaan dan pengawasan yang buruk.

Pada kondisi proyek pembangunan Hotel Dafam yang berlokasi di Kayon, Surabaya ini masih menggunakan *Schedule Network Diagram* yang berdasarkan pada aktivitas sehingga jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti (deterministik), demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Permasalahan dari *Schedule Network Diagram* adalah tidak diketahui adanya pemborosan yang berupa *delay* untuk peralatan dan material di masing-masing pekerjaan, perbaikan dalam pekerjaan yang sudah selesai, kerusakan material dalam proyek, dan waktu kedatangan alat serta perbaikannya. Berbeda dengan *Cyclic Operation Network (Cyclone)* yang menggunakan waktu probabilistik sehingga bisa memperhitungkan waktu *delay* pada masing-masing pekerjaan. Permasalahan ini sangatlah penting dalam pekerjaan struktur atas bangunan beton, yang dimana apabila terjadi keterlambatan, akan terjadi kenaikan biaya

pengeluaran konstruksi yang diakibatkan oleh penyewaan alat berat yang mahal.

Untuk mengatasi permasalahan *delay* peralatan dan material pada sistem operasi konstruksi, aplikasi dengan model Lean Construction telah dikembangkan. Untuk membuat operasi konstruksi yang dapat menghasilkan nilai yang maksimal dan mengurangi pemborosan, usaha yang seharusnya dilakukan dari perusahaan konstruksi adalah mengurangi *cycle time* dan varian dari operasi konstruksi mereka (Abduh dan Roza, 2006). Oleh karena itu, perusahaan konstruksi seharusnya memiliki alat yang efektif untuk perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan mengevaluasi operasi konstruksi mereka.

Cara untuk mengantisipasi permasalahan dalam masalah efisiensi yang akan terjadi dalam fase pelaksanaan adalah dengan simulasi. Simulasi sudah dikenal sebagai teknik yang efektif untuk melakukan perencanaan dan analisis operasi konstruksi yang dilakukan. Dalam simulasi operasi konstruksi, urutan kegiatan dibuat dan dimodelkan dalam bentuk diagram sehingga dapat diketahui sumber daya yang memiliki *idle time* tinggi. Oleh karena itu, teknik simulasi bisa digunakan untuk mengoptimalkan sumber daya yang dibutuhkan dalam operasi konstruksi dan untuk mengevaluasi operasi yang berulang.

Pada Universitas Purdue, mahasiswa teknik menggunakan metode simulasi WebCyclone (Web Cyclic Operations Network) yang ditemukan oleh Prof. Daniel W. Halpin untuk menunjukkan operasi konstruksi. WebCyclone (*Web Cyclic Operations Network*) merupakan teknik pemodelan yang memungkinkan representasi grafis dan simulasi sistem diskrit yang berhubungan dengan variabel deterministik atau stokastik. Sebagian besar metode simulasi pemodelan menawarkan paradigma dan lingkungan yang eksperimental. WebCyclone memberikan elemen pemodelan dan metode yang pembuat model dapat gunakan untuk mewakili operasi konstruksi dalam banyak cara yang sama seperti *scheduler* ketika akan membangun jaringan CPM untuk proyek konstruksi. Untuk model operasi

menggunakan WebCyclone, pemodel berfokus pada sumber daya yang terlibat dari kegiatan dalam proyek konstruksi.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini akan dilakukan “Simulasi Operasi Konstruksi Pekerjaan Beton pada Proyek Hotel Dafam Kayon Surabaya dengan menggunakan WebCyclone” yang bertujuan untuk melakukan proses konstruksi secara tepat waktu dan mengoptimalkan sumber daya.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara mengkonversikan *Schedule Network Diagram* menjadi *Cyclic Operation Network*
2. Bagaimana cara melakukan simulasi operasi konstruksi untuk pekerjaan struktur beton dengan menggunakan WebCyclone

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi cara mengkonversikan *Schedule Network Diagram* menjadi *Cyclic Operation Network*
2. Melakukan simulasi operasi konstruksi untuk pekerjaan struktur beton dengan menggunakan WebCyclone

1.4 Manfaat

Manfaat dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui cara mengkonversikan *Schedule Network Diagram* menjadi *Cyclic Operation Network*.
2. Mengetahui cara melakukan simulasi operasi konstruksi untuk pekerjaan struktur beton dengan menggunakan WebCyclone.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Studi ini dilakukan pada proyek Hotel Dafam, Kayon, Surabaya.

2. Pengerjaan Tugas Akhir ini dikhususkan pada pekerjaan struktur atas beton bertulang.
3. Simulasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan program bantu WebCyclone.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Penjadwalan

Penjadwalan (*scheduling*) dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992). Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan.

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan antara lain :

- a. Bagi pemilik (*Owner*)
 1. Mengetahui waktu mulai dan selesainya proyek.
 2. Merencanakan aliran kas
 3. Mengevaluasi efek perubahan terhadap waktu penyelesaian dan biaya proyek.
- b. Bagi Kontraktor
 1. Memprediksi kapan suatu kegiatan dimulai dan diakhiri.
 2. Merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja.
 3. Mengatur waktu keterlibatan sub-kontraktor.
 4. Menghindari konflik antara sub-kontraktor dan pekerja.
 5. Merencanakan aliran kas.
 6. Mengevaluasi efek perubahan terhadap waktu penyelesaian dan biaya proyek.

2.2 Jenis - Jenis Penjadwalan

2.2.1 Gantt Chart

Gantt Chart adalah sejenis grafik batang (Bar Chart) yang digunakan untuk menunjukan tugas-tugas pada proyek serta jadwal dan waktu pelaksanaannya, seperti waktu dimulainya

tugas tersebut dan juga batas waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tugas yang bersangkutan. orang atau departemen yang ditugaskan untuk menyelesaikan tugas dalam proyek juga harus dituliskan dalam Gantt Chart.

Beberapa sebutan lain untuk Gantt Chart diantaranya adalah Milestones Chart, Project Bar Chart dan juga activity chart. Gantt Chart yang dikembangkan oleh Henry Laurence Gantt pada tahun 1910 ini pada dasarnya adalah suatu gambaran atas perencanaan, penjadwalan dan pemantauan (monitoring) kemajuan setiap kegiatan atau aktivitas pada suatu proyek.

Gantt Chart merupakan salah satu alat yang sangat bermanfaat dalam merencanakan penjadwalan dan memantau kegiatan pada suatu proyek, mengkomunikasikan kegiatan-kegiatan yang harus dilaksanakan dan juga status pelaksanaannya. Dalam Gantt Chart juga dapat dilihat urutan kegiatan ataupun tugas yang harus dilakukan berdasarkan prioritas waktu yang ditentukan.

2.2.2 Kurva S

Kurva – S adalah suatu kurve yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau jam-orang (man hours) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva–S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau pekerjaan dalam bagian dari proyek.

Dengan membandingkan kurva tersebut dengan kurva yang serupa yang disusun berdasarkan perencanaan, maka akan segera terlihat dengan jelas apabila terjadi penyimpangan. Oleh karena kemampuannya yang dapat diandalkan dalam melihat penyimpangan-penyimpangan dalam pelaksanaan proyek, maka pengendalian proyek dengan memanfaatkan Kurva–S sering kali digunakan dalam pengendalian suatu proyek.

Pada Kurva–S, sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif biaya

atau jam-orang atau persentase penyelesaian pekerjaan. Kurva yang berbentuk huruf "S" tersebut lebih banyak terbentuk karena kelaziman dalam pelaksanaan proyek yaitu:

- a. Kemajuan pada awal-awalnya bergerak lambat.
- b. Kemudian diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- c. Pada akhirnya kegiatan menurun kembali dan berhenti pada suatu titik akhir.

2.2.3 Network Planning

Network Planning merupakan model instrumen pengukuran jadwal proyek dengan menggunakan logika jaringan kerja untuk mendeteksi item pekerjaan yang berada pada jalur kritis maupun untuk mengetahui waktu detail pekerjaan yaitu dapat menentukan waktu yang paling cepat (*Early Time*) dan waktu paling lama (*Latest Time*) untuk dikerjakan dan waktu selesainya pada setiap item pekerjaan yang akan dilaksanakan. Model jaringan kerja bisa berupa *Critical Path Method* (CPM), *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT). Ketiga model jaringan kerja tersebut disesuaikan dengan jenis proyek yang akan dikerjakan misalnya untuk metode PERT lebih ideal gunakan jika proyek masih tergolong baru dimana waktu estimasi penjadwalannya masih belum pasti dimana probabilitas waktu pelaksanaannya dapat lebih cepat ataupun lama.

2.2.3.1 Program Evaluation Review Technique (PERT)

PERT merupakan singkatan dari Program Evaluation and Review Technique (teknik menilai dan meninjau kembali program). Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari

suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan. Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu dimana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek.

2.2.3.2 Critical Path Method (CPM)

CPM adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM, sama dengan yang digunakan pada PERT. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa PERT menggunakan activity oriented, sedangkan dalam CPM menggunakan event oriented. Pada activity oriented anak-panah menunjukkan activity atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang event oriented pada peristiwa yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas.

2.3 Simulasi

Simulasi berasal dari Bahasa Inggris *to simulate*, yang artinya menurut Webster's Collegiate Dictionary adalah "*to feign, to obtain the essence of, without the reality*", untuk memperoleh intisari dari sesuatu tanpa melibatkan kenyataan. Sedangkan menurut Oxford American Dictionary (1980) simulasi adalah "*to reproduce the conditions of a situation, as by means of a model, for study or testing or training, etc*", artinya untuk menghasilkan suatu kondisi dari sebuah situasi, dalam maksud sebuah model,

untuk mempelajari atau untuk percobaan atau pelatihan, dan sebagainya.

Simulasi banyak sekali pengertian bila dilihat dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Berikut ini adalah berbagai definisi simulasi menurut berbagai pakar:

- Simulasi berhubungan dengan permodelan dari suatu proses atau sistem dalam suatu cara tertentu sehingga model tersebut menirukan respon dari sistem aktual terhadap suatu kejadian yang terjadi sesuai dengan waktu. (Schriber, 1987)
- Simulasi merupakan proses perencanaan sebuah model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model tersebut dengan tujuan mengetahui perilaku dari sistem dan melakukan evaluasi berbagai macam strategi untuk operasi dari sistem tersebut. (Pegden, Shannon, & Sadowski, 1990)
- Simulasi adalah suatu proses perancangan dan penciptaan sebuah model terkomputerisasi dari sistem nyata atau yang diusulkan dengan tujuan untuk melakukan eksperimen numerik untuk memberikan kita pengertian yang lebih baik mengenai perilaku dari sistem dengan kumpulan kondisi tertentu yang diberikan (Kelton, Sadowski, 1998)
- Simulasi adalah imitasi dari suatu sistem dinamis menggunakan model komputer dalam rangka untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan untuk kerja sistem. (Harrell, Gosh, & Bowden, 2000)

Dari pengertian di atas kita dapat menyimpulkan bahwa simulasi merupakan konstruksi dari suatu model dan penggunaan model secara eksperimental untuk mempelajari suatu sistem. Lebih jauh lagi kita dapat menyimpulkan bahwa *simulation modelling* (permodelan simulasi) sebagai suatu metodologi eksperimental dan terapan yang berusaha mencapai hal-hal tersebut di bawah (Pegden, 1990).

1. Mendeskripsikan perilaku dari sistem-sistem
2. Membangun suatu teori atau hipotesa yang berhubungan dengan perilaku yang diamati dari sistem-sistem tersebut.

3. Menggunakan model simulasi untuk meramalkan (*predict*) perilaku sistem pada masa depan, misalnya: akibat yang dihasilkan oleh perubahan dalam sistem atau dalam metode operasinya.

Sedangkan model dan sistem merupakan komponen-komponen utama dari definisi simulasi. Model merupakan suatu representasi dari sekelompok obyek atau ide kedalam suatu bentuk yang lain dari suatu entitas. Sistem adalah merupakan kelompok atau koleksi dari elemen-elemen yang bekerja sama untuk mencapai suatu kondisi tujuan (Pegden, 1990).

Simulasi merupakan suatu pemodelan dari sebuah proses atau sistem dengan tujuan model tersebut mampu merespon menyerupai sistem aslinya. Salah satu hal penting dalam simulasi adalah membuat pemodelan sistem yang nyata. Dalam simulasi operasi konstruksi, membuat model merupakan hal terpenting yang perlu dilakukan karena salah atau benar hasil dari suatu simulasi tergantung dari pemodelannya. Terdapat tiga strategi dalam pemodelan untuk melakukan simulasi suatu operasi konstruksi, yaitu :

1. *Event start*, simulasi didasarkan pada kejadian yang dijadwalkan, eksekusi satu kejadian selanjutnya dan selanjutnya berpindah pada kejadian yang lain.
2. *Process interaction*, simulasi dipandang dari segi transaksi yang terjadi pada suatu proses yang terkait dengan sumber daya.
3. *Activity scanning*, simulasi dipandang dari kegiatan-kegiatan dalam suatu sistem.

2.4 Klasifikasi Simulasi

Klasifikasi atau pengelompokan dari teknik simulasi dibagi menjadi 3 kelompok (Law & Kelton, 2000), yaitu.

1. Model Simulasi Statis dan Model Simulasi Dinamis
2. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stochastic
3. Model Simulasi Kontinyu dan Model Simulasi Diskrit

Jenis klasifikasi simulasi yang terdapat dalam skripsi ini adalah simulasi dinamis, stokastik, dan diskrit. Untuk lebih jelas, pada sub-bab berikut akan dibahas masing-masing jenis klasifikasi.

1. Model Simulasi Statis dan Model Simulasi Dinamis

Simulasi statis merupakan representasi dari sebuah sistem pada suatu waktu tertentu atau digunakan pada sistem dimana waktu tidak mempunyai peran. Penetapan paling sederhana pada simulasi ini adalah saat kita memasukan nilai variabel pada suatu rumus untuk memperoleh hasil akhirnya. Contohnya adalah simulasi dengan menggunakan program *spreadsheet*, dimana variable-variabel dan persamaan telah ditentukan terlebih dahulu, sehingga kita tinggal memasukan input untuk mendapat keluarannya. Contoh lain dari simulasi statis adalah model Monte Carlo. Dilain pihak, simulasi dinamis mewakili sistem yang berubah-ubah seturut waktu. Misalnya sistem ban berjalan pada pabrik, atau sistem sirkulasi parkir.

2. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stochastic

Bila sistem simulasi tidak mempunyai komponen probabilitas (kemungkinan), maka dinamakan simulasi deterministik. Contoh dari sistem ini adalah persamaan diferensial yang menghitung reaksi kimia. Hasil akhir dari simulasi deterministik telah ditentukan ketika sejumlah input dimasukan ke dalam model, walaupun bisa saja diperlukan waktu yang lama untuk menghitung hasil akhir simulasi tersebut.

Bila sistem tersebut memiliki beberapa komponen input acak (random), maka simulasi tersebut termasuk simulasi *stochastic*. Hasil akhir atau keluaran dari model *stochastic* ini juga berupa komponen acak. Kebanyakan sistem antrian (*queueing*) dan persediaan (*inventory*) merupakan model *stochastic*.

3. Model Simulasi Kontinyu dan Model Simulasi Diskrit

Simulasi kontinyu merupakan model system yang kondisi status variabelnya berubah-ubah terus menerus sesuai dengan waktu. Simulasi model melibatkan persamaan diferensial yang

merupakan relasi dari tingkat perubahan status variabel sistem terhadap waktu. Contoh simulasi ini adalah simulasi aliran air dari beberapa sungai ke sebuah waduk, atau simulasi tingkat populasi penduduk pada suatu daerah dengan memperhatikan fertilitas dan mortalitas.

Simulasi diskrit yang merupakan jenis klasifikasi simulasi, dimana status variabelnya berubah seketika pada satu titik waktu yang terpisah. Dengan kata lain sistem berubah hanya pada satu waktu tertentu. Hal ini berbeda dengan simulasi kontinu yang berubah terus menerus sejalan dengan waktu. Contoh pada simulasi ini adalah sistem antrian, Sistem sirkulasi parkir.

2.5 Keunggulan dan Kelemahan Metode Simulasi

Menurut Pegden (1990), ada beberapa keunggulan dan kelemahan yang terdapat pada metode simulasi. Daftar dibawah ini adalah beberapa keunggulan dari metode simulasi:

1. Perubahan pada peraturan, prosedur, aturan pengambil keputusan, struktur organisasi, dan lain-lain, dapat diselidiki tanpa mengganggu operasi yang sedang berjalan saat ini.
2. Rancangan perangkat keras baru dapat diuji coba sebelum mengalokasikan sumberdaya pada implementasi yang sesungguhnya.
3. Hipotesa mengenai bagaimana dan mengapa fenomena tertentu terjadi dapat dicoba untuk study kelayakan.
4. waktu dapat diatur, dan dapat pula dipersingkat, sehingga memungkinkan kita untuk mempelajari sebuah fenomena.
5. Perlambatan pada aliran informasi, material, dan produk dapatan diidentifikasi.

Disamping berbagai keunggulan metode simulasi juga mempunyai kelemahan atau kekurangan, yaitu:

1. Pembuatan model simulasi memerlukan latihan. Kualitas dari analisis tergantung dari model yang dibangun dan keahlian dari pembuat model tersebut.

2. Hasil simulasi terkadang masih sulit diterjemahkan. Karena model simulasi berusaha menangkap keacakan dari system sesungguhnya.
3. Analisis simulasi dapat memakan waktu dan menjadi mahal. Analisis yang layak mungkin tidak diperoleh, dengan waktu dan sumberdaya yang ada.

2.6 Perangkat Lunak Simulasi

Simulasi proses konstruksi telah menjadi topik yang populer semenjak Halpin (1974) memperkenalkan perangkat lunak CYCLONE. Menurut Abudayyeh et al. (2004) penelitian mengenai simulasi konstruksi menjadi topik utama dalam bidang konstruksi pada periode 1997-2002 dan sampai dengan hari ini masih menjadi topik dengan perkembangan tercepat dibandingkan topik lain. Perangkat lunak yang dirancang khusus untuk kegiatan konstruksi pun banyak dihasilkan antara lain; INSIGHT (Paulson et al, 1983), RESQUE (Chang, 1986), CIPROS (Odeh, 1992), STROBOSCOPE (Martinez, 1996) dan EZstrobe (Martinez, 1998).

Dengan adanya perangkat lunak dalam mensimulasikan proses konstruksi, perencana dapat membuat kegiatan konstruksi menjadi lebih terprediksi dan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (resources) yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi.

Dalam tugas akhir ini penulis menerapkan *aplikasi Cyclone*. Dengan adanya perangkat lunak ini dalam mensimulasikan proses konstruksi, perencana dapat membuat kegiatan konstruksi menjadi lebih terprediksi dan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (resources) yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi. Salah satu hal penting dalam simulasi adalah membuat pemodelan sistem yang nyata yang akan disimulasikan. Dalam halnya operasi konstruksi maka metoda membuat model suatu operasi konstruksi menjadi isi itinya

2.7 Pengertian Cyclone

Cyclone (*Cyclic Operations Network*) merupakan teknik pemodelan yang memungkinkan representasi grafis dan simulasi sistem diskrit yang berhubungan dengan variabel deterministik atau stokastik. Sebagian besar metode simulasi pemodelan menawarkan paradigma dan lingkungan yang eksperimental. Cyclone memberikan elemen pemodelan dan metode yang pembuat model dapat gunakan untuk mewakili operasi konstruksi dalam banyak cara yang sama seperti *scheduler* ketika akan membangun jaringan CPM untuk proyek konstruksi. Untuk model operasi menggunakan Cyclone, pemodel berfokus pada sumber daya yang terlibat dari interaksi mereka.

Dalam pemodelan beberapa sistem operasi, fungsi CYCLONE berguna untuk dapat menghasilkan atau mengkonsolidasikan unit aliran pada titik-titik tertentu dalam sistem. Artinya, terkadang suatu unit mewakili unit aliran utama masuk ke unit komponen untuk pengolahan dan kemudian subunit terkonsolidasi.

Secara umum, output dari simulasi CYCLONE adalah nilai produktivitas operasi konstruksi dan analisa sensitivitas terhadap sumber daya yang digunakan dalam pembuatan permodelan.

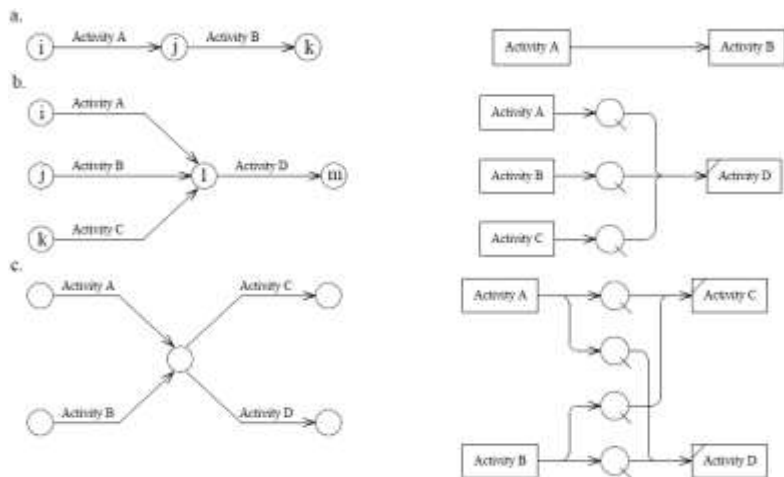
Dalam pemodelan WebCyclone, ada lima bagian yang diperlukan, yaitu General Information, Network Input, Duration Input, Resource Input, Enddata

2.8 Jaringan CPM – Cyclone

Konversi dari Jaringan CPM menjadi jaringan *Cyclone* relative mudah (Halphin, 1992). Kegiatan dalam CPM menjadi NORMAL atau COMBI dalam Cyclone. Gambar 2.3 mengilustrasikan hubungan antara CPM dan Cyclone. Pada gambar 2.3a, jalur kegiatan di antara titik i,j dan k menjadi “Normal” pada Cyclone. Dalam hal ini, kegiatan kerja pada Cyclone setara dengan kegiatan dalam jaringan CPM. Pada Cyidak ada kendala pada kegiatan B selain penyelesaian dari kegiatan A baik CPM maupun Cyclone. Pada gambar 2.3b,

kegiatan D tidak dapat dimulai sebelum kegiatan A,B dan C selesai. Dalam jaringan Cyclone, hubungan mereka dimodelkan dengan menggunakan “Combi”.

Kegiatan kerja A,B dan C merilis satu kesatuan pada node “Queue” mereka. Lalu, kesatuan tersebut harus hadir pada ketiga node “Queue” sehingga “Combi” D bisa dimulai. Pertimbangan di atas pada dasarnya adalah semua yang diperlukan untuk mengkonversikan sebuah Jaringan CPM menjadi Cyclone. Bagaimanapun juga, hubungan pada gambar 2.3c adalah kondisi yang lebih kompleks. Kesamaan antara jaringan CPM dan Cyclone sangatlah jelas (kecuali adanya node “Queue”).



Gambar 2.3 Hubungan CPM – Cyclone
(Sumber : *Planning and Analysis of Operation Costructions*, Halphin.D.W, 1974)

Satu observasi terakhir adalah bahwa Cyclone dapat menggabungkan waktu probabilistik pada model yang berasal dari “Normal” dan “Combi”. Cyclone juga bisa menggabungkan putaran bolak – balik untuk menunjukkan siklus berulang.

2.9 Modul Pemrograman Cyclone

2.9.1 General Information

Informasi umum adalah bagian pertama dalam proses input data WebCyclone. informasi umum merupakan baris pertama tentang informasi suatu jaringan yang didefinisikan sebagai berikut :

NAME (name of process) LENGTH (length of run)
CYCLES (# of cycles)

NAME	User-defined keyword assigned to this network.
LENGTH	The length of time for the simulation running of the process.
CYCLES	Maximum number of cycles that will be processed during simulation. This will be determined by the number of times the COUNTER function is passed in the process model.
Example:	NAME TUNNEL LENGTH 100 CYCLES 10

Gambar 2.1 Input Data Informasi Umum

(Sumber : <http://higherdbcs.wiley.com>)

2.9.2 Network Input

Dalam pemodelan WebCyclone, ada beberapa elemen yang digunakan dalam menggambarkan suatu proses konstruksi. Berikut gambar-gambar elemen yang digunakan dalam pemodelan WebCyclone.

Name	Symbol	Function
Combination (COMBI) Activity		This element is always preceded by Queue Nodes. Before it can commence, units must be available at each of the preceding Queue Nodes. If units are available, they are combined and processed through the activity. If units are available at some but not all of the preceding Queue Nodes, these units are delayed until the condition for combination is met.
Normal Activity		This is an activity similar to the COMBI. However, units arriving at this element begin processing immediately and are not delayed.
Queue Node		This element precedes all COMBI activities and provides a location at which units are delayed pending combination. Delay statistics are measured at this element
Function Node		It is inserted into the model to perform special function such as counting, consolidation, marking, and statistic collection
Accumulator		It is used to define the number of times the system cycles
Arc		Indicates the logical structure of the model and direction of entity flow

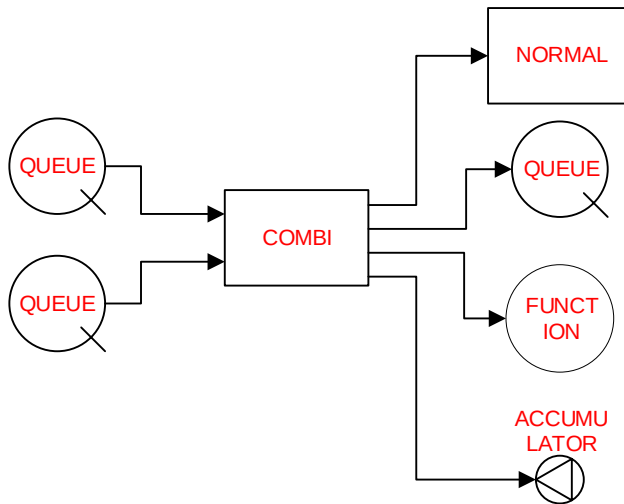
Gambar 2.2 Simbol dalam Simulasi WebCyclone
(Sumber : <http://higheredbcs.wiley.com>)

Bagian ini menjelaskan tentang elemen – elemen yang digunakan dalam jaringan kerja Cyclone. Elemen – elemen dalam WebCyclone adalah sebagai berikut :

1. Combi

Elemen Combi (Combination) merupakan proses pekerjaan yang dibatasi oleh sumberdaya yang dimana kegiatan kerjanya tidak bisa dimulai apabila semua sumberdayanya belum tersedia. Berikut merupakan kriteria elemen Combi :

1. Elemen Combi harus didahului oleh 2 Elemen Queue (dimana entitas harus menunggu sampai sumberdaya yang lain tersedia).
2. Unit di semua entitas sebelumnya harus tersedia sebelum pekerjaan dapat dimulai.
3. Pemrosesan paralel memungkinkan untuk elemen combi selama sumberdaya tersedia.



Gambar 2.3 Model Elemen Combi

Atribut yang digunakan untuk mendefinisikan Combi adalah:

- Label Numerik
- Tipe Elemen
- Deskripsi Kegiatan Kerja (opsional)
- Angka Durasi
- Node “Queue” sebelumnya
- Mengikuti elemen selanjutnya

Format penulisan untuk input elemen Combi adalah
 (Label.C) COMBI ‘descr.’ SET (set) PREC (Labels.P)
FOLL (Labels.F)

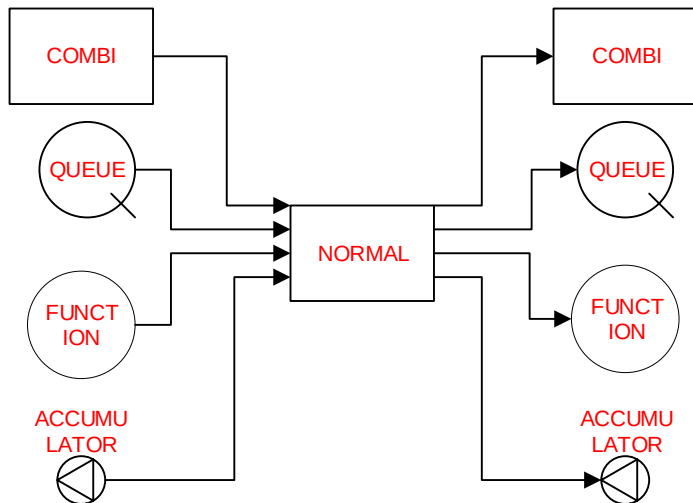
Contoh:

17 COMBI ‘LOAD TRK’ SET 6 PRECEDERS 2 5
 FOLLOWERS 9 11 15

2. Normal

Elemen Normal merupakan proses pekerjaan yang akan langsung melakukan proses pekerjaan. Spesifikasi dari elemen Normal hampir menyerupai elemen Combi kecuali bahwa Combi memerlukan input node “Queue” sebelumnya sedangkan “Normal” tidak. Berikut merupakan kriteria elemen Normal :

1. Setiap unit yang masuk dari elemen apapun sebelum elemen normal akan langsung melakukan pemrosesan pekerjaan.
2. Beberapa unit bisa melintasi Elemen Normal secara bersamaan. Semua unit akan mengaktifkan proses pekerjaan.



Gambar 2.4 Model Elemen Normal

Atribut berikut digunakan untuk mendefinisikan Normal :

- Label Numerik
- Tipe Elemen
- Deskripsi Kegiatan Kerja (opsional)
- Angka Durasi

- Mengikuti elemen selanjutnya

Format penulisan untuk input elemen Normal adalah
(Label) NORMAL 'descr.' SET (set) FOLLOWERS (label of fol.)

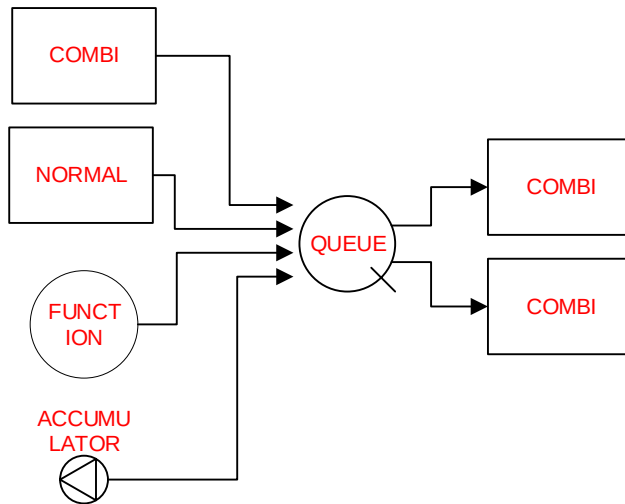
Contoh:

23 NORMAL 'Trk Return' SET 4 FOLLOWERS 27 30

3. Queue

Elemen Queue merupakan sumberdaya yang dibutuhkan untuk memproses suatu proses pekerjaan. Elemen Queue berhubungan dengan elemen Combi. Berikut merupakan kriteria elemen Queue :

1. Elemen Queue menahan sumberdaya yang mencapainya dan melepaskannya ke Elemen Combi ketika sumberdaya yang lain tersedia.
2. Tidak seperti proses pekerjaan, Elemen Queue hanya menyalurkan satu unit sumberdaya dalam satu waktu. Apabila satu unit sumberdaya tersedia dan semua elemen Combi siap untuk menerima atau menjalankan proses kerja, maka unit sumberdaya akan mulai dijalankan ke elemen Combi dengan nomor label terkecil.
3. Statistik tentang kinerja sumberdaya dapat dikumpulkan dalam elemen ini.



Gambar 2.5 Model Elemen Queue

Atribut berikut digunakan untuk mendefinisikan Queue :

- Label Numerik
- Tipe Elemen
- Judul node Queue (opsional)
- Fungsi Generate dan angka (ketika dibutuhkan)

Format penulisan untuk input elemen Normal adalah (Label) QUEUE 'description' GENERATE (number to be generated)

Contoh:

5 QUEUE 'Loader Idle'

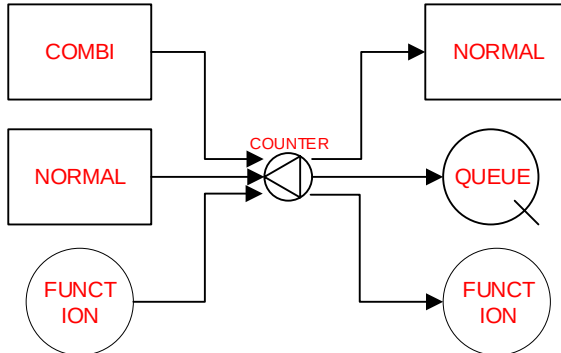
9 QUEUE 'Truck Queue' GENERATE 5

4. Function

Dua node "Function" digunakan dalam WebCyclone yaitu, Counter dan Consolidate.

Function Counter

Elemen Function Counter berfungsi untuk menghitung total siklus yang diselesaikan oleh sistem setiap ada unit yang melewatinya.



Gambar 2.6 Model Elemen Function Counter

Format umum untuk akumulator fungsi node (Counter) adalah

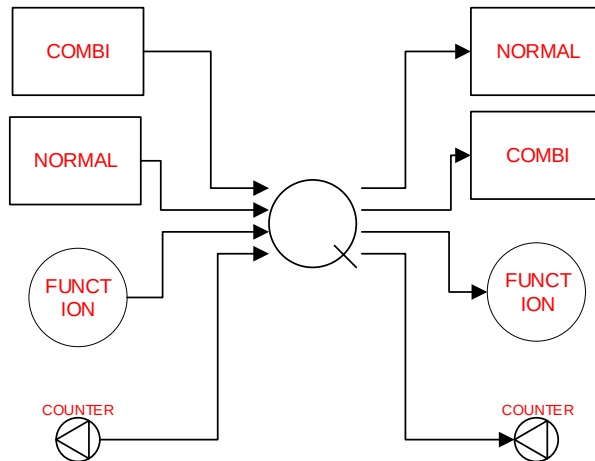
(Label.C) FUNCTION COUNTER FOLL (Label.F)
QUANTITY (Quant.)

Contoh:

9 FUNCTION COUNTER FOLLOWERS 11 7
QUANTITY 1

Function Consolidate

Elemen Function Consolidate memiliki fungsi untuk menyatukan sumberdaya pada elemen Queue yang terpecah dan sebagai pengumpul statistic.



Gambar 2.7 Model Elemen Function Consolidate

Format umum untuk akumulator fungsi node (Consolidate) adalah
 (Label.C) FUNCTION CONSOL (No. to Con.) FOLL
 (Label.F)

Contoh:

3 FUNCTION CONSOLIDATE 5 FOLLOWERS 12

2.9.3 Duration Input

Setiap elemen pekerjaan harus dibarengi dengan set angka durasi yang menyatakan tipe durasi dari pekerjaan dan distribusi parameter dari durasi pekerjaan yang dijadikan sample. Ada 2 kategori pekerjaan berdasarkan durasi-stationary pekerjaan dan nonstationary pekerjaan. Namun webcyclone hanya bisa melakukan/mengenali pekerjaan stationary.

Pekerjaan stationary tidak membutuhkan modifikasi yang berhubungan dengan parameter durasi karena pekerjaan tersebut diulang. Tidak seperti pekerjaan stationary, pekerjaan non stationary membutuhkan modifikasi dari durasi parameter yang menjelaskan distribusi dari durasi yang dijadikan sample.

Distribusi statistik dikenali oleh input modul dari program yang deterministic, uniform, triangular, beta, normal, and exponential. Ketika menggunakan distribusi tersebut, user diperlukan untuk dicantumkan dalam tiga karakter pertama dalam distribusi terpilih kemudian parameter yang menjelaskan distribusi statistik. Berikut adalah contoh dari bagaimana distribusi yang harus dijelaskan.

<u>Constant</u>		<u>DETERMINISTIC C</u> The constant duration
<u>Uniform</u>	C: A: B:	<u>UNIFORM A B</u> The low value of the duration The high value of the duration
<u>Triangular</u>	A: M: B:	<u>TRIANGULAR A M B</u> The low value of the duration The mode value of the duration The high value of the duration
<u>Beta</u>	A: B: α : β :	<u>BETA A B α β</u> The lowest value of the duration The highest value of the duration The first shape parameter of the beta distribution The second shape parameter of the beta distribution
<u>Normal</u>	μ : σ^2 :	<u>NORMAL μ σ^2</u> The mean of the duration The variance of the duration
<u>Exponential</u>	μ :	<u>EXPONENTIAL μ</u> The mean of the duration

Berikut ini adalah format umum untuk menentukan durasi stationary:

SET (set number) (distribution) SEED (seed number)

Set number adalah angka konstan yang harus dihubungkan dengan pekerjaan yang jelas, distribusi harus dari salah satu distribusi yang diberikan diatas, dan seed number adalah nilai konstan yang harus tidak kurang dari 1 dan tidak lebih besar dari 999999999.

User dapat default pada nilai dari seed number, dimana komputer akan menetapkan secara acak inisial seed number yang berhubungan dengan pekerjaan. Harus diperhatikan bahwa tidak ada seed number yang dibutuhkan untuk ditetapkan ketika durasi

deterministic dipilih. Berikut adalah contoh bagaimana distribusi dapat ditetapkan:

Deterministic:	SET 2 DET 12
Beta:	SET 2 BET 10 15 12 .5 SEED 4561111
or:	SET 2 BET 10 15 12 .5

2.9.4 Resource Input

Pada bagian ini, banyaknya unit pada setiap tipe resource yang digunakan pada proses jaringan adalah inisialisasi. Tipe resource termasuk alat berat (crane,truk) tenaga kerja (pekerja beton (kayaknya wkwk)) atau material (setumpuk batu bata). Untuk menginisialisasi resource, dibutuhkan 2 item informasi, yaitu :

1. Banyaknya unit di jaringan
2. Node “Queue” yang akan menjadi titik awal untuk unit di jaringan

Header dari bagian ini adalah RESOURCE INPUT, dimana harus diketik pada baris awal bagian ini.

Format umum untuk input baris adalah

(# of units) ‘description’ AT (label.N.) VAR (VC) FIX (FC)

Dimana :

1. Semua huruf bergaris bawah adalah kata kunci dan harus dimasukkan seperti pada contoh.
2. semua kata disertakan dengan tanda kurung.
 - a. No unit adalah banyaknya unit yang di inisialisasi pada noda ini
 - b. Label N adalah label angka pada noda tunggu dimana unit akan di inisialisasi
 - c. Vc adalah harga variabel yang berhubungan dengan unit tersebut.
 - d. FC adalah harga pasti yang berhubungan dengan unit tersebut.

Contoh :

3 ‘Trucks’ AT 8 VARIABLE 10.0 FIXED 25.5

Harga variabel adalah harga per jam dari resource yang ditentukan berdasarkan operasi aktual (bahan bakar, minyak, tenaga kerja, dll). Harga pasti adalah harga yang telah di konversi ke basis perjam, yang dikeluarkan terlepas dari item yang digunakan. Harga variabel diterapkan terutama pada penggunaan alat berat. Pencatatan/ pembuatan list harga variabel dan harga tetap tidak dibutuhkan untuk menjalankan program. Ini hanyalah input opsional.

2.9.5 End Data

Tahapan/prosesur ENDDATA (END) digunakan untuk memberi tanda akhir dari input data di webcyclone. Ini merupakan akhir baris dari data yang dimasukkan untuk jaringan.

Untuk menggunakan program ini, model simulasi operasi WebCyclone diterjemahkan dalam bentuk *coding* (bahasa program computer). Coding yang digunakan dalam WebCyclone adalah :

Tabel 2.1 Format Coding WebCyclone

Name	General Format
Normal Activity	(Label) <u>NORMAL</u> ‘descr.’ <u>SET</u> (set) <u>FOLLOWERS</u> (label of fol.)
Combination Activity	(Label.C) <u>COMBI</u> ‘descr.’ <u>SET</u> (set) <u>PREC</u> (Labels.P) <u>FOLL</u> (Labels.F)
Queue Node	(Label) <u>QUEUE</u> ‘description’
Generate Function Node	(Label) <u>QUEUE</u> ‘description’ <u>GENERATE</u> (number to be generated)
Consolidate Function Node	(Label.C) <u>FUNCTION</u> <u>CONSOL</u> (No. to Con.) <u>FOLL</u> (Label.F)
Counter	(Label.C) <u>FUNCTION</u> <u>COUNTER</u> <u>FOLL</u> (Label.F) <u>QUANTITY</u> (Quant.)

2.10 Method Productivity Delay Model (MPDM)

Teknik Mpdm adalah modifikasi dari waktu tradisional dan konsep *motion study*. Teknik ini dikembangkan untuk memberikan perusahaan konstruksi biasa arti dari mengukur, memprediksi, dan pengembangan metode produktivitas konstruksi (adrian, 1974). Ini menggabungkan elemen dari teknik lain seperti pekerjaan sampling, analisis fungsi produksi, analisis statistik, pengamatan waktu, dan penyeimbangan model. Masing2 teknik memiliki penerapan dan pengukuran produktivitas yang diinginkan. Namun tidak ada yg menyediakan cara yg mudah dalam mengukur, memprediksi, dan pengembangan metode produktivitas konstruksi pada perusahaan konstruksi biasa. Mpdm pada dasarnya mengambil sample berkelanjutan dari siklus produksi konstruksi, mencatat jumlah dan tipe keterlambatan yang terjadi selama siklus. Dari data tsb dilakukan perhitungan untuk menentukan efisiensi operasi dari hasil dokumentasi keterlambatan produktivitas yg diukur. Dari informasi ini, metode produktivitas dapat diperbaiki dengan mengambil langkah yang sesuai untuk mengurangi keterlambatan produktivitas. Langkah ini berdasarkan analisis harga yang diformulasi menggunakan prediksi peningkatan produksi dari contoh ketika keterlambatan telah diperbaiki.

Yang harus diperhatikan model ini dikembangkan untuk perusahaan konstruksi biasa. Ini didesain untuk penerapan pada perusahaan yang tidak mampu untuk menyewa konsultan profesional dan terbatasnya ketersediaan kemampuan manajemen untuk perencanaan dan pengawasan. Serta, harus diperhatikan bahwa tujuan mpdm adalah untuk mengukur, memprediksi dan memperbaiki metode produktivitas konstruksi. Penekanan tertentu diterapkan disini karena ada beberapa metode yang menunjukkan satu atau beberapa item tersebut tetapi tidak ada yang sepenuhnya menunjukkan semua item tersebut.

Mpdm diterapkan dalam 4 tahap, terdiri dari pengumpulan data, pemrosesan data, penstrukturan model dan penerapan model. Tahap pengumpulan data harus dilakukan dengan

penjelasan 3 konsep dari mpdm. Konsep ini menetapkan definisi dari (1) unit produksi (2) siklus produksi (3) metode sumberdaya terkemuka.

Definisi unit produksi merupakan basis dari model yang akan diukur, diprediksi dan diperbaiki metode produktivitasnya. Unit produksi adalah jumlah dari penjelasan pekerjaan produksi yang dapat dengan mudah diukur secara visual (Adrian dan Boyer, 1976). Beberapa contoh dari unit produksi adalah (1) pengangkutan bucket pengecoran (2) proses pengantaran beton dari truck ke concrete pump (3) peletakan blok beton atau bagian blok pada dinding (4) peletakan bagian bekisting. Definisi yang tepat untuk unit produksi sangat penting karena ini menunjukkan detail yang digunakan untuk metode pengukuran produktivitas. Akibat dari menetapkan unit produksi yang terlalu kecil atau terlalu besar yang berhubungan dengan elemen lain dari model mudah terlihat.

Jika blok beton ditetapkan sebagai unit produksi, itu akan menjadi sesuatu yang hamper tidak mungkin untuk mencatat semua siklus dari beberapa tukang batu dalam pembangunan dinding blok beton, apalagi mencatat informasi keterlambatan. Jika salah satu mendefinisikan unit produksi yang terlalu besar, seperti penyelesaian yang di cor in situ dengan menggunakan crane-metode penuangan bucket, pengumpulan informasi akan terlalu luas untuk focus dalam parameter yang mempengaruhi produktivitas dan dapat menyebabkan pemerataan data yang penting.

Siklus produksi hanya didefinisikan sebagai waktu antara kejadian berurutan dari unit produksi. Siklus produksi harus terukur secara kesatuan dan menjadi perwakilan produktivitas untuk setiap metode yang diamati. Definisi dari unit produksi dan siklus produksi sangat berhubungan dengan pengalaman individu dengan metode produktivitas yang dimodelkan.

The leading resource adalah konsep dasar yang ketiga. Konsep ini sulit untuk dipahami sampai individu tersebut terbiasa dengan proses MPDM. *The leading resource* didefinisikan

sebagai sumberdaya yang paling dasar yang digunakan di metode konstruksi. Sumberdaya ini menentukan produktivitas model ke titik itu, jika ada perubahan dalam jumlahnya, itu akan merubah metode produktivitas tanpa memperhatikan kehadiran atau kurangnya ketidakefisienan dan tanpa memperhatikan jumlah atau susunan dari sumberdaya yang lain (Adrian, 1974).

Konsep dari *leading resource* tidak digunakan pada tahap awal proses MPDM. Ini hanya digunakan ketika ada pertanyaan tentang kebenaran data yang didapat dalam metode produktivitas yang mana terjadi perubahan sumberdaya.

2.11 Tipe Keterlambatan

Setelah mendefinisikan unit produksi, siklus dan sumberdaya utama untuk metode produktivitas konstruksi tertentu, harus diputuskan tipe keterlambatan apa yang akan dikenali dan didokumentasikan pada proses pengumpulan data. Walaupun tipe keterlambatan khusus dapat didefinisikan, lima tipe keterlambatan dianggap mendasar ke semua metode produktivitas konstruksi modern. Berikut adalah keterlambatan dan contoh dari masing-masing yang disarankan khusus:

1. Lingkungan : perubahan keadaan tanah, perubahan bagian dinding, perubahan kelurusan jalan
2. Peralatan : keperluan peralatan dalam pengangkutan, peralatan operasi dengan kapasitas produksi yang kurang
3. Tenaga Kerja : pekerja menunggu pekerja lain, pekerja yang malas, pekerja yang kelelahan, pekerja yang tidak produktif karena kekurangan pengetahuan atau pelatihan untuk pekerjaan
4. Material : material tidak tersedia untuk peralatan atau permintaan tenaga kerja, kerusakan material
5. Manajemen : kurangnya perencanaan dalam metode

kombinasi sumberdaya dan penempatan, operasi sekunder bertentangan dengan metode produktivitas, kurangnya metode perencanaan tata letak

Keterlambatan ini berlaku pada proyek secara umum dan dapat ditambahkan atau dihilangkan tergantung pada kebutuhan pengguna. Mendokumentasikan keterlambatan pada tiap siklus merupakan aktivitas yang sangat terampil dan memerlukan pengalaman. kemampuan model pengguna untuk memilih tipe keterlambatan produktivitas secara normal meningkat dengan pengalaman praktisnya dan seiring dengan kompleksitas dari metode yang bersangkutan meningkat (Adrian and Boyer 1976). Tipe keterlambatan harus independen secara relatif dan terlihat sementara menetapkan secara akurat untuk mencakup seluruh keterlambatan yang diharapkan.

Untuk mendokumentasikan keterlambatan dan siklus produksi, pengguna secara mudah dan terus menerus mengamati waktu siklus produksi dari awal sampai selesai, mengamati keterlambatan atau mengambil waktu secara terpisah dari siklus produksi dan pembagian keterlambatan dengan pendekatan presentase atau dokumentasi aktual ketika lebih dari satu keterlambatan terjadi dalam satu siklus. Time-lapse photography disarankan untuk kasus dimana metodenya sangat rumit dan waktu siklus produksi sangat pendek yang menyebabkan pengguna mpdm tidak bisa melacak semua data yang dibutuhkan.

2.12 Analisa Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis dari hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sistem produksi dalam menghasilkan output. Suatu parameter dikatakan sensitif apabila setiap perubahan nilai parameter atau faktor perhitungan akan mengubah output secara signifikan. Dalam hal ini tingkat produktivitas operasi konstruksi.

Tujuan utama analisis sensitivitas antara lain :

1. Memperbaiki cara pelaksanaan proyek yang sedang dilaksanakan.
2. Memperbaiki jumlah sumber daya yang digunakan dengan membandingkan biaya yang ditimbulkan.
3. Mengurangi resiko kerugian dengan menunjukkan beberapa tindakan pencegahan yang harus diambil.

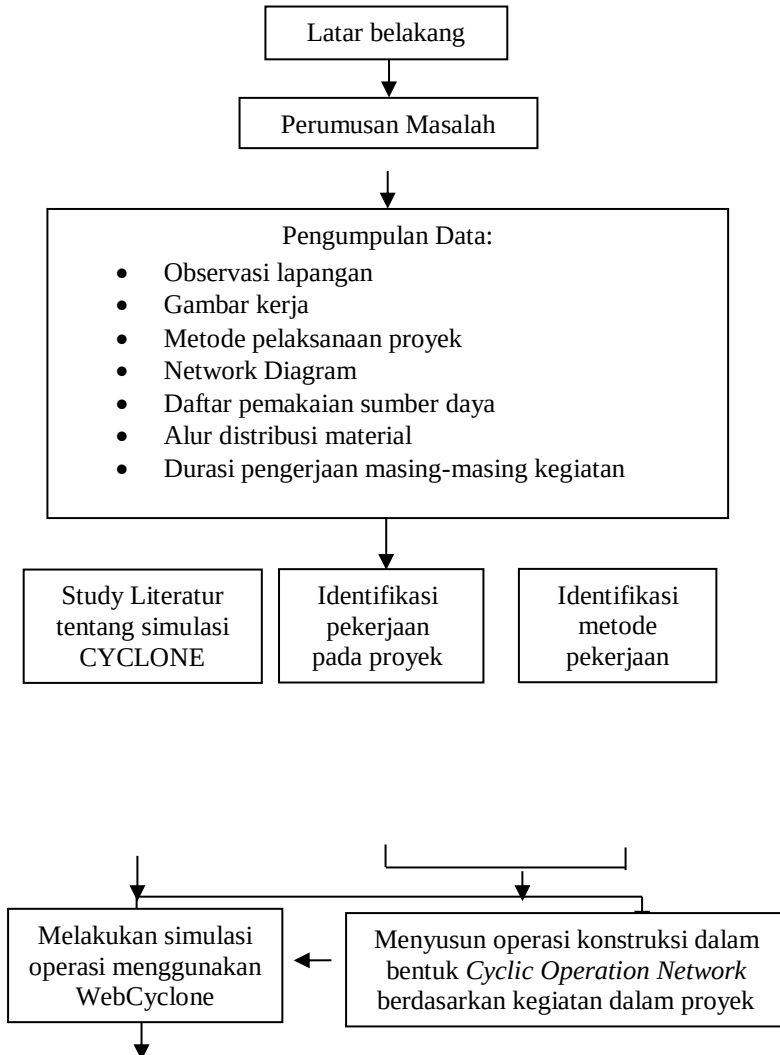
Dalam analisis sensitivitas, percobaan atas segala kemungkinan harus dilakukan, sehingga analisa dilakukan berulang. Hal ini dilakukan karena banyaknya ketidakpastian yang mungkin terjadi di waktu mendatang. Tiga hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Adanya *cost overrun*, yaitu kenaikan biaya-biaya, seperti biaya konstruksi, biaya bahan baku, produksi, dsb.
2. Penurunan produktivitas.
3. Mundurnya jadwal pelaksanaan proyek.

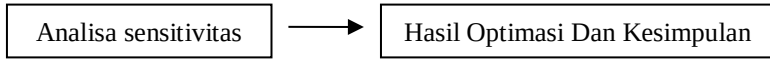
BAB III METODOLOGI

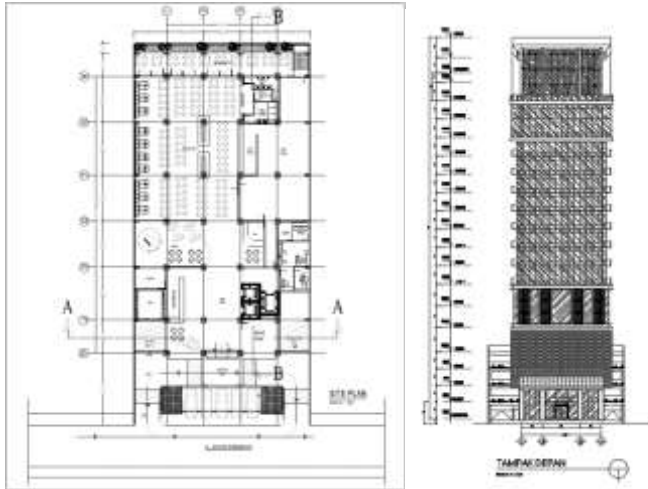
3.1 Bagan Alir Metodologi

Berikut merupakan bagan alir penelitian ini :



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.3 Site Layout dan Tampak Depan Hotel Dafam
(Sumber : PT. Sinar Waringin Adikarya)

3.3 Langkah Metodologi

Langkah-langkah dalam Simulasi Operasi Konstruksi Pekerjaan Beton pada Proyek Hotel Dafam dengan menggunakan WebCyclone adalah sebagai berikut :

3.3.1 Pengumpulan Data

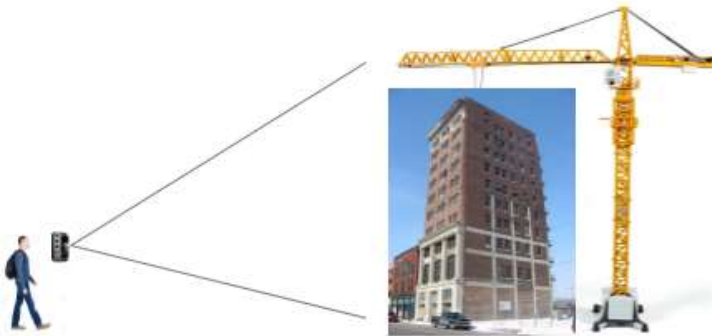
Data-data yang dibutuhkan untuk Simulasi Operasi Konstruksi Pekerjaan Beton Gedung Hotel Dafam adalah sebagai berikut :

- Siteplan, Layout, ShopDrawing* pelaksanaan struktur
- Metode pelaksanaan struktur
- Network Diagram
- Pemakaian SDM dan Alat berat
- Alur distribusi material dari kedatangan sampai proses pelaksanaan di lapangan
- Waktu pengerjaan masing-masing kegiatan dalam operasi konstruksi

Untuk pengumpulan data durasi pengerjaan dari masing-masing kegiatan dalam operasi konstruksi, digunakan dua metode, yaitu :

1. Observasi Lapangan dengan Metode Time-Lapse Photography

Observasi ini dilakukan dengan cara merekam kegiatan-kegiatan pekerjaan yang terjadi dalam proyek Hotel Dafam Kayon Surabaya selama beberapa hari. Dari hasil rekaman tersebut, kita bisa mengamati durasi dari masing-masing pekerjaan yang terjadi dalam proyek yang nantinya akan menjadi data input dalam simulasi WebCyclone.



Gambar 3.4 Ilustrasi Perekaman Kegiatan Operasi Konstruksi

2. Wawancara Tenaga Ahli

Wawancara dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung. Wawancara ini dilakukan untuk dapat mengetahui informasi mengenai proyek secara keseluruhan yang diperoleh dari tenaga ahli di lokasi konstruksi tersebut.

3.3.2 Identifikasi Pekerjaan pada Proyek

Mengidentifikasi pekerjaan dimaksudkan untuk menguraikan pekerjaan menjadi komponen-komponen yang dinamakan kegiatan (Activity). Pekerjaan yang akan dibahas pada proyek ini menitikberatkan pada pelaksanaan struktur atas. Pekerjaan yang dibahas yaitu pelaksanaan kolom, balok dan pelat. Pembangunan Hotel Dafam ini terbagi menjadi beberapa tahapan besar yaitu,

pembesian, perakitan bekisting, pengecoran dan pembongkaran bekisting.

3.3.3 Penyusunan Model Simulasi Konstruksi

Tahap awal untuk melakukan simulasi menggunakan WebCyclone adalah dengan penyusunan Model simulasi konstruksi. Model simulasi konstruksi merupakan Model dari kegiatan konstruksi yang dilengkapi dengan adanya sumber daya yang bekerja di dalam tiap pekerjaannya. Berikut merupakan contoh permodelan simulasi operasi konstruksi.

Gambar 3.5 Contoh Pemodelan Kegiatan “Dry Batch Delivery”

3.3.4 Coding

Setelah dilakukan pemodelan, proses simulasi dilakukan dengan menggunakan program WebCyclone, untuk itu terlebih dahulu dilakukan *coding* terhadap model yang telah dibuat. Di dalam coding ini terdapat tiga data *input* yang diperlukan, yaitu *Network Input*, *Duration Input* dan *Resource Input*.

- *Network Input* merupakan jaringan kerja dari jenis-jenis pekerjaan yang dilakukan. Format Coding untuk Network Input adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Format Coding Network Input

Name	General Format
Normal Activity	(Label) <u>N</u> ORMAL ‘descr.’ <u>S</u> ET (set) <u>F</u> OLLOWERS (label of fol.)
Combination Activity	(Label.C) <u>C</u> OMBI ‘descr.’ <u>S</u> ET (set) <u>P</u> REC (Labels.P) <u>F</u> OLL (Labels.F)
Queue Node	(Label) <u>Q</u> UEUE ‘description’
Generate Function Node	(Label) <u>Q</u> UEUE ‘description’ <u>G</u> ENERATE (number to be generated)
Consolidate Function Node	(Label.C) <u>F</u> UNCTION CONSOL (No. to Con.) <u>F</u> OLL (Label.F)

Counter	(Label.C) <u>FUNCTION COUNTER FOLL</u> (Label.F) <u>QUANTITY</u> (Quant.)
---------	--

- *Duration Input* merupakan data durasi dari pekerjaan yang dilakukan.
- *Resource Input* merupakan data sumber daya yang dibutuhkan dari pekerjaan yang dilakukan.

Setelah penyusunan *coding*, dilakukan aktivitas run pada WebCyclone
(https://engineering.purdue.edu/CEM/People/Personal/Halpin/Sim/index_html).

3.3.5 Simulasi Model Simulasi Konstruksi dan Analisa Sensitivitas

Dari hasil *run* menggunakan WebCyclone dapat diketahui tingkat produktivitas. Sebelum melakukan *run*, terlebih dahulu dibatasi durasi waktu yang diinginkan atau jumlah waktu siklus yang diinginkan. Tingkat validasi data produktivitas yang dihasilkan dapat diketahui dari grafik produktivitas yang mulai menunjukkan kondisi stabil. Berdasarkan data tersebut diperoleh nilai produktivitas dari operasi konstruksi pekerjaan beton. Selain itu, simulasi WebCyclone juga dapat mengetahui besar *idle time* setiap sumber daya yang didefinisikan.

Analisa sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sumber daya mana yang paling berpengaruh dalam proses operasi konstruksi ini. Hal ini bisa ditelusuri dengan melihat *idle time* masing-masing sumber daya. Sensitivitas dilakukan pada sumberdaya yang memiliki *idle time* kecil yang berarti memiliki tingkat kesibukan yang tinggi apakah perlu ditambahkan atau tidak, atau sumber daya yang memiliki *idle time* tinggi, yang berarti memiliki tingkat kesibukan yang rendah apakah perlu dikurangi atau tidak.

BAB IV

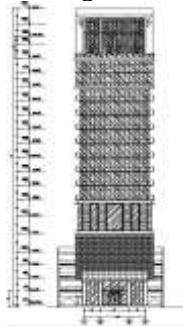
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek pembangunan Gedung Hotel Dafam Surabaya merupakan bangunan bertingkat 16 lantai dan 1 lantai semi basement yang terletak di Jalan Kayon, Surabaya. Overview proyek sebagai berikut :

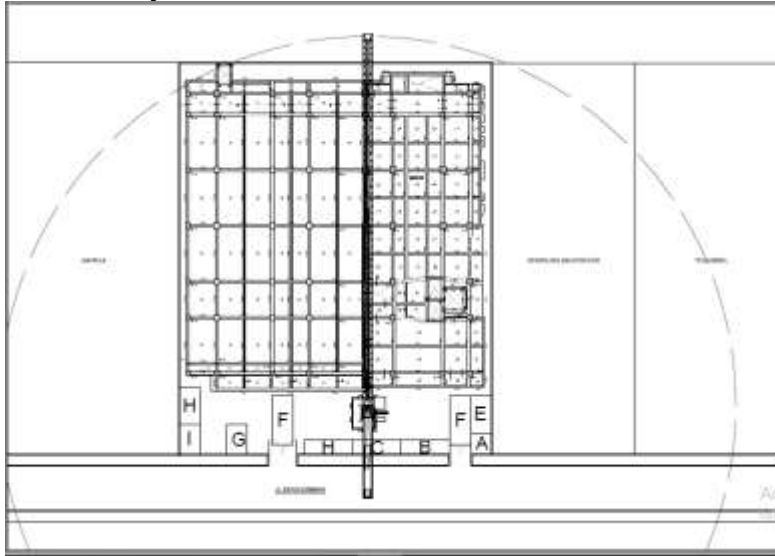
- Nama Proyek : Hotel Dafam
- Lokasi Proyek : Jalan Kayon, Surabaya, Jawa Timur
- Pemilik Proyek : PT. Surabaya Mercusuar Indonesia
- Kontraktor Pelaksana : PT. Sinar Waringin Adikarya
- Konsultan Perencana : PT. Pensil Desain
- Konstruksi Bangunan : Struktur Beton Bertulang

Perihal yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah pelaksanaan struktur pada lantai 1 sampai dengan lantai atap. Pekerjaan yang ditinjau meliputi operasi konstruksi pekerjaan beton struktur atas (kolom, balok dan pelat) Gedung Hotel Dafam Surabaya.



Gambar 4.1 Tampak Depan Hotel Dafam
(Sumber : PT. Sinar Waringin Adikarya)

4.2 Site Layout

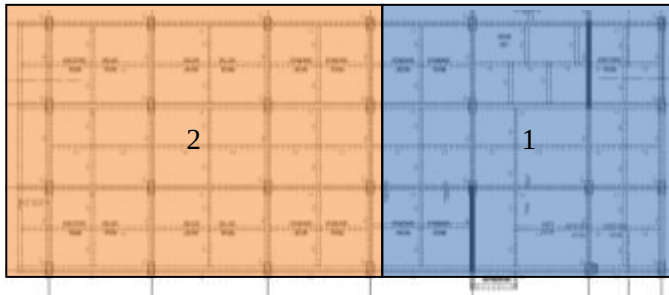


Gambar 4.2 *Site Layout* Hotel Dafam

Berikut merupakan *site layout* dari Proyek Pembangunan Hotel Dafam Surabaya

- A. Pos Satpam
- B. *Stockyard* Besi
- C. Fabrikasi Besi
- D. Tower Crane
- E. Tempat penumpukan sementara *scaffolding* dan material
- F. Tempat *Concrete Pump* (pada saat pengecoran)
- G. Lokasi pengangkutan material (Crane)
- H. *Stockyard* Kayu
- I. Fabrikasi Kayu

4.3 Pembagian Zona



Gambar 4.1 Pembagian Zona Hotel Dafam Surabaya

4.4 Metode Pelaksanaan

Dalam proses pelaksanaan konstruksi diperlukan sebuah perencanaan metode pelaksanaan kerja yang tepat. Urutan-urutan kegiatan yang dilaksanakan pada proyek ini adalah pengadaan material, fabrikasi besi, perakitan bekisting, pengangkatan besi dan bekisting menggunakan tower crane, pemasangan besi dan bekisting dan pengecoran.

4.4.1 Pekerjaan Pembesian

Dalam kegiatan pembesian terdapat beberapa tahapan, yaitu

1. Pengangkutan ketika material besi datang lalu diletakkan di tempat penyimpanan.
2. Proses pemotongan besi menggunakan *barcutter* yang disesuaikan dengan gambar shop drawing rencana.
3. Proses pembengkokan besi menggunakan *barbender* yang disesuaikan dengan gambar shop drawing rencana.
4. Besi yang telah siap diletakkan di lokasi pengangkatan untuk menunggu proses pengangkatan dan pemasangan.

4.4.1.1 Kedatangan Material Besi

Kedatangan material besi didatangkan dari pabrik atau toko. Sesuai dengan tahapan pekerjaan pembesian, Material besi yang datang pada lokasi proyek dilanjutkan dengan pengangkutan dan

penyusunan material menuju ke tempat penyimpanan besi di lokasi proyek. Dalam kegiatan ini dibutuhkan 2 *resources*, yaitu :

1. Pekerja (*Labor*)
2. Material Besi

4.4.1.2 Pemotongan Besi

Pemotongan material besi dilakukan oleh tukang besi dengan menggunakan alat *bar cutter*.



Gambar 4.3 Pemotongan besi menggunakan *BarCutter*
Dalam kegiatan pemotongan besi dibutuhkan 3 *resources*, yaitu:

1. Tukang Besi
2. Material Besi
3. *Bar Cutter*

4.4.1.3 Pembengkokan Besi

Setelah proses pemotongan besi, dilanjutkan dengan proses pembengkokan besi dengan menggunakan alat *bar bender*.



Gambar 4.4 Pembengkokan besi menggunakan *Bar Bender*
 Dalam kegiatan pembengkokan besi dibutuhkan 3 *resources*,
 yaitu:

1. Tukang Besi
2. Material Besi yang sudah terpotong
3. *Bar Bender*

4.4.1.4 Perakitan Besi

Setelah tulangan melalui proses pemotongan dan pembengkokan, tulangan lalu dirakit dan dipindahkan ke lokasi pengangkatan.



Gambar 4.5 Perakitan besi

Dalam kegiatan perakitan besi dibutuhkan 2 *resources*, yaitu :

1. Tukang Besi
2. Besi yang sudah difabrikasi

4.4.1.5 Pengangkatan Besi

Mobilisasi vertikal material menuju lokasi pemasangan menggunakan alat berat Tower Crane.



Gambar 4.6 Pengangkatan material menggunakan Tower Crane

Dalam kegiatan pengangkatan besi dibutuhkan 3 resources, yaitu :

1. Pekerja (*Labor*)
2. Tower Crane
3. Besi yang sudah difabrikasi

4.4.1.6 Pemasangan Besi

Tulangan yang sudah berada di lokasi langsung dipasang.



Gambar 4.7 Pemasangan besi

Dalam kegiatan pemasangan besi dibutuhkan 2 resources, yaitu:

1. Tukang Besi
2. Besi yang sudah difabrikasi

4.4.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting memiliki 2 tahap yaitu perakitan dan pemasangan bekisting.

4.4.2.1 Perakitan Bekisting

Perakitan bekisting dilakukan untuk mendapatkan ukuran bekisting yang dibutuhkan.



Gambar 4.8 Perakitan bekisting

Dalam kegiatan perakitan bekisting dibutuhkan 2 resources, yaitu:

1. Tukang Bekisting
2. Material Bekisting

4.4.2.2 Pengangkatan dan Pemasangan Bekisting

Setelah bekisting selesai dirakit, tahap selanjutnya adalah pengangkatan bekisting menggunakan tower crane menuju ke lokasi pemasangan.



Gambar 4.9 Pengangkatan dan pemasangan bekisting

Dalam kegiatan pengangkatan dan pemasangan bekisting dibutuhkan 3 resources, yaitu :

1. Pekerja (*Labor*)
2. Tower Crane
3. Bekisting

4.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan dengan menggunakan *Concrete Pump* supaya durasi pelaksanaannya lebih cepat. Beton yang digunakan dalam pengecoran disupply oleh readymix.



Gambar 4.10 Pengecoran menggunakan *bucket*

Dalam kegiatan pengecoran dibutuhkan 4 resources, yaitu:

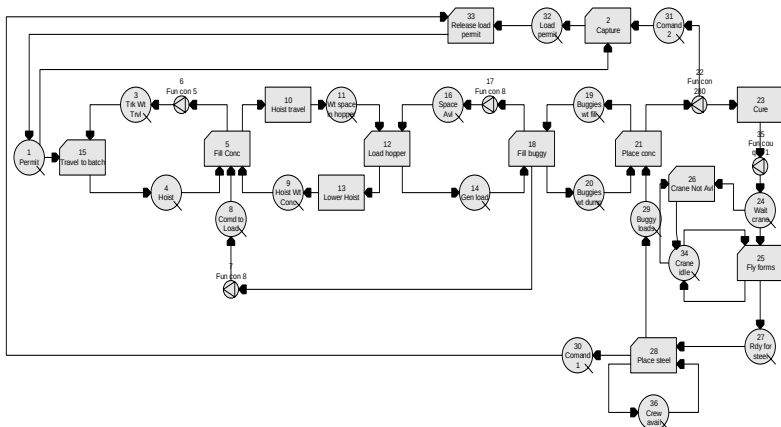
1. Mixer
2. Concrete Pump
3. Tukang

4.5 Penyusunan Model Simulasi Konstruksi

Secara garis besar, tahapan operasi konstruksi pekerjaan beton pada proyek hotel Dafam Kayon Surabaya menggunakan *Cyclone* terbagi menjadi 3 pekerjaan utama, yaitu pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.11.

Proses Pekerjaan :

1. Beton diproduksi di fasilitas batching plan milik perusahaan Ready Mix dan diangkut ke lokasi pembangunan dengan menggunakan truk mixer.
2. Beton Ready Mix dipindahkan ke lokasi pengecoran dengan menggunakan hoist.
3. Diasumsikan tiap truck mengangkut 6 m³ beton, sedangkan kapasitas angkut hoist sebesar 1.5 m³. Oleh karena itu, tiap kedatangan 1 truk mixer membutuhkan 4 siklus hoist.
4. Setiap 1.5 m³ beton ditampung di hopper pada lokasi pengecoran.
5. Kapasitas angkut gerobak dorong sekali jalannya adalah 0.15 m³. Oleh karena itu, setiap muatan hopper membutuhkan 10 siklus angkut gerobak dorong.
6. Total kebutuhan beton satu lantainya adalah 1760 muatan gerobak dorong (264 m³ / 0.15 m³ per gerobak dorong) volume tiap lantai membutuhkan 264 m³ beton.
7. Beton melalui proses curing tiap lantainya.
8. Tower Crane memindahkan bekisting ke lantai selanjutnya.
9. Pekerja memulai pekerjaan pembesian di lantai selanjutnya.



Gambar 4.11 Model Simulasi Konstruksi

1. 'Que' Permit
Merupakan sumberdaya yang diperlukan untuk melanjutkan kegiatan selanjutnya. Resource yang dimaksud dalam poin ini adalah permit / izin untuk melanjutkan kegiatan,
2. 'Combi' Capture
Merupakan kegiatan yang membutuhkan 2 laporan dari poin 1 dan 31 untuk bisa melanjutkan aktivitas kerja.
3. 'Que' Truck Wait Travel
Merupakan sumberdaya truk mixer yang dibutuhkan untuk aktivitas kerja transportasi beton ready mix pada poin 15.
4. 'Que' Hoist
Merupakan sumberdaya Tower Crane yang dibutuhkan untuk kegiatan mengangkut beton ready mix dari truck mixer menuju lokasi pengecoran atau hopper.
5. 'Combi' Fill Concrete
Merupakan kegiatan pemindahan beton dari truck mixer ke hoist pada tower crane yang nantinya akan dilanjutkan ke lokasi pengecoran atau hopper.
6. Fun Con 4 Fol 3
Function Consolidate 4 merupakan pengumpulan 4 siklus perputaran pengangkutan beton menggunakan tower crane dari truk mixer menuju hopper.
7. Fun Con 10 Fol 8
Function Consolidate 10 merupakan pengumpulan 10 siklus pengisian beton dari tower crane ke hopper.
8. 'Que' Command To Load
Merupakan sumberdaya yang berupa perintah untuk memulai proses pengisian beton ke dalam hoist.
9. 'Que' Hoist Wait Concrete
Merupakan sumberdaya tower crane yang menunggu untuk melakukan pengisian beton dari truk mixer.
10. 'Normal' Hoist Travel
Merupakan kegiatan pengangkutan beton dari truk mixer menuju lokasi pengecoran atau hopper setelah melakukan kegiatan pengisian beton pada hoist di poin 5.

11. 'Que' Wait Space In Hopper
Merupakan sumberdaya yang artinya menunggu tempat pada hopper.
12. 'Combi' Load Hopper
Merupakan kegiatan untuk memasukkan beton ready mix yang diangkut oleh tower crane ke dalam hopper.
13. 'Normal' Lower Hoist
Merupakan kegiatan pengembalian hoist tower crane ke tempat truk mixer untuk proses pengisian beton selanjutnya.
14. 'Que' Generate Loads
Merupakan sumberdaya beton ready mix yang dikeluarkan dari hopper untuk mengisi gerobak dorong pada poin 18 yang nantinya berfungsi untuk menyebarkan beton pada lokasi pengecoran.
15. 'Combi' Travel To Batch
Merupakan kegiatan transportasi beton ready mix dari batching plan menuju lokasi proyek. Untuk melakukan aktivitas kerja ini dibutuhkan sumberdaya Truck pada poin 3 dan izin pada poin 1
16. 'Que' Space Available
Merupakan sumberdaya yang memiliki arti hopper sudah memiliki tempat untuk menampung beton ready mix selanjutnya dari tower crane.
17. Fun Con 10 Fol 16
Function Consolidate 10 merupakan pengumpulan 10 siklus pengisian beton gerobak dorong dari hopper.
18. 'Combi' Fill Buggy
Merupakan kegiatan pengisian gerobak dorong dengan beton ready mix yang nantinya akan melakukan proses pengecoran pada lokasi.
19. 'Que' Buggies Wait Fill
Merupakan sumberdaya gerobak dorong yang menunggu atau mengantri untuk mengisi beton dari hopper pada poin 12.
20. 'Que' Buggies Wait Dump

Merupakan sumberdaya beton pada gerobak dorong yang akan disebar pada lokasi pengecoran (proses pengecoran pada poin 21).

21. 'Combi' Place Concrete

Merupakan kegiatan pengecoran yang dilakukan dengan sumberdaya pada poin 20 dan 29.

22. Fun Con 1760 Fol 3

Function Consolidate adalah pengumpulan 1760 siklus pekerjaan pengecoran dengan menggunakan gerobak dorong.

23. 'Normal' Cure

Merupakan kegiatan curing atau perawatan beton dengan menggunakan teknik penyiraman secara berkala dan dilapisi dengan stereofom yang berfungsi untuk mengontrol suhu beton setelah proses pengecoran sehingga tidak terjadi retak dan kerusakan beton. Pada proses pengontrolan suhu ini juga dilakukan pemeriksaan suhu secara bertahap dengan menggunakan alat thermocouple yang sudah ditanam dalam beton.

24. 'Que' Wait Crane

Merupakan sumberdaya tower crane yang berfungsi untuk memindahkan bekisting ke lantai selanjutnya pada poin 25.

25. 'Combi' Fly Forms

Merupakan kegiatan pemindahan bekisting ke lantai selanjutnya. Kegiatan ini membutuhkan sumberdaya tower crane pada poin 24 dan 34

26. 'Combi' Crane Not Available

Merupakan kegiatan yang dimunculkan saat tower crane tidak tersedia atau sedang terpakai.

27. 'Que' Ready For Steel

Merupakan sumberdaya besi yang akan dirakit pada proses pembesian di poin 28.

28. 'Combi' Place Steel

Merupakan kegiatan pembesian struktur balok, kolom dan plat pada proyek ini.

29. 'Que' Buggy Loads
Merupakan sumberdaya yang menunjukkan perintah untuk mengisi gerobak dorong dengan beton.
30. 'Que' Command 1
Merupakan sumberdaya yang berupa laporan untuk menunjukkan bahwa pekerjaan pembesian sudah selesai.
31. 'Que' Command 2
Merupakan sumberdaya yang berupa laporan untuk menunjukkan bahwa pekerjaan pengecoran sudah selesai.
32. 'Que' Load Permit
Merupakan sumberdaya yang berupa proses perizinan untuk melanjutkan proses pekerjaan selanjutnya.
33. 'Combi' Release Load Permit
Merupakan kegiatan untuk memproses izin kerja pekerjaan selanjutnya.
34. 'Que' Crane Idle
Merupakan sumberdaya tower crane yang tersedia dan bisa digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.
35. Fun Cou Qua 1 Fol 24
Function Counter merupakan titik dimana terhitungnya satu siklus pekerjaan. Yang dimana satu siklusnya adalah satu lantai.
36. 'Que' Crew Available
Merupakan sumberdaya tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian pada poin 28.

4.6 Pengolahan dan Analisis Data

4.6.1 Pemodelan Simulasi Konstruksi

Tahap Pertama yang dilakukan adalah penyusunan model simulasi konstruksi, penyusunan model simulasi konstruksi dilakukan menggunakan logika pekerjaan *predecessor* dan *follower* serta alur sumberdaya yang terlibat dengan menggunakan Microsoft Visio. Secara garis besar model simulasi konstruksi dapat dimodelkan seperti gambar 4.11

Identifikasi Flow Unit

Dalam pembuatan model Cyclone, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi sumber daya (*resources*) dan tugas (*tasks*) yang dibutuhkan dalam pelaksanaan operasinya. Adapun *flow unit* dalam pekerjaan beton adalah :

Resources

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Material | 6. Steel Crew |
| 2. Labor | 7. Bait |
| 3. Crane | 8. Mixer |
| 4. Formwork Crew | 9. Concrete Pump |
| 5. Steelbar | |

Tasks

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. Move To Lifting Area | 7. Swing Crane |
| 2. Hoist Travel | 8. Drop Steelbar |
| 3. Drop Material | 9. Crane Return |
| 4. Install Formwork | 10. Steelbar Install |
| 5. Fabricate | 11. Load Concrete Pump |
| 6. Lift The Steelbar | 12. Pour Concrete |

4.6.2 Perumusan Coding

Untuk mengoperasikan Webcyclone, kita harus menyusun coding terlebih dahulu. Terdapat 3 jenis input data coding yang dibutuhkan dalam pengoperasian Webcyclone, yaitu *Network Input*, *Duration Input* dan *Resource Input*.

4.6.2.1 Network Input

- 1 QUE 'PERMIT'
- 2 COMBI 'CAPTURE' SET 1 PRE 1 31 FOL 32
- 3 QUE 'TRK WT TRVL'
- 4 QUE 'HOIST' GEN 4
- 5 COMBI 'FILL CONC' SET 2 PRE 4 8 9 FOL 6 10
- 6 FUN CON 4 FOL 3
- 7 FUN CON 10 FOL 8
- 8 QUE 'COMD TO LOAD'
- 9 QUE 'HOIST WT CONC'

10 NORMAL 'HOIST TRVL' SET 3 FOL 11
 11 QUE 'WT SPACE IN HOPPER'
 12 COMBI 'LOAD HOPPER' SET 4 PRE 11 16 FOL 13 14
 13 NORMAL 'LOWER HOIST' SET 5 FOL 9
 14 QUE 'GEN LOADS' GEN 10
 15 COMBI 'TRAVEL TO BATCH' SET 6 PRE 3 1 FOL 1 4
 16 QUE 'SPACE AVAIL'
 17 FUN CON 10 FOL 16
 18 COMBI 'FILL BUGGY' SET 7 PRE 14 19 FOL 7 20 17
 19 QUE 'BUGGIES WT FILL'
 20 QUE 'BUGGIES WT DUMP'
 21 COMBI 'PLACE CONC' SET 8 PRE 20 29 FOL 19 22
 22 FUNCTION CON 1760 FOL 31 23
 23 NORMAL 'CURE' SET 9 FOL 35
 24 QUE 'WAIT CRANE'
 25 COMBI 'FLY FORMS' SET 10 PRE 24 34 FOL 34 27
 26 COMBI 'CRANE NOT AVAIL' SET 14 PRE 24 34 FOL
 34
 27 QUE 'RDY FOR STEEL'
 28 COMBI 'PLACE STEEL' SET 12 PRE 36 27 FOL 30 29
 36
 29 QUE 'BUGGY LOADS' GEN 1760
 30 QUE 'COMMAND 1 '
 31 QUE 'COMMAND 2 '
 32 QUE 'LOAD PERMIT'
 33 COMBI 'RELEASE LOAD PERMIT' SET 13 PRE 32 30
 FOL 1
 34 QUE 'CRANE IDLE'
 35 FUN COUNTER QUA 1 FOL 24
 36 QUEUE 'CREW AVAIL'

4.6.2.2 Duration Input

SET 1 0
 SET 2 TRI 0.4 0.6 0.8
 SET 3 TRI 0.25 0.5 0.75

SET 4 TRI 0.3 0.4 0.5
SET 5 TRI 0.2 0.3 0.4
SET 6 TRI 1.5 3 4.5
SET 7 TRI 0.15 0.2 0.45
SET 8 TRI 0.2 0.3 0.4
SET 9 TRI 120 150 180
SET 10 TRI 12 15 18
SET 12 TRI 15 17.5 20
SET 13 0
SET 14 TRI 1 2 3

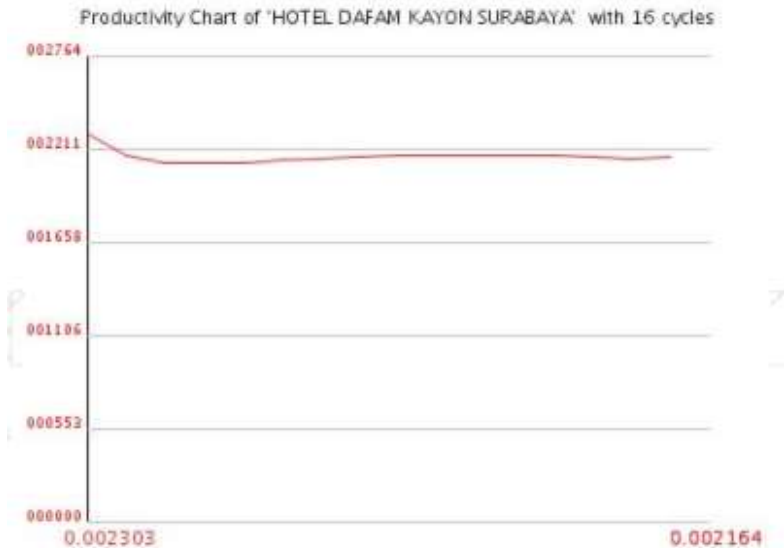
4.6.2.3 Resource Input

1 AT 36
1 AT 1
2 AT 3
1 AT 8
1 AT 9
1 AT 16
12 AT 19
1 AT 29
1 AT 34

4.7 Simulasi Model Simulasi Konstruksi

'HOTEL DAFAM KAYON SURABAYA'		
PRODUCTIVITY INFORMATION		
Sim. Time	Cycle No.	Productivity Per Time Unit
434.2	1	0.002303
920.6	2	0.002173
1408.9	3	0.002129
1879.2	4	0.002129
2350.6	5	0.002127
2793.3	6	0.002148
3249.8	7	0.002154
3699.0	8	0.002163
4141.5	9	0.002173
4606.1	10	0.002171
5056.2	11	0.002176
5521.5	12	0.002173
5982.5	13	0.002173
6463.3	14	0.002166
6946.0	15	0.002160
7392.1	16	0.002164

Gambar 4.12 Hasil Produktivitas



Gambar 4.13 Grafik Produktivitas Siklus

Hasil yang diperoleh dari pemodelan Webcyclone menunjukkan bahwa tingkat produktivitas pada siklus ke-1 adalah sebesar 0,002303 siklus per jam. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.12 dan gambar 4.13 yang menunjukkan produktivitas pada tiap-tiap siklus dan grafik produktivitas dari pekerjaan beton selama 16 siklus. Produktivitas dalam satu siklus didapat sebesar 0,002303 siklus per jam. Jika dalam satu hari terdapat 10 jam kerja, maka satu siklus dapat diselesaikan dalam waktu 43,43 hari atau kurang lebih 44 hari kerja.

HOTEL BAHAMAKAYON SURABAYA						
CYCLOPE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	%	Name	Active Counts	Average Duration	Maximum Duration	Minimum Duration
CONCRETE	4	CAP/PVE	20	0.3	0.8	0.2
CONCRETE	3	FILL CONC	2018	0.4	0.8	0.2
HOISTING	10	HOIST DRUM	2018	0.3	0.7	0.3
CONCRETE	11	LOAD HOPPER	2018	0.4	0.3	0.3
HOISTING	13	LOWER HOIST	2018	0.3	0.4	0.2
CONCRETE	13	TRUCK TO BATCH	50	1.0	4.4	1.0
CONCRETE	18	FILL WOOD	2017	0.3	0.4	0.2
CONCRETE	21	PLACE CONC	2018	0.3	0.4	0.2
HOISTING	23	CLIMB	10	143.0	175.1	121.9
CONCRETE	23	ELY FORGE	10	31.7	33.1	30.1
CONCRETE	28	CRANE RIG ATTACH	0	0	0	0
CONCRETE	28	PLACE STEEL	10	34.7	37.1	32.0
CONCRETE	31	RELEASE LOAD PERMIT	10	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.14 Durasi Kegiatan

HOTEL BAHAMAKAYON SURABAYA									
CYCLOPE PASSIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION									
Type	%	Name	Average Unit Idle	Max. Idle Unit	Units not empty	% Idle	Total Unit Time	Average % Idle	Units at end
QUEUE	1	PERMIT	0.4	1	2358.2	54.01	1502.1	5.3	0
QUEUE	1	TRUCK W/ TRAIL	0.3	2	2300.7	51.32	1502.1	3.3	1
GEN	4	HOIST	1.7	3	1234.0	46.21	1502.1	3.7	1
QUEUE	8	COMMAND TO LOAD	0.0	1	9.2	0.35	1502.1	0.0	0
QUEUE	9	HOIST W/ CONC	0.4	1	2306.4	51.42	1502.1	1.0	1
QUEUE	11	W/ SPACE IN HOPPER	0.0	1	0.3	0.00	1502.1	0.0	0
GEN	11	CRANE LOADS	2.0	10	2508.0	53.40	1502.1	0.7	1
QUEUE	18	SPACE ZONE	0.3	1	2535.0	54.43	1502.1	0.0	0
QUEUE	19	BUCKLES W/ FILL	11.3	20	4717.0	49.83	1502.1	0.4	0
QUEUE	20	BUCKLES W/ DUMP	0.7	20	2011.0	23.27	1502.1	2.2	20
QUEUE	24	W/ CRANE	0.0	1	0.3	0.00	1502.1	0.0	0
QUEUE	27	SET FOR STEEL	0.0	1	0.0	0.00	1502.1	0.0	0
GEN	29	BUCKLE TO LOAD	227.0	370	4019.1	43.35	1502.1	143.0	0
QUEUE	30	COMMAND 1	0.0	1	0.3	0.00	1502.1	0.0	0
QUEUE	31	COMMAND 2	0.0	1	0.3	0.00	1502.1	0.0	0
QUEUE	32	LOAD PERMIT	0.4	1	1002.2	33.39	1502.1	119.4	1
QUEUE	34	CRANE RIG	1.0	1	1714.0	37.00	1502.1	454.4	0
QUEUE	36	CREW ATTACH	1.0	1	8714.0	81.37	1502.1	423.1	1

Gambar 4.15 Informasi Statistik Resources

Jika dilihat dari masing-masing *queue* persentase idle terbanyak terdapat pada Hoist yaitu hampir mencapai 100%. Persentase Command to Load adalah sebesar 0,02% yang berarti command to load selalu sibuk dan menjadi resource kritis pada pelaksanaan proses konstruksi tersebut. Hal yang serupa terjadi pada Truck Mixer dimana persentase idle adalah sebesar 5,52%. Dalam operasi konstruksi pekerjaan beton dapat dilihat bahwa crew pembesian mengalami persentase idle yang sangat besar yaitu 92,17%. Besarnya persentase idle menunjukkan sibuk atau tidaknya suatu resource, semakin besar persentase idlenya maka resource tersebut memiliki waktu yg banyak untuk menunggu sebelum kegiatan selanjutnya berlangsung.

4.8 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat kombinasi yang paling optimum dari sebuah operasi konstruksi. Kombinasi tersebut terdiri dari jumlah resource yang digunakan pada pemodelan *Cyclone* yang nantinya akan mempengaruhi nilai produktivitas serta biaya yang dikeluarkan, sehingga diperoleh hasil yang optimum. Berdasarkan hasil simulasi operasi konstruksi pekerjaan beton dengan menggunakan *WebCyclone* yang telah dilakukan diperoleh nilai produktivitas sebesar 0,002303 siklus per jam. Jika melihat pada jumlah *resources* dan persentase idle pada pemodelan yang telah dilakukan, resource yang paling menentukan adalah Truck Mixer dimana nilai persentase idlennya hampir 0%. Sedangkan resource lainnya (Hoist dan Crane) memiliki nilai persentase idle yang cukup besar yaitu sekitar 90% - 99%. Truck Mixer dan Buggy dimana kedua resource tersebut memiliki persentase idle yang hampir mencapai 0. Namun analisa sensitivitas tidak dapat dilakukan pada kedua resource tersebut karena bukan merupakan variable bebas. Sehingga hasil produktivitas yang diperoleh dari simulasi pada *WebCyclone* merupakan hasil yang paling optimum yaitu sebesar 0,002303 siklus per jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan permodelan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

1. Produktivitas dari operasi konstruksi pekerjaan beton Hotel Dafam Kayon Surabaya adalah sebesar 0,002303 siklus per jam atau sekitar 44 hari kerja untuk menyelesaikan satu siklus. Dimana satu siklus merupakan proses pekerjaan beton per satu lantai. Hotel Dafam Kayon Surabaya memiliki 16 lantai, oleh karena itu, membutuhkan waktu 704 hari kerja atau 23,5 bulan untuk menyelesaikan struktur beton proyek ini.
2. Truk mixer merupakan resource yang menentukan jalur kritis dari operasi konstruksi tersebut, dapat dilihat dari persentase idle dari resource tersebut.
3. Analisa sensitivitas tidak dapat dilakukan pada pekerjaan beton Hotel Dafam Kayon Surabaya, sehingga produktivitas yang diperoleh merupakan hasil yang paling optimum

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dianjurkan untuk lebih berhati-hati dalam memilih objek penelitian dan pembuatan model simulasi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

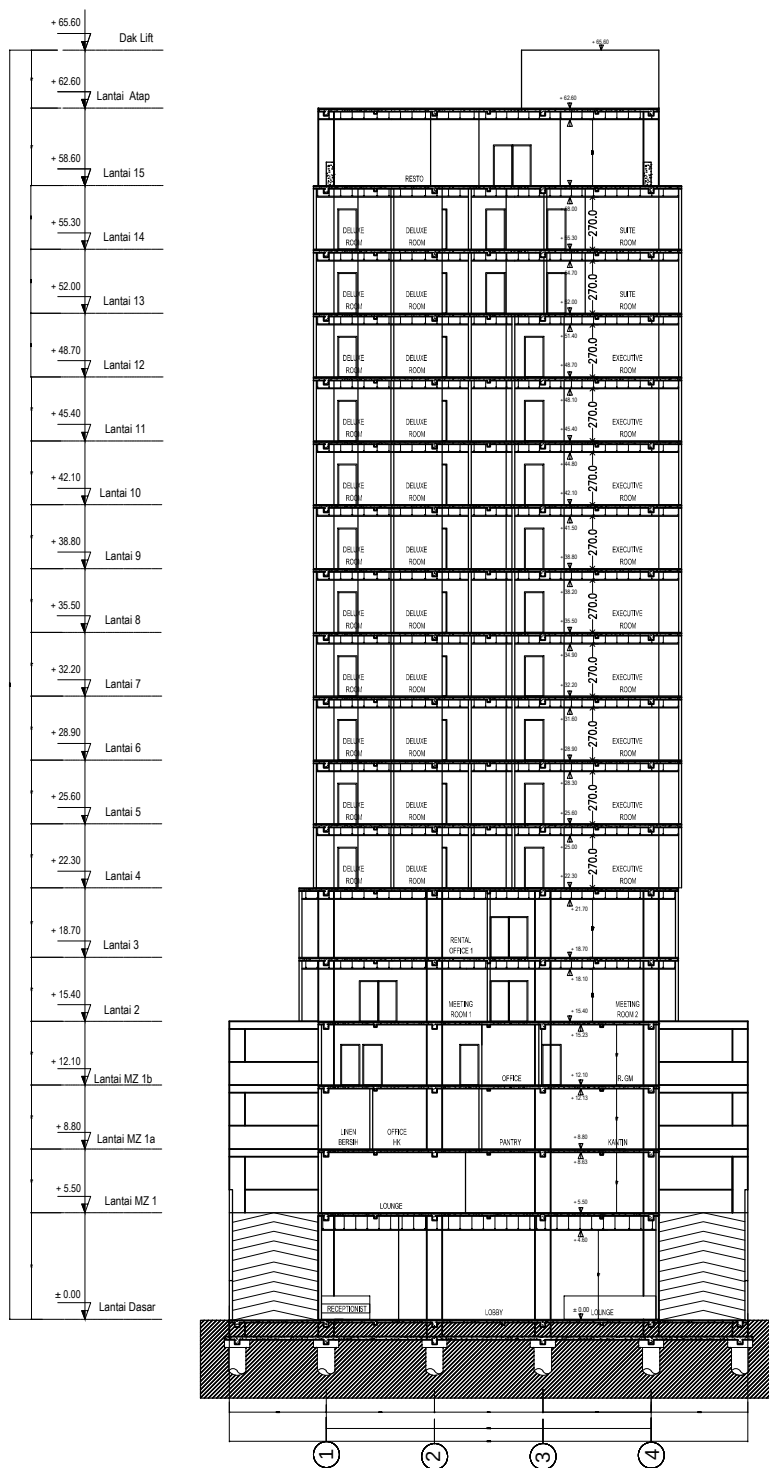
DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, Muhammad, Shanti F. & Pratama A. 2010. *Simulation of Construction Operation: Search for a Practical and Effective Simulation System for Construction Practitioners*. Proceedings of the First Makasar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010); Makasar.
- Fatena, Susy. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta
- Halpin, D.W., Riggs, L.S. 1992. *Planning and Analysis of Construction Operation*. John Wiley and Sons, Inc.
- Halpin, D.W. 2005. WebCyclone User Manual. From http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halpin/0471661732/add_chaps/appendix_1.pdf, 7 Oktober 2015.
- Halpin, D.W. 2005. Simulation in Construction using Cyclone & MicroCyclone. From https://engineering.purdue.edu/CEM/People/Personal/Halpin/Sim/index_html, 7 Oktober 2015.
- Sanjaya, Deko., Marenschaputri, Pureza., Damayanti, Reiza Ratri. 2015. *Simulasi Cyclone Pengeboran Terowongan MRT (Mass Rapid Transit) Jakarta Menggunakan TBM (Tunnel Boring Machine)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga : Jakarta
- Triwibowo, Bambang; Suwardi, Arkham dkk. 2003. *Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama

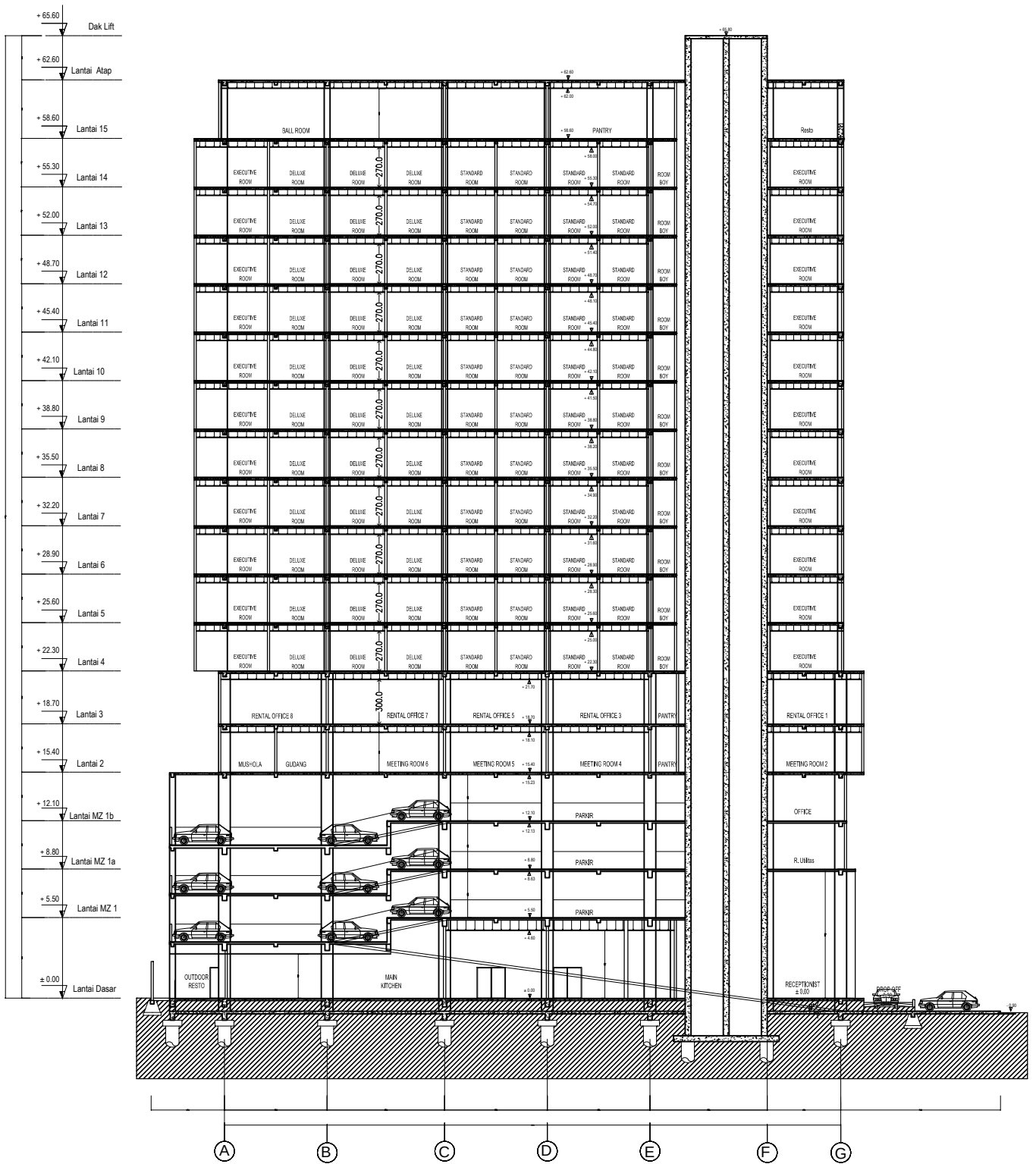
BIODATA PENULIS



Rahmat Ridho Darmawan dilahirkan di Jambi, 07 Juli 1993, merupakan anak ke-2 dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Wijaya Kusuma Pekanbaru, SD Kauman 1 Malang, SMPN 13 Malang, SMAN 3 Malang. Setelah lulus dari SMAN 3 Malang tahun 2011, Penulis mengikuti seleksi tes masuk Program D3 Teknik yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP - ITS tahun 2011. Tahun 2014, penulis diterima di Lintas Jalur Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan terdaftar dengan NRP 3114.105.033. Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis tertarik mengambil bidang minat Manajemen Konstruksi. Pembaca yang ingin menghubungi penulis dapat mengirim pesan melalui e-mail ridhohdir@gmail.com

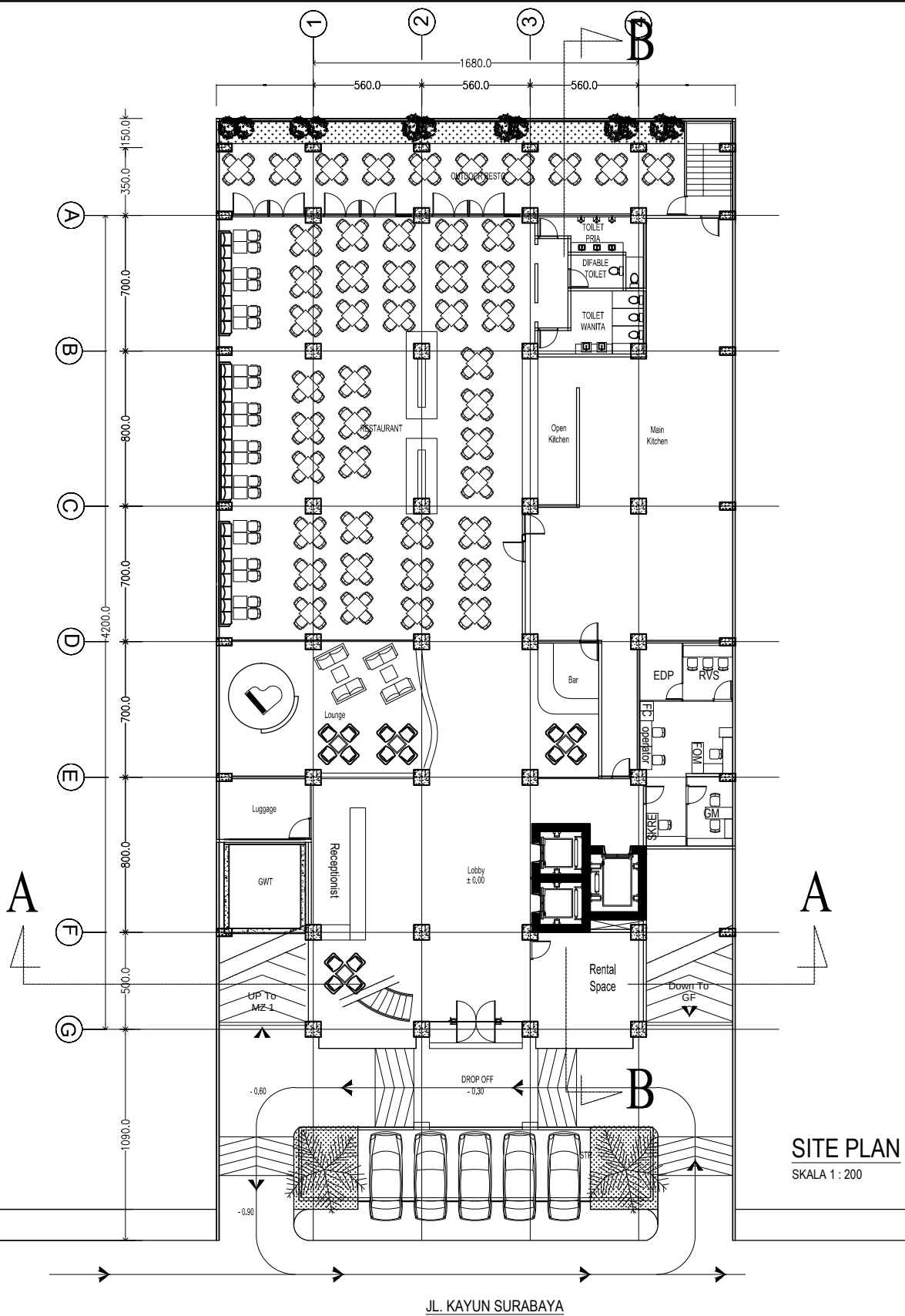


PERBAIKAN	
NO.	PARAF
URAIAN	
CATATAN	
PROYEK	
KAYUN SURABAYA	
PEMILIK PROYEK	
KONSULTAN ARSITEKTUR	
 PENSIL DESAIN KONSULTAN ARSITEKTUR-INTERIOR	
KONSULTAN STRUKTUR	
KONSULTAN M & E	
PERSETUJUAN	
PERENCANA	DIREKSI
PI	DIPOSI
NO. :	NO. :
JUDUL GAMBAR	
LEGENDA	
SKALA	TANGGAL
1 : -	
KODE DATA	
NO. GAMBAR	NO. LEMBAR



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN		NO.	URAIAN	PARAF
CATATAN				
KAYUN SURABAYA		PELIK PROYEK		
KONSULTAN ARSITEKTUR		KONSULTAN STRUKTUR		
KONSULTAN M & E		PERSETUJUAN		
PRENCANA PIMPRO DIREKSI		JUDUL GAMBAR		
LEGENDA		SKALA		
1 : -		DIBARANG		
MAP-CAD		TANGGAL		
KODE DATA		NO. GAMBAR		
NO. GAMBAR		NO. LEMBAR		



SITE PLAN
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN

NO. URAIAN PARAF

CATATAN

PROYEK

KAYUN SURABAYA

PEMILIK PROYEK

KONSULTAN ARSITEKTUR



KONSULTAN STRUKTUR

KONSULTAN M & E

PERSETUJUAN

PERENCANA PIMPRO DIREKSI

PERENCANA PM DIREKSI

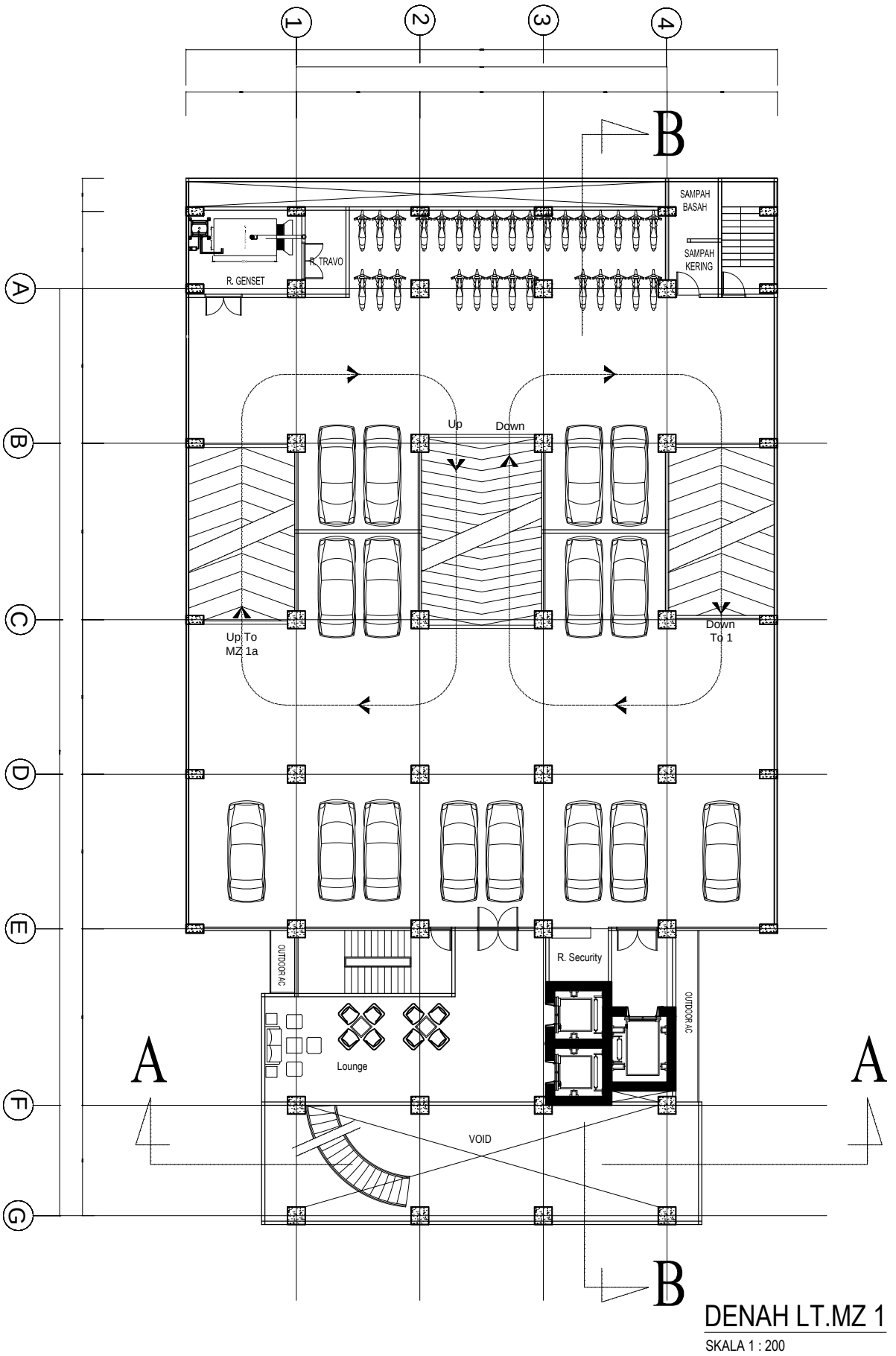
JUDUL GAMBAR

LEGENDA

SKALA
DISARIBAH
MAP-CAD
KODE DATA
NO. GAMBAR

1 : -

NO. LEMBAR

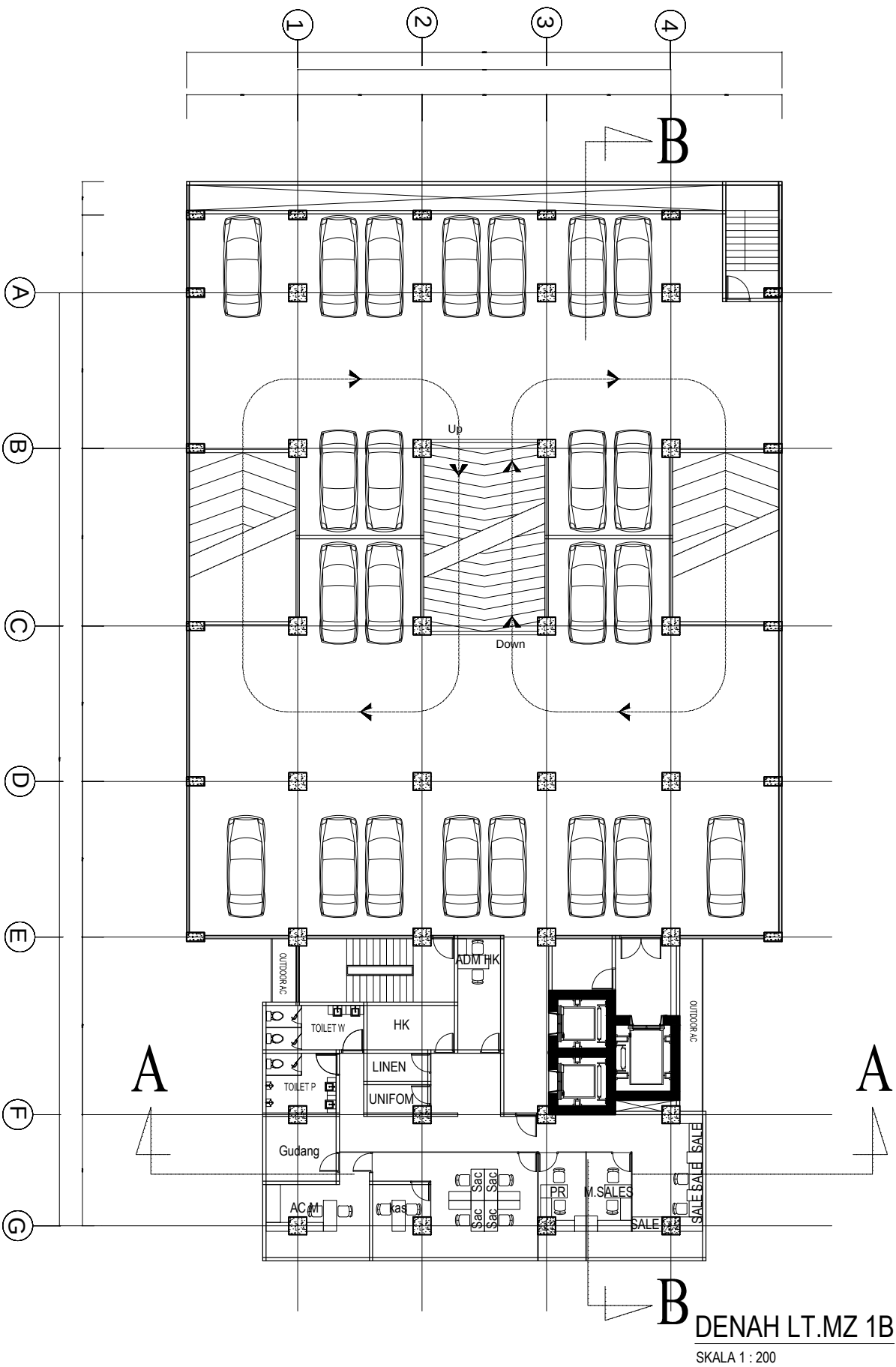


DENAH LT.MZ 1
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN			
NO.	URAIAN	PARAF	
CATATAN			
PROYEK			
KAYUN SURABAYA			
PEMILIK PROYEK			
KONSULTAN ARSITEKTUR			
 PENSIL DESAIN KONSULTAN ARSITEKTUR-INTERIOR			
KONSULTAN STRUKTUR			
KONSULTAN M & E			
PERSETUJUAN			
PERENCANA	PIMPRO	DIREKSI	
PERENCANA	PA	DIREKSI	
RL :	RL :	RL :	
JUDUL GAMBAR			
LEGENDA			
SKALA	DISAIN APP-CAD KODE DATA NO. GAMBAR	TANGGAL NO. LEMBAR	

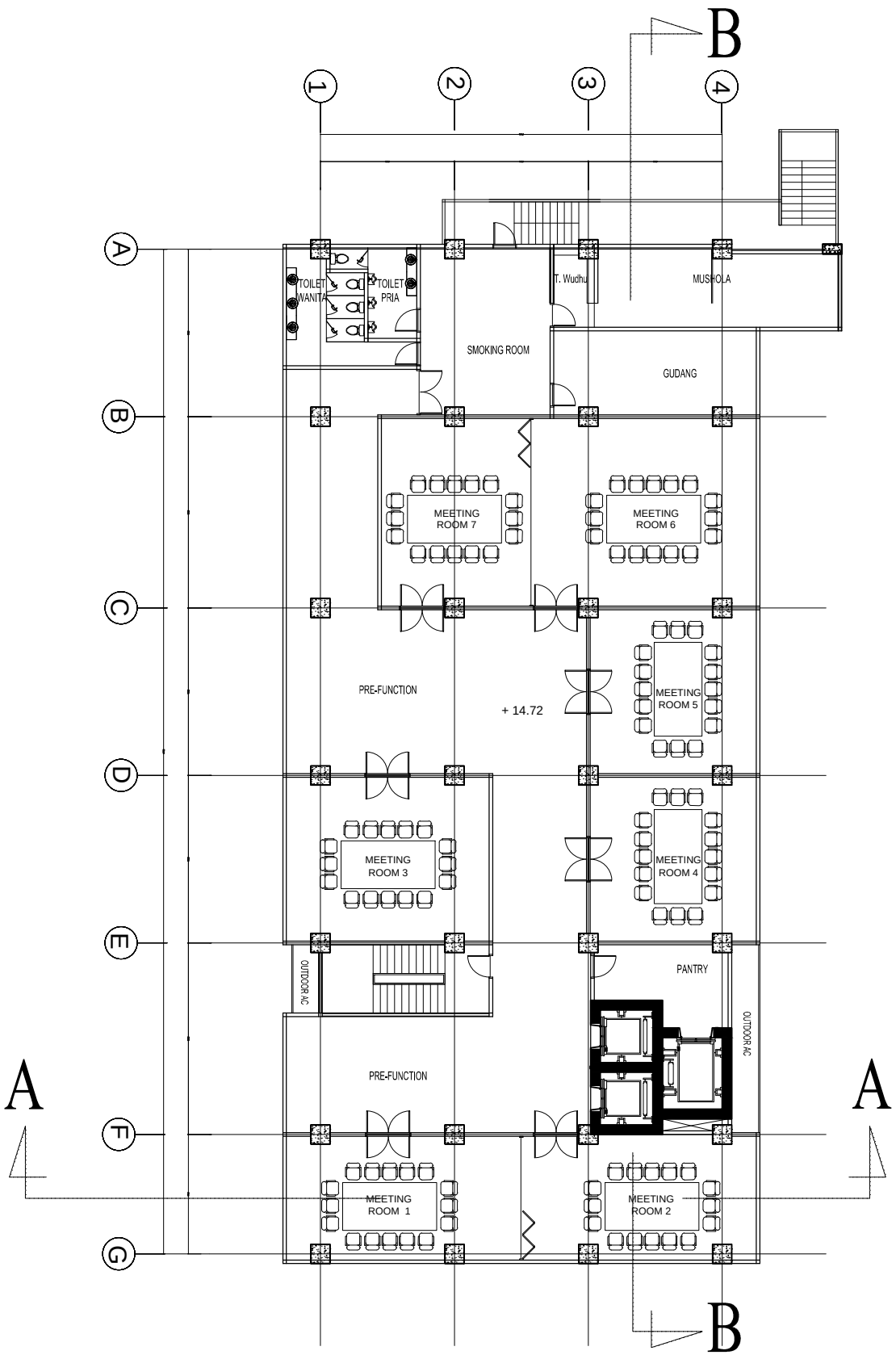


SKALA	DIGAMBAR AMP-CAD KODE DATA	TANGGAL
1 : -	KODE DATA NO. GAMBAR	NO. LEMBAR



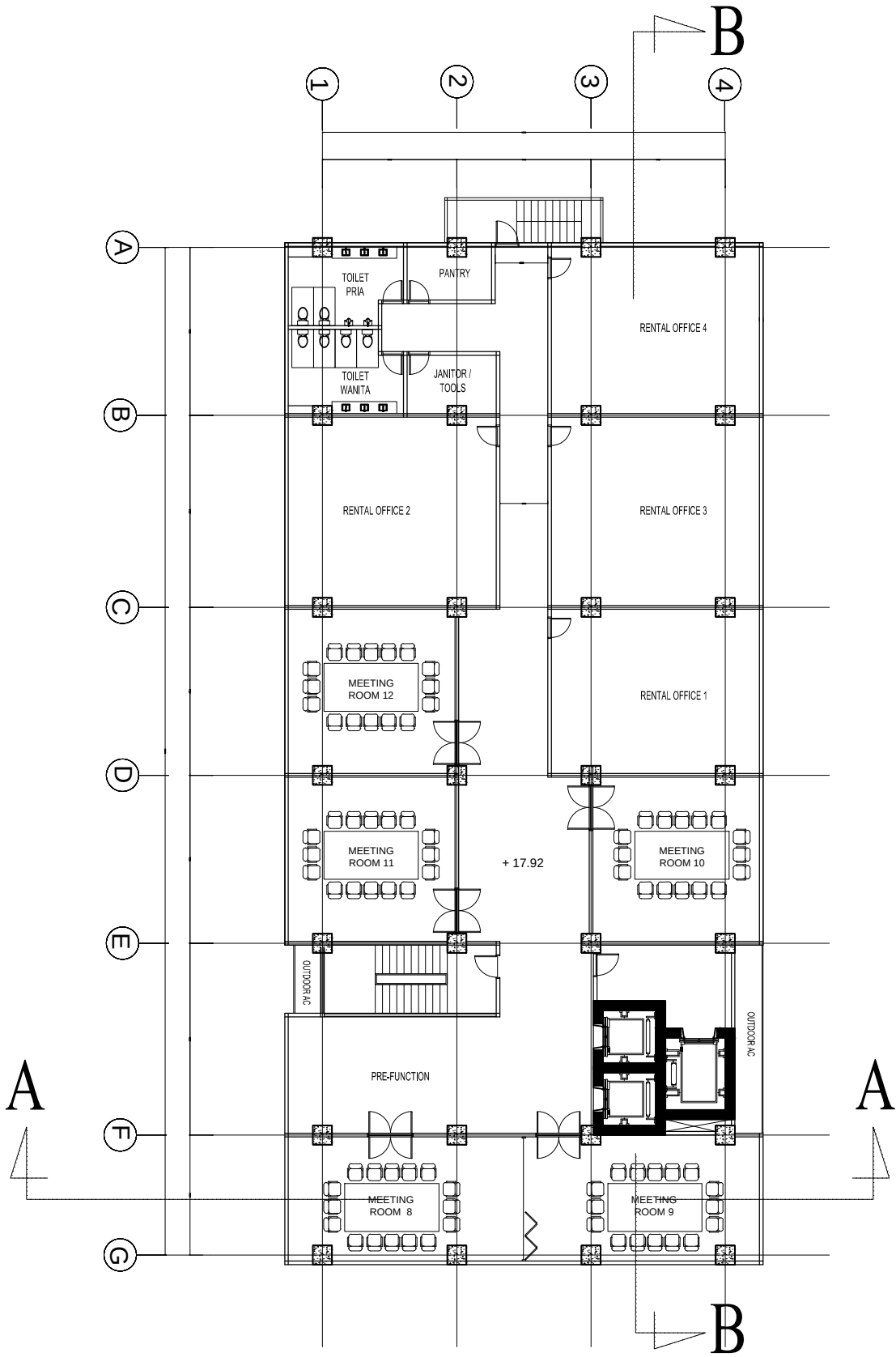
DENAH LT.MZ 1B
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN			NO.	URAIAN	PARAF
CATATAN					
PROYEK					
KAYUN SURABAYA					
PEMILIK PROYEK					
KONSULTAN ARSITEKTUR					
PENSIL DESAIN KONSULTAN ARSITEKTUR-INTERIOR					
KONSULTAN STRUKTUR					
KONSULTAN M & E					
PERSETUJUAN					
PERENCANA		PIMPRO	DIREKSI		
PERENCANA	PA	DIREKSI			
RL :	RL :	RL :			
JUDUL GAMBAR					
LEGENDA					
SKALA		DISARIBAH APP-CAD KODE DATA	TANGGAL		
1 : -	KODE DATA	NO. GAMBAR	NO. LEMBAR		



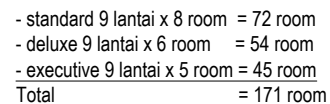
DENAH LT. 2
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN		NO.	URAIAN	PARAF
CATATAN				
PROYEK				
KAYUN SURABAYA				
PEMILIK PROYEK				
KONSULTAN ARSITEKTUR				
PENSIL DESAIN KONSULTAN ARSITEKTUR-INTERIOR				
KONSULTAN STRUKTUR				
KONSULTAN M & E				
PERSETUJUAN				
PERENCANA	PIMP	PRO	DIREKSI	
PERENCANA	PA	DIREKSI		
PA :	PA :	DIREKSI :		
JUDUL GAMBAR				
LEGENDA				
SKALA				
DIBANGUN	APP-CAD	TANGGAL		
NO. GAMBAR	KODE DATA	NO. LEMBAR		
1 : -				



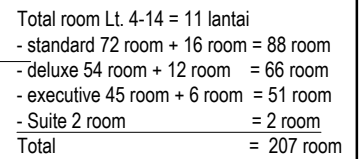
DENAH LT. 3
SKALA 1 : 200

PERBAIKAN				
NO.	URAIAN	PARAF		
CATATAN				
PROYEK				
KAYUN SURABAYA				
PEMILIK PROYEK				
KONSULTAN ARSITEKTUR				
 PENSIL DESAIN KONSULTAN ARSITEKTUR-INTERIOR				
KONSULTAN STRUKTUR				
KONSULTAN M & E				
PERSETUJUAN				
PERENCANA		PIMPRO	DIREKSI	
PERENCANA	PA		DIREKSI	
RL :	RL :		RL :	
JUDUL GAMBAR				
LEGENDA				
SKALA	DISABAH		TANGGAL	
1 : -	APP - CAD			
	KODE DATA			
	NO. GAMBAR		NO. LEMBAR	



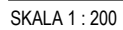
SKALA 1 : 200

SKALA	DIGAMBAR AMF – CAD KODE DATA	TANGGAL
1 : -	NO. GAMBAR	NO. LEMBAR



SKALA 1 : 200

SKALA	DIGAMBAR AMF-CAD KODE DATA	TANGGAL
1 :-	KODE DATA NO. GAMBAR	NO. LEMBAR



SKALA	DIGAMBAR AMP-CAD KODE DATA	TANGGAL
1 : -	KODE DATA NO. GAMBAR	NO. LEMBAR