

TUGAS AKHIR - CS234801

ANALISIS PENJADWALAN PROBABILISTIK PADA PROYEK MAGNUM RESIDENCE SANUR

MADE PRADIPTA PUTRA DHARMIKA

NRP 03111840000139

Dosen Pembimbing

Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

NIP 198110142008122001

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



TUGAS AKHIR - CS234801

ANALISIS PENJADWALAN PROBABILISTIK PADA PROYEK MAGNUM RESIDENCE SANUR

MADE PRADIPTA PUTRA DHARMIKA

NRP 0311840000139

Dosen Pembimbing

Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

NIP 198110142008122001

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



FINAL PROJECT - CS234801

**PROBABILISTIC SCHEDULING ANALYSIS ON THE
SANUR MAGNUM RESIDENCE PROJECT**

MADE PRADIPTA PUTRA DHARMIKA

NRP 03111840000139

Advisor

Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

NIP 198110142008122001

Undergraduate Program

Department of Civil Engineering

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENJADWALAN PROBABILISTIK PADA PROYEK MAGNUM RESIDENCE SANUR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Sarjana
Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : <MADE PRADIPTA PUTRA DHARMIKA>

NRP. <03111840000139>

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Farida Rachmawati, ST. MT
NIP 198110142008122001


Pembimbing

2. Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT
NIP 198207312008121002


Penguji

3. Ir. Retno Indryani, MT
NIP 195911061985112001


Penguji



SURABAYA

Juli, 2024

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

APPROVAL SHEET

PROBABILISTIC SCHEDULING ANALYSIS ON THE SANUR MAGNUM RESIDENCE PROJECT

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a Bachelor Degree at
Undergraduate Program
Department of Civil Engineering
Faculty of Civil, Planning, And Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : < **MADE PRADIPTA PUTRA DHARMIKA** >

NRP. <03111840000139>

Approved by Final Project Examiner Team:

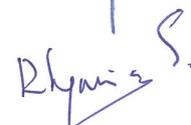
1. Dr. Farida Rachmawati, ST. MT
NIP 198110142008122001


Advisor

2. Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT
NIP 198207312008121002


Examiner

3. Ir. Retno Indryani, MT
NIP 195911061985112001


Examiner



SURABAYA

July, 2024

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : Made Pradipta Putra Dharmika/03111840000139
Departemen : Teknik Sipil FT-SPK ITS
Dosen Pembimbing/NIP : Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penjadwalan Probabilistik Pada Proyek Magnum Residence Sanur” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2024

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Dr. Farida Rachmawati, ST. MT
NIP. 198110142008122001

Mahasiswa



Made Pradipta Putra Dharmika
NRP.03111840000139

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Made Pradipta Putra Dharmika/03111840000139
Department : Teknik Sipil FT-SPK ITS
Advisor / NIP : Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

hereby declare that the Final Project with the title of “Probabilistic Scheduling Analysis On The Sanur Magnum Residence Project” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 2024

Acknowledged
Advisor



Dr. Farida Rachmawati, ST. MT
NIP. 198110142008122001

Student



Made Pradipta Putra Dharmika
NRP. 03111840000139

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISIS PENJADWALAN PROBABILISTIK DENGAN PADA PROYEK MAGNUM RESIDENCE SANUR

Nama Mahasiswa/NRP : Made Pradipta Putra Dharmika/0311184000139
Departemen : Teknik Sipil FT-SPK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Farida Rachmawati, ST. MT

Abstrak

Penyelesaian proyek Magnum Residence Sanur mengalami banyak perubahan, yaitu perubahan jam kerja, alat berat, perubahan desain bangunan. Pada saat mulai pengerjaan pada bulan Agustus, jam kerja proyek dimulai pada pukul 07.00 WITA sampai dengan pukul 22.00 WITA. Namun akibat dari adanya protes dari warga setempat, proyek tersebut mengalami perubahan jam kerja menjadi pukul 07.00 WITA sampai pukul 17.00 WITA. Ketidakpastian tersebut membuat kemunduran pengerjaan pada Magnum Residence Sanur yang dari jadwal rencana ditargetkan selesai pada 29 Februari 2024. Ketidakpastian yang terjadi pada proyek harus diukur dengan melakukan penjadwalan probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian tersebut. Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian penjadwalan probabilistik menggunakan Simulasi Monte Carlo. Tujuan dari penelitian yaitu mengestimasi total durasi probabilistik pada item pekerjaan proyek, menganalisis dan membandingkan durasi probabilistik dengan durasi deterministik, dan menganalisa item pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar. Adapun data yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu, data primer berupa kuesioner durasi optimis, durasi paling sering terjadi dan durasi paling sering terjadi pada setiap item pekerjaan. Sedangkan data sekunder dari penelitian ini adalah time schedule serta gambar proyek Magnum Residence Sanur. Simulasi Monte Carlo pada penelitian ini akan dijalankan melalui program bantu analisis resiko. Berdasarkan hasil simulasi monte carlo dengan menggunakan progam bantu, didapatkan total durasi probabilistik dengan persentase probabilitas keyakinan 80% sebesar 188 hari, nilai tengah (te) atau persentase probailitas penyelesain keyakinan 50% sebesar 186 hari, dan persentase probabilitas keyakinan penyelesain 100% adalah 192 hari. Sedangkan durasi deterministik proyek Magnum Residence Sanur yaitu 179 hari. Durasi deterministik berada diluar *range* dari durasi probabilistik hasil simulasi monte carlo. Penjadwalan deterministik yang dibuat oleh pihak kontraktor terlalu optimis, hal tersebut dapat mengakibatkan kemungkinan terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Dari hasil simulasi monte carlo didapatkan *criticality index*. Dari *criticality index* ini dapat dilihat pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar yaitu, kolom, scaffolding, ring beam, pelat lantai.

Kata kunci: Penjadwalan, Probabilistik, Simulasi Monte Carlo.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

PROBABILISTIC SCHEDULING ANALYSIS ON THE SANUR MAGNUM RESIDENCE PROJECT

Student Name/NRP : **Made Pradipta Putra Dharmika/0311184000139**
Department : **Civil Engineering CIVPLAN ITS**
Advisor : **Dr. Farida Rachmawati, ST. MT**

Abstract

The completion of the Magnum Residence Sanur project experienced many changes, namely changes in working hours, heavy equipment, changes in building design. When work began in August, project working hours started at 07.00 WITA until 22.00 WITA. However, as a result of protests from local residents, the project had its working hours changed to 07.00 WITA to 17.00 WITA. This uncertainty has caused delays in work on the Magnum Residence Sanur, which according to the planned schedule is targeted for completion on February 29 2024. The uncertainty that occurs in the project must be measured by carrying out probabilistic scheduling that takes this uncertainty into account. Based on the background above, probabilistic scheduling research will be carried out using the Monte Carlo Simulation. The aim of the research is to estimate the total probabilistic duration of project work items, analyze and compare probabilistic duration with deterministic duration, and analyze work items that are often on a critical path and have a large uncertainty range. The data needed for this research is primary data in the form of a questionnaire on optimistic duration, the most frequently occurring duration and the most frequently occurring duration for each work item. Meanwhile, secondary data from this research is the time schedule and images of the Magnum Residence Sanur project. The Monte Carlo simulation in this research will be carried out through a risk analysis support program. Based on the results of the Monte Carlo simulation using the auxiliary program, the total probabilistic duration with a percentage probability of 80% confidence was 188 days, the median value (te) or percentage of probability of completion with 50% confidence was 186 days, and the percentage probability of completion with 100% confidence was 192 days. . Meanwhile, the deterministic duration of the Magnum Residence Sanur project is 179 days. The deterministic duration is outside the range of the probabilistic duration from the Monte Carlo simulation results. The deterministic scheduling made by the contractor is too optimistic, this can result in possible delays in project completion. From the results of the Monte Carlo simulation, the criticality index is obtained. From this criticality index, it can be seen that work is often on the critical path and has a large uncertainty range, namely, columns, scaffolding, ring beams, floor plates.

Keywords: Scheduling, Probabilistic, Monte Carlo Simulation.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penjadwalan Probabilistik Pada Proyek Magnum Residence Sanur” dengan baik dan tepat waktu. Penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana dalam bidang Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini penulis mengakui tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar penulis yang telah mendidik dan dengan sabar mendukung saya sehingga saya dapat mencapai posisi sekarang ini.
2. Ibu. Dr. Farida Rachmawati S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Retno Indryani, MT. sebagai dosen penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberikan masukan untuk Tugas Akhir.
4. Bapak Cahyono Bintang Nurcahyo., ST. MT. sebagai dosen penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberikan masukan untuk Tugas Akhir.
5. PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi, sebagai kontraktor Magnum Residence Sanur yang telah memberikan izin dan bantuan untuk pengambilan data untuk penelitian ini.
6. Teman – teman Departemen Teknik Sipil – Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2018 yang telah membantu dan bekerjasama dengan penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis, atas doa dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini tentu masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan Tugas Akhir mendatang. Diharapkan apa yang telah dibuat dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan masyarakat yang mempunyai minat pada ketekniksipilan, khususnya pada bidang Manajemen Konstruksi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan memohon maaf apabila terdapat banyak kesalahan dalam segi penulisan dan pengolahan data.

Surabaya, 23 Juli 2024

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
STATEMENT OF ORIGINALITY	vii
Abstrak	ix
Abstract	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Hasil Studi Terdahulu	5
2.2. Proyek Konstruksi	6
2.3. Penjadwalan Proyek	7
2.4. Work Breakdown Structure (WBS)	8
2.5. Kurva S	9
2.6. Simulasi Monte Carlo	10
2.7. Distribusi Probabilitas	11
2.8. Analisa Korelasi	11
BAB III METODOLOGI	13
3.1. Tahapan Pelaksanaan Studi	13
3.2. Data Penelitian	17
3.3. Metode Pengumpulan Data	18
3.4. Teknik Pengolahan Data	19
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Objek Penelitian	21
4.2. Data Penelitian	22
4.3. <i>Time Estimates</i> (te)	36
	xv

4.4.	Simulasi Monte Carlo	44
4.5.	Perbandingan Durasi Deterministik dan Durasi Probabilistik	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		67
	Lampiran 1 Time Schedule Proyek Magnum Residence Sanur	67
	Lampiran 2 Penjadwalan Deterministik Proyek Magnum Residence Sanur	81
	Lampiran 3 Penjadwalan TE Proyek Magnum Residence Sanur	86
	Lampiran 4 Hasil Input Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik	91
BIODATA PENULIS		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek Magnum Residence Sanur	2
Gambar 2.1 WBS	8
Gambar 2.2 Kurva S	9
Gambar 3.1 Diagram Alir	14
Gambar 4.1 Pengerjaan Lantai 4 Magnum Residence Sanur Pada Bulan Mei 2024.....	21
Gambar 4.2 Time Schedule Magnum Residence Sanur (1).....	22
Gambar 4.3 Time Schedule Magnum Residence Sanur (Lanjutan 2)	23
Gambar 4.4 Time Schedule Magnum Residence Sanur (Lanjutan 3)	23
Gambar 4.5 Work Breakdown Structure (1).....	25
Gambar 4.6 Work Breakdown Structure (Lanjutan 2).....	26
Gambar 4.7 Work Breakdown Structure (Lanjutan 3).....	27
Gambar 4.8 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (1)	28
Gambar 4.9 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (Lanjutan 2)	29
Gambar 4.10 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (Lanjutan 3)	29
Gambar 4.11 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (Lanjutan 4)	30
Gambar 4.12 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (Lanjutan 5)	30
Gambar 4.13 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (1)	41
Gambar 4.14 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (Lanjutan 2)	42
Gambar 4.15 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (Lanjutan 3)	42
Gambar 4.16 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (Lanjutan 4)	43
Gambar 4.17 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (Lanjutan 5)	43
Gambar 4.18 Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik (1).....	50
Gambar 4.19 Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik (Lanjutan 2)	51
Gambar 4.20 Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik (Lanjutan 3)	51
Gambar 4.21 Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik (Lanjutan 4)	52
Gambar 4.22 Penjadwalan Deterministik dan Durasi Probabilistik (Lanjutan 5)	52
Gambar 4.23 Grafik PDF dan CDF Magnum Residence Sanur	53
Gambar 4.24 Range Durasi Probabilistik	59
Gambar 4.25 Perbandingan Range Durasi Probabilistik dengan Durasi Deterministik	59
Gambar 4.26 Duration Sensitivity	60
Gambar 4.27 Criticality Index	60
Gambar 4.28 Schedule Sensitivity Index.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Six W akar ketidakpastian dalam proyek	1
Tabel 3.1 Metode Pengumpulan Data, Analisis Data dan Output.....	18
Tabel 3.2 Contoh hasil kuesioner item pekerjaan x	19
Tabel 4.1 Hasil Kuesioner Pekerjaan Galian.....	31
Tabel 4.2 Estimasi Durasi Probabilistik	32
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Time Estimates	37
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Standar Deviasi.....	45
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Monte Carlo	54

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manajemen proyek mempunyai peran yang sangat penting dalam berjalannya kesuksesan dalam suatu proyek konstruksi. Salah satu peran yang sangat penting dalam manajemen proyek adalah melakukan penjadwalan dari proyek tersebut. Penjadwalan proyek merupakan suatu proses menentukan urutan kegiatan dan penggunaan sumber daya manusia maupun alat konstruksi untuk mencapai tujuan dari proyek tersebut dalam batas waktu dan anggaran yang telah ditentukan.

Dalam menyusun penjadwalan metode yang umum digunakan adalah CPM (*Critical Path Method*). Metode ini memiliki rangkaian komponen komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Penggunaan metode CPM dalam menjadwalkan proyek menggunakan estimasi waktu secara deterministik atau diasumsikan durasi kegiatan tersebut, yang dimana kurang sesuai dengan sifat dari proyek konstruksi, penuh dengan ketidakpastian di lapangan. Dalam kasus nyata, ketidakpastian merupakan sesuatu hal yang tidak bisa dihindari. Contoh faktor-faktor ketidakpastian tersebut seperti perubahan cuaca, keterlambatan pengiriman bahan baku, alat konstruksi yang rusak atau perubahan desain dari proyek tersebut. Penjadwalan yang mempertimbangkan aspek probabilistik sangat penting dilakukan untuk mencegah ketidakpastian yang terjadi di lapangan. Menurut Siti Mardiana (2021) terdapat 6 akar dari ketidakpastian dalam suatu proyek yang disebut dengan *six W*. *Six W* terdiri dari: *who, what, why, whichway, wherewithal*, dan *when*. Akar *six W* tersebut dijabarkan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Six W akar ketidakpastian dalam proyek

No	W	Definisi	Konteks
1	<i>Who</i>	Siapa saja yang terlibat ?	<i>Parties</i> – pihak-pihak yang terlibat
2	<i>Why</i>	Apa yang ingin dicapai oleh masing-masing pihak yang terlibat tersebut ?	<i>Motives</i> – alasan yang membuat pihak tersebut untuk terlibat dalam proyek
3	<i>What</i>	Di bagian mana pihak pihak tersebut tertarik untuk terlibat ?	<i>Design</i> – bangunan, <i>service/jasa</i> , proses dan sebagainya
4	<i>Whichway</i>	Bagaimana menyelesaikannya ?	Aktifitas proyek
5	<i>Wherewithal</i>	Sumber daya apa saja yang dibutuhkan ?	Sumber daya
6	<i>When</i>	Kapan aktifitas tersebut harus diselesaikan ?	<i>Timetable</i> – Penjadwalan

Who adalah semua pihak yang terlibat di dalam proyek, termasuk pihak yang mengusulkan proyek. Pihak-pihak tersebut bisa punya motif masing-masing. Motif tersebut bisa berupa keuntungan, *revenue* dan *cost*, *tangible* maupun *intangibile*. Sebagian motif tersebut ada yang menjadi *goal* proyek. *What* menentukan tiga W yang berikutnya yaitu *whichway* – *wherewithal* – *when*. *Whichway* adalah rencana yang dibuat berdasarkan aktifitas yang akan dilakukan (*activity-based plan*). *Wherewithal* menentukan alokasi sumberdaya berdasarkan

rencana yang sudah ditetapkan (*plan-based resource allocation*). Sedangkan when menentukan penjadwalan berdasarkan rencana yang sudah dibuat (*plan-based timetable*).

Proyek Magnum Residence Sanur yang berlokasi di tepi pantai Sanur ini, berada di daerah wisata yang selalu dikunjungi turis dari dalam negeri maupun luar negeri. Dapat dilihat pada Gambar 1.1 lokasi proyek Magnum Residence Sanur dikelilingin oleh tempat penginapan seperti hotel, vila, guest house dan resort, yang dimana ditandai dengan pin berwarna merah muda pada Gambar 1.1 . Lokasi dari proyek tersebut menjadi salah satu akar dari munculnya ketidakpastian pada proyek. Proyek Magnum Residence Sanur yang mulai dikerjakan pada 1 Agustus 2023 awalnya memiliki waktu kerja dari pukul 07.00 WITA sampai 22.00 WITA dan pada jam kerja tersebut masih dapat dilakukan lembur. Namun pada akhir bulan nopember proyek Magnum Residence Sanur yang telah berjalan 30%, harus mengurangi waktu kerja mereka, menjadi 07.00 WITA – 20.00 WITA. Pengurangan jam kerja tersebut diakibatkan oleh adanya protes dari warga sekitar yang terganggu dengan pengerjaan proyek tersebut. Pengurangan jam kerja juga dilakukan pada 11 Januari 2024 setelah pada 10 Januari 2024, proyek tersebut didatangi oleh Satpol PP dan Pecalang (polisi adat Bali) terkait adanya protes dari warga sekitar proyek lagi. Mulai 11 Januari 2024 proyek tersebut dimulai pada pukul 07.00 WITA sampai 17.00 WITA. Pengurangan jam kerja tersebut menyebabkan proyek tersebut mengalami kemunduran dari jadwal awal rencana proyek tersebut selesai pada 29 february 2024. Proyek Magnum Residence Sanur tidak hanya mengalami ketidakpastian dari pengurangan jam kerja, namun juga mengalami kendala di *truck mixer* yang dimana *truck mixer* dari PT Sinar Bali mengalami kerusakan pada ban *truck* pada saat pengiriman beton menuju lokasi proyek, yang dimana pada saat itu sedang melakukan proses pengecoran, sehingga harus mengganti menjadi *truck mixer* dari PT Merak.



Gambar 1.1 Lokasi Proyek Magnum Residence Sanur
Sumber: *google maps*

Ketidakpastian yang terjadi pada proyek harus diukur dengan melakukan penjadwalan yang mempertimbangkan ketidakpastian tersebut. Penjadwalan Probabilistik merupakan jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministic, tetapi jangka waktu dalam variable acak atau tidak pasti. Salah satu metode Penjadwalan probabilistik adalah Simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo merupakan teknik simulasi yang dimana pengambilan sampelnya dilakukan dengan mengambil bilangan secara acak dari setiap distribusi probabilitas dalam suatu model. Penjadwalan probabilistik memerlukan tiga dugaan waktu dalam setiap kegiataannya, yaitu durasi optimis durasi paling mungkin terjadi dan durasi pesimis yang digunakan untuk memberikan rentang waktu lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan. Diharapkan dari hasil simulasi menggunakan simulasi Monte Carlo ini dapat memprediksi penjadwalan yang berhubungan dengan ketidakpastian dan risiko terhadap durasi penjadwalan pekerjaan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Berapa total durasi probabilistik pada item pekerjaan yang terdapat pada proyek Magnum Residence Sanur?
2. Bagaimana perbandingan durasi probabilistik dengan durasi deterministic pada proyek Magnum Residence Sanur?
3. Apa saja item pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti melakukan batasan, sebagai berikut:

1. Objek yang ditinjau adalah Proyek Magnum Residence Sanur.
2. Metode yang digunakan adalah Simulasi *Monte Carlo*.
3. *Software* yang digunakan adalah *Primavera Risk Analysis*.
4. Tidak meninjau dari segi biaya proyek.
5. Hanya meninjau dari pekerjaan struktur saja yang sudah dijadwalkan selesai Februari 2024

1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengestimasi total durasi probabilistik pada item pekerjaan proyek.
2. Menganalisis dan membandingkan durasi probabilistik dengan durasi deterministic.
3. Menganalisis item pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar.

1.5. Manfaat

Manfaat yang didapat pada penelitian tugas akhir ini adalah Memberikan informasi mengenai menganalisis penjadwalan proyek sehingga dapat diperkirakan waktu yang lebih optimal dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* dan menambah wawasan dalam bidang penjadwalan probalilistik menggunakan metode simulasi Monte Carlo.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hasil Studi Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai perbandingan dan acuan terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang terkait dengan tema penelitian ini.

1. Hasil Penelitian Ahmad Syaiful. (2018)

Penelitian Ahmad Syaiful (2018), berjudul “Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Metode PERT (Program Evaluation And Review Tehnique) Studi Kasus: Hotel Bhayangkara”. Penelitian tersebut menggunakan metode PERT (Program Evaluation And Review Tehnique). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama durasi yang diperlukan dalam pembangunan struktur Proyek Pembangunan Hotel Bhayangkara dengan metode PERT. Pengolahan atau analisis data menggunakan metode penjadwalan PERT dengan bantuan software Microsoft Excel 2010 untuk menghitung waktu yang diharapkan (TE) dan untuk membuat network planning dan menentukan waktu pelaksanaan proyek. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut adalah, penjadwalan pada pekerjaan struktur tanpa menggunakan metode PERT menghasilkan waktu pelaksanaan proyek selama 180 hari. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT membutuhkan waktu selama 122 hari. Apabila dilihat perbandingan jadwal rencana struktur menggunakan metode PERT dengan jadwal existing rencana proyek selama 88 hari, sedangkan pada jadwal realisasi proyek selama 30 hari pada pekerjaan struktur, maka jadwal rencana menggunakan PERT jauh lebih cepat daripada realisasi pelaksanaan proyek. Kemungkinan proyek selesai pada target yang diinginkan $TD=210$ hari adalah sebesar 88,49%

2. Hasil Penelitian Gabriel Henry. (2020)

Penelitian Gabriel Henry (2020), berjudul “Perencanaan Penjadwalan dengan Aplikasi BIM Menggunakan Analisa Probabilistik (Studi Kasus Proyek Jembatan Bedadung)” . Penelitian ini menggunakan metode Service Crane dan metode Launcher Girder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar kemungkinan jadwal yang dibuat untuk selesai tepat waktu. Pada penelitian ini dilakukan modelling Proyek pembangunan Jembatan Bedadung pada aplikasi BIM berupa Tekla Structures dan dilakukan analisis penjadwalan menggunakan Microsoft Project. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut adalah, analisis penjadwalan menggunakan Microsoft Project maka data yang masuk merupakan data yang di-export dari BIM dan data tersebut tidak sesuai dengan data yang ada pada BIM karena perubahan format, sehingga data durasi yang akan digunakan dalam analisa perlu dimasukkan secara manual. Dari proses pemasukkan data pada Microsoft Project akan menghasilkan durasi PERT dan variance yang akan digunakan untuk mendapatkan distribusi normal pada penjadwalan. Hasil akhir analisa PERT perlu dicari dan dihitung secara manual sehingga mendapatkan tingkat keyakinan jadwal akan selesai tepat waktu. Dengan metode Service Crane dan Launcher Girder perlu dilakukan iterasi penjadwalan dengan durasi 843 hari untuk metode service crane dan 853 hari untuk Launcher Girder agar memiliki tingkat keyakinan 75%.

3. Hasil Penelitian Sahril. (2022)

Penelitian Sahril (2022), berjudul “Analisis Manajemen Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang” Penelitian ini menggunakan metode CPM dan PERT, yang dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan waktu perencana dan perbandingan dengan cara analisa menggunakan metode CPM dan PERT. Kesimpulan yang didapat pada penelitian tersebut adalah, bentuk jaringan pada metode PERT sama dengan metode CPM. Metode PERT menggunakan tiga dugaan waktu yaitu waktu optimis, waktu paling mungkin dan waktu pesimis sehingga dapat memantau progress kemajuan proyek dan tidak terdapat batasan keterlambatan pelaksanaan proyek. Data yang diolah dengan metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation and Review Tecnique) pada penellitian tersebut, mempunyai lintasan kritis yang sama. Dengan menggunakan metode CPM didapatkan total durasi proyek sebesar 137 minggu yang didapat dari lintasan kritis terpanjang. Sedangkan dengan metode PERT didapatkan total durasi proyek sebesar 139,33 minggu kerja. Pada metode PERT dapat memberikan suatu batasan waktu dari hasil analisa yang didapat. Perbandingan antara metode CPM dan PERT pada penelitian tersebut adalah, metode CPM durasi yang digunakan lebih cepat yaitu 137 minggu, dibandingkan dengan metode PERT yaitu selama 139,33 minggu dan kurva S perencana proyek 141 minggu. Penjadwalan yang efisien durasinya menggunakan metode CPM, ini ditunjukan dengan kegiatan kegiatan yang kritis dan memiliki nilai total float yang bisa dimanfaatkan untuk memajukan durasi pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang. Metode PERT memiliki durasi yang lebih lama dibandingkan dengan menggunakan metode CPM, dikarenakan didalam metode PERT menggunakan tiga dugaan waktu yaitu: waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis.

2.2. Proyek Konstruksi

Proyek merupakan suatu tugas yang dirumuskan untuk mencapai tujuan yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam suatu periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan peralatan yang terbatas. Menurut Larson, proyek merupakan kegiatan yang kompleks, tidak rutin dan usaha sesaat yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Proyek memiliki beberapa karakteristik yaitu:

- 1 Memiliki tujuan yang akan dicapai.
- 2 Bersifat sementara , masa hidup yang terdefinisi (mulai dan akhir)
- 3 Menghasilkan produk atau layanan.
- 4 Memerlukan waktu, biaya dan kebutuhan yang spesifik.

Setiap proyek memiliki karakteristik tersendiri dalam hal kegiatan yang dilakukan, tujuan dan sasaran, serta produk akhir. Berdasarkan komponen kegiatan utama dan produk akhirnya , proyek dapat dikelompokkan menjadi: proyek konstruksi, proyek penelitian, dan proyek yang berhubungan dengan manajemen jasa (Arifin, 2021).

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi memerlukan sumber daya yaitu manusia, bahan bangunan, peralatan, metode pelaksanaan, uang, informasi dan waktu. Proyek Proyek konstruksi mempunyai tiga karakteristik yang dapat dipandang secara tiga dimensi,yaitu (Ervianto.2005) :

1 Bersifat unik

Proyek konstruksi unik artinya dalam pengerjaan proyek konstruksi tidak pernah terjadi kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik) setiap pengerjaan proyek konstruksi selalu melibatkan pekerjaan yang berbeda-beda dalam pekerjaannya.

2 Dibutuhkan sumber daya

Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja, uang, mesin, metode dan material (5M). Pengorganisasian semua sumber daya dilakukan oleh manajer proyek. Dalam kenyataannya, mengorganisasikan pekerja lebih sulit dibandingkan dengan sumber daya lainnya, apalagi pengetahuan seorang manajer proyek bersifat teknis. Pengetahuan tentang kepemimpinan secara tidak langsung dibutuhkan oleh manajer proyek dan harus dipelajari sendiri.

3 Membutuhkan Organisasi

Sebuah proyek konstruksi membutuhkan sebuah organisasi yang artinya ada sebuah susunan organisasi dari manajer proyek yang bertujuan untuk membuat sebuah visi misi dalam pekerjaan proyek.

2.3. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah suatu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencanadan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber sumber daya dalam bentuk biaya, tenaga kerja, perlatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek (Husein,2011). Semakin besar suatu proyek maka penjadwalan dari proyek tersebut makin kompleks, karena berhubungan dengan dana, dan sumber daya dalam jumlah yang besar yang harus dikelola. Penjadwalan yang dilakukan secara efektif dan efisien dapat membuat aktivitas dalam suatu proyek akan berjalan dengan lancar, sebagai contoh dalam mobilisasi dan demobilisasi tenaga kerja dan alat berat di proyek terlaksana dapat menghindari terjadinya penundaan dan pemborosan. Dalam penjadwalan proyek terdapat dua jenis pejdawalan yaitu:

2.3.1 Penjadwalan Deterministik

Penjadwalan deterministik adalah jaringan yang saling terhubung dengan dependensi yang menggambarkan pekerjaan yang akan dilakukan, masa kerja dan rencana penyelesaian proyek (estinasi waktu aktivitas pasti). Adapun metode deterministik yaitu (Husein,2011);

1. *Critical Path Method* CPM)

Critical Path Method adalah metode yang menentukan lintasan kritis menggunakan diagram anak panah, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu. Metode CPM ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Hubungan antar kegiatan jelas dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Penggunaan Metode CPM ini perlu dikombinasikan dengan penggunaan metode lainnya.

2. Gantt Chart

Gantt Chart merupakan bagan balok yang ditemukan oleh *Gantt* dan *Fredick W. Taylor* dengan Panjang balok melambangkan dari durasi setiap kegiatan. Diagaram batang ini terdiri dari sumbu X dan sumbu Y yang dimana, sumbu X melambangkan dari satuan waktu dalam hari, minggu dan bulan sebagai durasinya. Sedangkan sumbu Y melambangkan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek.

2.3.2 Penjadwalan Probabilistik

Penjadwalan probalistik adalah jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministic, tetapi jangka waktu dalam variable acak atau tidak pasti. Adapun metode penjadwalan probalistik yaitu (Husein,2011):

1. Metode PERT

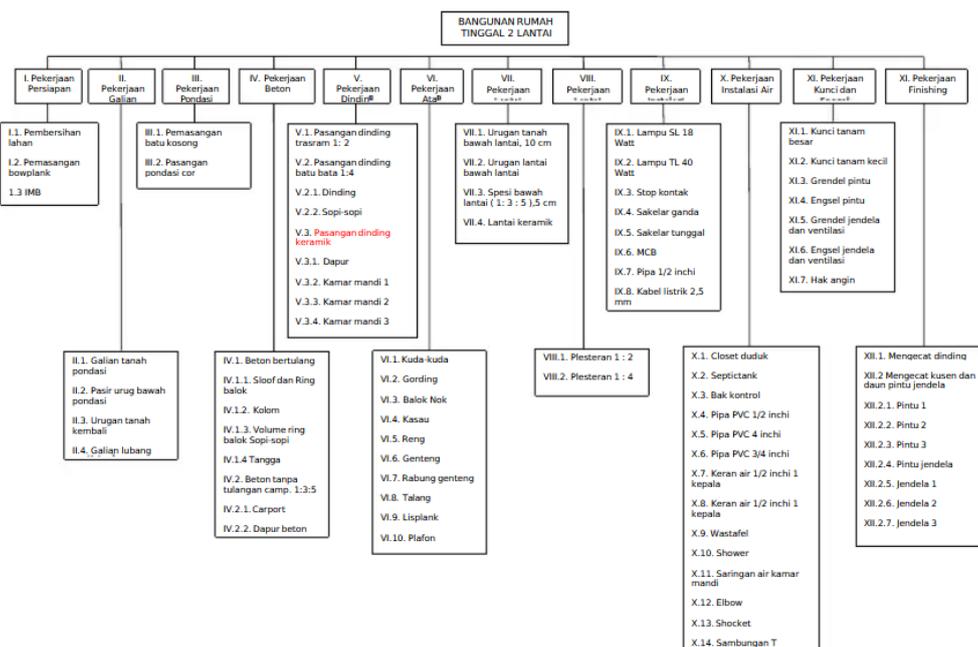
Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) adalah perencanaan dengan jaringan jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu.. Asumsi *PERT* dianggap cukup konsisten dengan *central limit theorem* karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi aktivitas adalah variable acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu.

2. Metode Simulasi MonteCarlo

Simulasi *Monte Carlo* adalah simulasi yang berjenis probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan simulasi dari proses acak. Monte Carlo melibatkan penetapan distribusi pengambilan sampel acak dari distribusi untuk mengahashilkan data.

2.4. Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) adalah dekomposisi hierarkis yang berorientasi pada hasil dari pekerjaan yang akan dilaksanakan oleh tim proyek untuk mencapai tujuan proyek dan menciptakan hasil yang diperlukan. WBS adalah landasan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, pemantauan, dan pelaporan proyek yang efektif. Semua pekerjaan yang terkandung dalam WBS harus diidentifikasi, diperkirakan, dijadwalkan, dan dianggarkan. Pemilik perusahaan dan manajer proyek menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) untuk membuat proyek yang kompleks lebih mudah dikelola. WBS dirancang untuk membantu memecah proyek menjadi bagian-bagian yang dapat dikelola yang dapat diperkirakan dan diawasi secara efektif. WBS yang dirancang dengan baik menggambarkan hasil yang direncanakan, bukan yang direncanakan tindakan. Hasil adalah akhir yang diinginkan dari proyek, seperti produk, hasil, atau layanan, dan dapat diprediksi secara akurat. WBS yang dirancang dengan baik memudahkan untuk menetapkan elemen WBS ke aktivitas proyek apa pun. WBS yang baik harus menunjukkan karakteristik berikut: Didefinisikan, Dapat dikelola, Estimasi, Independen, Terintegrasi, Measurable, Adaptable (Mohaymen,2020).



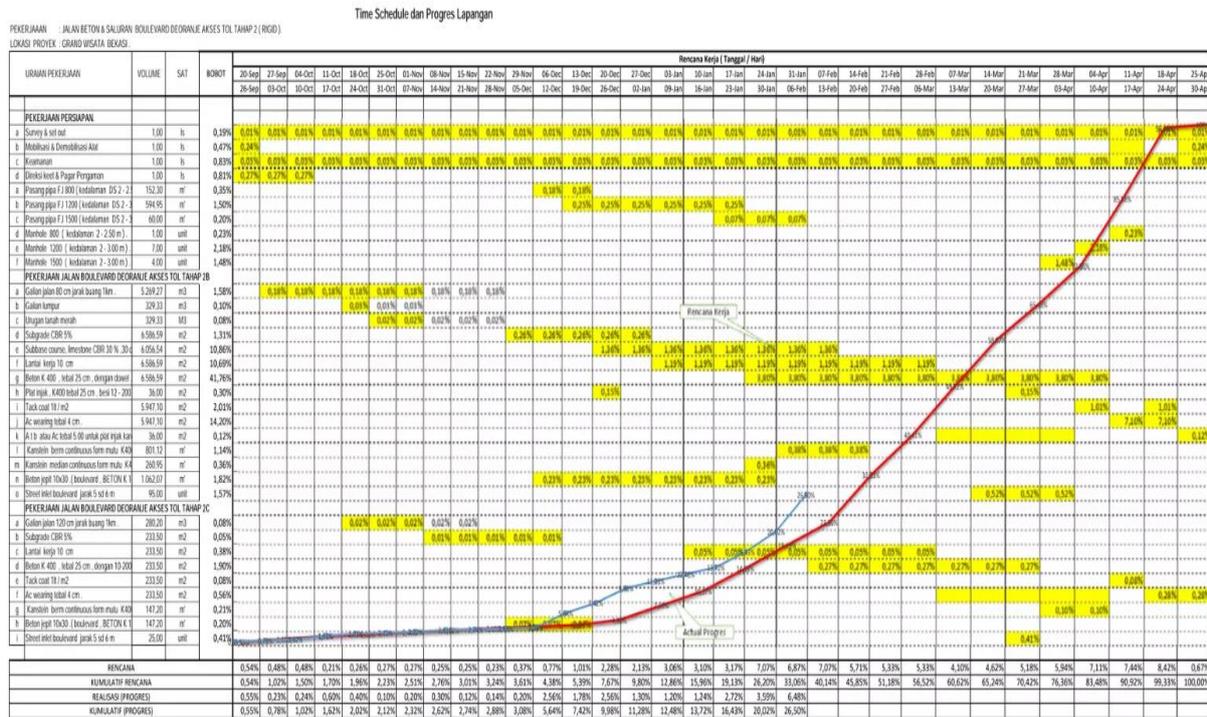
Gambar 2.1 WBS
Sumber: Nunufikri, 2015

2.5. Kurva S

Kurva S adalah gambaran yang menjelaskan tentang keseluruhan jenis pekerjaan, volume tentang keseluruhan jenis pekerjaan dalam satuan waktu dan ordinatnya adalah jumlah persentase kegiatan pada garis waktu. Pembuatan kurva S dilakukan pada tahap awal sebelum proyek dimulai dengan menerapkan asumsi sehingga dihasilkan rencana kegiatan yang rasional. Dari visualisasi kurva S berisikan tentang informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana, sehingga dapat diketahui apakah ada keterlambatan maupun percepatan proyek.

Keunggulan dari dgunakannya kurva S ini yaitu metodenya yang mudah dipahami dan dapat digunakan sebagai alat perencana serta komunikasi. Sedangkan kelemahan dari digunakannya kurva S ini yaitu tidak dapat menunjukkan hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain secara spesifik, sehingga sulit melihat dapat yang diakibatkan oleh keterlambatan terhadap keseluruhan jadwal proyek.

Manfaat dari Kurva S yang dapat diaplikasikan di proyek yaitu sebagai alat yang diperlukan untuk membuat EVM (Earned Value Methods), alat prediksi atau forecast penyelesaian proyek, alat untuk mereview dan membuat program kerja pelaksanaan proyek dalam satuan waktu mingguan atau bulanan untuk melakukan percepatan, dasar perhitungan eskalasi proyek, alat bantu perhitungan cash flow, mengetahui perkembangan program percepatan serta dasar evaluasi kebijakan manajerial secara makro (Miftah, 2020). Contoh Kurva S dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva S
Sumber: Renaldy,2023

2.6. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah simulasi yang berjenis probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan simulasi dari proses acak. Monte Carlo melibatkan penetapan distribusi pengambilan sampel acak dari distribusi untuk mengahashilkan data. Dasar dari simulasi Monte Carlo ini adalah mengandalkan percobaan probabilistik melalui sampling random. Metode Monte Carlo merupakan pendekatan khusus yang sangat berguna untuk mensimulasikan situasi yang mengandung resiko sehingga diperoleh jawaban-jawaban perkiraan yang tidak dapat diperoleh dari penelitian-penelitian secara fisik atau dari penggunaan analisis matematika. Proses Monte Carlo dalam memilih angka acak berdasarkan distribusi probabilitas bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas. Metode Monte Carlo bertitik tolak pada generalisasi fakta-fakta yang terjadi dengan mempresentasikan ke dalam bilangan acak dan distribusi probabilitas kumulatif. Karakteristik yang harus dimiliki angka acak buatan yaitu;

1. Angka – angka acak tersebut harus didistribusikan secara seragam. Hal ini berarti bahwa setiap angka acak yang ada dalam suatu interval memiliki kesempatan yang sama untuk dapat dipilih. Jika kondisi ini tidak tercapai, maka hasil simulasi akan menjadi bias dengan adanya angka acak yang memiliki kesempatan lebih besar untuk dipilih.
2. Teknik numerik untuk menentukan angka acak tersebut harus efisien. Hal ini berarti bahwa angka – angka acak tersebut jangan sampai berubah nilainya menjadi konstan atau terlalu sering kembali.
3. Urutan angka – angka acak tersebut tidak boleh mencerminkan adanya suatu pola, misalkan 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 dan seterusnya. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun terdistribusi secara seragam, tetapi tidak menunjukkan perilaku acak

Adapun tahapan dalam melakukan simulasi *Monte Carlo* yaitu;

1. Menentukan distribusi probabilitas yang diketahui dari beberapa variabel kunci. Distribusi itu mungkin distribusi yang standar seperti distribusi poisson, normal, atau eksponensial atau mungkin distribusi empiris yang diturunkan dari data historis.
2. Mengubah distribusi frekuensi ke dalam distribusi probabilitas kumulatif. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa hanya satu nilai variabel yang diwakili oleh bilangan acak yang di berikan.
3. Mengambil sampel secara acak dari distribusi kumulatif untuk menentukan nilai variable yang spesifik untuk digunakan dalam simulasi. Cara untuk mengambil sampel adalah dengan menggunakan tabel bilangan random. Bilangan acak dimasukkan ke dalam distribusi probabilitas kumulatif untuk menghasilkan nilai variabel yang spesifik untuk tiap observasi. Urutan dari bilangan acak yang dipakai akan menggantikan pola dari variasi yang diharapkan untuk ditemui.
4. Mensimulasikan operasi yang dianalisis dalam jumlah replikasi yang sesuai dibutuhkan dalam kondisi yang sama seperti ukuran sampel yang sesuai pada percobaan akhir dunia nyata. Tes signifikansi dengan statistik yang biasa dapat digunakan dalam tahap ini. Dengan simulasi menggunakan komputer, besar sampel dapat sangat besar dan kadang untuk menjalankan sampel yang sangat besar, sangat ekonomis dan dengan kesalahan yang sangat kecil.

2.7. Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas adalah suatu daftar atau kumpulan dari probabilitas probabilitas peristiwa yang mungkin terjadi. Distribusi Probabilitas saling berhubungan dengan semua nilai nilai yang mungkin terjadi dan berasal dari variable random. Variabel random merupakan variable yang nilainya merupakan suatu bilangan yang dilakukan oleh terjadinya suatu percobaan. Terdapat berbagai jenis model distribusi probabilitas yaitu:

1. Distribusi Uniform
Distribusi Uniform merupakan sebuah distribusi probabilitas yang mempunyai probabilitas yang sama untuk semua kemungkinan variable random yang muncul.
2. Distribusi Triangular
Distribusi Triangular merupakan distribusi peluang kontinu yang memiliki 3 parameter dengan nilai minimum, nilai maksimum dan nilai yang mungkin terjadi
3. Distribusi Eksponensial
Distribusi Eksponensial merupakan distribusi probabilitas yang digunakan untuk mengukur waktu antara dua kejadian sukses atau jarak satu interval proses poisson.
4. Distribusi beta PERT
Distribusi beta PERT atau biasa disebut *three point estimates*, karena memiliki tiga parameter, yaitu minimum , paling sering terjadi dan maksimum.
5. Distribusi Weibull
Distibusi wibull sering digunakan untuk menghitung waktu yang dicapai sampai terjadinya kerusakan suatu sistem fisik.

2.8. Analisa Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan mengukur besarnya hubungan linier antara dua variable atau lebih. Semakin nyata hubungan linier, maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus atara kedua variable atau lebih. Ukuran untuk derajat hubungan garis lurus ini dinamakan koefisien korelasi. Nilai korelasi populasi r terdapat pada interval $-1 \leq r \leq 1$. Apabila nilai r menunjukkan -1 maka korelasi negative sempurna, nilai r menunjukkan 0 maka tidak ada korelasi dan apabila nilai r menunjukkan 1 artinya nilai korelasi sangat kuat. Jika nilai korelasi positif maka hubungan antara dua variable bersifat searah. Sedangkan, jika korelasi bernilai negatif maka hubungan antara dua variable bersifat berlawanan arah. Terdapat teknik analisis korelasi, yaitu:

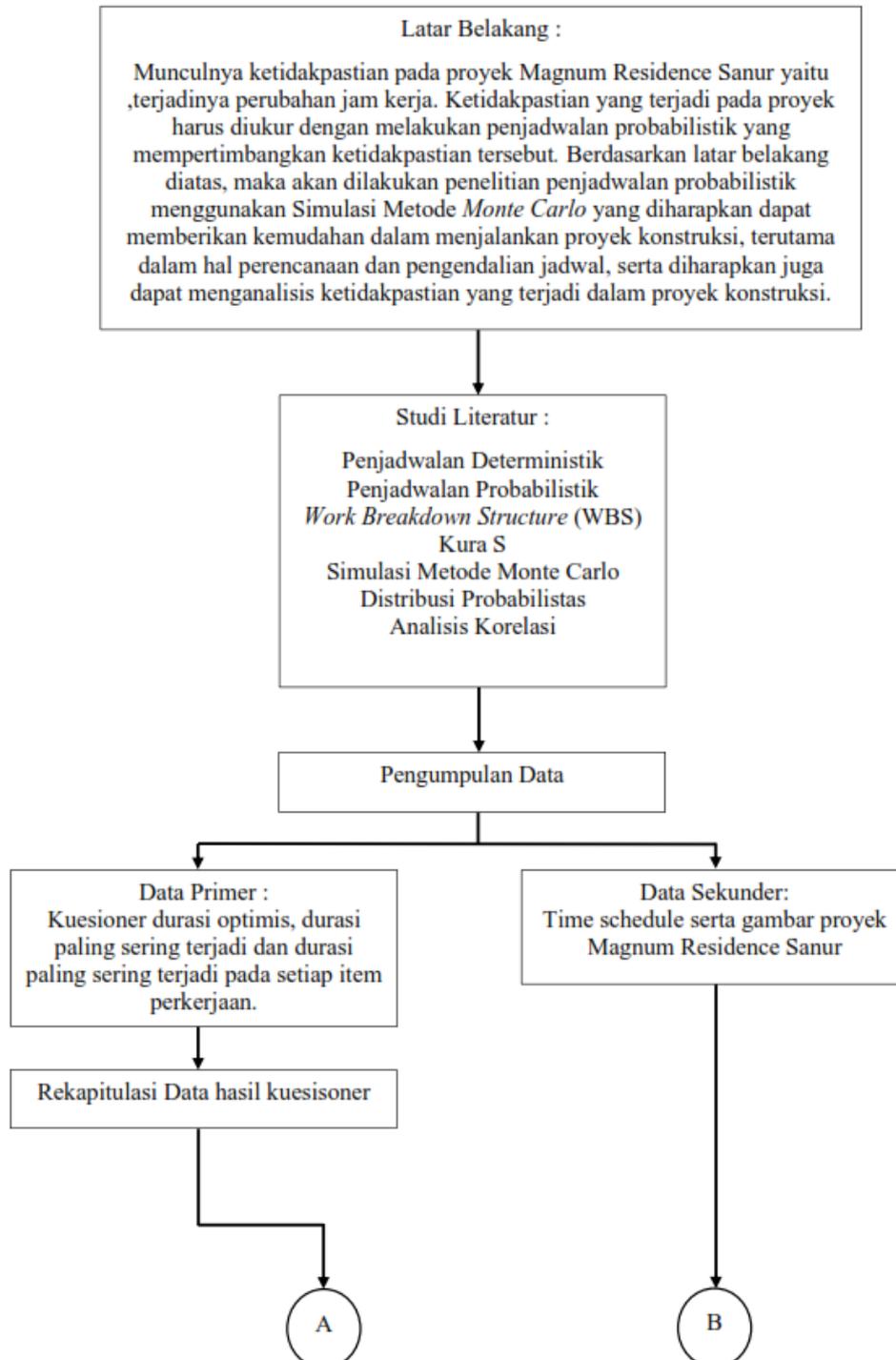
1. Korelasi Pearson
Syarat syarat yang harus dipenuhi adalah data berskala interval atau rasio, sebaran data mengikuti distribusi kurva normal dan mempunyai variansi yang sama.
2. Korelasi Spearman
Uji korelasi spearman merupakan statistic non parametrik. Korelasi Spearman merupakan ukuran kada hubungan antara dua variable yang didasarkan atas ranking. Persyaratan data dalam korelasi spearman adalah skala ordinal.
3. Korelasi Tau Kendall
Korelasi Tau Kendall adalah pembuatan ranking dari pengamatan terhadap objek dengan pengamatan yang berbeda untuk mengetahui kesesuaian terhadap urutan objek yang diamati.

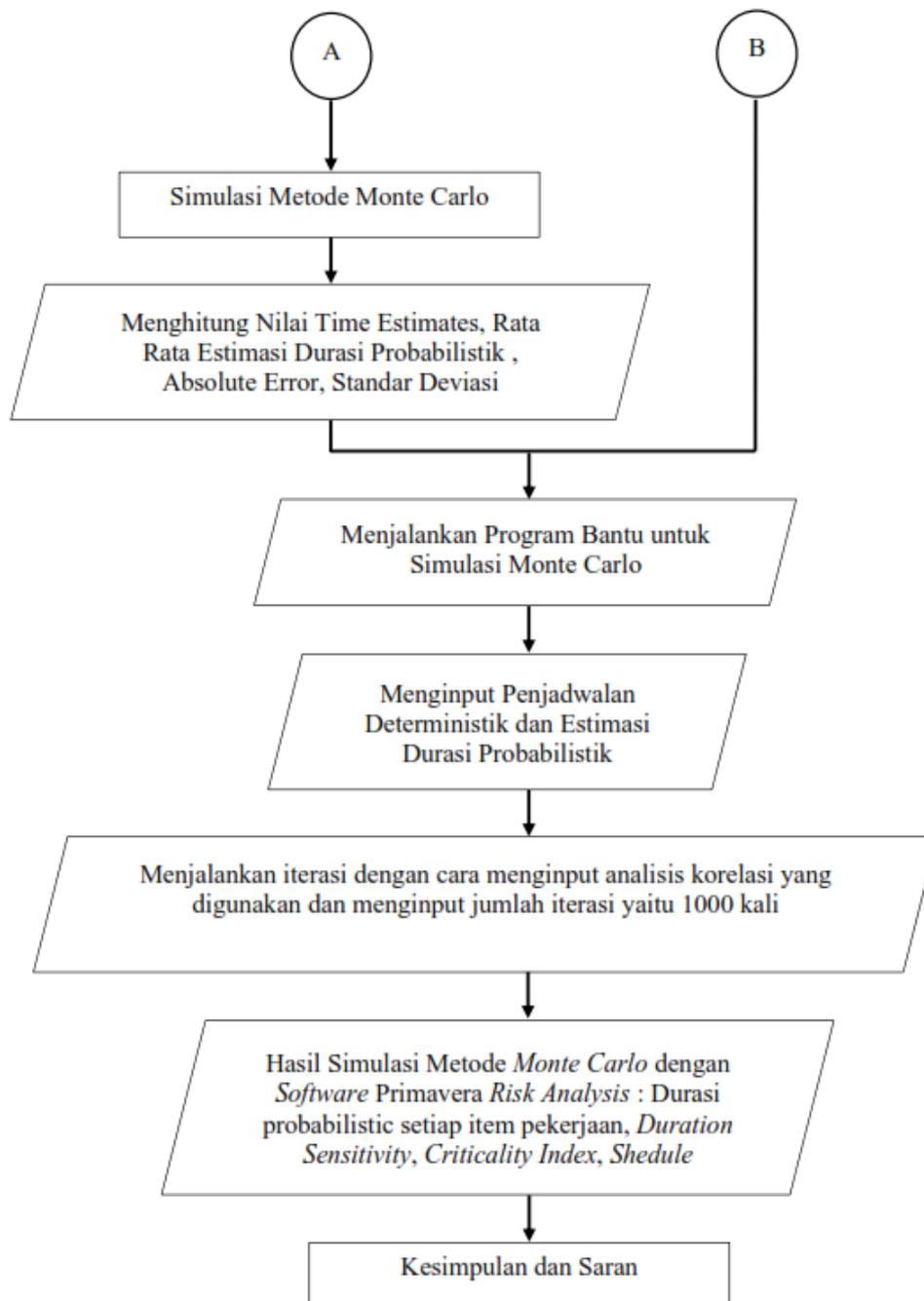
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Tahapan Pelaksanaan Studi

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yang dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.1 dibawah ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir

Rincian dari diagram alir pada Gambar 3.1 mengenai pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun latar belakang masalah dari penelitian ini. Yang dimana latar belakang dari penelitian ini adalah munculnya ketidakpastian pada proyek Magnum Residence Sanur tentang perubahan jam kerja. Pada saat mulai pengerjaan pada bulan agustus, jam kerja proyek dimulai pada pukul 07.00 WITA sampai dengan pukul 22.00 WITA. Namun akibat dari adanya protes dari warga setempat, proyek tersebut mengalami perubahan jam kerja menjadi pukul 07.00 WITA sampai pukul 17.00 WITA. Ketidakpastian tersebut membuat kemunduran pengerjaan pada Magnum Residence Sanur sebanyak -14%. Ketidakpastian yang terjadi pada proyek harus diukur dengan melakukan penjadwalan probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian tersebut. Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian penjadwalan probabilistik menggunakan Simulasi Monte Carlo yang diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam menjalankan proyek konstruksi, terutama dalam hal perencanaan dan pengendalian jadwal, serta diharapkan juga dapat menganalisis ketidakpastian yang terjadi dalam proyek konstruksi.
2. Melakukan studi literatur mengenai tentang penjadwalan deterministik, penjadwalan probabilistik, WBS, kurva S, simulasi *Monte Carlo*, Distribusi Probabilitas, analisis korelasi.
3. Pengumpulan data
 - Melakukan pengumpulan data yang akan digunakan pada penelitian ini. Data tersebut adalah data primer dan data sekunder. Data primer dari penelitian ini adalah kuesioner durasi optimis, durasi paling sering terjadi dan durasi paling sering terjadi pada setiap item pekerjaan. Sedangkan data sekunder dari penelitian ini adalah time schedule serta gambar proyek Magnum Residence Sanur.
 - Data primer didapatkan dengan melakukan teknik wawancara dan kuesioner sebanyak lima responden, kepada beberapa pihak kontraktor pelaksana, *quality control*, staff *engineering* mengenai durasi optimis, durasi paling sering terjadi, durasi pesimis pada setiap kegiatan proyek berdasarkan pengalaman responden.
 - Data sekunder didapatkan langsung dari kontraktor yang mengerjakan proyek tersebut. Data sekunder yang dibutuhkan time schedule rencana, informasi umum proyek, gambar proyek dan durasi aktual pada proyek tersebut.
4. Meresumulasikan data hasil kuesioner yang telah disebarkan untuk mengetahui estimasi durasi optimis, paling sering terjadi, dan pesimis pada setiap pekerjaan dengan mencari waktu tersingkat atau minimum untuk mendapatkan estimasi durasi paling optimis, mencari nilai rata rata untuk mendapatkan estimasi durasi paling sering terjadi, mencari nilai terlama untuk mendapatkan estimasi durasi paling pesimis.
5. Menghitung nilai *time estimates (te)*
Time estimates (te) merupakan nilai tengah dari range durasi probabilistik yang disimulasikan. Menghitung *time estimate* menggunakan rumus yaitu: durasi optimis (a), durasi paling sering terjadi (m) dan durasi paling pesimis (b)

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

Keterangan

a = durasi optimis

m = durasi paling sering terjadi

b = durasi paling pesimis

6. Melakukan simulasi Monte Carlo

Untuk melakukan simulasi monte carlo diperlukan penjadwalan rencana, estimasi durasi probabilistik yang akan dimasukkan pada *software primavera risk analysis*.

7. Menghitung Standar Deviasi

Dalam standar deviasi perlu dilakukan beberapa tahap yaitu :

- Dilakukan perhitungan rata rata estimasi dari setiap item pekerjaan paling optimis (a), yang mungkin terjadi (m) dan pesimis (b).

$$\bar{x}_{pekerjaan} = \frac{a_{pekerjaan} + m_{pekerjaan} + b_{pekerjaan}}{n}$$

- Nilai standar deviasi didapatkan dari menggunakan rumus:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}$$

Keterangan :

SD = standar deviasi

n = jumlah narasumber

xi = Durasi rencana

\bar{x} = rata- rata dari durasi paling optimis, yang mungkin terjadi, dan paling pesimis

8. Menjalankan *software primavera risk analysis*

9. Menginput Penjadwalan Deterministik dan Estimasi Durasi Probabilistik

10. Menjalankan iterasi dengan *software primavera risk analysis*

- Menginput analisis korelasi yang akan digunakan untuk menghitung *duration sensitivity* yang dimana untuk mengetahui korelasi durasi item pekerjaan terhadap durasi total penyelesaian proyek. Analisis korelasi yang akan digunakan adalah *spearman's rank correlation*. Menggunakan jenis korelasi *spearman's rank correlation* karena data yang dimiliki tidak berdistribusi normal.
- Menginput jumlah iterasi yang akan digunakan. Jumlah iterasi yang digunakan sebanyak 1.000 kali. Iterasi bertujuan untuk mengambil satu durasi yang terdapat dalam distribusi triangular untuk masing masing pekerjaan.

11. Hasil Simulasi Monte Carlo dengan *Software Primavera Risk Analysis* : Durasi probabilistik setiap item pekerjaan, Duration Sensitivity, Criticality Index, Shedule Sensitivity Index

12. Mengestimasi total durasi probabilistik pada item pekerjaan proyek dapat dilakukan dari hasil simulasi monte carlo yang sudah dilakukan dapat didapat hasil data durasi setiap item pekerjaan dan total durasi probabilistik dengan berbagai macam tingkat keyakinan penyelesaian

13. Menganalisis dan membandingkan durasi probabilistik dengan durasi deterministik dilakukan dengan total durasi probabilistik dibandingkan dengan durasi total aktual, dan total durasi rencana dibandingkan dengan durasi total aktual. Kemudian dapat dilihat dan dapat ditarik kesimpulan pada proyek tersebut total durasi probabilistik atau total durasi rencana yang lebih mendekati dengan total durasi aktual.

14. *Duration Sensitivity* menggambarkan korelasi antara durasi item pekerjaan terhadap durasi total proyek. *Criticality Index* menyatakan seberapa sering item pekerjaan berada pada lintasan kritis selama menjalankan simulasi iterasi, *Criticality Index* yang tinggi

menyebabkan keterlambatan. *Schedule Sensitivity Index* adalah grafik untuk mengatasi kekritisannya yang tidak memperhitungkan ketidakpastian, item pekerjaan yang tidak memiliki ketidakpastian dapat memiliki kekritisannya sebesar 100%. Data tersebut akan digunakan untuk mendata item pekerjaan yang sering berada di lintasan kritis dan memiliki rentannya ketidakpastian yang besar, yang dapat dilihat pada *schedule sensitivity index*.

15. Membuat kesimpulan dan saran terkait dengan total durasi probabilistik yang didapat setelah menjalankan simulasi monte carlo pada *software primavera risk analysis* yang kemudian durasi probabilistik tersebut dibandingkan dengan durasi aktual, yang dimana apakah durasi probabilistik lebih mendekati durasi aktual atau durasi rencana yang lebih mendekati durasi aktual. Kemudian mendata item pekerjaan yang sering berada di lintasan kritis yang dapat dilihat pada *schedule sensitivity index*, sehingga dapat disimpulkan item pekerjaan apa saja yang di prioritaskan penyelesaiannya, agar tidak menyebabkan bertambahnya durasi proyek.

3.2. Data Penelitian

Sumber data penelitian pada tugas akhir ini diambil dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder dimana :

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan melakukan teknik wawancara dan kuesioner pada beberapa pihak kontraktor pelaksana mengenai durasi optimis, durasi paling sering terjadi, durasi pesimis pada setiap kegiatan proyek berdasarkan pengalaman responden.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak yang berperan didalam proyek secara langsung. Data yang diperlukan meliputi data umum proyek, time shecdule, serta gambar proyek.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner, dan mencari studi Pustaka ataupun mencari dari berbagai sumber sebagai referensi. Pada Tabel 3.1 di bawah ini berisikan tentang teknik pengumpulan data, tujuan dan output dari analisis data yang dilakukan.

Tabel 3.1 Metode Pengumpulan Data, Analisis Data dan Output

No	Tujuan	Data	Metode Pengumpulan Data	Metode	Output
1	Mengestimasi total durasi probabilistik pada item pekerjaan proyek	Durasi optimis, paling sering terjadi, dan pesimis	Kuesioner	Wawancara dan kuesioner kepada pihak kontraktor pelaksana, quality control, staff engineering mengenai durasi optimis, durasi paling sering terjadi ,durasi pesimis pada setiap kegiatan proyek berdasarkan pengalaman responden. Simulasi Monte Carlo	Durasi probabilistik
2	Menganalisis dan membandingkan durasi probabilistik dengan durasi deterministik	Durasi aktual dan durasi probabilistik	Data sekunder dan Durasi probabilistik	Simulasi Monte Carlo	Perbandingan durasi probalistik dan durasi deterministik
3	Menganalisa item pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar.	Aktivitas kritis	Analisis Korelasi	Simulasi Monte Carlo	Schedule sensitivity index(%)

3.4. Teknik Pengolahan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi probabilistik dengan simulasi *Monte Carlo*. Data primer didapatkan dengan melakukan teknik wawancara dan kuesioner sebanyak lima responden, kepada beberapa pihak kontraktor pelaksana, quality control, staff engineering mengenai durasi optimis, durasi paling sering terjadi, durasi pesimis pada setiap kegiatan proyek berdasarkan pengalaman responden. Dari hasil kuesioner yang telah disebarakan kepada lima responden diolah untuk mengetahui estimasi durasi paling optimis, durasi paling sering terjadi, dan durasi paling pesimis. Dapat dilihat pada Tabel 3.2 merupakan contoh dari hasil kuesioner item pekerjaan x.

Tabel 3.2 Contoh hasil kuesioner item pekerjaan x

No	Responden	Estimasi Durasi Probabilistik Pekerjaan X		
		Optimis	Paling Sering Terjadi	Pesimis
1	A	71	73	85
2	B	72	74	80
3	C	70	75	82
4	D	69	72	83
5	E	68	74	83

Data – data pada tabel 3.2 tersebut kemudian dihitung masing masing nilai *mean*, untuk mendapatkan estimasi durasi paling optimis, durasi paling sering terjadi, dan durasi paling pesimis., sebagai berikut:

1. Estimasi durasi paling optimis

Estimasi durasi paling optimis didapatkan dari waktu tersingkat untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut. Dari Tabel 3.2 diatas didapatkan estimasi durasi paling optimis yaitu 68 hari

2. Estimasi durasi paling sering terjadi

Estimasi durasi paling sering terjadi didapatkan dari rata rata waktu durasi paling sering terjadi dari kelima responden, kemudian hasil perhitungan rata rata tersebut dibulatkan keatas. Dari Tabel 3.2 diatas didapatkan estimasi durasi paling sering terjadi yaitu:

$$x = \frac{73 + 74 + 75 + 72 + 74}{5} = 73,6 \text{ hari} \approx 74 \text{ hari}$$

3. Estimasi durasi paling pesimis

Estimasi durasi paling pesimis didapatkan dari waktu terlama untuk menyelesaikan tem pekerjaan tersebut. Dari Tabel 3.2 diatas didapatkan estimasi durasi paling pesimis yaitu 85 hari.

Contoh perhitungan diatas dilakukan pada hasil kuesioner setiap item pekerjaan Magnum Residence Sanur.

Kemudian menghitung jumlah iterasi dengan menghitung standar deviasi, rata-rata dari waktu minimum dan maksimum, absolute error. Standar deviasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}$$

Keterangan :

SD = standar deviasi

n = jumlah narasumber

xi = durasi rencana

\bar{x} = rata-rata dari durasi paling optimis, yang mungkin terjadi, dan paling pesimis

Pada *software* Primavera Risk Analysis dilakukan penginputan penjadwalan deterministik dan estimasi durasi probabilistik. Kemudian menjalankan iterasi pada *software* Primavera Risk Analysis dengan menginput analisis korelasi dan jumlah iterasi yaitu 1000 kali. Analisis korelasi yang akan digunakan untuk menghitung duration sensitivity yang dimana untuk mengetahui korelasi durasi item pekerjaan terhadap durasi total penyelesaian proyek. Analisis korelasi yang akan digunakan adalah spearman's rank correlation. Menggunakan jenis korelasi spearman's rank correlation karena data yang dimiliki tidak berdistribusi normal.

Kemudian akan didapatkan hasil simulasi monte carlo dengan program bantu yaitu: durasi probabilistik setiap item pekerjaan, Duration Sensitivity, Criticality Index, Shedule Sensitivity Index.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Objek Penelitian

Proyek Magnum Residence Sanur, merupakan apartemen yang berlokasi di tepi pantai Sanur, di Jl. Danau Tamblingan No.31, Sanur, Denpasar, 20 menit dari bandara Ngurah Rai. Apartemen ini terdiri dari 4 lantai dengan 3 jenis kamar yang ditawarkan. Magnum Residence Sanur dikerjakan oleh kontraktor PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi. PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi hanya mengerjakan pekerjaan struktur saja, untuk pekerjaan arsitektur pada Magnum Residence Sanur ini akan dilakukan tender ulang lagi. Pekerjaan struktur Magnum Residence Sanur yang dikerjakan oleh PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi awal mulai pengerjaan pada 1 Agustus 2023 dan ditargetkan selesai pada 29 Februari 2024. Proyek Magnum Residence Sanur mengalami keterlambatan, hingga pada bulan Mei 2024 masih dalam tahap pengerjaan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 .

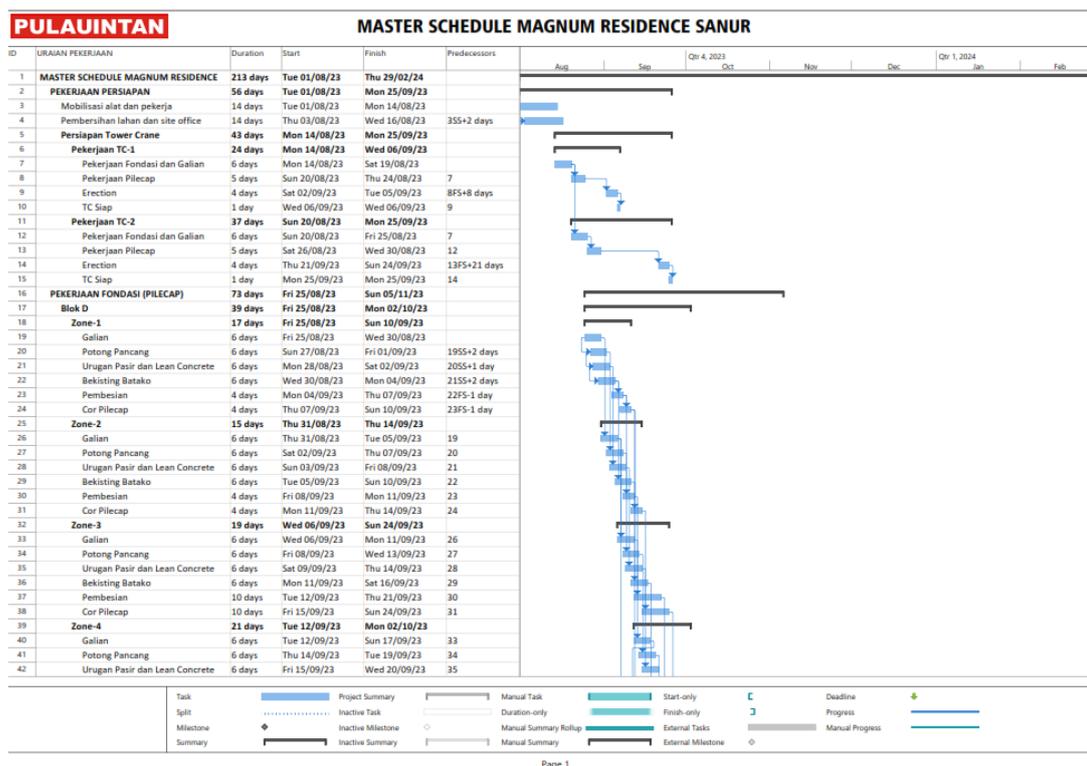


Gambar 4.1 Pengerjaan Lantai 4 Magnum Residence Sanur
Pada Bulan Mei 2024

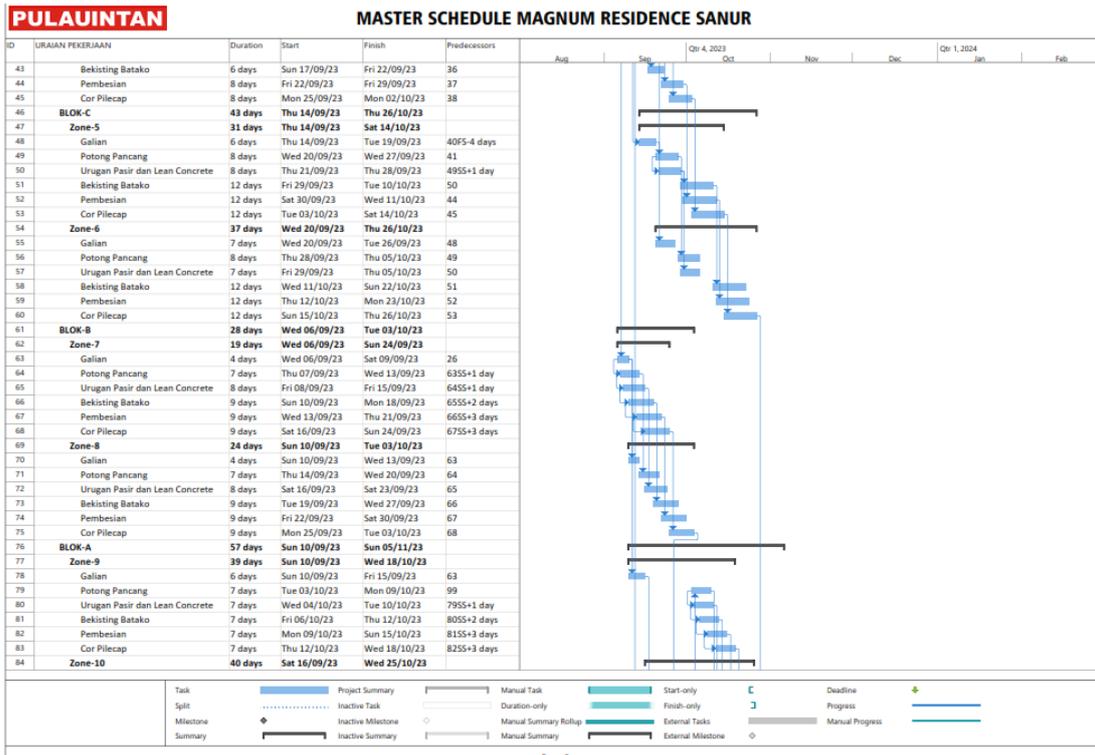
4.2. Data Penelitian

4.2.1. Time Schedule

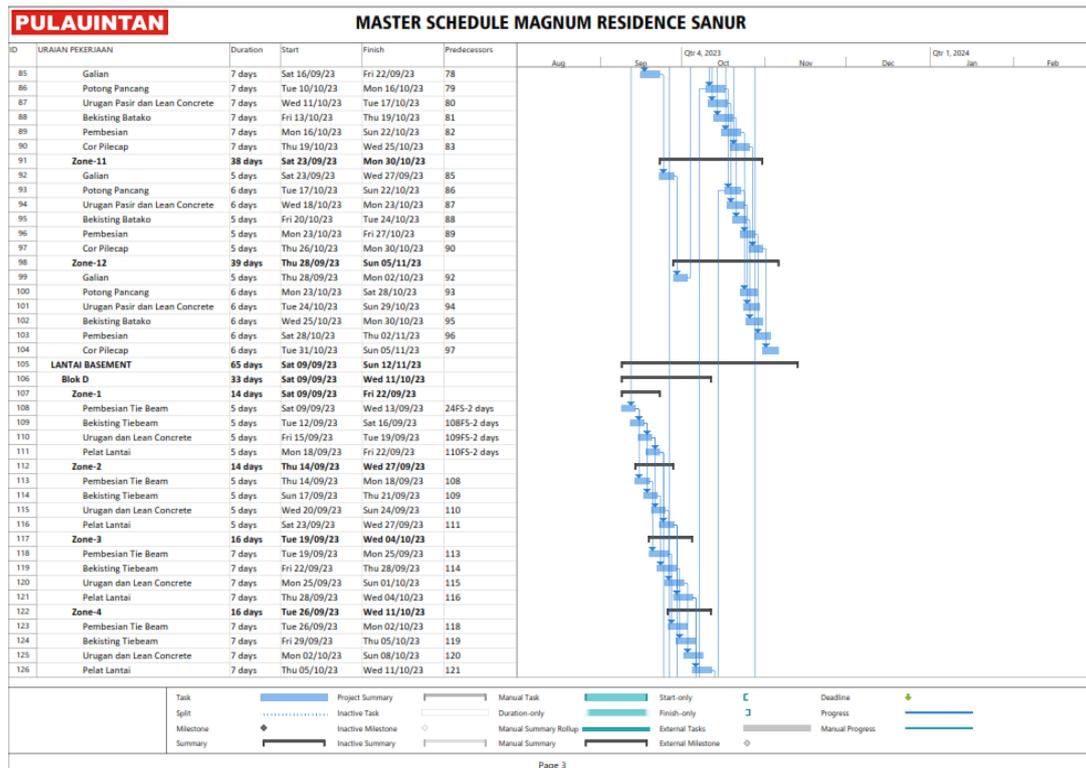
Dari *time schedule* Magnum Residence Sanur tersebut, didapatkan jenis item pekerjaan apa saja yang dikerjakan dan durasi rencana pada proyek Magnum Residence Sanur. Dari *time schedule* tersebut diketahui penyelesaian proyek selama 213 hari. Pada penelitian ini tidak meninjau seluruh item pekerjaan yang terdapat pada *time schedule* Magnum Residence Sanur. Pada penelitian ini hanya meninjau pekerjaan struktur bangunan utama saja. Akan dilakukan penjadwalan ulang pada sub bab 4.2.3 penjadwalan deterministik sesuai dengan item pekerjaan yang akan ditinjau dengan menggunakan *sequence* dan durasi item pekerjaan sesuai dengan *time schedule* Magnum Residence Sanur. Untuk gambar *time schedule* dapat dilihat pada Gambar 4.2 - Gambar 4.4 . Untuk gambar *time schedule* lainnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.2 Time Schedule Magnum Residence Sanur (1)



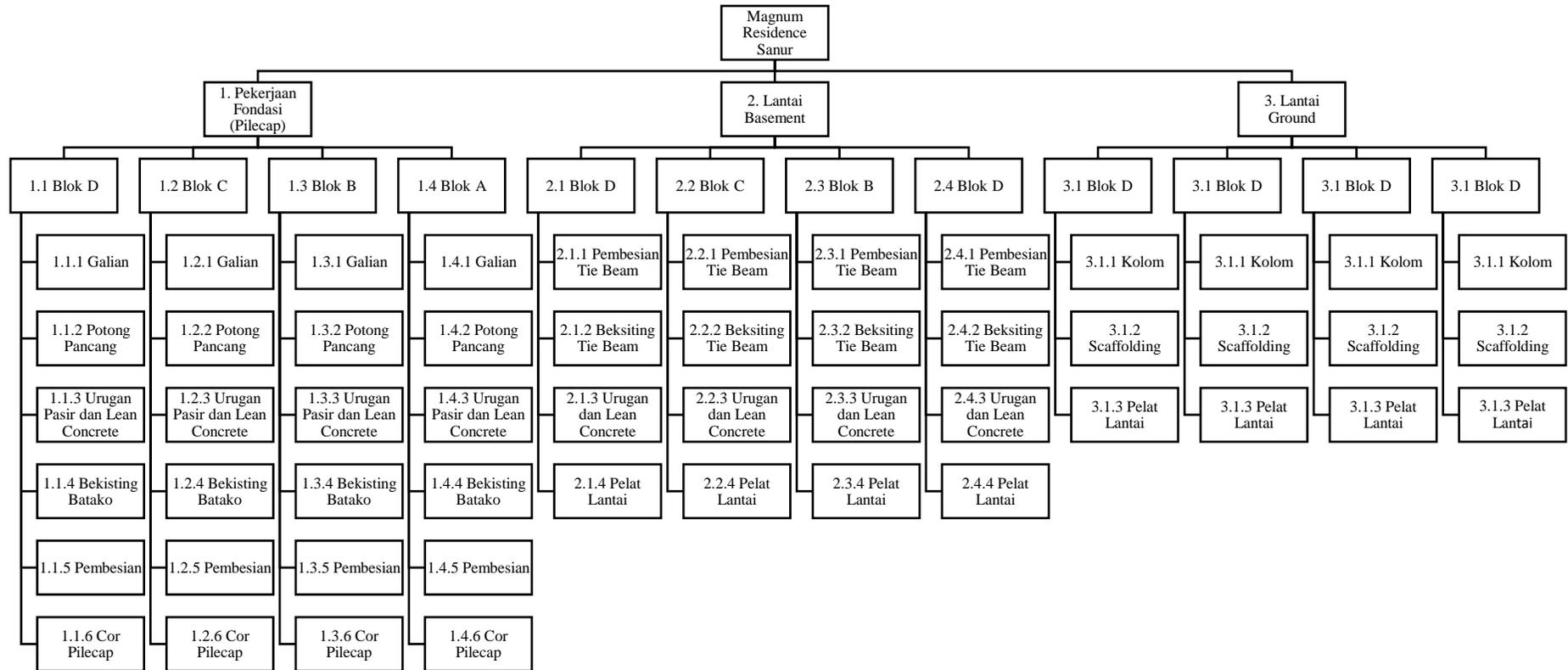
Gambar 4.3 Time Schedule Magnum Residence Sanur (Lanjutan 2)



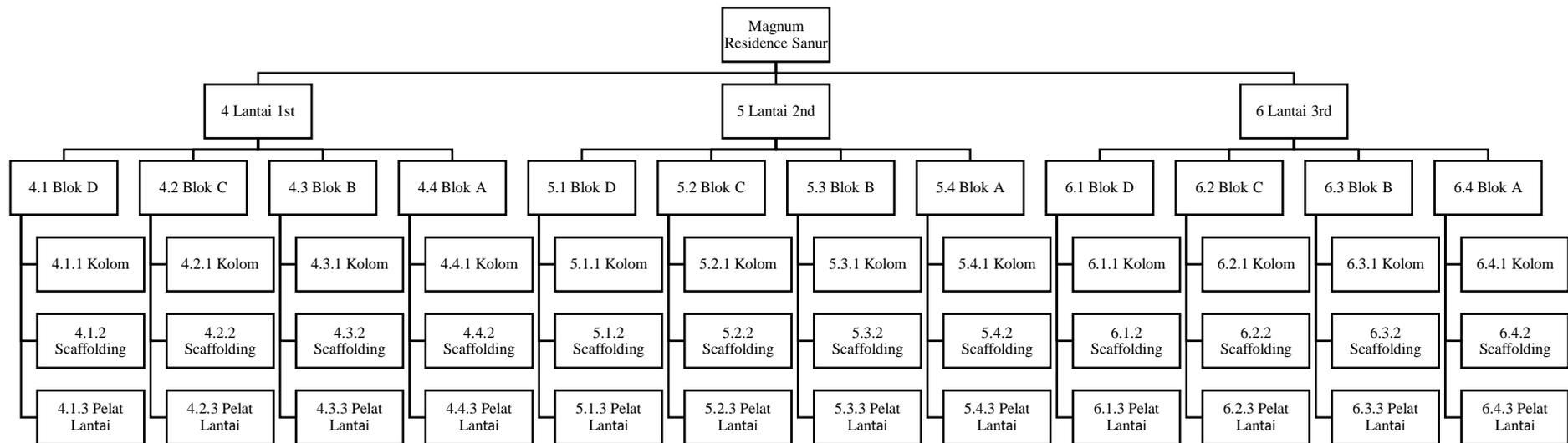
Gambar 4.4 Time Schedule Magnum Residence Sanur (Lanjutan 3)

4.2.2. Work Breakdown Structure (WBS)

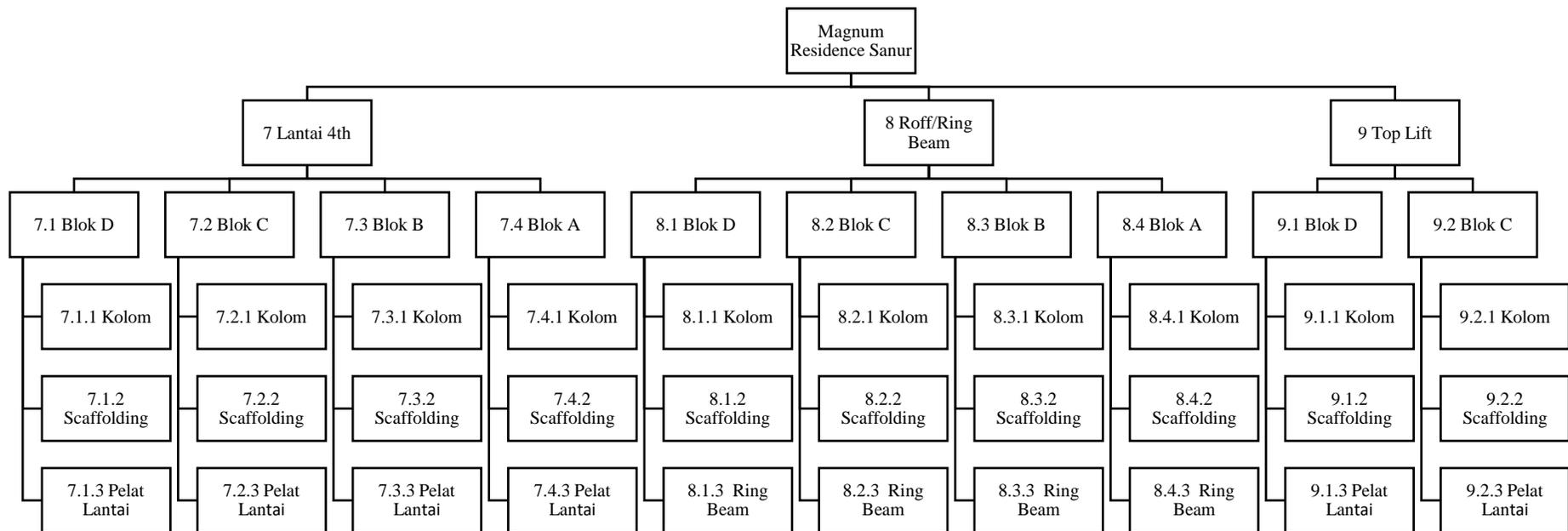
Dari *time schedule* Magnum Residence Sanur dapat dilihat pekerjaan yang dikerjakan pada proyek Magnum Residence Sanur. Kontraktor proyek Magnum Residence Sanur yaitu PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi hanya mengerjakan pekerjaan struktur saja, untuk pekerjaan arsitektur pada Magnum Residence Sanur ini akan dilakukan tender ulang lagi. Pekerjaan struktur Magnum Residence Sanur yang dikerjakan oleh PT.Pulau Intan Bapajaperkasa Konstruksi awal mulai pengerjaan pada 1 Agustus 2023 dan ditargetkan selesai pada 29 Februari 2024. Pada penelitian ini meninjau pekerjaan struktur bangunan utama yang dimulai dari pekerjaan fondasi (pilecap) sampai dengan pekerjaan *roff*. *Work Breakdown Structure* (WBS) ini dapat memberikan gambaran tentang pekerjaan apa saja yang dikerjakan pada pekerjaan yang sedang ditinjau pada penelitian ini. Pembuatan *work breakdown structure* untuk urutan pekerjaan dari tingkat atas, sub-pekerjaan dan detail pekerjaan disesuaikan dengan urutan pekerjaan pada *time schedule* Magnum Residence Sanur. Pemberian nomor pada item pekerjaan di *work breakdown structure* berfungsi untuk mengelompokan dan mengorganisir dalam struktur hieraki yang jelas, dapat membantu dalam memahami hubungan antar elemen pekerjaan dan bagaimana pekerjaan tersebut berkontribusi pada tujuan akhir proyek. Penyusunan *work breakdown structure* Magnum Residence Sanur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5 – Gambar 4.7.



Gambar 4.5 Work Breakdown Structure (1)



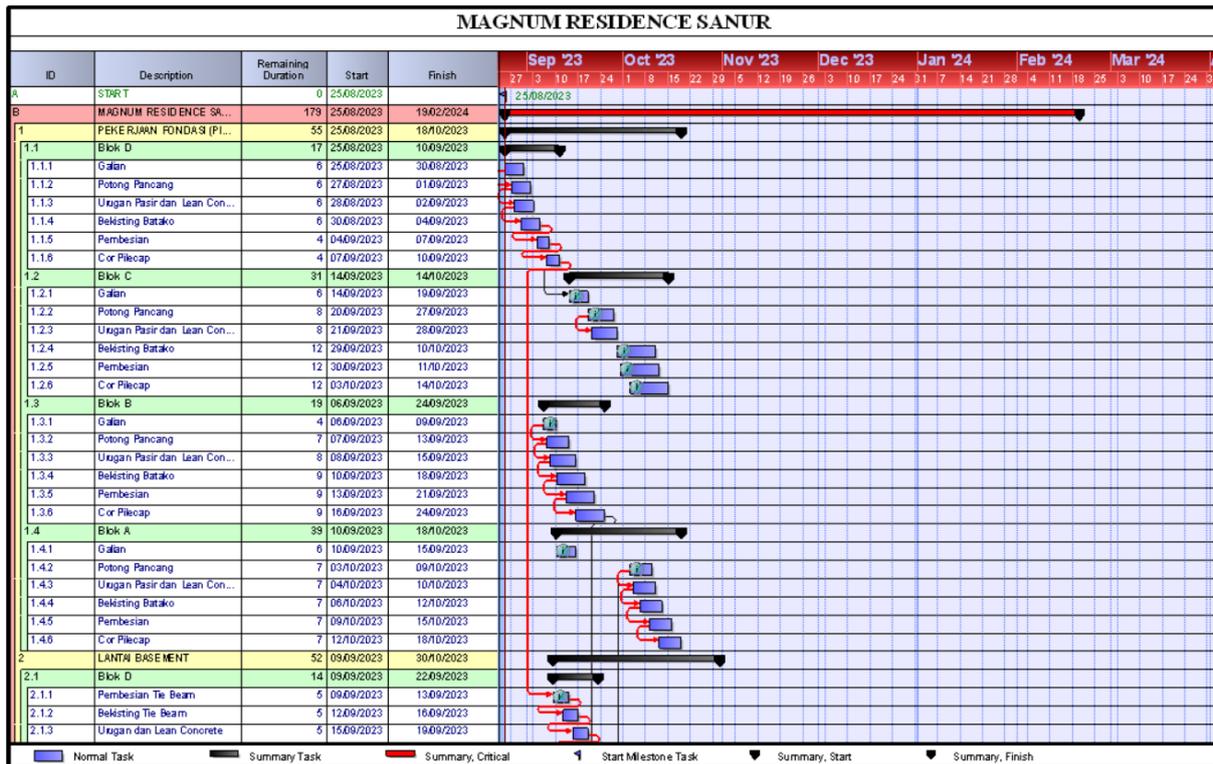
Gambar 4.6 Work Breakdown Structure (Lanjutan 2)



Gambar 4.7 Work Breakdown Structure (Lanjutan 3)

4.2.3. Durasi Deterministik

Total durasi deterministik didapatkan dari penjadwalan dengan item pekerjaan sesuai dengan *work breakdown structure* (wbs) pada Tabel 4.1 yang telah dibuat pada sub bab 4.2.2. Durasi dan sequence yang digunakan pada penjadwalan deterministik, sesuai dengan *time schedule* proyek Magnum Residence Sanur. Untuk penjadwalan deterministik dapat dilihat pada Gambar 4.8 – Gambar 4.12. Berdasarkan penjadwalan ulang sesuai dengan wbs pada Tabel 4.1 yang telah dibuat, dapat dilihat total durasi deterministik adalah 179 Hari. Untuk gambar yang lebih jernih dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.8 Penjadwalan Deterministik Magnum Residence Sanur (1)

4.2.4. Durasi Probabilistik

Durasi probabilistik didapatkan dari menyebarkan kuesioner kepada responden, kepada beberapa pihak kontraktor pelaksana, quality control, staff engineering mengenai durasi optimis, durasi paling sering terjadi, durasi pesimis pada setiap kegiatan proyek berdasarkan pengalaman responden. Kuesioner yang telah disebar kepada responden akan membentuk suatu range durasi, yang dimana dari range tersebut akan dicari nilai a (durasi paling optimis), m (durasi paling sering terjadi), dan b (durasi paling pesimis). Sebagai contoh perhitungan diambil salah satu pekerjaan, yaitu pekerjaan galian. Hasil kuesioner pekerjaan galian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Kuesioner Pekerjaan Galian

NO	Responden	Estimasi Durasi Pekerjaan Galian		
		Optimis (Hari)	Paling Sering Terjadi (Hari)	Pesimis (Hari)
1	Responden 1	2	3	4
2	Responden 2	2	3	5

Dari data hasil kuesioner tersebut diolah untuk mendapatkan nilai a (durasi paling optimis), m (durasi paling sering terjadi) dan b (durasi paling pesimis), sebagai berikut :

1. Durasi paling optimis (a)

Nilai a (durasi optimis) didapatkan dari waktu minimum dari hasil kuesioner semua responden untuk menyelesaikan pekerjaan galian tersebut:

Dari tabel 4.1 diatas, didapatkan nilai a adalah 2 hari.

2. Durasi paling sering terjadi (m)

Nilai m (durasi paling sering terjadi) didapatkan dari nilai tengah durasi pekerjaan galian dari hasil kuesioner semua responden.

Dari tabel 4.1 diatas, responden 1 memberikan nilai durasi 2,3,4 ; responden 2 memberikan nilai durasi 2,3,5. Dari hasil kuesioner tersebut didapatkan nilai m adalah 3 hari

3. Durasi paling pesimis (b)

Nilai b (durasi pesimis) didapatkan dari waktu maksimum dari hasil kuesioner semua responden untuk menyelesaikan pekerjaan galian tersebut:

Dari tabel 4.1 diatas, didapatkan nilai b adalah 5 hari

Perhitungan diatas dilakukan pada semua item pekerjaan Magnum Residence Sanur sesuai dengan hasil kuesioner yang telah disebar kepada responden. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Estimasi Durasi Probabilistik

No	Item Pekerjaan	a	m	b
1	PEKERJAAN FONDASI (PILECAP)			
1.1	Blok D			
1.1.1	Galian	2	3	5
1.1.2	Potong Pancang	2	4	5
1.1.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3
1.1.4	Bekisting Batako	1	2	3
1.1.5	Pembesian	2	4	7
1.1.6	Cor Pilecap	1	2	3
1.2	Blok C			
1.2.1	Galian	2	3	5
1.2.2	Potong Pancang	3	5	9
1.2.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3
1.2.4	Bekisting Batako	1	2	3
1.2.5	Pembesian	2	4	7
1.2.6	Cor Pilecap	1	2	3
1.3	Blok B			
1.3.1	Galian	6	8	14
1.3.2	Potong Pancang	2	4	8
1.3.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	2	3	5
1.3.4	Bekisting Batako	1	2	2
1.3.5	Pembesian	5	11	19
1.3.6	Cor Pilecap	2	2	3
1.4	Blok A			
1.4.1	Galian	8	12	20
1.4.2	Potong Pancang	2	4	5
1.4.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3
1.4.4	Bekisting Batako	1	3	5
1.4.5	Pembesian	2	4	7
1.4.6	Cor Pilecap	1	2	3
2	LANTAI BASEMENT			
2.1	Blok D			
2.1.1	Pembesian Tie Beam	7	9	11
2.1.2	Bekisting Tie Beam	6	8	11
2.1.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	7

No	Item Pekerjaan	a	m	b
2.1.4	Pelat Lantai	5	7	9
2.2	Blok C			
2.2.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7
2.2.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7
2.2.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5
2.2.4	Pelat Lantai	3	5	6
2.3	Blok B			
2.3.1	Pembesian Tie Beam	3	3	5
2.3.2	Bekisting Tie Beam	3	3	5
2.3.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5
2.3.4	Pelat Lantai	2	3	4
2.4	Blok A			
2.4.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7
2.4.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7
2.4.3	Urugan dan Lean Concrete	4	5	7
2.4.4	Pelat Lantai	4	6	8
3	LANTAI GROUND			
3.1	Blok D			
3.1.1	Kolom	4	7	9
3.1.2	Scaffolding	3	6	9
3.1.3	Pelat Lantai	4	11	20
3.2	Blok C			
3.2.1	Kolom	4	7	10
3.2.2	Scaffolding	3	6	9
3.2.3	Pelat Lantai	4	9	15
3.3	Blok B			
3.3.1	Kolom	3	4	6
3.3.2	Scaffolding	3	6	9
3.3.3	Pelat Lantai	4	9	15
3.4	Blok A			
3.4.1	Kolom	3	5	7
3.4.2	Scaffolding	3	6	9
3.4.3	Pelat Lantai	4	9	15
4	LANTAI 1st			
4.1	Blok D			
4.1.1	Kolom	3	5	8
4.1.2	Scaffolding	11	14	17
4.1.3	Pelat Lantai	4	9	16
4.2	Blok C			
4.2.1	Kolom	3	5	8

No	Item Pekerjaan	a	m	b
4.2.2	Scaffolding	11	14	17
4.2.3	Pelat Lantai	3	8	15
4.3	Blok B			
4.3.1	Kolom	2	4	6
4.3.2	Scaffolding	11	14	17
4.3.3	Pelat Lantai	3	8	15
4.4	Blok A			
4.4.1	Kolom	2	3	4
4.4.2	Scaffolding	11	14	17
4.4.3	Pelat Lantai	4	8	15
5	LANTAI 2nd			
5.1	Blok D			
5.1.1	Kolom	3	5	8
5.1.2	Scaffolding	11	14	17
5.1.3	Pelat Lantai	4	8	15
5.2	Blok C			
5.2.1	Kolom	3	6	8
5.2.2	Scaffolding	11	14	17
5.2.3	Pelat Lantai	3	8	15
5.3	Blok B			
5.3.1	Kolom	2	4	6
5.3.2	Scaffolding	11	14	17
5.3.3	Pelat Lantai	3	8	15
5.4	Blok A			
5.4.1	Kolom	2	2	4
5.4.2	Scaffolding	11	14	17
5.4.3	Pelat Lantai	4	8	16
6	LANTAI 3rd			
6.1	Blok D			
6.1.1	Kolom	2	3	4
6.1.2	Scaffolding	11	14	17
6.1.3	Pelat Lantai	3	8	15
6.2	Blok C			
6.2.1	Kolom	3	4	8
6.2.2	Scaffolding	11	14	17
6.2.3	Pelat Lantai	3	8	15
6.3	Blok B			
6.3.1	Kolom	2	3	5
6.3.2	Scaffolding	11	14	17
6.3.3	Pelat Lantai	3	8	15

No	Item Pekerjaan	a	m	b
6.4	Blok A			
6.4.1	Kolom	2	3	4
6.4.2	Scaffolding	11	14	17
6.4.3	Pelat Lantai	4	7	16
7	LANTAI 4th			
7.1	Blok D			
7.1.1	Kolom	1	2	4
7.1.2	Scaffolding	11	14	17
7.1.3	Pelat Lantai	3	8	15
7.2	Blok C			
7.2.1	Kolom	3	4	8
7.2.2	Scaffolding	11	14	17
7.2.3	Pelat Lantai	3	8	15
7.3	Blok B			
7.3.1	Kolom	2	3	5
7.3.2	Scaffolding	11	14	17
7.3.3	Pelat Lantai	3	8	15
7.4	Blok A			
7.4.1	Kolom	2	4	6
7.4.2	Scaffolding	11	14	17
7.4.3	Pelat Lantai	4	8	16
8	ROFF/RING BEAM			
8.1	Blok D			
8.1.1	Kolom	2	4	6
8.1.2	Scaffolding	2	5	8
8.1.3	Ring Beam	6	7	8
8.2	Blok C			
8.2.1	Kolom	2	4	6
8.2.2	Scaffolding	2	5	8
8.2.3	Ring Beam	15	17	20
8.3	Blok B			
8.3.1	Kolom	2	4	6
8.3.2	Scaffolding	2	5	8
8.3.3	Ring Beam	10	12	13
8.4	Blok A			
8.4.1	Kolom	2	4	6
8.4.2	Scaffolding	2	5	8
8.4.3	Ring Beam	11	13	14
9	TOP LIFT			
9.1	Blok D			

No	Item Pekerjaan	a	m	b
9.1.1	Kolom	1	3	5
9.1.2	Scaffolding	1	4	7
9.1.3	Pelat Lantai	2	6	13
9.2	Blok C			
9.2.1	Kolom	1	3	5
9.2.2	Scaffolding	1	4	7
9.2.3	Pelat Lantai	2	6	13

4.3. Time Estimates (te)

Setelah mendapatkan nilai durasi probabilistik pada setiap item pekerjaan yang terdiri dari durasi optimis (a), durasi paling sering terjadi (m) dan durasi paling pesimis (b) dilakukan perhitungan *time estimate* (te). Nilai te merupakan nilai tengah dari range durasi probabilistik yang disimulasikan. Berikut diambil contoh item pekerjaan galian untuk contoh perhitungan te sebagai berikut:

- Pekerjaan galian memiliki nilai a adalah 2 hari, nilai m adalah 3 hari dan nilai b adalah 5 hari maka:

$$te_{pekerjaan\ galian} = \frac{a_{pekerjaan\ galian} + (4)m_{pekerjaan\ galian} + b_{pekerjaan\ galian}}{6}$$

$$te_{pekerjaan\ galian} = \frac{2 + (4)3 + 5}{6}$$

$$te_{pekerjaan\ galian} = 3,16\ hari$$

Maka didapatkan nilai te untuk pekerjaan galian adalah 4 hari Perhitungan diatas dilakukan pada semua item pekerjaan Magnum Residence Sanur yang ditinjau pada penelitian ini. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Time Estimates

No	Item Pekerjaan	a	m	b	te
1	PEKERJAAN FONDASI (PILECAP)				
1.1	Blok D				
1.1.1	Galian	2	3	5	3
1.1.2	Potong Pancang	2	4	5	4
1.1.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	2
1.1.4	Bekisting Batako	1	2	3	2
1.1.5	Pembesian	2	4	7	4
1.1.6	Cor Pilecap	1	2	3	2
1.2	Blok C				
1.2.1	Galian	2	3	5	3
1.2.2	Potong Pancang	3	5	9	5
1.2.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	2
1.2.4	Bekisting Batako	1	2	3	2
1.2.5	Pembesian	2	4	7	4
1.2.6	Cor Pilecap	1	2	3	2
1.3	Blok B				
1.3.1	Galian	6	8	14	9
1.3.2	Potong Pancang	2	4	8	4
1.3.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	2	3	5	3
1.3.4	Bekisting Batako	1	2	2	2
1.3.5	Pembesian	5	11	19	11
1.3.6	Cor Pilecap	2	2	3	2
1.4	Blok A				
1.4.1	Galian	8	12	20	12
1.4.2	Potong Pancang	2	4	5	4
1.4.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	2
1.4.4	Bekisting Batako	1	3	5	3
1.4.5	Pembesian	2	4	7	4
1.4.6	Cor Pilecap	1	2	3	2
2	LANTAI BASEMENT				
2.1	Blok D				
2.1.1	Pembesian Tie Beam	7	9	11	9
2.1.2	Bekisting Tie Beam	6	8	11	8
2.1.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	7	5

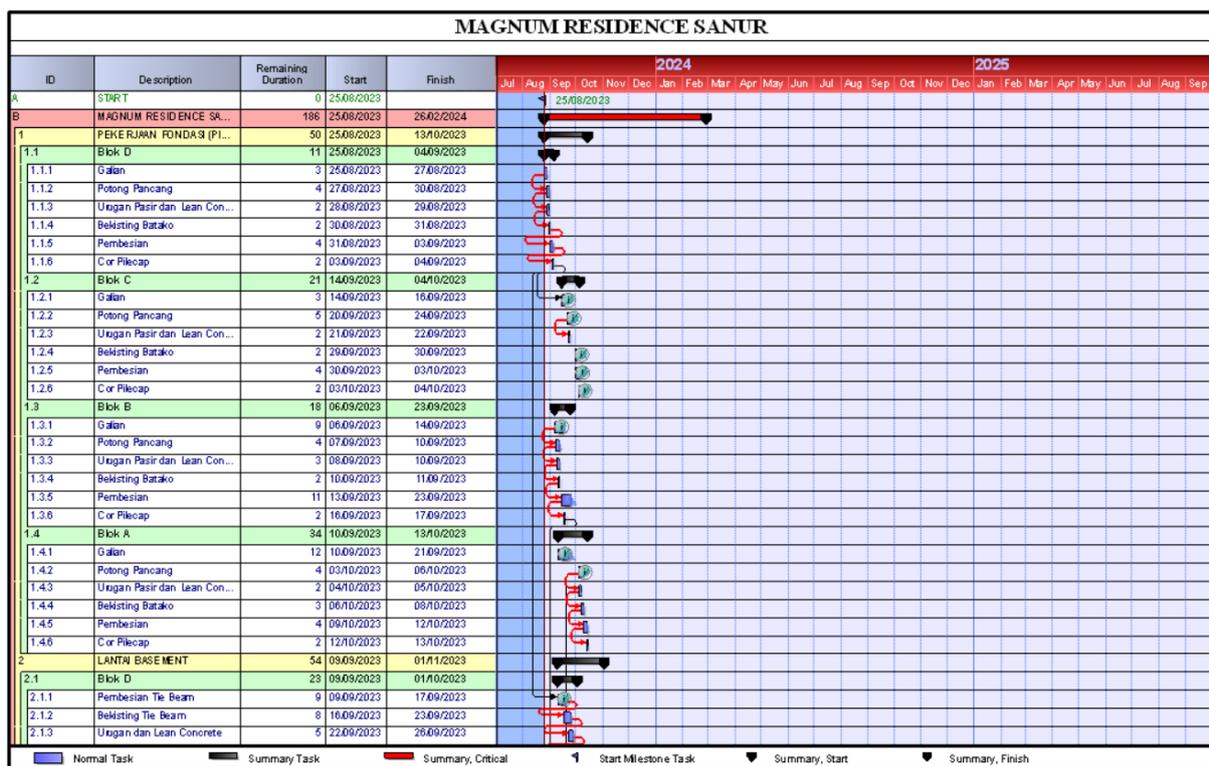
No	Item Pekerjaan	a	m	b	te
2.1.4	Pelat Lantai	5	7	9	7
2.2	Blok C				
2.2.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7	6
2.2.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7	5
2.2.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5	5
2.2.4	Pelat Lantai	3	5	6	5
2.3	Blok B				
2.3.1	Pembesian Tie Beam	3	3	5	3
2.3.2	Bekisting Tie Beam	3	3	5	3
2.3.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5	5
2.3.4	Pelat Lantai	2	3	4	3
2.4	Blok A				
2.4.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7	6
2.4.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7	5
2.4.3	Urugan dan Lean Concrete	4	5	7	5
2.4.4	Pelat Lantai	4	6	8	6
3	LANTAI GROUND				
3.1	Blok D				
3.1.1	Kolom	4	7	9	7
3.1.2	Scaffolding	3	6	9	6
3.1.3	Pelat Lantai	4	11	20	11
3.2	Blok C				
3.2.1	Kolom	4	7	10	7
3.2.2	Scaffolding	3	6	9	6
3.2.3	Pelat Lantai	4	9	15	9
3.3	Blok B				
3.3.1	Kolom	3	4	6	4
3.3.2	Scaffolding	3	6	9	6
3.3.3	Pelat Lantai	4	9	15	9
3.4	Blok A				
3.4.1	Kolom	3	5	7	5
3.4.2	Scaffolding	3	6	9	6
3.4.3	Pelat Lantai	4	9	15	9
4	LANTAI 1st				
4.1	Blok D				
4.1.1	Kolom	3	5	8	5
4.1.2	Scaffolding	11	14	17	14
4.1.3	Pelat Lantai	4	9	16	9
4.2	Blok C				
4.2.1	Kolom	3	5	8	5

No	Item Pekerjaan	a	m	b	te
4.2.2	Scaffolding	11	14	17	14
4.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
4.3	Blok B				
4.3.1	Kolom	2	4	6	4
4.3.2	Scaffolding	11	14	17	14
4.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
4.4	Blok A				
4.4.1	Kolom	2	3	4	3
4.4.2	Scaffolding	11	14	17	14
4.4.3	Pelat Lantai	4	8	15	9
5	LANTAI 2nd				
5.1	Blok D				
5.1.1	Kolom	3	5	8	5
5.1.2	Scaffolding	11	14	17	14
5.1.3	Pelat Lantai	4	8	15	9
5.2	Blok C				
5.2.1	Kolom	3	6	8	6
5.2.2	Scaffolding	11	14	17	14
5.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
5.3	Blok B				
5.3.1	Kolom	2	4	6	4
5.3.2	Scaffolding	11	14	17	14
5.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
5.4	Blok A				
5.4.1	Kolom	2	2	4	2
5.4.2	Scaffolding	11	14	17	14
5.4.3	Pelat Lantai	4	8	16	9
6	LANTAI 3rd				
6.1	Blok D				
6.1.1	Kolom	2	3	4	3
6.1.2	Scaffolding	11	14	17	14
6.1.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
6.2	Blok C				
6.2.1	Kolom	3	4	8	5
6.2.2	Scaffolding	11	14	17	14
6.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
6.3	Blok B				
6.3.1	Kolom	2	3	5	3
6.3.2	Scaffolding	11	14	17	14
6.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8

No	Item Pekerjaan	a	m	b	te
6.4	Blok A				
6.4.1	Kolom	2	3	4	3
6.4.2	Scaffolding	11	14	17	14
6.4.3	Pelat Lantai	4	7	16	8
7	LANTAI 4th				
7.1	Blok D				
7.1.1	Kolom	1	2	4	2
7.1.2	Scaffolding	11	14	17	14
7.1.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
7.2	Blok C				
7.2.1	Kolom	3	4	8	5
7.2.2	Scaffolding	11	14	17	14
7.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
7.3	Blok B				
7.3.1	Kolom	2	3	5	3
7.3.2	Scaffolding	11	14	17	14
7.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8
7.4	Blok A				
7.4.1	Kolom	2	4	6	4
7.4.2	Scaffolding	11	14	17	14
7.4.3	Pelat Lantai	4	8	16	9
8	ROFF/RING BEAM				
8.1	Blok D				
8.1.1	Kolom	2	4	6	4
8.1.2	Scaffolding	2	5	8	5
8.1.3	Ring Beam	6	7	8	7
8.2	Blok C				
8.2.1	Kolom	2	4	6	4
8.2.2	Scaffolding	2	5	8	5
8.2.3	Ring Beam	15	17	20	17
8.3	Blok B				
8.3.1	Kolom	2	4	6	4
8.3.2	Scaffolding	2	5	8	5
8.3.3	Ring Beam	10	12	13	12
8.4	Blok A				
8.4.1	Kolom	2	4	6	4
8.4.2	Scaffolding	2	5	8	5
8.4.3	Ring Beam	11	13	14	13
9	TOP LIFT				
9.1	Blok D				

No	Item Pekerjaan	a	m	b	te
9.1.1	Kolom	1	3	5	3
9.1.2	Scaffolding	1	4	7	4
9.1.3	Pelat Lantai	2	6	13	7
9.2	Blok C				
9.2.1	Kolom	1	3	5	3
9.2.2	Scaffolding	1	4	7	4
9.2.3	Pelat Lantai	2	6	13	7

Setelah mendapatkan nilai te pada semua item pekerjaan, dilakukan penjadwalan dengan menggunakan masing masing nilai te item pekerjaan yang telah didapat sebagai durasi dari setiap item pekerjaannya dan sequence sesuai dengan penjadwalan deterministik. Penjadwalan dengan nilai te tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.13 – Gambar 4.17 dibawah ini. Berdasarkan penjadwalan dengan durasi pada item pekerjaan menggunakan nilai te yang telah dibuat, dapat dilihat total durasi te (p50%) adalah 186 Hari. Untuk gambar yang lebih jernih dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4.13 Hasil Input Nilai Te Pada Penjadwalan Proyek (1)

4.4. Simulasi Monte Carlo

Pada penelitian ini simulasi *monte carlo* di jalankan dengan menggunakan program bantu, diperlukan durasi deterministik, durasi probabilistik, dan jumlah iterasi yang akan nantinya diinput pada program bantu tersebut. Untuk menjalankan simulasi *monte carlo* dilakukan beberapa tahap yaitu:

4.4.1. Menghitung Standar Deviasi

Mendapatkan nilai standar deviasi diperlukan perhitungan awal menghitung rata rata estimasi durasi. Berikut diambil contoh item pekerjaan galian, sebagai berikut;

- Rata rata estimasi durasi

Menghitung rata rata estimasi durasi, digunakan nilai a, m, dan b pada setiap item pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 . Pada pekerjaan galian nilai a adalah 2 hari, nilai m adalah 3 hari dan nilai b adalah 5 hari, maka :

$$\bar{x}_{pekerjaan\ galian} = \frac{a_{pekerjaan\ galian} + m_{pekerjaan\ galian} + b_{pekerjaan\ galian}}{n}$$

$$\bar{x}_{pekerjaan\ galian} = \frac{2 + 3 + 5}{3}$$

$$\bar{x}_{pekerjaan\ galian} = 3,3\ hari$$

Didapatkan nilai rata rata estimasi durasi pekerjaan galian adalah 3,3 hari

- Standar Deviasi

Setelah mendapatkan nilai rata rata estimasi durasi, maka dilanjutkan dengan menghitung standar deviasi untuk pekerjaan galian dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

$$SD_{pekerjaan\ galian} = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x}_{pekerjaan\ galian})^2}{n - 1}}$$
$$SD_{pekerjaan\ galian} = \sqrt{\frac{(2 - 3,3)^2 + (3 - 3,3)^2 + (5 - 3,3)^2}{3 - 1}}$$
$$SD_{pekerjaan\ galian} = 1,53$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, perhitungan tersebut diterapkan untuk setiap jenis item pekerjaan dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.4, sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Standar Deviasi

No	Item Pekerjaan	a	m	b	\bar{x}	Standar Deviasi
1	PEKERJAAN FONDASI (PILECAP)					
1.1	Blok D					
1.1.1	Galian	2	3	5	3,3	1,53
1.1.2	Potong Pancang	2	4	5	3,5	1,50
1.1.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	2,0	1,00
1.1.4	Bekisting Batako	1	2	3	2,0	1,00
1.1.5	Pembesian	2	4	7	4,3	2,52
1.1.6	Cor Pilecap	1	2	3	2,0	1,00
1.2	Blok C					
1.2.1	Galian	2	3	5	3,3	1,53
1.2.2	Potong Pancang	3	5	9	5,5	3,12
1.2.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	2,0	1,00
1.2.4	Bekisting Batako	1	2	3	2,0	1,00
1.2.5	Pembesian	2	4	7	4,3	2,52
1.2.6	Cor Pilecap	1	2	3	2,0	1,00
1.3	Blok B					
1.3.1	Galian	6	8	14	9,2	4,21
1.3.2	Potong Pancang	2	4	8	4,7	3,06
1.3.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	2	3	5	3,2	1,62
1.3.4	Bekisting Batako	1	2	2	1,7	0,91
1.3.5	Pembesian	5	11	19	11,6	6,75
1.3.6	Cor Pilecap	2	2	3	2,3	0,46
1.4	Blok A					
1.4.1	Galian	8	12	20	13,1	6,02
1.4.2	Potong Pancang	2	4	5	3,7	1,53
1.4.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	1	2	3	1,8	0,92
1.4.4	Bekisting Batako	1	3	5	2,8	1,82
1.4.5	Pembesian	2	4	7	4,3	2,51
1.4.6	Cor Pilecap	1	2	3	1,8	0,92
2	LANTAI BASEMENT					
2.1	Blok D					
2.1.1	Pembesian Tie Beam	7	9	11	9,0	2,00

No	Item Pekerjaan	a	m	b	\bar{x}	Standar Deviasi
2.1.2	Bekisting Tie Beam	6	8	11	8,3	2,52
2.1.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	7	5,0	2,00
2.1.4	Pelat Lantai	5	7	9	7,0	2,00
2.2	Blok C					
2.2.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7	6,1	1,16
2.2.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7	5,3	1,75
2.2.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5	4,3	1,15
2.2.4	Pelat Lantai	3	5	6	4,7	1,42
2.3	Blok B					
2.3.1	Pembesian Tie Beam	3	3	5	3,6	0,86
2.3.2	Bekisting Tie Beam	3	3	5	3,4	1,12
2.3.3	Urugan dan Lean Concrete	3	5	5	4,3	1,15
2.3.4	Pelat Lantai	2	3	4	2,9	1,17
2.4	Blok A					
2.4.1	Pembesian Tie Beam	5	6	7	6,0	0,99
2.4.2	Bekisting Tie Beam	4	5	7	5,2	1,66
2.4.3	Urugan dan Lean Concrete	4	5	7	5,2	1,63
2.4.4	Pelat Lantai	4	6	8	5,8	2,16
3	LANTAI GROUND					
3.1	Blok D					
3.1.1	Kolom	4	7	9	6,7	2,52
3.1.2	Scaffolding	3	6	9	6,0	3,00
3.1.3	Pelat Lantai	4	11	20	11,7	8,02
3.2	Blok C					
3.2.1	Kolom	4	7	10	7,0	3,00
3.2.2	Scaffolding	3	6	9	6,0	3,00
3.2.3	Pelat Lantai	4	9	15	9,3	5,51
3.3	Blok B					
3.3.1	Kolom	3	4	6	4,3	1,53
3.3.2	Scaffolding	3	6	9	6,0	3,00
3.3.3	Pelat Lantai	4	9	15	9,3	5,51
3.4	Blok A					
3.4.1	Kolom	3	5	7	5,0	2,00
3.4.2	Scaffolding	3	6	9	6,0	3,00

No	Item Pekerjaan	a	m	b	\bar{x}	Standar Deviasi
3.4.3	Pelat Lantai	4	9	15	9,3	5,51
4	LANTAI 1st					
4.1	Blok D					
4.1.1	Kolom	3	5	8	5,3	2,52
4.1.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
4.1.3	Pelat Lantai	4	9	16	9,7	6,03
4.2	Blok C					
4.2.1	Kolom	3	5	8	5,3	2,52
4.2.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
4.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
4.3	Blok B					
4.3.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
4.3.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
4.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
4.4	Blok A					
4.4.1	Kolom	2	3	4	3,0	1,00
4.4.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
4.4.3	Pelat Lantai	4	8	15	9,0	5,57
5	LANTAI 2nd					
5.1	Blok D					
5.1.1	Kolom	3	5	8	5,3	2,52
5.1.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
5.1.3	Pelat Lantai	4	8	15	9,0	5,57
5.2	Blok C					
5.2.1	Kolom	3	6	8	5,7	2,52
5.2.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
5.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
5.3	Blok B					
5.3.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
5.3.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
5.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
5.4	Blok A					
5.4.1	Kolom	2	2	4	2,7	1,15
5.4.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
5.4.3	Pelat Lantai	4	8	16	9,3	6,11
6	LANTAI 3rd					
6.1	Blok D					
6.1.1	Kolom	2	3	4	3,0	1,00
6.1.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
6.1.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03

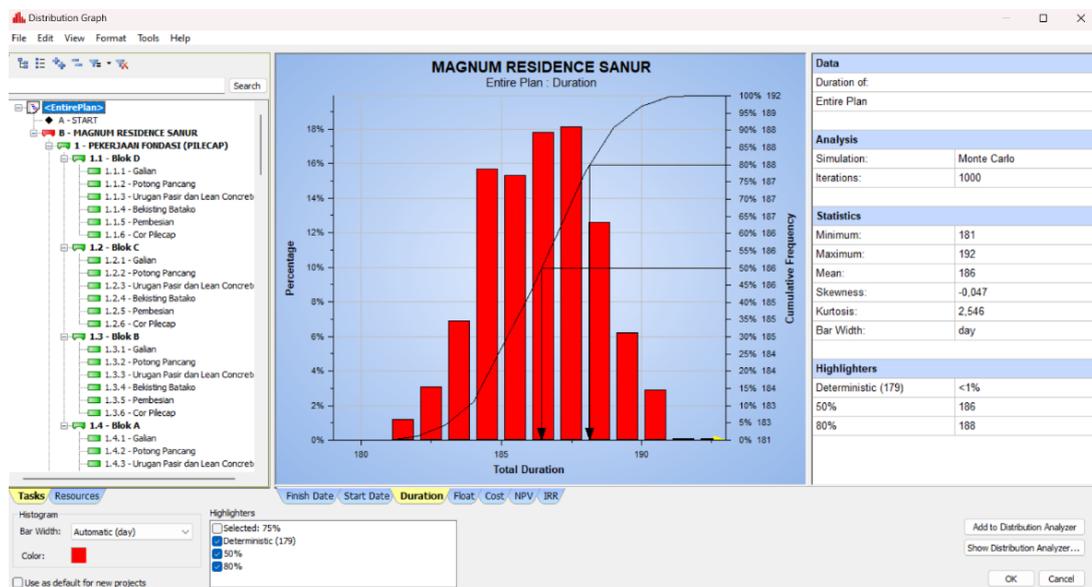
No	Item Pekerjaan	a	m	b	\bar{x}	Standar Deviasi
6.2	Blok C					
6.2.1	Kolom	3	4	8	5,0	2,65
6.2.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
6.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
6.3	Blok B					
6.3.1	Kolom	2	3	5	3,3	1,53
6.3.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
6.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
6.4	Blok A					
6.4.1	Kolom	2	3	4	3,0	1,00
6.4.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
6.4.3	Pelat Lantai	4	7	16	9,0	6,24
7	LANTAI 4th					
7.1	Blok D					
7.1.1	Kolom	1	2	4	2,3	1,53
7.1.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
7.1.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
7.2	Blok C					
7.2.1	Kolom	3	4	8	5,0	2,65
7.2.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
7.2.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
7.3	Blok B					
7.3.1	Kolom	2	3	5	3,3	1,53
7.3.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
7.3.3	Pelat Lantai	3	8	15	8,7	6,03
7.4	Blok A					
7.4.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
7.4.2	Scaffolding	11	14	17	14,0	3,00
7.4.3	Pelat Lantai	4	8	16	9,3	6,11
8	ROFF/RING BEAM					
8.1	Blok D					
8.1.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
8.1.2	Scaffolding	2	5	8	5,0	3,00
8.1.3	Ring Beam	6	7	8	7,0	1,00
8.2	Blok C					
8.2.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
8.2.2	Scaffolding	2	5	8	5,0	3,00
8.2.3	Ring Beam	15	17	20	17,3	2,52
8.3	Blok B					
8.3.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00

No	Item Pekerjaan	a	m	b	\bar{x}	Standar Deviasi
8.3.2	Scaffolding	2	5	8	5,0	3,00
8.3.3	Ring Beam	10	12	13	11,7	1,53
8.4	Blok A					
8.4.1	Kolom	2	4	6	4,0	2,00
8.4.2	Scaffolding	2	5	8	5,0	3,00
8.4.3	Ring Beam	11	13	14	12,7	1,53
9	TOP LIFT					
9.1	Blok D					
9.1.1	Kolom	1	3	5	3,0	2,00
9.1.2	Scaffolding	1	4	7	4,0	3,00
9.1.3	Pelat Lantai	2	6	13	7,0	5,57
9.2	Blok C					
9.2.1	Kolom	1	3	5	3,0	2,00
9.2.2	Scaffolding	1	4	7	4,0	3,00
9.2.3	Pelat Lantai	2	6	13	7,0	5,57

Standar deviasi menunjukkan penyebaran kelompok data terhadap nilai rata rata data (*mean*). Nilai standar deviasi yang lebih besar atau jauh dari nilai *mean* menandakan banyak variasi dalam data. Sedangkan nilai standar deviasi yang rendah atau dekat dengan rata rata menandakan lebih sedikit variasi dalam data. Dari Tabel 4.4 diatas dapat dilihat nilai standar deviasi item pekerjaan lebih rendah dibandingkan dengan nilai rata rata, yang menunjukkan sedikit variasi dalam data, sebaran dari data yang kecil.

2. Menjalankan simulasi monte carlo pada program bantu

- Setelah menginput durasi deterministik dan estimasi durasi probabilistik dilakukan pengaturan iterasi dan analisis korelasi yang akan digunakan untuk menjalankan simulasi monte carlo. Untuk perhitungan *duration sensitivity*, yang digunakan untuk mengetahui korelasi durasi pada item pekerjaan terhadap durasi total proyek Magnum Residence Sanur, diperlukan menginput analisis korelasi yang akan digunakan. Analisis korelasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *spearman's rank correlation*. Menggunakan analisis korelasi *spearman's rank correlation* dikarenakan data tidak berdistribusi normal. Untuk mengatur jenis analisis yang dilakukan dapat dilakukan pada tab risk analysis options pada bagian risk data dilakukan pengaturan dengan mencentang calculate duration sensitivity. Kemudian klik sensitivity pada bagian kanan, untuk mengatur analisis korelasi yang akan digunakan. Pada bagian using dipilih analisis korelasi dengan menggunakan metode Spearman's rank correlation lalu klik Ok.
- Untuk menjalankan simulasi monte carlo diperlukan memasukkan jumlah iterasi yang akan digunakan pada program bantu. Memasukkan jumlah iterasi dapat dilakukan pada pada tab Risk Analysis pada Analyze for dan kemudian masukan dengan jumlah iterasi yang akan digunakan yaitu sebanyak 1.000 kali.
- Setelah menjalankan Analyze, akan muncul hasil dari simulasi dalam bentuk *distribution graph* seperti pada Gambar 4.23 dibawah ini. Pada Gambar 4.23 dapat dilihat grafik CDF (*Cumulative Distribution Function*) dan grafik PDF (*Probability Distribution Function*).



Gambar 4.23 Grafik PDF dan CDF Magnum Residence Sanur

Dari Gambar 4.23 diatas dapat dilihat bahwa total durasi penjadwalan deterministik yaitu 179 hari dapat diselesaikan dengan probabilitas keyakinan <1%. Probabilitas keyakinan 50% Magnum Residence Sanur dapat diselesaikan dengan total durasi 186 hari. Probabilitas keyakinan 80% Magnum Residence Sanur dapat diselesaikan dengan total durasi 188 hari. Probabilitas keyakinan penyelesaian proyek tercepat adalah 181 hari dan untuk probabilitas keyakinan penyelesaian proyek 100% adalah 192 hari. Untuk mengetahui grafik distribusi PDF dan CDF setiap item pekerjaan dapat dilihat dengan cara mengklik jenis item pekerjaan yang terdapat pada sebelah kiri.

4.5. Perbandingan Durasi Deterministik dan Durasi Probabilistik

Setelah menjalankan simulasi *monte carlo* menggunakan program bantu adapun hasil dari simulasi tersebut adalah sebagai berikut :

4.5.1. Durasi Probabilistik Setiap Item Pekerjaan

Durasi setiap item pekerjaan dengan probabilitas keyakinan didapatkan dari hasil simulasi monte carlo dengan probabilitas keyakinan 50%, 80% dan 100% yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Simulasi Monte Carlo

No	Item Pekerjaan	Durasi Deterministik		Hasil Simulasi Monte Carlo		
		Durasi Rencana	Probabilitas Keyakinan Penyelesaian	P50% (hari)	P80% (hari)	P100% (hari)
1	PEKERJAAN FONDASI (PILECAP)	55				
1.1	Blok D	17				
1.1.1	Galian	6	100%	3	4	5
1.1.2	Potong Pancang	6	100%	4	5	5
1.1.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	6	100%	2	3	3
1.1.4	Bekisting Batako	6	100%	2	3	3
1.1.5	Pembesian	4	57%	4	6	7
1.1.6	Cor Pilecap	4	100%	2	3	3
1.2	Blok C	31				
1.2.1	Galian	6	100%	3	4	5
1.2.2	Potong Pancang	8	95%	5	7	9
1.2.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	8	100%	2	3	3
1.2.4	Bekisting Batako	12	100%	2	3	3
1.2.5	Pembesian	12	100%	4	6	7
1.2.6	Cor Pilecap	12	100%	2	3	3
1.3	Blok B	19				
1.3.1	Galian	4	<1%	9	11	14
1.3.2	Potong Pancang	7	94%	5	6	8
1.3.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	8	100%	3	4	5
1.3.4	Bekisting Batako	9	100%	2	2	2
1.3.5	Pembesian	9	31%	11	14	19
1.3.6	Cor Pilecap	9	100%	2	3	3
1.4	Blok A	39				
1.4.1	Galian	6	<1%	13	16	20

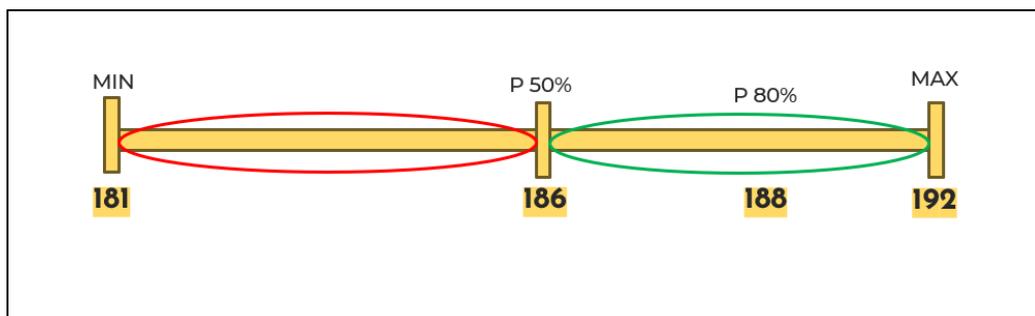
No	Item Pekerjaan	Durasi Deterministik		Hasil Simulasi Monte Carlo		
		Durasi Rencana	Probabilitas Keyakinan Penyelesaian	P50% (hari)	P80% (hari)	P100% (hari)
1.4.2	Potong Pancang	7	100%	4	4	5
1.4.3	Urugan Pasir dan Lean Concrete	7	100%	2	3	3
1.4.4	Bekisting Batako	7	100%	3	4	5
1.4.5	Pembesian	7	100%	4	6	7
1.4.6	Cor Pilecap	7	100%	2	3	3
2	LANTAI BASEMENT	52				
2.1	Blok D	14				
2.1.1	Pembesian Tie Beam	5	<1%	9	10	11
2.1.2	Bekisting Tie Beam	5	<1%	8	10	11
2.1.3	Urugan dan Lean Concrete	5	68%	5	6	7
2.1.4	Pelat Lantai	5	11%	7	8	9
2.2	Blok C	20				
2.2.1	Pembesian Tie Beam	6	74%	6	7	7
2.2.2	Bekisting Tie Beam	8	100%	5	6	7
2.2.3	Urugan dan Lean Concrete	6	100%	4	5	5
2.2.4	Pelat Lantai	6	100%	5	5	6
2.3	Blok B	21				
2.3.1	Pembesian Tie Beam	6	100%	4	4	5
2.3.2	Bekisting Tie Beam	7	100%	3	4	5
2.3.3	Urugan dan Lean Concrete	7	100%	5	5	5
2.3.4	Pelat Lantai	7	100%	3	4	4
2.4	Blok A	14				
2.4.1	Pembesian Tie Beam	5	25%	6	7	7
2.4.2	Bekisting Tie Beam	5	60%	5	6	7
2.4.3	Urugan dan Lean Concrete	5	61%	5	6	7
2.4.4	Pelat Lantai	5	33%	6	7	8
3	LANTAI GROUND	59				
3.1	Blok D	21				
3.1.1	Kolom	7	74%	7	8	9
3.1.2	Scaffolding	8	95%	6	7	9
3.1.3	Pelat Lantai	9	31%	11	15	20
3.2	Blok C	19				
3.2.1	Kolom	7	62%	7	8	10
3.2.2	Scaffolding	8	94%	6	7	9

No	Item Pekerjaan	Durasi Deterministik		Hasil Simulasi Monte Carlo		
		Durasi Rencana	Probabilitas Keyakinan Penyelesaian	P50% (hari)	P80% (hari)	P100% (hari)
3.2.3	Pelat Lantai	9	52%	9	12	15
3.3	Blok B	18				
3.3.1	Kolom	7	100%	4	5	6
3.3.2	Scaffolding	7	81%	6	7	9
3.3.3	Pelat Lantai	8	35%	10	12	15
3.4	Blok A	21				
3.4.1	Kolom	7	100%	5	6	7
3.4.2	Scaffolding	8	93%	6	7	9
3.4.3	Pelat Lantai	9	56%	9	12	15
4	LANTAI 1st	52				
4.1	Blok D	30				
4.1.1	Kolom	10	100%	5	7	8
4.1.2	Scaffolding	11	6%	14	15	17
4.1.3	Pelat Lantai	12	83%	9	12	16
4.2	Blok C	22				
4.2.1	Kolom	8	100%	5	7	8
4.2.2	Scaffolding	9	<1%	14	15	17
4.2.3	Pelat Lantai	10	76%	8	11	15
4.3	Blok B	20				
4.3.1	Kolom	7	100%	4	5	6
4.3.2	Scaffolding	8	<1%	14	15	17
4.3.3	Pelat Lantai	9	65%	8	11	15
4.4	Blok A	18				
4.4.1	Kolom	6	100%	3	4	4
4.4.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
4.4.3	Pelat Lantai	8	46%	9	12	15
5	LANTAI 2nd	28				
5.1	Blok D	20				
5.1.1	Kolom	7	94%	5	7	8
5.1.2	Scaffolding	8	<1%	14	15	17
5.1.3	Pelat Lantai	8	47%	9	12	15
5.2	Blok C	19				
5.2.1	Kolom	7	91%	6	7	8
5.2.2	Scaffolding	8	<1%	14	15	17
5.2.3	Pelat Lantai	9	63%	9	11	15
5.3	Blok B	17				
5.3.1	Kolom	6	100%	4	5	6
5.3.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
5.3.3	Pelat Lantai	8	50%	8	11	15

No	Item Pekerjaan	Durasi Deterministik		Hasil Simulasi Monte Carlo		
		Durasi Rencana	Probabilitas Keyakinan Penyelesaian	P50% (hari)	P80% (hari)	P100% (hari)
5.4	Blok A	28				
5.4.1	Kolom	9	100%	2	3	4
5.4.2	Scaffolding	10	<1%	14	15	17
5.4.3	Pelat Lantai	12	83%	9	12	16
6	LANTAI 3rd	27				
6.1	Blok D	20				
6.1.1	Kolom	7	100%	3	4	4
6.1.2	Scaffolding	8	<1%	14	16	17
6.1.3	Pelat Lantai	8	51%	8	11	15
6.2	Blok C	19				
6.2.1	Kolom	7	94%	5	6	8
6.2.2	Scaffolding	8	<1%	14	16	17
6.2.3	Pelat Lantai	9	62%	8	11	15
6.3	Blok B	17				
6.3.1	Kolom	6	100%	3	4	5
6.3.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
6.3.3	Pelat Lantai	8	50%	9	11	15
6.4	Blok A	18				
6.4.1	Kolom	6	100%	3	4	4
6.4.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
6.4.3	Pelat Lantai	8	52%	8	11	16
7	LANTAI 4th	26				
7.1	Blok D	10				
7.1.1	Kolom	4	100%	2	3	4
7.1.2	Scaffolding	5	<1%	14	16	17
7.1.3	Pelat Lantai	5	13%	9	11	15
7.2	Blok C	18				
7.2.1	Kolom	7	95%	5	6	8
7.2.2	Scaffolding	8	<1%	14	15	17
7.2.3	Pelat Lantai	8	51%	8	11	15
7.3	Blok B	17				
7.3.1	Kolom	6	100%	3	4	5
7.3.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
7.3.3	Pelat Lantai	8	50%	8	11	15
7.4	Blok A	18				
7.4.1	Kolom	6	100%	4	5	6
7.4.2	Scaffolding	7	<1%	14	15	17
7.4.3	Pelat Lantai	8	45%	9	12	16

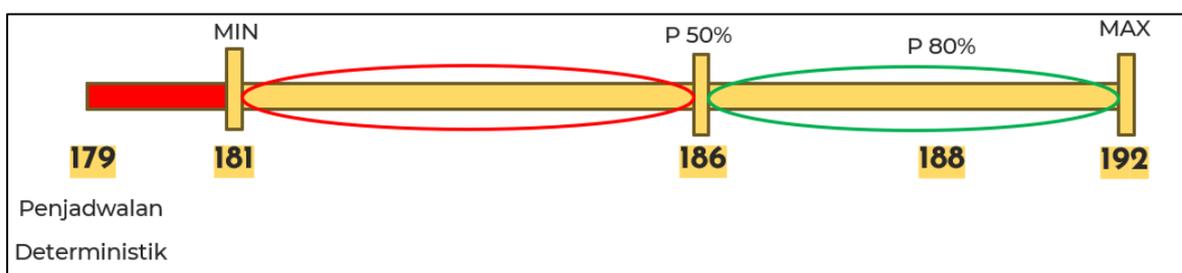
No	Item Pekerjaan	Durasi Deterministik		Hasil Simulasi Monte Carlo		
		Durasi Rencana	Probabilitas Keyakinan Penyelesaian	P50% (hari)	P80% (hari)	P100% (hari)
8	ROFF/RING BEAM	20				
8.1	Blok D	5				
8.1.1	Kolom	3	34%	4	5	6
8.1.2	Scaffolding	3	19%	5	6	8
8.1.3	Ring Beam	3	<1%	7	8	8
8.2	Blok C	8				
8.2.1	Kolom	5	89%	4	5	6
8.2.2	Scaffolding	4	36%	5	6	8
8.2.3	Ring Beam	4	<1%	17	19	20
8.3	Blok B	14				
8.3.1	Kolom	5	88%	4	5	6
8.3.2	Scaffolding	6	83%	5	6	8
8.3.3	Ring Beam	7	<1%	12	13	13
8.4	Blok A	15				
8.4.1	Kolom	6	100%	4	5	6
8.4.2	Scaffolding	6	81%	5	6	8
8.4.3	Ring Beam	6	<1%	13	13	14
9	TOP LIFT	8				
9.1	Blok D	7				
9.1.1	Kolom	2	34%	3	4	5
9.1.2	Scaffolding	2	18%	4	5	7
9.1.3	Pelat Lantai	3	9%	7	9	13
9.2	Blok C	8				
9.2.1	Kolom	4	88%	3	4	5
9.2.2	Scaffolding	4	19%	4	5	7
9.2.3	Pelat Lantai	2	3%	7	9	13

Dari hasil simulasi monte carlo akan terbentuk suatu range durasi probabilistik pada proyek Magnum Residence Sanur. Range durasi probabilistik tersebut terdiri dari durasi probabilistik 100% (P100%) yang merupakan durasi probabilistik maksimal dalam penyelesaian proyek, kemudian terdapat durasi probabilistik 50% (P50%) yang merupakan nilai tengah dari range durasi probabilistik dan terdapat nilai minimum yang merupakan durasi probabilistik minimum dalam penyelesaian proyek. Berdasarkan Gambar 4.1223 hasil simulasi yang telah dilakukan didapatkan durasi probabilitas penyelesaian 100% (P100%) adalah 192 hari, P50% adalah 186 hari, P80% adalah 188 hari dan durasi minimum adalah 181 hari. Dari hasil durasi tersebut dapat dibentuk *range* durasi probabilistik dengan nilai durasi minimum 181 hari, nilai tengah 186 hari dan durasi maksimal 192 hari. Bentuk *range* durasi probabilistik dapat dilihat pada Gambar 4.24 dibawah ini.



Gambar 4.24 Range Durasi Probabilistik

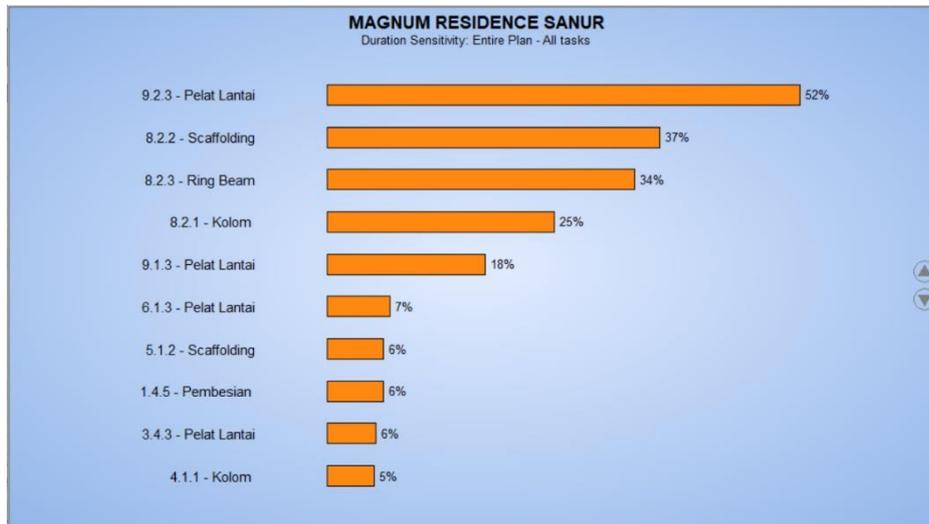
Range durasi probabilistik tersebut merupakan durasi total yang biasanya terjadi dalam pengerjaan proyek dengan item pekerjaan yang terdapat pada wbs sub bab 4.2.2. Dari range durasi probabilistik tersebut dapat menunjukkan apakah proyek yang sedang dikerjakan akan mengalami ketelambatan atau tidak terjadi keterlambatan. Durasi deterministik semakin mendekati atau diluar nilai minimum yaitu 181 hari range durasi probabilistik, maka probabilistik proyek tersebut mengalami keterlambatan semakin besar. Durasi deterministik semakin mendekati atau diatas nilai maksimum yaitu 192 hari range durasi probabilistik, maka probabilistik proyek tersebut mengalami keterlambatan semakin kecil atau tidak ada. Dari Gambar 4.25 range durasi probabilistik hasil simulasi monte carlo dapat dibandingkan dengan durasi deterministik yaitu 179 hari, menunjukan bahwa durasi deterministik tersebut berada dibawah *range* minimum durasi probabilistik, hal tersebut menunjukan bahwa proyek tersebut kemungkinan mengalami keterlambatan sangat besar.



Gambar 4.25 Perbandingan Range Durasi Probabilistik dengan Durasi Deterministik

4.5.2. Duration Sensitivity

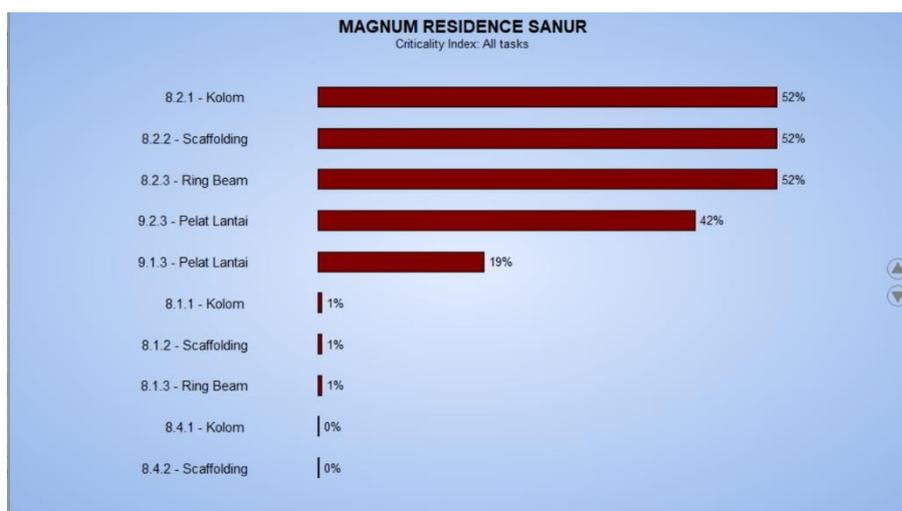
Grafik tornado pada *duration sensitivity* adalah grafik yang menggambarkan tentang korelasi antara durasi item pekerjaan dengan total durasi proyek Magnum Residence Sanur. Pada Gambar 4.26, dapat dilihat item pelat lantai memiliki korelasi tertinggi, yaitu 52% yang artinya paling berpengaruh terhadap total durasi pekerjaan.



Gambar 4.26 Duration Sensitivity

4.5.3. Criticality Index

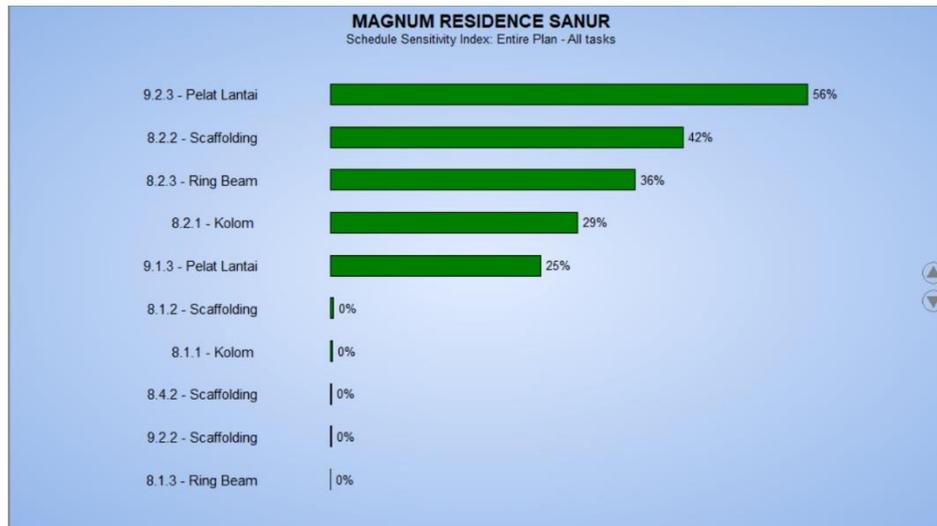
Grafik tornado pada *criticality index* menggambarkan item pekerjaan apa saja yang sering berada pada lintasan kritis pada saat menjalankan simulasi iterasi. Nilai *Criticality index* yang tinggi cenderung menyebabkan keterlambatan, karena item pekerjaan tersebut berada pada lintasan kritis. Pada Gambar 4.27, dapat dilihat item pekerjaan kolom melewati lintasan kritis sebanyak 52% dengan jumlah iterasi 1.000 kali.



Gambar 4.27 Criticality Index

4.5.4. Schedule Sensitivity Index

Schedule Sensitivity Index (SSI) adalah grafik untuk mengatasi kekritisitas yang tidak memperhitungkan ketidakpastian. Schedule Sensitivity Index (SSI) menggabungkan informasi dari *duration sensitivity* dan *criticality* index untuk memberikan penilaian tentang suatu item pekerjaan terhadap keseluruhan jadwal proyek. Pada Gambar 4.28 dapat dilihat bahwa item pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar yaitu pelat lantai.



Gambar 4.28 Schedule Sensitivity Index

Dari Gambar 4.28 dapat dilihat item pekerjaan yang perlu dilakukan pemantauan secara berkala dan di prioritaskan dalam penyelesaiannya agar tidak menyebabkan bertambahnya durasi total proyek yang dapat menyebabkan keterlambatan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh, diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil simulasi monte carlo dengan menggunakan program bantu, didapatkan total durasi probabilistik dengan persentase probabilitas keyakinan 80% sebesar 188 hari, nilai tengah (te) atau persentase probabilitas penyelesaian keyakinan 50% sebesar 186 hari, dan persentase probabilitas keyakinan penyelesaian 100% adalah 192 hari.
2. Dari hasil simulasi monte carlo yang telah dilakukan pada penelitian ini didapatkan *range* durasi probabilistik pada item pekerjaan yang ditinjau pada proyek Magnum Residence Sanur ini adalah 181 hari sampai dengan 192 hari dengan nilai tengah (te) 186 hari. Sedangkan durasi deterministik proyek Magnum Residence Sanur yaitu 179 hari. Jika dibandingkan durasi probabilistik hasil dari simulasi dengan durasi deterministik yang dibuat oleh kontraktor, durasi deterministik berada diluar *range* dari durasi probabilistik hasil simulasi monte carlo. Penjadwalan deterministik yang dibuat oleh pihak kontraktor terlalu optimis, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadi keterlambatan penyelesaian proyek dari target yang telah direncanakan. Proyek Magnum Residence Sanur dijadwalkan selesai pada 29 februari 2024, namun pada bulan mei 2024 proses pengerjaan proyek Magnum Residence masih berjalan, secara dilapangan proyek tersebut mengalami keterlambatan dari yang telah dijadwalkan.
3. Dari hasil simulasi monte carlo didapatkan *criticality index*. Dari *criticality index* ini dapat dilihat pekerjaan yang sering berada pada lintasan kritis dan memiliki rentang ketidakpastian yang besar yaitu, kolom, scaffolding, ring beam, pelat lantai.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis, sebagai berikut;

1. Sumber data estimasi durasi probabilistik dipertimbangkan dengan responden atau narasumber yang lebih berpengalaman atau berkompeten dalam bidangnya. Hal tersebut perlu diperhatikan dikarenakan data range durasi yang akan diinput kedalam aplikasi program bantu bergantung dengan *input* data estimasi dari responden untuk memunculkan angka angka random dalam simulasi monte carlo pada aplikasi program bantu.
2. Perlu dilakukan pertimbangan terkait pengambilan responden diluar proyek atau responden di proyek tersebut. Pengambilan responden dari luar proyek, perlu diberikan kelengkapan data terkait dengan proyek yang akan ditinjau pada kuesioner, seperti volume pekerja, gambar proyek, dan metode konstruksi pada proyek yang akan ditinjau. Kelengkapan data pada kuesioner dilakukan agar responden dari luar proyek dapat memberikan estimasi durasi item pekerjaan lebih akurat. Menyebarkan kuesioner kepada responden dalam proyek yang ditinjau, dapat memberikan estimasi yang lebih akurat karena responden tersebut mengetahui gambaran dari proyek tersebut, tetapi dapat memungkinkan responden tersebut memberikan durasi paling pesimis agar proyek tersebut terlihat tidak terjadi keterlambatan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

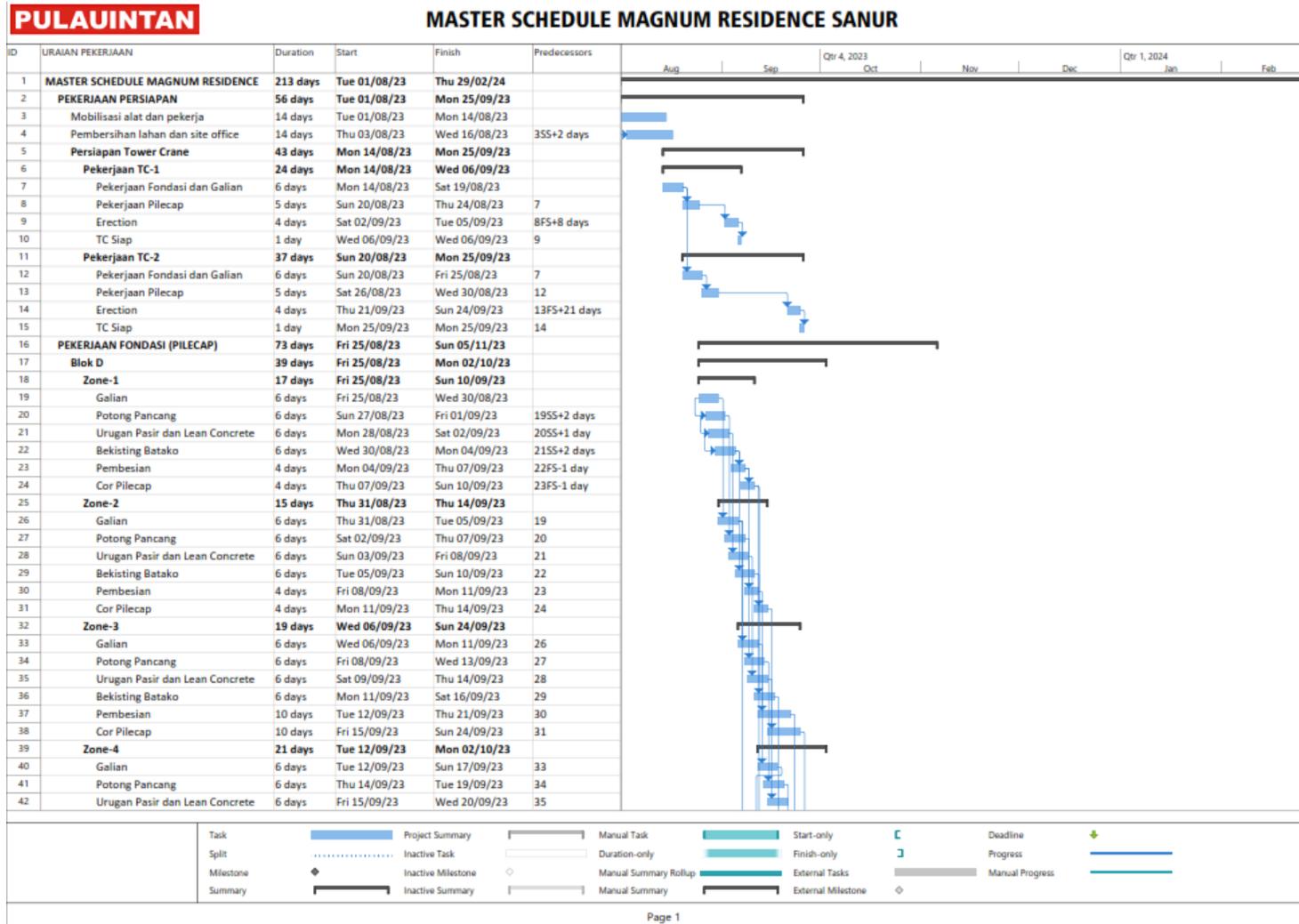
DAFTAR PUSTAKA

- Adi, T. J. W ., Henry, G ., & Supani. (2020). Perencanaan penjadwalan dengan aplikasi BIM menggunakan analisa probabilistik (studi kasus: proyek jembatan Bedadung). *Jurnal Teknik ITS*, 9(1). <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/50825/6123>
- Alijoyo, A ., Jacob, I ., & Wijaya, B. (2017). Monte carlo simulation. Center For Risk Mangement & Sustainability. <https://lspmks.co.id/wp-content/uploads/2021/02/Monte-Carlo-Simulation.pdf>
- Alutbi, M. (2020). Work breakdown structure (WBS). University of Thi-Qar College of Engineering Petroleum and Gas Department.
- Aminuddin, I. (2023). Distribusi probabilitas variabel disrit. Nusa Putra University.
- Arifin, Z. (2014). Pengantar manajemen proyek (1st ed.). <https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/MSIM4406-M1.pdf>
- Astari, M. N. ., Kusnadi ., & Subagyo, A. M. (2021). Perencanaan manajemen proyek dengan metode CPM (critical path method) dan PERT (program evaluation and review technique). *Jurnal Konsruksia*.
- Darsyah, M. Y., & Ismunarti, D. H. (2013). Perbandingan kurva pada distribusi uniform dan distribusi normal. *Jurnal Universitas Muhammadiyah semarang*, 1(1), 21-29. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/download/736/790>
- Ervianto, I.W. (2005). Manajemen proyek konstruksi edisi revisi. Yogyakarta: Andi.
- Fauza, M ., Kartika, N. (2020). Analisis pengendalian proyek menggunakan kurva-s dan metode earned value pada proyek pembangunan trotoar di ruas jalan cisaat kecamatan cisaat kabupaten sukabumi. *Jurnal Ilmiah Santika*.
- Hojjati, S. N., & Noudehi, N. R. (2015). The use of monte carlo simulation in quantitative risk assessment of IT projects. *International Journal of Advanced Networking and Applications*, 7(1), 2616-2621. <http://www.ijana.in/download%207-1-6.php?file=V7I6.pdf>
- Husen, A. (2011). Manajemen proyek. Yogyakarta: Andi.
- Miftahuddin, M ., Sitanggang, A.P ., & Setiawan, I. (2021). Analisis hubungan antara kelembaban relatif dengan beberapa variabel iklim dengan pendekatan korelasi pearson di samudera hindia. *Jurnal Siger Matematika*, 2(1). <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/JSM/article/view/2753>
- Otaya, L. G. (2016). Distribusi probabilitas weibull dan aplikasinya. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4(2), 44-66. <https://core.ac.uk/download/pdf/289987097.pdf>
- Sahril. (2022). Analisis manajemen waktu menggunakan metode CPM dan PERT pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang. Tugas akhir, Universitas Islam Riau. <https://repository.uir.ac.id/10538/>
- Syaiful, A. (2018). Analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan metode PERT (program evaluation and review technique) (studi kasus: hotel Bhayangkara). Tugas akhir Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/12908>
- Universitas Esa Unggul. (2019). Distribusi probabilitas. Universitas Esa Unggul, Jakarta Barat. Diakses pada tanggal 20. Oktober 2023, https://lmsparalel.esaunggul.ac.id/pluginfile.php?file=%2F270085%2Fmod_resource%2Fcontent%2F3%2F4_7450_esa310_032019_.pdf

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule Proyek Magnum Residence Sanur



PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Aug	Sep	Qtr 4, 2023	Oct	Nov	Dec	Qtr 1, 2024	Jan	Feb
43	Bekisting Batako	6 days	Sun 17/09/23	Fri 22/09/23	36									
44	Pembesian	8 days	Fri 22/09/23	Fri 29/09/23	37									
45	Cor Pilecap	8 days	Mon 25/09/23	Mon 02/10/23	38									
46	BLOK-C	43 days	Thu 14/09/23	Thu 26/10/23										
47	Zone-5	31 days	Thu 14/09/23	Sat 14/10/23										
48	Galian	6 days	Thu 14/09/23	Tue 19/09/23	40FS-4 days									
49	Potong Pancang	8 days	Wed 20/09/23	Wed 27/09/23	41									
50	Urugan Pasir dan Lean Concrete	8 days	Thu 21/09/23	Thu 28/09/23	49SS+1 day									
51	Bekisting Batako	12 days	Fri 29/09/23	Tue 10/10/23	50									
52	Pembesian	12 days	Sat 30/09/23	Wed 11/10/23	44									
53	Cor Pilecap	12 days	Tue 03/10/23	Sat 14/10/23	45									
54	Zone-6	37 days	Wed 20/09/23	Thu 26/10/23										
55	Galian	7 days	Wed 20/09/23	Tue 26/09/23	48									
56	Potong Pancang	8 days	Thu 28/09/23	Thu 05/10/23	49									
57	Urugan Pasir dan Lean Concrete	7 days	Fri 29/09/23	Thu 05/10/23	50									
58	Bekisting Batako	12 days	Wed 11/10/23	Sun 22/10/23	51									
59	Pembesian	12 days	Thu 12/10/23	Mon 23/10/23	52									
60	Cor Pilecap	12 days	Sun 15/10/23	Thu 26/10/23	53									
61	BLOK-B	28 days	Wed 06/09/23	Tue 03/10/23										
62	Zone-7	19 days	Wed 06/09/23	Sun 24/09/23										
63	Galian	4 days	Wed 06/09/23	Sat 09/09/23	26									
64	Potong Pancang	7 days	Thu 07/09/23	Wed 13/09/23	63SS+1 day									
65	Urugan Pasir dan Lean Concrete	8 days	Fri 08/09/23	Fri 15/09/23	64SS+1 day									
66	Bekisting Batako	9 days	Sun 10/09/23	Mon 18/09/23	65SS+2 days									
67	Pembesian	9 days	Wed 13/09/23	Thu 21/09/23	66SS+3 days									
68	Cor Pilecap	9 days	Sat 16/09/23	Sun 24/09/23	67SS+3 days									
69	Zone-8	24 days	Sun 10/09/23	Tue 03/10/23										
70	Galian	4 days	Sun 10/09/23	Wed 13/09/23	63									
71	Potong Pancang	7 days	Thu 14/09/23	Wed 20/09/23	64									
72	Urugan Pasir dan Lean Concrete	8 days	Sat 16/09/23	Sat 23/09/23	65									
73	Bekisting Batako	9 days	Tue 19/09/23	Wed 27/09/23	66									
74	Pembesian	9 days	Fri 22/09/23	Sat 30/09/23	67									
75	Cor Pilecap	9 days	Mon 25/09/23	Tue 03/10/23	68									
76	BLOK-A	57 days	Sun 10/09/23	Sun 05/11/23										
77	Zone-9	39 days	Sun 10/09/23	Wed 18/10/23										
78	Galian	6 days	Sun 10/09/23	Fri 15/09/23	63									
79	Potong Pancang	7 days	Tue 03/10/23	Mon 09/10/23	99									
80	Urugan Pasir dan Lean Concrete	7 days	Wed 04/10/23	Tue 10/10/23	79SS+1 day									
81	Bekisting Batako	7 days	Fri 06/10/23	Thu 12/10/23	80SS+2 days									
82	Pembesian	7 days	Mon 09/10/23	Sun 15/10/23	81SS+3 days									
83	Cor Pilecap	7 days	Thu 12/10/23	Wed 18/10/23	82SS+3 days									
84	Zone-10	40 days	Sat 16/09/23	Wed 25/10/23										

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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Aug	Sep	Qtr 4, 2023	Oct	Nov	Dec	Qtr 1, 2024	Jan	Feb
85	Galian	7 days	Sat 16/09/23	Fri 22/09/23	78									
86	Potong Pancang	7 days	Tue 10/10/23	Mon 16/10/23	79									
87	Urugan Pasir dan Lean Concrete	7 days	Wed 11/10/23	Tue 17/10/23	80									
88	Bekisting Batako	7 days	Fri 13/10/23	Thu 19/10/23	81									
89	Pembesian	7 days	Mon 16/10/23	Sun 22/10/23	82									
90	Cor Pilecap	7 days	Thu 19/10/23	Wed 25/10/23	83									
91	Zone-11	38 days	Sat 23/09/23	Mon 30/10/23										
92	Galian	5 days	Sat 23/09/23	Wed 27/09/23	85									
93	Potong Pancang	6 days	Tue 17/10/23	Sun 22/10/23	86									
94	Urugan Pasir dan Lean Concrete	6 days	Wed 18/10/23	Mon 23/10/23	87									
95	Bekisting Batako	5 days	Fri 20/10/23	Tue 24/10/23	88									
96	Pembesian	5 days	Mon 23/10/23	Fri 27/10/23	89									
97	Cor Pilecap	5 days	Thu 26/10/23	Mon 30/10/23	90									
98	Zone-12	39 days	Thu 28/09/23	Sun 05/11/23										
99	Galian	5 days	Thu 28/09/23	Mon 02/10/23	92									
100	Potong Pancang	6 days	Mon 23/10/23	Sat 28/10/23	93									
101	Urugan Pasir dan Lean Concrete	6 days	Tue 24/10/23	Sun 29/10/23	94									
102	Bekisting Batako	6 days	Wed 25/10/23	Mon 30/10/23	95									
103	Pembesian	6 days	Sat 28/10/23	Thu 02/11/23	96									
104	Cor Pilecap	6 days	Tue 31/10/23	Sun 05/11/23	97									
105	LANTAI BASEMENT	65 days	Sat 09/09/23	Sun 12/11/23										
106	Blok D	33 days	Sat 09/09/23	Wed 11/10/23										
107	Zone-1	14 days	Sat 09/09/23	Fri 22/09/23										
108	Pembesian Tie Beam	5 days	Sat 09/09/23	Wed 13/09/23	24FS-2 days									
109	Bekisting Tiebeam	5 days	Tue 12/09/23	Sat 16/09/23	108FS-2 days									
110	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Fri 15/09/23	Tue 19/09/23	109FS-2 days									
111	Pelat Lantai	5 days	Mon 18/09/23	Fri 22/09/23	110FS-2 days									
112	Zone-2	14 days	Thu 14/09/23	Wed 27/09/23										
113	Pembesian Tie Beam	5 days	Thu 14/09/23	Mon 18/09/23	108									
114	Bekisting Tiebeam	5 days	Sun 17/09/23	Thu 21/09/23	109									
115	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Wed 20/09/23	Sun 24/09/23	110									
116	Pelat Lantai	5 days	Sat 23/09/23	Wed 27/09/23	111									
117	Zone-3	16 days	Tue 19/09/23	Wed 04/10/23										
118	Pembesian Tie Beam	7 days	Tue 19/09/23	Mon 25/09/23	113									
119	Bekisting Tiebeam	7 days	Fri 22/09/23	Thu 28/09/23	114									
120	Urugan dan Lean Concrete	7 days	Mon 25/09/23	Sun 01/10/23	115									
121	Pelat Lantai	7 days	Thu 28/09/23	Wed 04/10/23	116									
122	Zone-4	16 days	Tue 26/09/23	Wed 11/10/23										
123	Pembesian Tie Beam	7 days	Tue 26/09/23	Mon 02/10/23	118									
124	Bekisting Tiebeam	7 days	Fri 29/09/23	Thu 05/10/23	119									
125	Urugan dan Lean Concrete	7 days	Mon 02/10/23	Sun 08/10/23	120									
126	Pelat Lantai	7 days	Thu 05/10/23	Wed 11/10/23	121									

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

PULAUINTAN

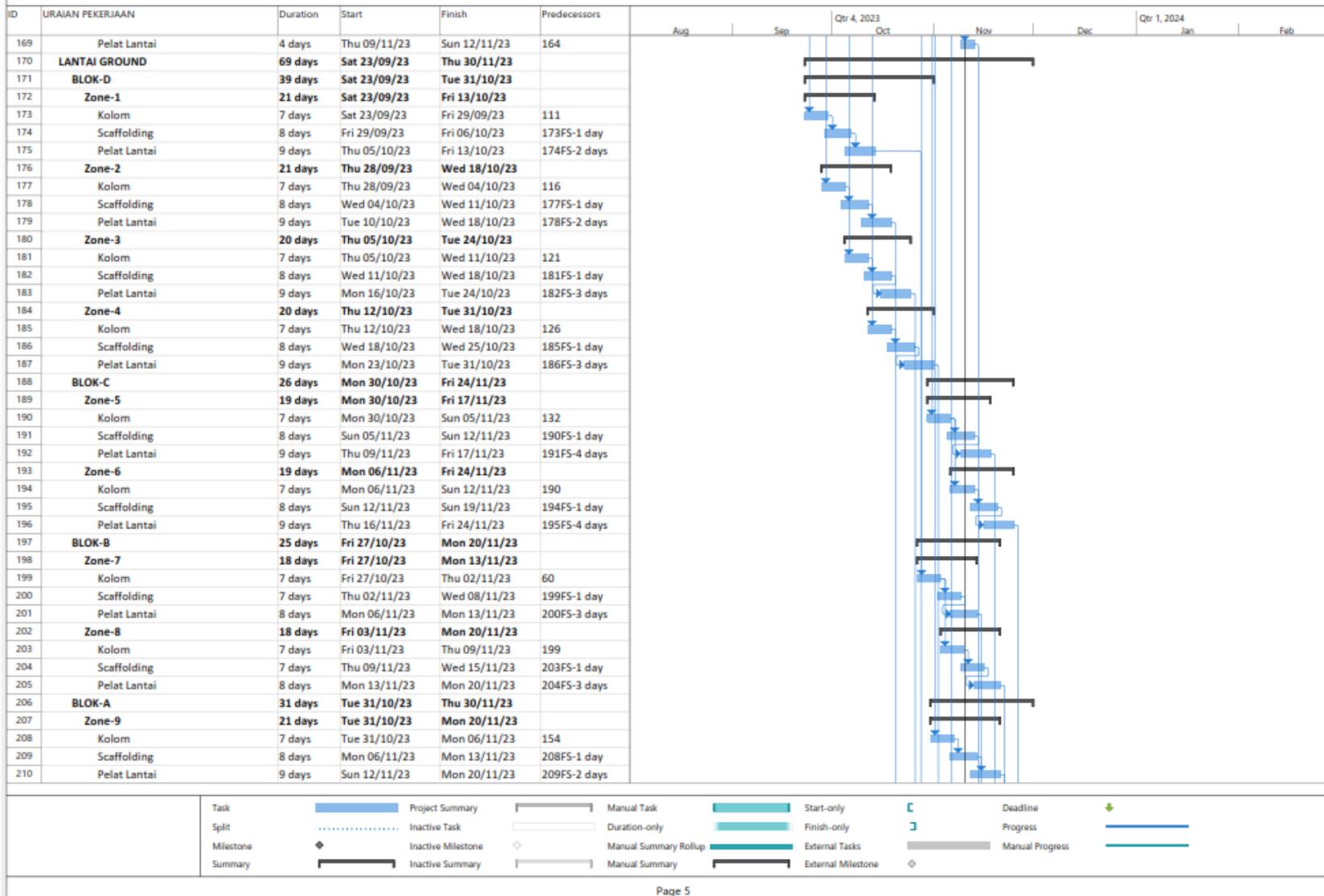
MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
127	BLOK-C	28 days	Tue 10/10/23	Mon 06/11/23								
128	Zone-5	20 days	Tue 10/10/23	Sun 29/10/23								
129	Pembesian Tie Beam	6 days	Tue 10/10/23	Sun 15/10/23	8655							
130	Bekisting Tiebeam	8 days	Sat 14/10/23	Sat 21/10/23	129FS-2 days							
131	Urugan dan Lean Concrete	6 days	Fri 20/10/23	Wed 25/10/23	130FS-2 days							
132	Pelat Lantai	6 days	Tue 24/10/23	Sun 29/10/23	131FS-2 days							
133	Zone-6	22 days	Mon 16/10/23	Mon 06/11/23								
134	Pembesian Tie Beam	8 days	Mon 16/10/23	Mon 23/10/23	129							
135	Bekisting Tiebeam	10 days	Sun 22/10/23	Tue 31/10/23	130							
136	Urugan dan Lean Concrete	8 days	Thu 26/10/23	Thu 02/11/23	131							
137	Pelat Lantai	8 days	Mon 30/10/23	Mon 06/11/23	132							
138	BLOK-B	28 days	Fri 29/09/23	Thu 26/10/23								
139	Zone-7	21 days	Fri 29/09/23	Thu 19/10/23								
140	Pembesian Tie Beam	6 days	Fri 29/09/23	Wed 04/10/23	75FS-5 days							
141	Bekisting Tiebeam	7 days	Tue 03/10/23	Mon 09/10/23	140FS-2 days							
142	Urugan dan Lean Concrete	7 days	Sun 08/10/23	Sat 14/10/23	141FS-2 days							
143	Pelat Lantai	7 days	Fri 13/10/23	Thu 19/10/23	142FS-2 days							
144	Zone-8	22 days	Thu 05/10/23	Thu 26/10/23								
145	Pembesian Tie Beam	6 days	Thu 05/10/23	Tue 10/10/23	140							
146	Bekisting Tiebeam	7 days	Tue 10/10/23	Mon 16/10/23	141							
147	Urugan dan Lean Concrete	7 days	Sun 15/10/23	Sat 21/10/23	142							
148	Pelat Lantai	7 days	Fri 20/10/23	Thu 26/10/23	143							
149	BLOK-A	27 days	Tue 17/10/23	Sun 12/11/23								
150	Zone-9	14 days	Tue 17/10/23	Mon 30/10/23								
151	Pembesian Tie Beam	5 days	Tue 17/10/23	Sat 21/10/23	9355							
152	Bekisting Tiebeam	5 days	Fri 20/10/23	Tue 24/10/23	151FS-2 days							
153	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Mon 23/10/23	Fri 27/10/23	152FS-2 days							
154	Pelat Lantai	5 days	Thu 26/10/23	Mon 30/10/23	153FS-2 days							
155	Zone-10	14 days	Sun 22/10/23	Sat 04/11/23								
156	Pembesian Tie Beam	5 days	Sun 22/10/23	Thu 26/10/23	151							
157	Bekisting Tiebeam	5 days	Wed 25/10/23	Sun 29/10/23	152							
158	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Sat 28/10/23	Wed 01/11/23	153							
159	Pelat Lantai	5 days	Tue 31/10/23	Sat 04/11/23	154							
160	Zone-11	13 days	Fri 27/10/23	Wed 08/11/23								
161	Pembesian Tie Beam	4 days	Fri 27/10/23	Mon 30/10/23	156							
162	Bekisting Tiebeam	4 days	Mon 30/10/23	Thu 02/11/23	157							
163	Urugan dan Lean Concrete	4 days	Thu 02/11/23	Sun 05/11/23	158							
164	Pelat Lantai	4 days	Sun 05/11/23	Wed 08/11/23	159							
165	Zone-12	13 days	Tue 31/10/23	Sun 12/11/23								
166	Pembesian Tie Beam	4 days	Tue 31/10/23	Fri 03/11/23	161							
167	Bekisting Tiebeam	4 days	Fri 03/11/23	Mon 06/11/23	162							
168	Urugan dan Lean Concrete	4 days	Mon 06/11/23	Thu 09/11/23	163							

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

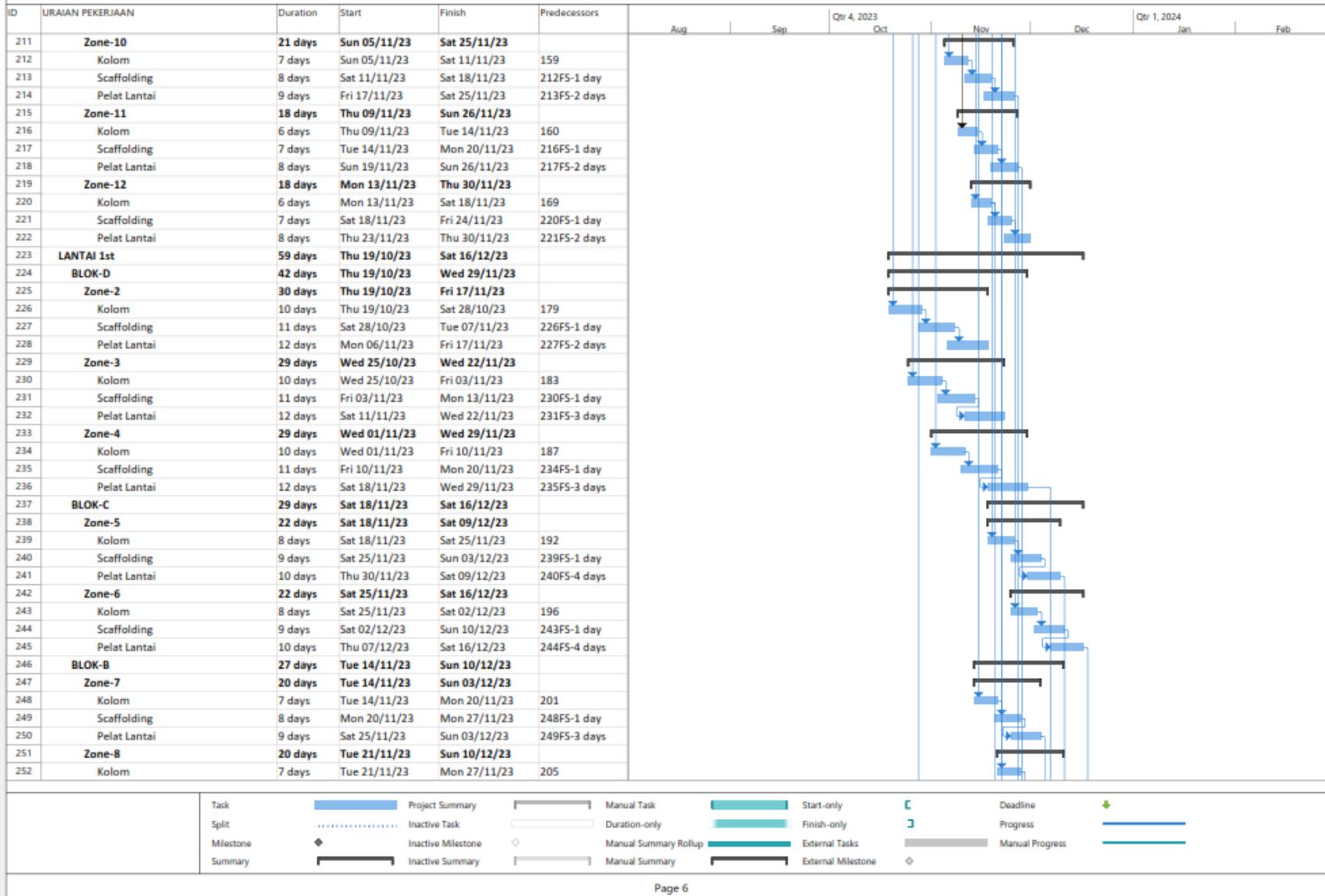
PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR



PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR



PULAUINTAN

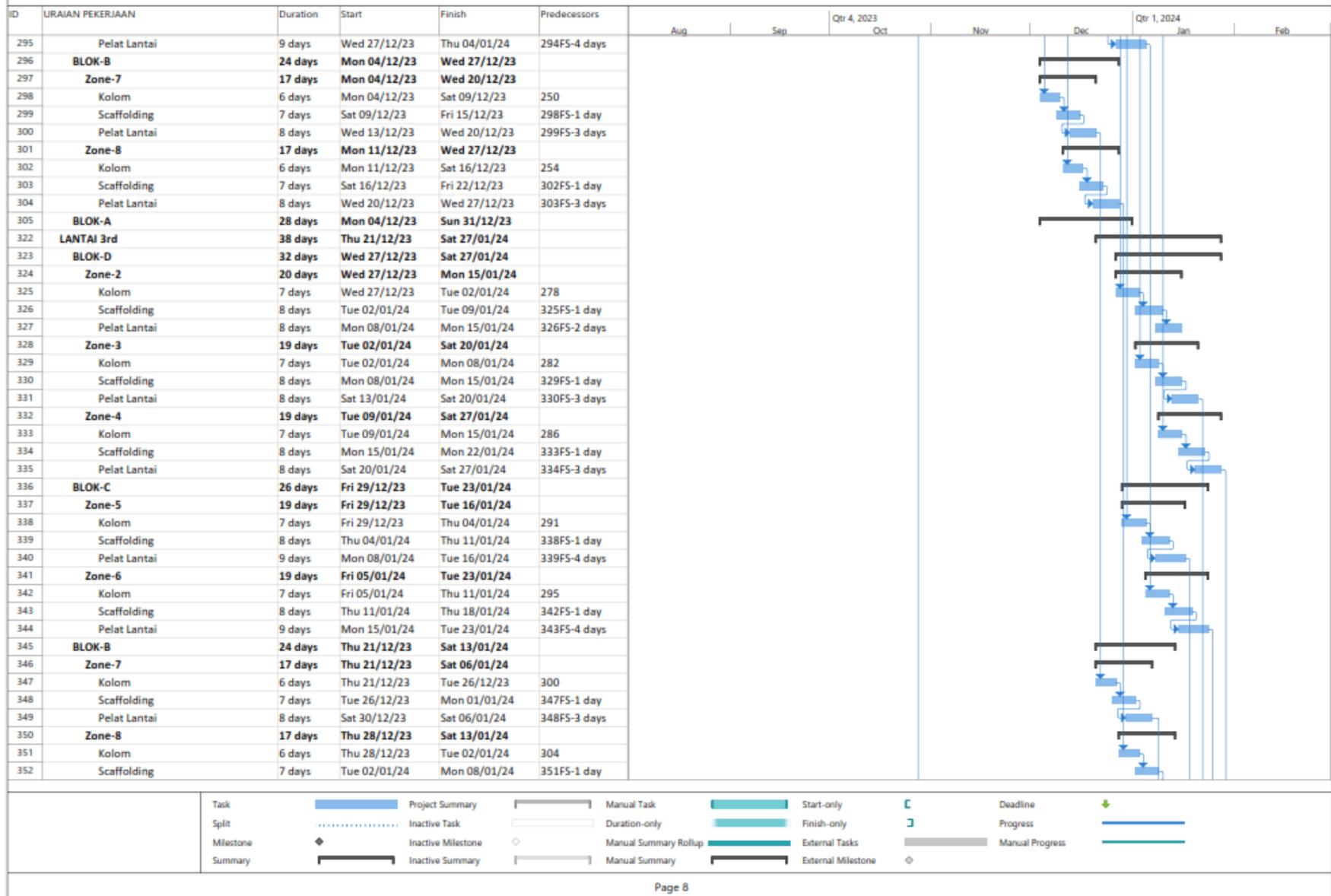
MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 4, 2023				Qtr 1, 2024	
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
253	Scaffolding	8 days	Mon 27/11/23	Mon 04/12/23	252FS-1 day						
254	Pelat Lantai	9 days	Sat 02/12/23	Sun 10/12/23	253FS-3 days						
255	BLOK-A	28 days	Sun 19/11/23	Sat 16/12/23							
256	Zone-9	18 days	Tue 21/11/23	Fri 08/12/23							
257	Kolom	6 days	Tue 21/11/23	Sun 26/11/23	210						
258	Scaffolding	7 days	Sun 26/11/23	Sat 02/12/23	257FS-1 day						
259	Pelat Lantai	8 days	Fri 01/12/23	Fri 08/12/23	258FS-2 days						
260	Zone-10	21 days	Sun 26/11/23	Sat 16/12/23							
261	Kolom	7 days	Sun 26/11/23	Sat 02/12/23	214						
262	Scaffolding	8 days	Sat 02/12/23	Sat 09/12/23	261FS-1 day						
263	Pelat Lantai	9 days	Fri 08/12/23	Sat 16/12/23	262FS-2 days						
264	Zone-11	15 days	Mon 27/11/23	Mon 11/12/23							
265	Kolom	5 days	Mon 27/11/23	Fri 01/12/23	218						
266	Scaffolding	6 days	Fri 01/12/23	Wed 06/12/23	265FS-1 day						
267	Pelat Lantai	7 days	Tue 05/12/23	Mon 11/12/23	266FS-2 days						
268	Zone-12	15 days	Sun 19/11/23	Sun 03/12/23							
269	Kolom	5 days	Sun 19/11/23	Thu 23/11/23	220						
270	Scaffolding	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	269FS-1 day						
271	Pelat Lantai	7 days	Mon 27/11/23	Sun 03/12/23	270FS-2 days						
272											
273	LANTAI 2nd	36 days	Mon 04/12/23	Mon 08/01/24							
274	BLOK-D	33 days	Thu 07/12/23	Mon 08/01/24							
275	Zone-2	20 days	Thu 07/12/23	Tue 26/12/23							
276	Kolom	7 days	Thu 07/12/23	Wed 13/12/23	236FS+7 days						
277	Scaffolding	8 days	Wed 13/12/23	Wed 20/12/23	276FS-1 day						
278	Pelat Lantai	8 days	Tue 19/12/23	Tue 26/12/23	277FS-2 days						
279	Zone-3	19 days	Thu 14/12/23	Mon 01/01/24							
280	Kolom	7 days	Thu 14/12/23	Wed 20/12/23	276						
281	Scaffolding	8 days	Wed 20/12/23	Wed 27/12/23	280FS-1 day						
282	Pelat Lantai	8 days	Mon 25/12/23	Mon 01/01/24	281FS-3 days						
283	Zone-4	19 days	Thu 21/12/23	Mon 08/01/24							
284	Kolom	7 days	Thu 21/12/23	Wed 27/12/23	280						
285	Scaffolding	8 days	Wed 27/12/23	Wed 03/01/24	284FS-1 day						
286	Pelat Lantai	8 days	Mon 01/01/24	Mon 08/01/24	285FS-3 days						
287	BLOK-C	26 days	Sun 10/12/23	Thu 04/01/24							
288	Zone-5	19 days	Sun 10/12/23	Thu 28/12/23							
289	Kolom	7 days	Sun 10/12/23	Sat 16/12/23	241						
290	Scaffolding	8 days	Sat 16/12/23	Sat 23/12/23	289FS-1 day						
291	Pelat Lantai	9 days	Wed 20/12/23	Thu 28/12/23	290FS-4 days						
292	Zone-6	19 days	Sun 17/12/23	Thu 04/01/24							
293	Kolom	7 days	Sun 17/12/23	Sat 23/12/23	245						
294	Scaffolding	8 days	Sat 23/12/23	Sat 30/12/23	293FS-1 day						

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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR



PULAUINTAN

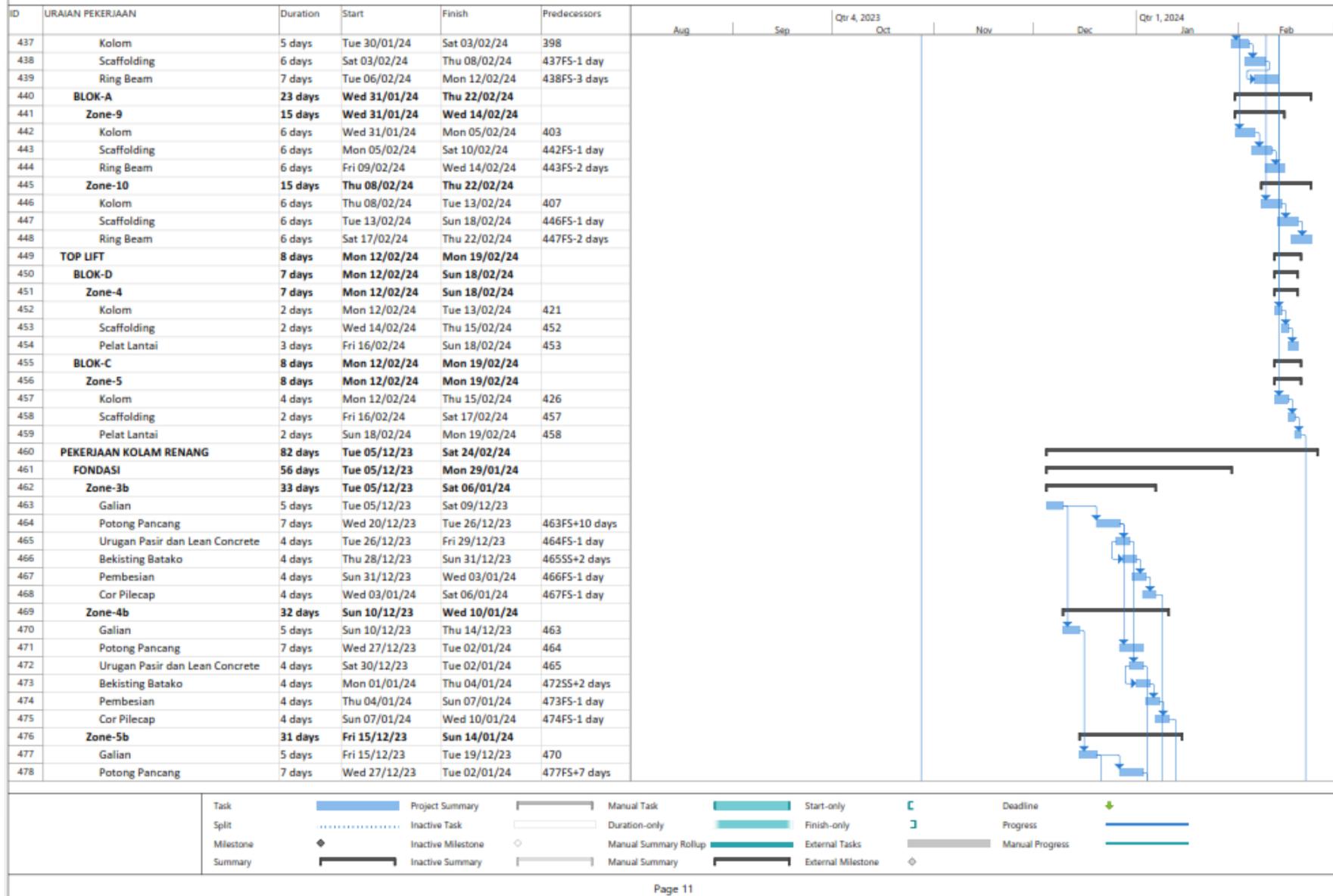
MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 4, 2023				Qtr 1, 2024	
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
395	Zone-8	16 days	Sun 14/01/24	Mon 29/01/24							
396	Kolom	6 days	Sun 14/01/24	Fri 19/01/24	353						
397	Scaffolding	7 days	Fri 19/01/24	Thu 25/01/24	396FS-1 day						
398	Pelat Lantai	7 days	Tue 23/01/24	Mon 29/01/24	397FS-3 days						
399	BLOK-A	32 days	Thu 11/01/24	Sun 11/02/24							
400	Zone-9	18 days	Sat 13/01/24	Tue 30/01/24							
401	Kolom	6 days	Sat 13/01/24	Thu 18/01/24	358						
402	Scaffolding	7 days	Thu 18/01/24	Wed 24/01/24	401FS-1 day						
403	Pelat Lantai	8 days	Tue 23/01/24	Tue 30/01/24	402FS-2 days						
404	Zone-10	21 days	Thu 18/01/24	Wed 07/02/24							
405	Kolom	7 days	Thu 18/01/24	Wed 24/01/24	362						
406	Scaffolding	8 days	Wed 24/01/24	Wed 31/01/24	405FS-1 day						
407	Pelat Lantai	9 days	Tue 30/01/24	Wed 07/02/24	406FS-2 days						
408	Zone-11	15 days	Thu 11/01/24	Thu 25/01/24							
409	Kolom	5 days	Thu 11/01/24	Mon 15/01/24	366						
410	Scaffolding	6 days	Mon 15/01/24	Sat 20/01/24	409FS-1 day						
411	Pelat Lantai	7 days	Fri 19/01/24	Thu 25/01/24	410FS-2 days						
412	Zone-12	21 days	Mon 22/01/24	Sun 11/02/24							
413	Kolom	7 days	Mon 22/01/24	Sun 28/01/24	370						
414	Scaffolding	8 days	Sun 28/01/24	Sun 04/02/24	413FS-1 day						
415	Pelat Lantai	9 days	Sat 03/02/24	Sun 11/02/24	414FS-2 days						
416	ROOF / RING BEAM	28 days	Fri 26/01/24	Thu 22/02/24							
417	BLOK-D	5 days	Wed 07/02/24	Sun 11/02/24							
418	Zone-4	5 days	Wed 07/02/24	Sun 11/02/24							
419	Kolom	3 days	Wed 07/02/24	Fri 09/02/24	380						
420	Scaffolding	3 days	Fri 09/02/24	Sun 11/02/24	419FS-1 day						
421	Ring Beam	3 days	Fri 09/02/24	Sun 11/02/24	420FS-3 days						
422	BLOK-C	15 days	Sun 04/02/24	Sun 18/02/24							
423	Zone-5	8 days	Sun 04/02/24	Sun 11/02/24							
424	Kolom	5 days	Sun 04/02/24	Thu 08/02/24	385						
425	Scaffolding	4 days	Thu 08/02/24	Sun 11/02/24	424FS-1 day						
426	Ring Beam	4 days	Thu 08/02/24	Sun 11/02/24	425FS-4 days						
427	Zone-6	8 days	Sun 11/02/24	Sun 18/02/24							
428	Kolom	5 days	Sun 11/02/24	Thu 15/02/24	389						
429	Scaffolding	4 days	Thu 15/02/24	Sun 18/02/24	428FS-1 day						
430	Ring Beam	4 days	Thu 15/02/24	Sun 18/02/24	429FS-4 days						
431	BLOK-B	18 days	Fri 26/01/24	Mon 12/02/24							
432	Zone-7	14 days	Fri 26/01/24	Thu 08/02/24							
433	Kolom	5 days	Fri 26/01/24	Tue 30/01/24	394						
434	Scaffolding	6 days	Tue 30/01/24	Sun 04/02/24	433FS-1 day						
435	Ring Beam	7 days	Fri 02/02/24	Thu 08/02/24	434FS-3 days						
436	Zone-8	14 days	Tue 30/01/24	Mon 12/02/24							

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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR



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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

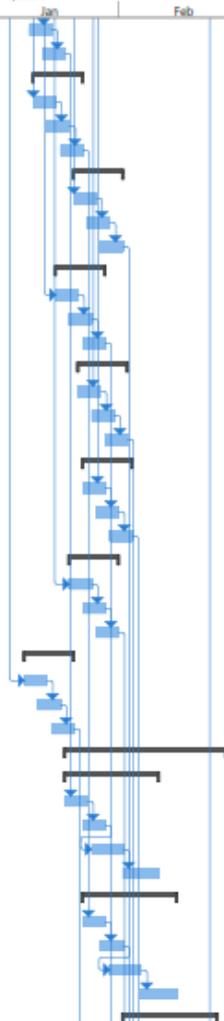
ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 4, 2023				Qtr 1, 2024		
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
479	Urugan Pasir dan Lean Concrete	4 days	Wed 03/01/24	Sat 06/01/24	472							
480	Bekisting Batako	4 days	Fri 05/01/24	Mon 08/01/24	479SS+2 days							
481	Pembesian	4 days	Mon 08/01/24	Thu 11/01/24	480FS-1 day							
482	Cor Pilecap	4 days	Thu 11/01/24	Sun 14/01/24	481SS+3 days							
483	Zone-6b	33 days	Wed 20/12/23	Sun 21/01/24								
484	Galian	5 days	Wed 20/12/23	Sun 24/12/23	477							
485	Potong Pancang	7 days	Wed 03/01/24	Tue 09/01/24	478							
486	Urugan Pasir dan Lean Concrete	5 days	Sun 07/01/24	Thu 11/01/24	479							
487	Bekisting Batako	5 days	Tue 09/01/24	Sat 13/01/24	486SS+2 days							
488	Pembesian	5 days	Sat 13/01/24	Wed 17/01/24	487FS-1 day							
489	Cor Pilecap	5 days	Wed 17/01/24	Sun 21/01/24	488FS-1 day							
490	Zone-7b	31 days	Mon 25/12/23	Wed 24/01/24								
491	Galian	5 days	Mon 25/12/23	Fri 29/12/23	484							
492	Potong Pancang	4 days	Wed 10/01/24	Sat 13/01/24	485							
493	Urugan Pasir dan Lean Concrete	4 days	Sat 13/01/24	Tue 16/01/24	492FS-1 day							
494	Bekisting Batako	4 days	Mon 15/01/24	Thu 18/01/24	493SS+2 days							
495	Pembesian	4 days	Thu 18/01/24	Sun 21/01/24	494FS-1 day							
496	Cor Pilecap	4 days	Sun 21/01/24	Wed 24/01/24	495FS-1 day							
497	Zone-8b	30 days	Sat 30/12/23	Sun 28/01/24								
498	Galian	5 days	Sat 30/12/23	Wed 03/01/24	491							
499	Potong Pancang	4 days	Sun 14/01/24	Wed 17/01/24	492							
500	Urugan Pasir dan Lean Concrete	4 days	Wed 17/01/24	Sat 20/01/24	499FS-1 day							
501	Bekisting Batako	4 days	Fri 19/01/24	Mon 22/01/24	500SS+2 days							
502	Pembesian	4 days	Mon 22/01/24	Thu 25/01/24	501FS-1 day							
503	Cor Pilecap	4 days	Thu 25/01/24	Sun 28/01/24	502FS-1 day							
504	Zone-9b	21 days	Thu 04/01/24	Wed 24/01/24								
505	Galian	5 days	Thu 04/01/24	Mon 08/01/24	498							
506	Potong Pancang	5 days	Sat 06/01/24	Wed 10/01/24	505SS+2 days							
507	Urugan Pasir dan Lean Concrete	4 days	Sun 07/01/24	Wed 10/01/24	506SS+1 day							
508	Bekisting Batako	6 days	Tue 09/01/24	Sun 14/01/24	507SS+2 days							
509	Pembesian	6 days	Sun 14/01/24	Fri 19/01/24	508FS-1 day							
510	Cor Pilecap	6 days	Fri 19/01/24	Wed 24/01/24	509FS-1 day							
511	Zone-10b	21 days	Tue 09/01/24	Mon 29/01/24								
512	Galian	5 days	Tue 09/01/24	Sat 13/01/24	505							
513	Potong Pancang	5 days	Thu 11/01/24	Mon 15/01/24	512SS+2 days							
514	Urugan Pasir dan Lean Concrete	4 days	Fri 12/01/24	Mon 15/01/24	513SS+1 day							
515	Bekisting Batako	6 days	Sun 14/01/24	Fri 19/01/24	514SS+2 days							
516	Pembesian	6 days	Fri 19/01/24	Wed 24/01/24	515FS-1 day							
517	Cor Pilecap	6 days	Wed 24/01/24	Mon 29/01/24	516FS-1 day							
518	Lantai Basement	26 days	Tue 09/01/24	Sat 03/02/24								
519	Zone-3b	11 days	Tue 09/01/24	Fri 19/01/24								
520	Pembesian Tie Beam	5 days	Tue 09/01/24	Sat 13/01/24	468FS+2 days							

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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 1, 2024											
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb					
521	Bekisting Tiebeam	5 days	Fri 12/01/24	Tue 16/01/24	520FS-2 days												
522	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Mon 15/01/24	Fri 19/01/24	521FS-2 days												
523	Zone-4b	11 days	Sat 13/01/24	Tue 23/01/24													
524	Pembesian Tie Beam	5 days	Sat 13/01/24	Wed 17/01/24	475FS+2 days												
525	Bekisting Tiebeam	5 days	Tue 16/01/24	Sat 20/01/24	524FS-2 days												
526	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Fri 19/01/24	Tue 23/01/24	525FS-2 days												
527	Zone-5b	11 days	Mon 22/01/24	Thu 01/02/24													
528	Pembesian Tie Beam	5 days	Mon 22/01/24	Fri 26/01/24	482FS+7 days												
529	Bekisting Tiebeam	5 days	Thu 25/01/24	Mon 29/01/24	528FS-2 days												
530	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Sun 28/01/24	Thu 01/02/24	529FS-2 days												
531	Zone-6b	11 days	Thu 18/01/24	Sun 28/01/24													
532	Pembesian Tie Beam	5 days	Thu 18/01/24	Mon 22/01/24	489SS+1 day												
533	Bekisting Tiebeam	5 days	Sun 21/01/24	Thu 25/01/24	532FS-2 days												
534	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Wed 24/01/24	Sun 28/01/24	533FS-2 days												
535	Zone-7b	11 days	Tue 23/01/24	Fri 02/02/24													
536	Pembesian Tie Beam	5 days	Tue 23/01/24	Sat 27/01/24	496FS-2 days												
537	Bekisting Tiebeam	5 days	Fri 26/01/24	Tue 30/01/24	536FS-2 days												
538	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Mon 29/01/24	Fri 02/02/24	537FS-2 days												
539	Zone-8b	11 days	Wed 24/01/24	Sat 03/02/24													
540	Pembesian Tie Beam	5 days	Wed 24/01/24	Sun 28/01/24	502FS-2 days												
541	Bekisting Tiebeam	5 days	Sat 27/01/24	Wed 31/01/24	540FS-2 days												
542	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Tue 30/01/24	Sat 03/02/24	541FS-2 days												
543	Zone-9b	11 days	Sun 21/01/24	Wed 31/01/24													
544	Pembesian Tie Beam	5 days	Sun 21/01/24	Thu 25/01/24	510SS+2 days												
545	Bekisting Tiebeam	5 days	Wed 24/01/24	Sun 28/01/24	544FS-2 days												
546	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Sat 27/01/24	Wed 31/01/24	545FS-2 days												
547	Zone-10b	11 days	Thu 11/01/24	Sun 21/01/24													
548	Pembesian Tie Beam	5 days	Thu 11/01/24	Mon 15/01/24	512SS+2 days												
549	Bekisting Tiebeam	5 days	Sun 14/01/24	Thu 18/01/24	548FS-2 days												
550	Urugan dan Lean Concrete	5 days	Wed 17/01/24	Sun 21/01/24	549FS-2 days												
551	Lantai Grand	36 days	Sat 20/01/24	Sat 24/02/24													
552	Zone-3b	21 days	Sat 20/01/24	Fri 09/02/24													
553	Kolom	5 days	Sat 20/01/24	Wed 24/01/24	522												
554	Scaffolding	5 days	Wed 24/01/24	Sun 28/01/24	553FS-1 day												
555	Pelat Lantai	7 days	Fri 26/01/24	Thu 01/02/24	554FS-3 days												
556	Dinding	8 days	Fri 02/02/24	Fri 09/02/24	555												
557	Zone-4b	21 days	Wed 24/01/24	Tue 13/02/24													
558	Kolom	5 days	Wed 24/01/24	Sun 28/01/24	526												
559	Scaffolding	5 days	Sun 28/01/24	Thu 01/02/24	558FS-1 day												
560	Pelat Lantai	7 days	Tue 30/01/24	Mon 05/02/24	559FS-3 days												
561	Dinding	8 days	Tue 06/02/24	Tue 13/02/24	560												
562	Zone-5b	21 days	Fri 02/02/24	Thu 22/02/24													



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

PULAUINTAN

MASTER SCHEDULE MAGNUM RESIDENCE SANUR

ID	URAIAN PEKERJAAN	Duration	Start	Finish	Predecessors	Qtr 4, 2023			Qtr 1, 2024			
						Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
563	Kolom	5 days	Fri 02/02/24	Tue 06/02/24	530							
564	Scaffolding	5 days	Tue 06/02/24	Sat 10/02/24	563FS-1 day							
565	Pelat Lantai	7 days	Thu 08/02/24	Wed 14/02/24	564FS-3 days							
566	Dinding	8 days	Thu 15/02/24	Thu 22/02/24	565							
567	Zone-6b	21 days	Mon 29/01/24	Sun 18/02/24								
568	Kolom	5 days	Mon 29/01/24	Fri 02/02/24	534							
569	Scaffolding	5 days	Fri 02/02/24	Tue 06/02/24	568FS-1 day							
570	Pelat Lantai	7 days	Sun 04/02/24	Sat 10/02/24	569FS-3 days							
571	Dinding	8 days	Sun 11/02/24	Sun 18/02/24	570							
572	Zone-7b	21 days	Sat 03/02/24	Fri 23/02/24								
573	Kolom	5 days	Sat 03/02/24	Wed 07/02/24	538							
574	Scaffolding	5 days	Wed 07/02/24	Sun 11/02/24	573FS-1 day							
575	Pelat Lantai	7 days	Fri 09/02/24	Thu 15/02/24	574FS-3 days							
576	Dinding	8 days	Fri 16/02/24	Fri 23/02/24	575							
577	Zone-8b	21 days	Sun 04/02/24	Sat 24/02/24								
578	Kolom	5 days	Sun 04/02/24	Thu 08/02/24	542							
579	Scaffolding	5 days	Thu 08/02/24	Mon 12/02/24	578FS-1 day							
580	Pelat Lantai	7 days	Sat 10/02/24	Fri 16/02/24	579FS-3 days							
581	Dinding	8 days	Sat 17/02/24	Sat 24/02/24	580							
582	Zone-9b	21 days	Thu 01/02/24	Wed 21/02/24								
583	Kolom	5 days	Thu 01/02/24	Mon 05/02/24	546							
584	Scaffolding	5 days	Mon 05/02/24	Fri 09/02/24	583FS-1 day							
585	Pelat Lantai	7 days	Wed 07/02/24	Tue 13/02/24	584FS-3 days							
586	Dinding	8 days	Wed 14/02/24	Wed 21/02/24	585							
587	Zone-10b	21 days	Mon 22/01/24	Sun 11/02/24								
588	Kolom	5 days	Mon 22/01/24	Fri 26/01/24	550							
589	Scaffolding	5 days	Fri 26/01/24	Tue 30/01/24	588FS-1 day							
590	Pelat Lantai	7 days	Sun 28/01/24	Sat 03/02/24	589FS-3 days							
591	Dinding	8 days	Sun 04/02/24	Sun 11/02/24	590							
592	PEKERJAAN BONGKARAN	125 days	Sat 28/10/23	Thu 29/02/24								
593	Bongkaran Scaffolding dan Cleaning	120 days	Sat 28/10/23	Sat 24/02/24	175FS+14 days							
594	Dismantling Tower Crane	18 days	Fri 09/02/24	Mon 26/02/24								
595	TC-1	7 days	Tue 20/02/24	Mon 26/02/24	459							
596	TC-2	7 days	Fri 09/02/24	Thu 15/02/24	578							
597												

Disetujui Oleh :
PT.ASTAYASA KONSULTAN

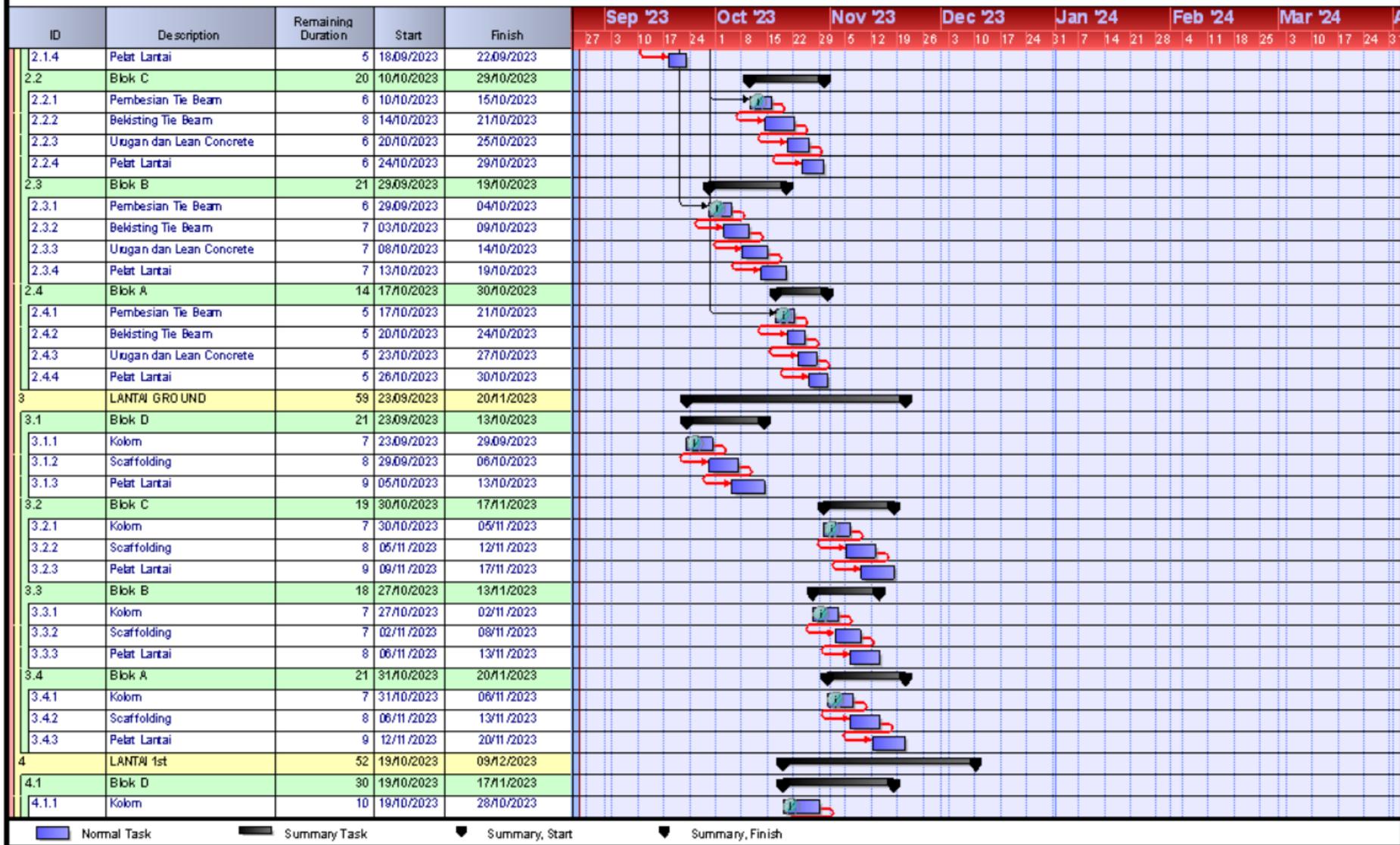
(I Gusti Ngurah Kade Yudiana)
Construction Manager

Dibuat Oleh :
PT.PULAUINTAN BAJAJEKASA KONSTRUKSI

(Steven Tukiman)
Project Manager

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

MAGNUM RESIDENCE SANUR



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Denpasar 23 April 2000, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Barunawati Denpasar, SD Saraswati 4 Denpasar, SMPN 4 Denpasar dan SMAN 3 Denpasar. Setelah lulus dari SMAN tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan S-1 dan penulis diterima di Departemen Teknik Sipil FTSPK - ITS pada tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 03111840000139.

Dimasa kuliah penulis aktif di organisasi kemahasiswaan Tim Pembina Kerohanian Hindu (TPKH-ITS) menjadi Wakil Departemen Humas 2021,tak hanya itu penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitian, seperti Koordinator Dokumentasi dan Publikasi TPKH Games 2020. Pada masa perkuliahan penulis juga aktif dalam mengikuti pelatihan, seperti LKMM Pra TD 2018 dan SIBIMA 2021. Penulis mengambil tugas akhir bidang Manajemen Konstruksi dalam bidang Penjadwalan Probabilistik. Penulis dapat dihubungin melalui email: pradiptaputra33@gmail.com