



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

OPTIMALISASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *LOB* DAN *CPM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUKO VIENDRA GARDEN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika

oleh:

AURARIZKA ZAWATA APNAN
12250425052



UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2026



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMALISASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *LOB* DAN *CPM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUKO VIENDRA GARDEN

TUGAS AKHIR

Oleh:

AURARIZKA ZAWATA APNAN
12250425052

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2026

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Ketua Program Studi

Kartono, M.Sc.

NIP. 19730818 200604 1 003

Pembimbing

Elfira Safitri, M.Mat.

NIP. 19900921 202521 2 009



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *LOB* DAN *CPM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUKO VIENDRA GARDEN

TUGAS AKHIR

Oleh:

AURARIZKA ZAWATA APNAN
12250425052

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Januari 2026

Pekanbaru, 20 Januari 2026
Mengesahkan

Ketua Program Studi



Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc.
NIP. 19770103 200710 2 001

Wartono, M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003

DEWAN PENGUJI

Ketua

: Dr. Rado Yendra, M.Sc.

Sekretaris

: Elfira Safitri, M.Mat.

Anggota I

: Aprijon, S.Si. M.Ed.

Anggota II

: Rahmawati, M.Sc.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aurarizka Zawata Apnan
 NIM : 12250425052
 Tempat, Tanggal Lahir : Pekanbaru, 27 Januari 2003
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Program Studi : S1 Matematika
 Judul Skripsi : Optimalisasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *LOB* dan *CPM* Pada Proyek Pembangunan Ruko Viendra Garden

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulis Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut diatas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya saya sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu, skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai paraturan perundang-undangan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 21 Januari 2026



AURARIZKA ZAWATA APNAN
 12250425052



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis terdapat dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 13 Janunari 2026
Yang membuat pernyataan,

Aurarizka Zawata Apnan
12250425052

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Mama dan Papa,

Terima kasih atas doa yang tiada henti, kasih sayang yang tulus, pengorbanan yang tak terhitung, serta dukungan moral dan material yang selalu mengiringi setiap langkah penulis. Semoga karya sederhana ini menjadi salah satu bentuk bakti dan kebanggaan penulis kepada Mama dan Papa.

Ibu Elfira Safitri, M.Mat,

Terima kasih atas bimbingan, arahan, kesabaran, serta ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap nasihat dan koreksi menjadi bekal berharga bagi penulis, tidak hanya dalam menyelesaikan skripsi, tetapi juga dalam kehidupan akademik dan profesional ke depan.

Adik-adik Tersayang,

Terima kasih atas doa, semangat, dan kebersamaan yang selalu menguatkan penulis. Semoga karya ini dapat menjadi motivasi untuk terus berjuang meraih cita-cita.

Teman-teman Tercinta,

Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, bantuan, serta kenangan selama masa perkuliahan. Semoga persahabatan dan perjuangan yang telah dilalui bersama menjadi cerita indah yang tak terlupakan. Terimakasih kepadanya yang tanpa pamrih, selalu menemani disetiap hal yang tak terkira.

AURARIZKA ZAWATA APNAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

OPTIMALISASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *LOB* DAN *CPM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUKO VIENDRA GARDEN

AURARIZKA ZAWATA APNAN
NIM: 12250425052

Tanggal Sidang : 13 Januari 2026
Tanggal Wisuda :

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Proyek pembangunan ruko Viendra Garden memerlukan penjadwalan yang optimal agar penyelesaian dapat tercapai tepat waktu dan sesuai biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan waktu dan biaya pada proyek pembangunan Ruko Viendra Garden menggunakan metode *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)*, serta membandingkan hasil kedua metode tersebut dengan perhitungan perusahaan. Data penelitian diperoleh dari dokumen proyek berupa urutan kegiatan, durasi pekerjaan dan biaya pelaksanaan. Metode *CPM* dilakukan dengan jalur kritis dan durasi minimum proyek, sedangkan metode *LOB* dilakukan dengan menentukan waktu mulai dan waktu selesai yang hasilnya dibuat bentuk grafik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh metode *CPM* menghasilkan total waktu penyelesaian proyek selama 864 hari untuk 18 unit ruko dengan total biaya sebesar Rp. 3.277.040.000. Sementara itu, metode *LOB* dengan total waktu pelaksanaan proyek selama 411 hari untuk 18 unit ruko dan total biaya sebesar Rp. 2.384.460.000. Perkiraan durasi dari perusahaan sebesar 1.620 hari untuk 18 unit ruko dengan total biaya sebesar Rp. 4.669.200.000. Sehingga diperoleh Metode *Line of Balance (LOB)* terbukti lebih efisien dibandingkan *Critical Path Method (CPM)*, dengan penghematan waktu 453 hari dan biaya Rp 892.580.000. Dibandingkan perhitungan perusahaan, *LOB* juga menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dengan penghematan waktu 1.209 hari dan biaya Rp 2.284.740.000, sehingga penerapan metode *LOB* mampu memberikan penjadwalan yang lebih efisien dengan total waktu dibandingkan perencanaan awal perusahaan ataupun metode *CPM*, baik dari segi waktu maupun biaya.

Kata Kunci: Biaya, *Critical Path Method*, Durasi, *Line of Balance*, Optimasi, Perumahan Viendra Garden.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

OPTIMIZATION OF TIME AND COST SCHEDULING USING THE LOB AND CPM METHODS IN THE VIENDRA GARDEN SHOP-HOUSE CONSTRUCTION PROJECT

AURARIZKA ZAWATA APNAN
12250425052

Date of Final Exam : 13 January 2026
Date of Graduation :

Department of Mathematics
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

The Viendra Garden shophouse construction project requires optimal scheduling to ensure timely completion and cost efficiency. This study aims to optimize time and cost scheduling for the Viendra Garden shophouse construction project using the Line of Balance (LOB) and Critical Path Method (CPM), as well as to compare the results of both methods with the company's planning. The research data were obtained from project documents, including activity sequences, work durations, and implementation costs. The CPM method was applied by determining the critical path and minimum project duration, while the LOB method was conducted by determining the start and finish times, which were then presented in graphical form. Based on the results, the CPM method produced a total project completion time of 864 days for 18 shophouse units with a total cost of Rp 3,277,040,000. Meanwhile, the LOB method resulted in a total project duration of 411 days for 18 shophouse units with a total cost of Rp 2,384,460,000. The company's estimated duration was 1,620 days for 18 shophouse units with a total cost of Rp 4,669,200,000. Therefore, the Line of Balance (LOB) method is proven to be more efficient than the Critical Path Method (CPM), achieving time savings of 453 days and cost savings of Rp 892,580,000. Compared to the company's planning, the LOB method also shows higher efficiency with time savings of 1,209 days and cost savings of Rp 2,384,740,000. Thus, the application of the LOB method provides more efficient scheduling in terms of both time and cost compared to the company's initial planning and the CPM method.

Keywords: Cost, Critical Path Method, Duration, Line of Balance, Optimization, Viendra Garden Housing.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan *Alhamdulillah* rabbil alamin kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas rahmat, kesehatan, dan kemudahan yang diberikan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad *Sallallahu alaihi Wasallam*, suri teladan sepanjang masa. Selama proses penyusunan, penulis memperoleh dukungan dari orang tua, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Novianti, MS., SE., M.Si., Ak., CA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 2. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 3. Bapak Wartono, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 4. Bapak Zukrianto, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ibu Elfira Safitri, M.Mat., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberikan petunjuk, serta masukan yang sangat berharga sejak tahap awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- Bapak Aprijon, S.Si., M.Ed., dan Ibu Rahmawati, M.Sc., selaku Dosen Penguji, atas kritik, saran, dan masukan yang membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini.
- Bapak M. Marizal, M.Sc., selaku Penasehat Akademik, atas bimbingan, yang diberikan sejak semester awal hingga tahap penyelesaian studi.
- Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Matematika.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hadir sebagai penopang utama dalam perjalanan ini, mendengarkan setiap keluh kesah, memberikan arah dan kepastian. Dukungan yang diberikan nyata, tanpa banyak tuntutan yang mengantarkan penulis hingga tahap penyelesaian.

Sahabat penulis Hafizhah Nur Jannah, Farah Aulia, Puteri Nur Aisyah, Aulia Fakhrunisa, Nadia Suhaila, dan Ismi Sebrina Putri yang senantiasa hadir, terima kasih atas kebersamaan, keikhlasan dalam mendengarkan setiap keluh kesah, serta ketulusan sehingga kebersamaan dan kenangan yang terukir bersama kalian menjadi bagian berharga yang tak terlupakan dalam perjalanan akademik penulis.

Teman-teman seperjuangan Jurusan Matematika khususnya angkatan 2022 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Tugas Akhir ini telah disusun semaksimal mungkin oleh penulis. Namun, tidak tertutup kemungkinan adanya kesalahan dan kekurangan dalam penulisan maupun penyajian materi. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak masih sangat diharapkan oleh penulis demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pekanbaru, 13 Januari 2026

Aurarizka Zawata Apanan
12250425052



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penjadwalan Proyek	5
2.2 Ruang Waktu	5
2.3 Jaringan Kerja	6
2.4 Metode Line of Balance (<i>LOB</i>).....	8
2.5 Metode Critical Path Method (<i>CPM</i>) / Jalur Kritis	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
BAB IV PEMBAHASAN.....	47
4.1 Deskripsi Data	47
4.2 Penyelesaian Menggunakan metode <i>CPM</i>	49
4.3 Penyelesaian Menggunakan metode <i>LOB</i>	72
BAB V PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	88
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	91



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Jaringan AOA	7
Gambar 2. 2 Diagram Jaringan AON	8
Gambar 2. 3 Diagram Garis <i>LOB</i>	9
Gambar 2. 4 Diagram Garis <i>LOB</i> Tanpa Berpotongan	9
Gambar 2. 5 Diagram Garis <i>LOB</i> Berpotongan	10
Gambar 2. 6 Lingkaran <i>Event</i>	14
Gambar 2. 7 Diagram Jaringan <i>CPM</i> Sebelum Penentuan WKC dan WKL	19
Gambar 2. 8 Diagram Jaringan <i>CPM</i> Setelah Penentuan WKC	25
Gambar 2. 9 Diagram Jaringan <i>CPM</i> Setelah Penentuan WKC dan WKL	30
Gambar 2. 10 Diagram Jaringan <i>CPM</i> Dengan Penandaan Identifikasi Jalur Kritis	33
Gambar 2. 11 Diagram Jaringan <i>LOB</i>	36
Gambar 2. 12 Grafik Perhitungan <i>LOB</i>	42
Gambar 2. 13 <i>Flowchart</i> Penelitian	46
Gambar 4. 1 Diagram <i>CPM</i> Awal	50
Gambar 4. 2 Diagram <i>CPM</i> Setelah Menentukan WKC	57
Gambar 4. 3 Diagram <i>CPM</i> Setelah Menentukan WKC dan WKL	64
Gambar 4. 4 Diagram <i>CPM</i> Jalur Kritis 1	67
Gambar 4. 5 Diagram <i>CPM</i> Jalur Kritis 2	69
Gambar 4. 6 Diagram Alur Logika <i>LOB</i>	73
Gambar 4. 7 Grafik Diagram <i>LOB</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Proyek Perumahan 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri	17
Tabel 2. 2 Data Biaya Pengeluaran Perkegiatan	18
Tabel 2. 3 Data Gaji Pekerja	19
Tabel 2. 4 Identifikasi Jalur Kritis.....	31
Tabel 2. 5 Gaji Pekerja Dengan Pengerjaan 1 Unit Rumah	34
Tabel 2. 6 <i>Work Breakdown Structure</i>	35
Tabel 2. 7 Hasil Perhitungan <i>LOB</i>	40
Tabel 2. 8 Total Gaji Pekerja.....	42
Tabel 2. 9 Rekapitulasi Pengeluaran Biaya Metode <i>LOB</i> dan <i>CPM</i>	43
Tabel 4. 1 Data Proyek Ruko Viendra Garden	47
Tabel 4. 2 Data Gaji Pekerja dan Total Gaji Untuk 1 Unit Ruko.....	48
Tabel 4. 3 Data Biaya Pengeluaran 1 Unit Ruko Perkegiatan.....	48
Tabel 4. 4 Total Pengeluaran Keseluruhan Untuk 18 Unit Ruko	49
Tabel 4. 5 Identifikasi Jalur Kritis.....	65
Tabel 4. 6 Total Biaya Pengeluaran Untuk 1 Unit Ruko	70
Tabel 4. 7 Total Biaya Pengeluaran Untuk 18 Unit Ruko	71
Tabel 4. 8 <i>Work Breakdown Structure</i> Ruko	72
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan <i>LOB</i>	77
Tabel 4. 10 Total Biaya Pengeluaran Untuk 18 Unit Ruko	80
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Pengeluaran Biaya Metode <i>LOB</i> dan <i>CPM</i>	81

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Proyek Ruko Viendra Garden.....	90
LAMPIRAN 2 Data Gaji Pekerja dan Total Gaji Untuk 1 Unit Ruko Dari Perusahaan.....	90
LAMPIRAN 3 Data Biaya Pengeluaran 1 Unit Ruko Perkegiatan.....	91
LAMPIRAN 4 Total Pengeluaran Keseluruhan Untuk 18 Unit Ruko Dari Perusahaan.....	91
LAMPIRAN 5 Dokumentasi.....	91
LAMPIRAN 6 Membuat Grafik LOB Menggunakan Pemrograman Python di Google Colab.....	92

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Proyek pembangunan infrastruktur dengan elemen berulang, seperti gedung bertingkat, jalan raya, maupun kawasan perumahan merupakan sarana atau prasarana yang dibangun dalam durasi yang terbatas dan sesuai anggaran yang telah ditetapkan [1]. Penyelesaian proyek yang tepat waktu membutuhkan perencanaan, penjadwalan, dan pemantauan proyek [2]. Untuk mencapai penyelesaian tepat waktu, perlu memperhatikan aspek lain yang menentukan keberhasilan proyek. Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek konstruksi dipengaruhi oleh 3 aspek yaitu biaya, mutu, dan waktu [3].

Permasalahan yang umum terjadi pada sebuah proyek konstruksi yaitu sebuah keterlambatan [4]. Begitu juga pada pembangunan proyek ruko di Perumahan Viendra Garden Pekanbaru. Pengelola proyek mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan waktu yang bisa mengatasi pembengkakan dana proyek [5]. Sehingga, dibutuhkan optimalisasi suatu proyek agar berjalan dengan target waktu dan biaya yang telah direncanakan [6]. Metode optimalisasi yang dapat menyelesaikan permasalahan ini adalah *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)*.

Metode *LOB* merupakan metode penjadwalan proyek berbentuk garis dengan unit kerja di satu sisi dan waktu di sisi lain, yang mempermudah pemanfaatan aset secara wajar tanpa penundaan antar pekerjaan sehingga meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan aparatur dalam pelaksanaannya [7]. Metode *CPM* atau Metode Jalur Kritis merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan, dengan kegiatan direpresentasikan sebagai titik dan peristiwa yang menandakan awal maupun akhir kegiatan digambarkan sebagai busur atau garis penghubung antar titik [8].

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan metode *LOB* dan metode *CPM* yaitu penelitian yang dilakukan oleh [4] dengan judul "Analisis Pengendalian Dengan Metode *LOB* Pada Proyek Perumahan Central Park Middle East"



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengoptimalkan menjadi 60 minggu untuk 4 rumah dari 42 minggu untuk 1 rumah. Selanjutnya, Penelitian dari [9] dengan judul "Analisa Penjadwalan Dengan Metode *CPM* dan *LOB* pada Pembangunan Perumahan Citraland Ambon" berhasil dengan metode *LOB* durasi 141 hari untuk 7 unit rumah, dan metode *CPM* 59 hari untuk 1 unit rumah. Kemudian penelitian dari [10] dengan judul "Perbandingan Hasil Analisis Metode *LOB* dan Metode *PDM* dalam Penjadwalan Pembangunan Citra Agrindo III" berhasil menghasilkan total durasi 123 hari untuk 10 unit rumah dari durasi awal 820 hari.

Selanjutnya, penelitian dari [6] dengan judul "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Dengan Metode *CPM* dan *Ganit Chart* Pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri" berhasil dengan menggunakan analisis Metode *CPM*, waktu penyelesaian proyek berkurang dari 125 hari menjadi 98 hari. Kemudian penelitian dari [11] dengan judul "Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)* pada Pembangunan Gedung Dindikbud Kabupaten Purworejo" berhasil dengan menggunakan metode *CPM* menjadi durasi waktu 177 hari dari durasi awal 1.442 hari kalender.

Berdasarkan uraian dari penelitian yang dilakukan oleh [6] dan [9], penulis ingin melakukan penelitian menggunakan metode *LOB* dan metode *CPM* dalam mengoptimalkan biaya dan waktu dengan kasus yang berbeda. Kedua metode tersebut, hasil pengoptimalan waktu dan biaya dapat menjadi solusi dari permasalahan pada proyek penelitian di ruko Viendra Garden. Sehingga penulis tertarik mengangkat judul "**Optimalisasi Penjadwalan Biaya dan Waktu Dengan Metode *LOB* dan *CPM* Pada Proyek Pembangunan Ruko Viendra Garden**".

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

Bagaimana optimalisasi waktu dan biaya menggunakan metode *Line Of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)* pada proyek ruko Viendra Garden?

Bagaimana perbandingan hasil waktu dan biaya menggunakan metode *Line Of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)* ?



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Batasan Masalah

Pada penelitian diperlukan beberapa batasan masalah, untuk tetap memfokuskan ruang lingkup penelitian. Berikut batasan masalah dalam penelitian

Penelitian hanya difokuskan pada proyek pembangunan ruko Viendra Garden.

Metode yang digunakan untuk analisis penjadwalan waktu dan biaya terbatas pada *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)*.

Perhitungan pembandingan diambil dari data perusahaan terkait proyek yang sama.

Aspek yang dianalisis hanya mencakup waktu pelaksanaan dan biaya proyek, tanpa membahas aspek mutu, risiko di luar variabel tersebut.

5. Analisis hanya difokuskan pada penentuan durasi, biaya, urutan kegiatan, serta identifikasi jalur kritis, tanpa membahas faktor eksternal seperti cuaca, tenaga kerja tambahan, tambahan jam kerja, atau perubahan desain.
6. Jumlah kegiatan yang dianalisis dalam jaringan kerja proyek pembangunan ruko tersebut sebanyak 12 kegiatan tiap 1 unit dengan total 18 unit.

1.4 Tujuan Masalah

Menentukan optimalisasi waktu dan biaya dengan menggunakan metode *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)* pada proyek ruko Viendra Garden.

Membandingkan hasil dari metode *LOB*, metode *CPM*, dan perhitungan perusahaan dalam hal efisiensi waktu serta ketepatan biaya.

Manfaat Penelitian

Menambah literatur dan wawasan mengenai penerapan metode *LOB* dan *CPM* dalam analisis penjadwalan proyek konstruksi, khususnya dalam konteks ruko.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Memberikan masukan bagi perusahaan konstruksi dalam memilih metode penjadwalan yang lebih optimal agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran.

Menjadi referensi bagi mahasiswa atau peneliti lain yang ingin mengkaji manajemen proyek dengan menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis metode *LOB* dan *CPM*.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari pokok-pokok permasalahan yang diuraikan menjadi beberapa bagian yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan tentang latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar mengenai hal-hal yang dapat digunakan sebagai acuan dan landasan untuk mengembangkan penelitian ini. Konsep dan teori terkait perlu dijelaskan,

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan penulis untuk mencapai tujuan penelitian mulai dari metode penelitian, teknik pengambilan data sampai ke tahapan penelitian

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan hasil seperti yang disampaikan pada rumusan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

BAB II **LANDASAN TEORI**

2.1 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada [12]. Penjadwalan pada proyek konstruksi merupakan proses menetapkan kegiatan yang dibutuhkan untuk merampung proyek secara berurutan dalam jangka waktu tertentu, di mana setiap tindakan harus dijalankan agar proyek dapat selesai tepat waktu dan hemat biaya [13].

Penjadwalan proyek merupakan bagian dari perencanaan yang menyediakan informasi tentang jadwal yang telah ditetapkan serta perkembangan proyek, termasuk efisiensi penggunaan sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material, serta durasi proyek yang direncanakan hingga penyelesaiannya [14]. Penggunaan biaya dan waktu merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan pelaksanaan proyek, sehingga perlu perencanaan penjadwalan proyek yang baik untuk penggunaan waktu yang efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan potensi keberhasilan pelaksanaan pekerjaan konstruksi [15].

2.2 Ruang Waktu

Ruang waktu dalam manajemen proyek memang merupakan elemen penting yang mengatur urutan kegiatan, durasi, dan pengendalian jadwal agar proyek selesai tepat waktu dan efisien [16]. Konsep ruang waktu ini erat kaitannya dengan tiga komponen utama: perhitungan maju, perhitungan mundur, dan penundaan waktu.

Perhitungan Maju

Perhitungan waktu maju dalam penjadwalan proyek adalah untuk menentukan waktu paling awal dimulainya dan diselesaikannya setiap kegiatan berdasarkan urutan logis antar aktivitas, proses ini dilakukan dengan menghitung dari peristiwa awal menuju peristiwa akhir dalam jaringan kerja proyek [17].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perhitungan Mundur

Perhitungan waktu mundur dalam penjadwalan proyek adalah menentukan waktu paling lambat dimulainya dan diselesaikannya setiap kegiatan tanpa menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek. Proses ini dilakukan dengan menghitung dari peristiwa akhir (*terminal event*) menuju peristiwa awal (*initial event*) dalam jaringan kerja proyek [18].

2.3 Jaringan Kerja

Perencanaan jaringan kerja (*network planning*) adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel) yang digambarkan dalam diagram jaringan [19]. Perencanaan jaringan (*network planning*) pada dasarnya dapat berupa hubungan yang saling mempengaruhi antara bagian pekerjaan pada diagram jaringan. Dapat dinyatakan bahwa bagian pekerjaan yang perlu didahulukan, sehingga dapat dipakai sebagai dasar dalam penyelesaian pekerjaan berikutnya [20].

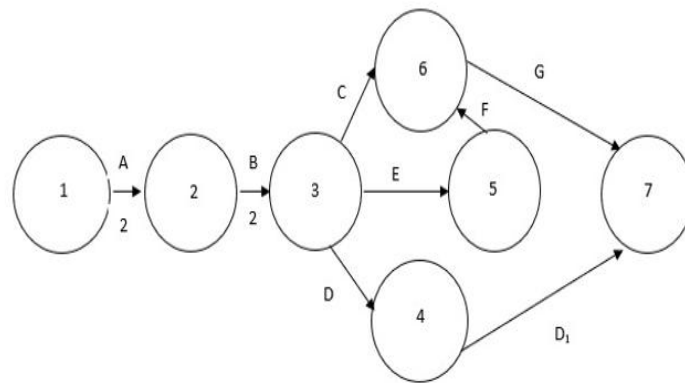
Sebuah proyek terdiri dari berbagai kegiatan yang saling berhubungan dan memiliki keterkaitan ketergantungan antara satu dengan yang lainnya. Hubungan tersebut dapat digambarkan melalui jaringan kerja dengan dua jenis penyajian utama [21] :

Activity on Arrow (AOA)

Diagram *AOA* menggambarkan kegiatan proyek pada garis panah (*arrow*), sedangkan titik (*node*) menunjukkan suatu peristiwa (*event*) yang menandai awal atau akhir kegiatan yang mana setiap panah melambangkan satu aktivitas, sementara node berfungsi sebagai batas antar aktivitas [22]. Dalam metode ini, kadang diperlukan *dummy activity* (aktivitas semu) yang digambarkan dengan garis putus-putus untuk menunjukkan ketergantungan yang tidak dapat digambarkan secara langsung oleh panah [6].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 1 Diagram Jaringan AOA

Keterangan [22] :

- : Waktu kegiatan;
- : Menunjukkan arah kegiatan. Suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan;
- > : Kegiatan semu atau *dummy activity*;
- : Kejadian atau peristiwa atau *event*.

Berdasarkan Gambar 2.1 kegiatan B baru dapat dimulai setelah kegiatan A selesai, maka panah dari *event* 1 ke *event* 2 mewakili kegiatan A, dan dari *event* 2 ke *event* 3 mewakili kegiatan B. Jika terdapat kegiatan C, D, dan E yang baru bisa dimulai setelah kegiatan B selesai, maka kegiatan B mengeluarkan 3 tanda panah. Jika terdapat kegiatan C, D, dan E yang baru bisa dimulai setelah kegiatan B selesai, diperlukan *dummy activity* untuk menggambarkan hubungan tersebut.

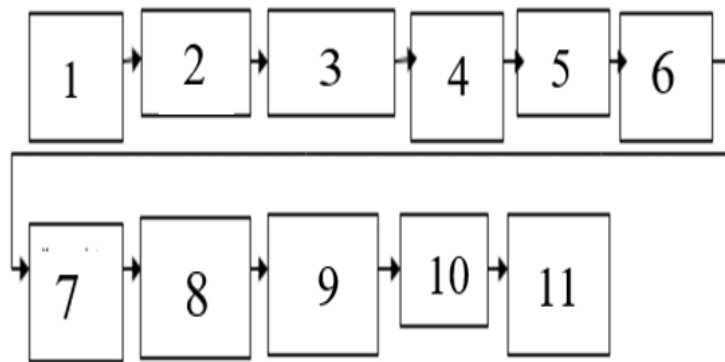
Diagram AOA memiliki kelebihan sebagai metode klasik yang cocok digunakan pada proyek dengan ketergantungan sederhana. Namun, kelemahannya adalah sulit dibaca pada proyek dengan banyak aktivitas dan ketergantungan kompleks karena adanya aktivitas *dummy* yang dapat membingungkan.

Activity on Node (AON)

Diagram AON, kegiatan proyek digambarkan langsung pada *node* (biasanya berbentuk kotak), sedangkan panah digunakan untuk menunjukkan urutan atau ketergantungan antar kegiatan, setiap *node* mewakili satu kegiatan yang mencakup informasi seperti durasi, waktu mulai, dan waktu selesai [23]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 2 Diagram Jaringan AON

Keterangan:

- : Menunjukkan arah ketergantungan dan urutan pekerjaan;
- : Mewakili suatu aktivitas atau pekerjaan dalam proyek.

Berdasarkan Gambar 2.2, kegiatan 2 dan 3 dapat dimulai setelah kegiatan 1 selesai. Hubungan ini ditunjukkan dengan panah yang mengarah dari *node* 1 ke *node* 2 dan *node* 3. Kegiatan yang berlangsung secara paralel juga dapat digambarkan dengan mudah karena setiap *node* terhubung langsung dari aktivitas pendahulu yang sama.

2.4 Metode Line of Balance (LOB)

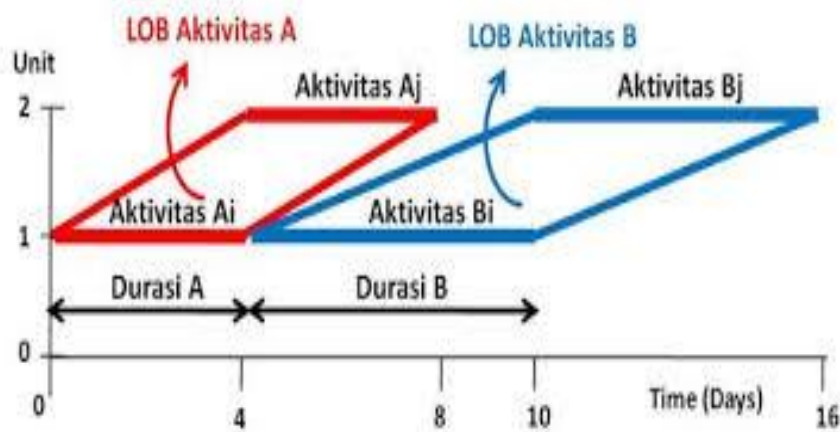
Metode *Line of Balance (LOB)* adalah metode penjadwalan linear yang digunakan untuk proyek repetitif, seperti terowongan, jaringan pipa, gedung bertingkat, perumahan, dan jalan raya, yang memungkinkan perhitungan jumlah sumber daya pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu aktivitas dengan batasan waktu tertentu [24]. *LOB* berfungsi sebagai *media control* dan *monitoring*, karena bisa digunakan untuk menunjukkan jumlah pekerjaan yang sudah selesai dalam kurun waktu tertentu, sehingga tingkat produksi bisa selalu dikontrol apakah sesuai dengan rencana awal [25].

Metode *Line of Balance* digambarkan dalam diagram alur logika yang berbentuk jajar genjang untuk setiap jenis pekerjaan [5]. Struktur dasar metode *Line of Balance (LOB)* digambarkan melalui sumbu vertikal yang menunjukkan posisi proyek atau jumlah unit pekerjaan yang telah diselesaikan, sumbu horizontal yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

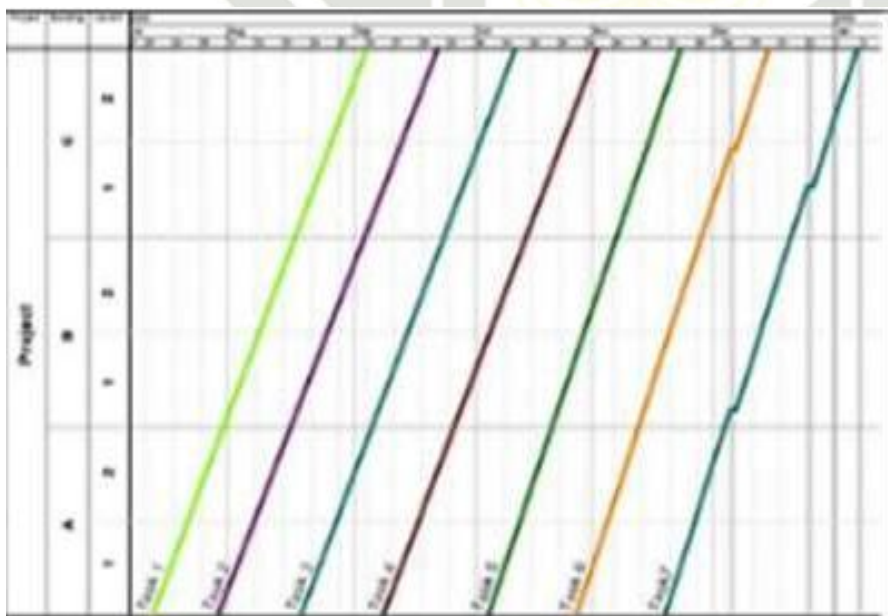
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

merepresentasikan durasi pelaksanaan, serta garis diagonal yang menggambarkan kecepatan dan kemajuan tiap aktivitas yang direncanakan maupun sedang berlangsung [1].



Gambar 2. 3 Diagram Garis LOB

Penyusunan diagram *Line of Balance* berdasarkan Gambar 2.3 dengan beberapa macam bentuk:

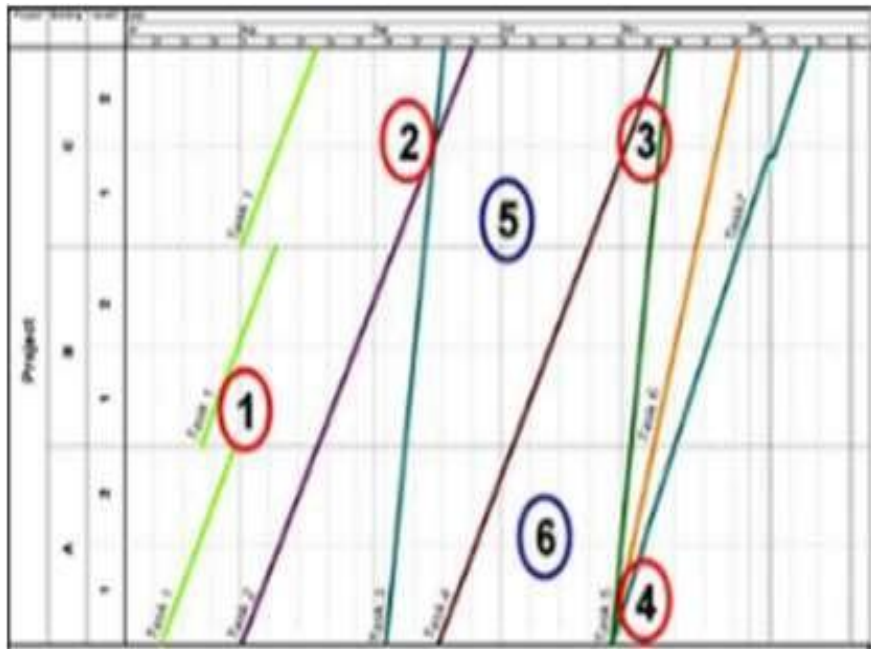


Gambar 2. 4 Diagram Garis LOB Tanpa Berpotongan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan Gambar 2.4 tiap-tiap garis berdiri miring dengan rapi tanpa ada yang saling berpotongan yang berarti setiap pekerjaan – pekerjaan terlaksanakan tanpa saling bentrok.



Gambar 2. 5 Diagram Garis LOB Berpotongan

Pada Gambar 2.5 beberapa tiap garis saling berpotongan menunjukkan adanya pekerjaan yang dilaksanakan bersama atau juga pembenturan jadwal antarpekerjaan. Keadaan seperti ini umumnya terjadi karena keterkaitan antaraktivitas dalam suatu proyek yang menuntut efisiensi waktu dan sumber daya.

Analisis penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* terdapat beberapa tahapan diantaranya [26]:

- Menyusun *work breakdown structure* berdasarkan data proyek yang tersedia.
- Membuat diagram alur logika.
- Menentukan durasi *start* (waktu mulai), dan *finish* (waktu selesai) untuk setiap paket pekerjaan.

Dalam penentuan durasi *start* (waktu mulai), dan *finish* (waktu selesai) pada setiap paket pekerjaan, terdapat hubungan logis berupa ketergantungan antar aktivitas, sehingga [27]:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Waktu Awal

Kegiatan yang paling awal terjadi pada waktu mulai (*start*) ditetapkan waktu pada hari ke-0, sehingga berlaku $T_{s,i} = 0$ dan waktu selesai (*finish*) ditetapkan waktu:

$$T_{f,i} = T_{s,i} + D_{t,i} \quad (2.1)$$

Keterangan:

i : Pekerjaan awal;

j : Pekerjaan berikutnya;

s : Waktu mulai (*start*);

f : Waktu selesai (*finish*);

$T_{s,i}$: Waktu mulai pekerjaan awal (i);

$T_{f,i}$: Waktu selesai pekerjaan awal (i);

$D_{t,i}$: Total durasi pekerjaan (i).

b. Ketentuan Pemilihan Kegiatan

Apabila terdapat lebih dari satu anak panah yang mengarah masuk ke suatu kegiatan, maka dalam proses perhitungan dipilih durasi kegiatan sebelumnya yang memiliki waktu terlama. Pemilihan ini dilakukan untuk menentukan hubungan antar kegiatan, baik *Finish to Finish (FF)* maupun *Start to Start (SS)*.

c. *Finish to Finish (FF)*

Jika durasi pekerjaan berikutnya (D_j) lebih pendek daripada durasi pekerjaan sebelumnya (D_i), maka penentuan waktunya mengacu pada tanggal selesai pekerjaan sebelumnya. Dengan demikian, waktu selesai pekerjaan (j) dihitung menggunakan rumus:

$$T_{f,j} = T_{f,i} + D_{s,j} \quad (2.2)$$

Selanjutnya waktu mulai pekerjaan j dihitung dengan rumus:

$$T_{s,j} = T_{f,j} - D_{t,j} \quad (2.3)$$

Keterangan:

i : Pekerjaan awal;

j : Pekerjaan berikutnya;

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

s : Waktu mulai (*start*);
 f : Waktu selesai (*finish*);
 $T_{s,i}$: Waktu mulai pekerjaan awal (i);
 $T_{f,i}$: Waktu selesai pekerjaan awal (i);
 $T_{s,j}$: Waktu mulai pekerjaan berikutnya (j);
 $T_{f,j}$: Waktu selesai pekerjaan berikutnya (j);
 $D_{s,i}$: Durasi satu siklus pertama pekerjaan (i);
 $D_{s,j}$: Durasi satu siklus terakhir pekerjaan (j);
 $D_{t,j}$: Total durasi pekerjaan (j).

d. *Start to Start (SS)*

Apabila durasi pekerjaan berikutnya (D_j) lebih lama atau sama dengan durasi pekerjaan sebelumnya (D_i), maka penentuannya dilakukan berdasarkan tanggal mulai pekerjaan sebelumnya. Dalam hal ini, waktu mulai pekerjaan j dihitung dengan persamaan:

$$T_{s,j} = T_{s,i} + D_{s,i} \quad (2.4)$$

Selanjutnya, waktu selesai pekerjaan j diperoleh dengan rumus:

$$T_{f,j} = T_{s,j} + D_{t,j} \quad (2.5)$$

Keterangan:

i : Pekerjaan awal;
 j : Pekerjaan berikutnya;
 s : Waktu mulai (*start*);
 f : Waktu selesai (*finish*);
 $T_{s,i}$: Waktu mulai pekerjaan awal (i);
 $T_{f,i}$: Waktu selesai pekerjaan awal (i);
 $T_{s,j}$: Waktu mulai pekerjaan berikutnya (j);
 $T_{f,j}$: Waktu selesai pekerjaan berikutnya (j);
 $D_{s,i}$: Durasi satu siklus pertama pekerjaan (i);
 $D_{s,j}$: Durasi satu siklus terakhir pekerjaan (j);
 $D_{t,j}$: Total durasi pekerjaan (j).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menyusun diagram *Line of Balance (LOB)*.

Metode Critical Path Method (CPM) / Jalur Kritis

Metode *Critical Path Method (CPM)* atau bisa disebut metode jalur kritis adalah rangkaian aktivitas tanpa *slack time* yang membentuk lintasan terpanjang dalam jaringan kerja proyek, menentukan durasi minimum penyelesaian, dan harus dikelola dengan baik agar proyek selesai tepat waktu [28]. Jalur kritis merupakan serangkaian aktivitas tanpa kelonggaran waktu (*float*) yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek selesai sesuai jadwal [29]. Total waktu penyelesaian proyek dalam metode *Critical Path Method (CPM)* ditentukan melalui perhitungan waktu kejadian cepat (*earliest event occurrence time*), dan waktu kejadian lambat (*latest event occurrence time*) [30].

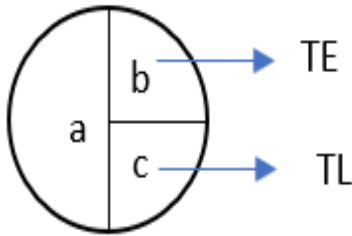
Istilah-istilah tersebut perlu diketahui dalam pengerjaan menggunakan metode *CPM*, sebagai berikut [18] :

- TE* : *Earliest event occurrence time*, yaitu waktu paling cepat terjadinya *event*;
- TL* : *Latest event occurrence time*, yaitu waktu paling lambat terjadinya *event*;
- ES* : *Earliest start*, yaitu waktu paling cepat sebuah aktivitas dapat dimulai;
- EF* : *Earliest finish*, yaitu waktu paling cepat suatu aktivitas dapat diselesaikan;
- LS* : *Latest start*, yaitu batas waktu paling akhir sebuah aktivitas masih bisa dimulai tanpa menunda keseluruhan proyek;
- LF* : *Latest finish*, yaitu waktu paling lambat suatu aktivitas harus selesai agar jadwal proyek tetap sesuai rencana;
- AD* : *Activity duration time*. yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

Pada saat melakukan perhitungan maju maupun mundur, terdapat lingkaran kejadian (*event*) dibedakan ke dalam tiga bagian berikut [31]:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 6 Lingkaran Event

- a : Ruang untuk nomor *event*;
- b : Ruang menunjukkan saat paling cepat terjadinya *event* (TE), yang merupakan hasil perhitungan maju;
- c : Ruang menunjukkan saat paling lambat terjadinya *event* (TL), yang juga merupakan hasil perhitungan mundur.

Proses penentuan perhitungan jalur kritis terdiri dari delapan tahapan, sebagai berikut [32] :

1. Menetapkan urutan dari setiap kegiatan
Menentukan urutan pelaksanaan tiap kegiatan berdasarkan data yang telah diperoleh, dengan memperhatikan hubungan ketergantungan antar kegiatan.
2. Membuat diagram jaringan kerja
Setelah urutan kegiatan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah menyusun diagram jaringan kerja yang menggambarkan alur dan keterkaitan antar kegiatan dalam proyek, sehingga memudahkan analisis waktu dan penentuan jalur kritis yang berdasarkan urutan kegiatan yang telah disusun.

Menghitung Waktu Kegiatan Paling Cepat (WKC)

Ada tiga pengerjaan yang dilakukan dalam perhitungan maju, yaitu:

- a. Waktu paling awal terjadinya initial event ditetapkan pada hari ke-0, sehingga berlaku $TE = 0$. (Namun, asumsi ini tidak digunakan apabila proyek tersebut memiliki keterkaitan dengan proyek lain.)

- b. Kalau *initial event* terjadi pada hari yang ke-nol, maka

$$\begin{aligned}
 ES_{(i,j)} &= TE_{(i)} = 0 \\
 EF_{(i,j)} &= ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} \\
 &= TE_{(i)} + t_{(i,j)}
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$TE_{(i+1)} = TE_{(i)} + t_{(i,j)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

ES : *earliest start*, yaitu waktu paling cepat sebuah aktivitas dapat dimulai;

TE : *Earliest event occurrence time*, yaitu waktu paling cepat terjadinya *event*;

EF : *Earliest finish*, yaitu waktu paling cepat suatu aktivitas dapat diselesaikan;

i : Kegiatan awal (*starting event*) dari suatu aktivitas;

j : Kegiatan akhir (*ending event*) dari aktivitas.

- c. Jika suatu *event* memiliki lebih dari satu tanda panah mengarah ke diagram bulatnya (masuk), maka

$$TE_{(j)} = \max (EF_{(i_1,j)}, EF_{(i_2,j)}, \dots, EF_{(i_n,j)}) \quad (2.7)$$

Keterangan:

TE : *Earliest event occurrence time*, yaitu waktu paling cepat terjadinya *event*;

EF : *Earliest finish*, yaitu waktu paling cepat suatu aktivitas dapat diselesaikan;

i : Kegiatan awal (*starting event*) dari suatu aktivitas;

j : Kegiatan akhir (*ending event*) dari aktivitas.

Menghitung Waktu Kegiatan Paling Lambat (WKL)

- a. Pada *terminal event* berlaku $TL = TE$.
- b. Waktu paling akhir untuk memulai suatu aktivitas diperoleh dari selisih antara waktu paling akhir penyelesaiannya dengan durasi aktivitas tersebut.

$$LS = LF - t$$

$$LF_{(i,j)} = TL \text{ dimana } TL = TE$$

$$= TE_{(i)} + t_{(i,j)}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

maka:

$$LS_{(i,j)} = TL_{(j)} - t_{(i,j)} \quad (2.8)$$

Keterangan:

TE : *Earliest event occurrence time*, yaitu waktu paling cepat terjadinya event;

TL : *Latest event occurrence time*, yaitu waktu paling lambat terjadinya event;

LS : *Latest start*, yaitu batas waktu paling akhir sebuah aktivitas masih bisa dimulai tanpa menunda keseluruhan proyek;

LF : *Latest finish*, yaitu waktu paling lambat suatu aktivitas harus selesai agar jadwal proyek tetap sesuai rencana;

i : Kegiatan awal (starting event) dari suatu aktivitas;

j : Kegiatan akhir (ending event) dari aktivitas.

- c. Jika suatu *event* memiliki lebih dari satu tanda panah mengarah keluar dari diagram bulatnya (keluar), maka

$$TL_{(i)} = \min (LS_{(i,j_1)}, LS_{(i,j_2)}, \dots, LS_{(i,j_n)}) \quad (2.9)$$

Keterangan:

TL : *Latest event occurrence time*, yaitu waktu paling lambat terjadinya event;

LS : *Latest start*, yaitu batas waktu paling akhir sebuah aktivitas masih bisa dimulai tanpa menunda keseluruhan proyek;

i : Kegiatan awal (starting event) dari suatu aktivitas;

j : Kegiatan akhir (ending event) dari aktivitas.

Mengidentifikasi Jalur Kritis

Setelah diperoleh nilai *TE*, *TL*, *ES*, *EF*, *LS* dan *LF* maka perhatikan hubungan antara *ES*, *EF*, *LS* dan *LF*. Suatu aktivitas dikatakan berada pada jalur kritis jika memenuhi kondisi:

$$ES = LS \text{ dan } EF = LF$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Keterangan:

- TE* : *Earliest event occurrence time*, yaitu waktu paling cepat terjadinya event;
- TL* : *Latest event occurrence time*, yaitu waktu paling lambat terjadinya event;
- ES* : *Earliest start*, yaitu waktu paling cepat sebuah aktivitas dapat dimulai;
- EF* : *Earliest finish*, yaitu waktu paling cepat suatu aktivitas dapat diselesaikan;
- LS* : *Latest start*, yaitu batas waktu paling akhir sebuah aktivitas masih bisa dimulai tanpa menunda keseluruhan proyek;
- LF* : *Latest finish*, yaitu waktu paling lambat suatu aktivitas harus selesai agar jadwal proyek tetap sesuai rencana.

Contoh 2.1 [4]:

Sebuah proyek pembangunan perumahan tipe 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri berjumlah 5 unit memiliki karakteristik pekerjaan yang berulang (repetitive). Berikut data-data proyek untuk 1 unit rumah disajikan pada beberapa Tabel dibawah ini:

Tabel 2. 1 Data Proyek Perumahan 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri

Kegiatan	Item Pekerjaan	Durasi (hari)	Kegiatan yang Mendahului
A	Pekerjaan Persiapan	3	-
B	Pekerjaan Galian dan Urugan	5	A
C	Pekerjaan Beton	12	A, B
D	Pekerjaan Baja	10	B
E	Pekerjaan Penutup Atap	7	C, D
F	Pekerjaan Pasangan daan Plesteran	20	E
G	Pekerjaan Kusen dan Kaca	10	F
H	Pekerjaan Pelapis Lantai dan Dinding	15	F

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I	Pekerjaan Langit-langit	7	F
J	Pekerjaan Railing	10	G, H, I
K	Pekerjaan Pengecatan	9	J
L	Pekerjaan Sanitair	10	K
M	Pekerjaan Instalasi Listrik	7	L

Biaya pengeluaran tiap kegiatan dalam 1 unit rumah disajikan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Data Biaya Pengeluaran Perkegiatan

No.	Item Kegiatan	Biaya Pengeluaran
1	Pekerjaan Persiapan	Rp. 1.300.000
2	Pekerjaan Galian dan Urugan	Rp. 3.850.000
3	Pekerjaan Beton	Rp. 47.700.000
4	Pekerjaan Baja	Rp. 22.000.000
5	Pekerjaan Penutup Atap	Rp. 9.350.000
6	Pekerjaan Pasangan daan Plesteran	Rp. 42.000.000
7	Pekerjaan Kusen dan Kaca	Rp. 23.700.000
8	Pekerjaan Pelapis Lantai dan Dinding	Rp. 23.200.000
9	Pekerjaan Langit-langit	Rp. 5.000.000
10	Pekerjaan Railing	Rp. 6.800.000
11	Pekerjaan Pengecatan	Rp. 11.500.000
12	Pekerjaan Sanitair	Rp. 14.500.000
13	Pekerjaan Instalasi Listrik	Rp. 3.100.000
Jumlah		Rp. 213.000.000

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya, Data-data gaji pekerja dalam 1 unit rumah dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Data Gaji Pekerja

No	Nama Pekerjaan	Standar Gaji	Total Hari dan Pekerja	Total Gaji
1	Mandor	Rp. 120.000	125 hari x 1	Rp. 15.000.000
2	Tukang	Rp. 100.000	125 hari x 2	Rp. 25.000.000
3	Kuli	Rp. 80.000	125 hari x 5	Rp. 50.000.000
Jumlah				Rp. 90.000.000

Tentukan waktu dan biaya yang optimal menggunakan metode penjadwalan *Line of Balance (LOB)* dan metode *Critical Path Method (CPM)* lalu bandingkan hasilnya.

Tentukanlah metode yang efisien dalam mengoptimalkan!

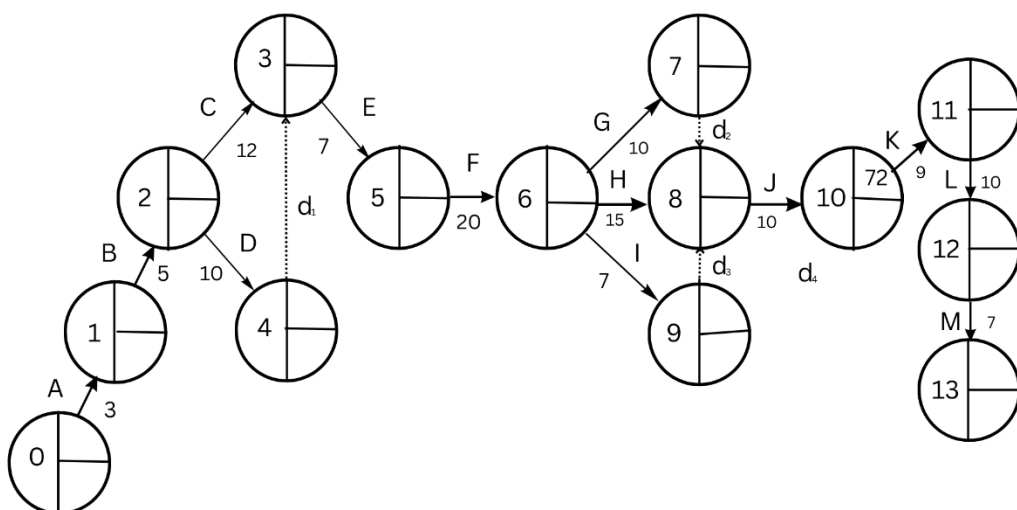
1. Penyelesaian menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)*

- Menetapkan urutan dari setiap kegiatan

Berdasarkan data yang telah ada pada Tabel 2.1 setiap kegiatan telah diurut.

- Membuat diagram jaringan kerja

Setelah mengetahui urutan dari tiap pekerjaan beserta durasi tiap pekerjaan, langkah selanjutnya yaitu membuat diagram jaringan kerja seperti dibawah ini.



Gambar 2. 7 Diagram Jaringan CPM Sebelum Penentuan WKC dan WKL

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.7 tersebut memperlihatkan setiap lingkaran bernomor mewakili peristiwa atau titik kejadian (*event*), sedangkan panah yang menghubungkannya menunjukkan kegiatan (*activity*) yang harus dilakukan. Tiap panah diberi huruf sebagai nama kegiatan (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M) dan angka di bawahnya menyatakan durasi pengerjaan dalam satuan hari. Misalnya, kegiatan A menghubungkan *event* 0 ke *event* 1 dengan durasi 3 hari, kegiatan B menghubungkan *event* 1 ke *event* 2 selama 5 hari, dan kegiatan C menghubungkan *event* 2 ke *event* 3 selama 12 hari.

Garis putus-putus pada gambar menunjukkan *dummy activity* atau aktivitas semu yang tidak memiliki durasi, hanya berfungsi menjaga ketergantungan logis antar kegiatan.

c. Menghitung Waktu Kegiatan Paling Cepat (WKC)

Dalam melakukan perhitungan maju langkah-langkah perhitungannya menggunakan Persamaan (2.6) dan Persamaan (2.7) sesuai dengan ketentuan dalam persamaan sebagai berikut:

Kegiatan A

$$ES_{(0,1)} = TE_{(0)} = 0$$

$$EF_{(0,1)} = ES_{(0,1)} + t_{(0,1)}$$

$$= TE_{(0)} + t_{(0,1)}$$

$$= 0 + 3$$

$$= 3$$

$$TE_{(1)} = EF_{(0,1)} = 3$$

Kegiatan B

$$ES_{(1,2)} = TE_{(1)} = 3$$

$$EF_{(1,2)} = ES_{(1,2)} + t_{(1,2)}$$

$$= TE_{(1)} + t_{(1,2)}$$

$$= 3 + 5$$

$$= 8$$

$$TE_{(2)} = EF_{(1,2)} = 8$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kegiatan D

$$ES_{(2,4)} = TE_{(2)} = 8$$

$$\begin{aligned} EF_{(2,4)} &= ES_{(2,4)} + t_{(2,4)} \\ &= TE_{(2)} + t_{(2,4)} \\ &= 8 + 10 \\ &= 18 \end{aligned}$$

$$TE_{(4)} = EF_{(2,4)} = 18$$

Kegiatan d_1

$$ES_{(4,3)} = TE_{(4)} = 18$$

Perhatikan pada $TE_{(3)}$ terdapat dua anak panah yang masuk dalam diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} TE_{(3)} &= maks (ES_{(2,3)} + t_{(2,3)} ; ES_{(2,4)} + t_{(2,4)}) \\ &= maks (8 + 12; 18 + 0) \\ &= maks (20; 18) \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$EF_{(4,3)} = TE_{(3)} = 20$$

Kegiatan C

$$ES_{(2,3)} = TE_{(2)} = 8$$

Perhatikan pada $TE_{(3)}$ terdapat dua anak panah yang masuk dalam diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} TE_{(3)} &= maks (ES_{(2,3)} + t_{(2,3)} ; ES_{(2,4)} + t_{(2,4)}) \\ &= maks (8 + 12; 18 + 0) \\ &= maks (20; 18) \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$EF_{(2,3)} = TE_{(3)} = 20$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kegiatan E

$$ES_{(3,5)} = TE_{(3)} = 20$$

$$\begin{aligned} EF_{(3,5)} &= ES_{(3,5)} + t_{(3,5)} \\ &= TE_{(3)} + t_{(3,5)} \\ &= 20 + 7 \\ &= 27 \end{aligned}$$

$$TE_{(5)} = EF_{(3,5)} = 27$$

Kegiatan F

$$ES_{(5,6)} = TE_{(5)} = 27$$

$$\begin{aligned} EF_{(5,6)} &= ES_{(5,6)} + t_{(5,6)} \\ &= TE_{(5)} + t_{(5,6)} \\ &= 27 + 20 \\ &= 47 \end{aligned}$$

$$TE_{(6)} = EF_{(5,6)} = 47$$

Kegiatan G

$$ES_{(6,7)} = TE_{(6)} = 47$$

$$\begin{aligned} EF_{(6,7)} &= ES_{(6,7)} + t_{(6,7)} \\ &= TE_{(6)} + t_{(6,7)} \\ &= 47 + 10 \\ &= 57 \end{aligned}$$

$$TE_{(7)} = EF_{(6,7)} = 57$$

Kegiatan I

$$ES_{(6,9)} = TE_{(6)} = 47$$

$$\begin{aligned} EF_{(6,9)} &= ES_{(6,9)} + t_{(6,9)} \\ &= TE_{(6)} + t_{(6,9)} \\ &= 47 + 7 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 54$$

$$TE_{(9)} = EF_{(6,9)} = 54$$

Kegiatan H

$$ES_{(6,8)} = TE_{(6)} = 47$$

Perhatikan pada $TE_{(8)}$ terdapat tiga anak panah yang masuk dalam diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} TE_{(8)} &= maks (ES_{(6,8)} + t_{(6,8)} ; ES_{(7,8)} + t_{(7,8)} ; ES_{(9,8)} + t_{(9,8)}) \\ &= maks (47 + 15; 57 + 0; 54 + 0) \\ &= maks (62; 57; 54) \\ &= 62 \end{aligned}$$

$$EF_{(6,8)} = TE_{(8)} = 62$$

Kegiatan d_2

$$ES_{(7,8)} = TE_{(7)} = 57$$

Perhatikan pada $TE_{(8)}$ terdapat tiga anak panah yang masuk dalam diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} TE_{(8)} &= maks (ES_{(6,8)} + t_{(6,8)} ; ES_{(7,8)} + t_{(7,8)} ; ES_{(9,8)} + t_{(9,8)}) \\ &= maks (47 + 15; 57 + 0; 54 + 0) \\ &= maks (62; 57; 54) \\ &= 62 \end{aligned}$$

$$EF_{(7,8)} = TE_{(8)} = 62$$

Kegiatan d_3

$$ES_{(9,8)} = TE_{(9)} = 54$$

Perhatikan pada $TE_{(8)}$ terdapat tiga anak panah yang masuk dalam diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} TE_{(8)} &= maks (ES_{(6,8)} + t_{(6,8)} ; ES_{(7,8)} + t_{(7,8)} ; ES_{(9,8)} + t_{(9,8)}) \\ &= maks (47 + 15; 57 + 0; 54 + 0) \\ &= maks (62; 57; 54) \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 62$$

$$EF_{(9,8)} = TE_{(8)} = 62$$

Kegiatan J

$$ES_{(8,10)} = TE_{(8)} = 62$$

$$EF_{(8,10)} = ES_{(8,10)} + t_{(8,10)}$$

$$= TE_{(10)} + t_{(8,10)}$$

$$= 62 + 10$$

$$= 72$$

$$TE_{(10)} = EF_{(8,10)} = 72$$

Kegiatan K

$$ES_{(10,11)} = TE_{(10)} = 72$$

$$EF_{(10,11)} = ES_{(10,11)} + t_{(10,11)}$$

$$= TE_{(10)} + t_{(10,11)}$$

$$= 72 + 9$$

$$= 81$$

$$TE_{(11)} = EF_{(10,11)} = 81$$

Kegiatan L

$$ES_{(11,12)} = TE_{(11)} = 81$$

$$EF_{(11,12)} = ES_{(11,12)} + t_{(11,12)}$$

$$= TE_{(11)} + t_{(11,12)}$$

$$= 81 + 10$$

$$= 91$$

$$TE_{(12)} = EF_{(11,12)} = 91$$

Kegiatan M

$$ES_{(12,13)} = TE_{(12)} = 91$$

$$EF_{(12,13)} = ES_{(12,13)} + t_{(12,13)}$$

$$= TE_{(12)} + t_{(12,13)}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

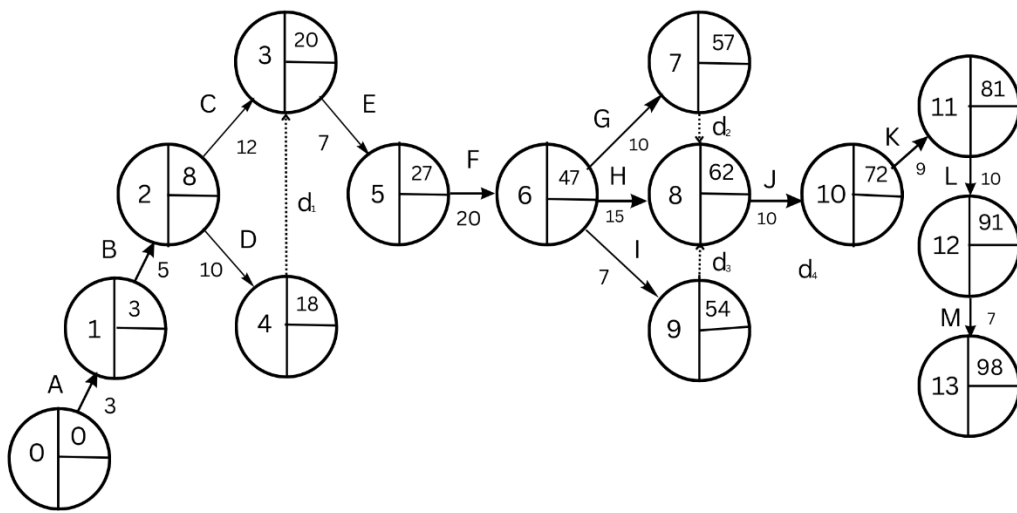
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 91 + 7$$

$$= 98$$

$$TE_{(13)} = EF_{(12,13)} = 98$$

Nilai TE , ES , dan EF yang telah diperoleh dari setiap kegiatan kemudian dimasukkan ke dalam diagram jaringan pada posisi "b".



Gambar 2. 8 Diagram Jaringan CPM Setelah Penentuan WKC

Gambar 2.8 merupakan diagram jaringan kerja yang telah dilengkapi hasil perhitungan waktu pada setiap event. Setiap lingkaran dibagi menjadi dua bagian: angka di kiri atas menunjukkan waktu paling awal (*Earliest Event Time*, TE) ketika *event* tersebut dapat terjadi, sedangkan angka di kanan atas menunjukkan waktu paling lambat (*Latest Event Time*, TL) agar proyek tidak terlambat. Sebagai contoh, *event* 0 memiliki TE sebesar 0, *event* 3 memiliki $TE = 20$, *event* 8 memiliki $TE = 62$, dan *event* 13 yang merupakan *event* akhir memiliki $TE = 98$.

Menghitung Waktu Kegiatan Paling Lambat (WKL)

Dalam melakukan perhitungan mundur langkah-langkah perhitungannya menggunakan Persamaan (2.8), dan Persamaan (2.9) sesuai dengan ketentuan dalam persamaan sebagai berikut:

Kegiatan M

$$TL_{(13)} = TE_{(13)} = 98$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$LF_{(12,13)} = TL_{(13)} = 98$$

$$\begin{aligned} LS_{(12,13)} &= TL_{(13)} - t_{(12,13)} \\ &= 98 - 7 \\ &= 91 \end{aligned}$$

$$LS_{(12,13)} = TL_{(12)} = 91$$

Kegiatan L

$$LF_{(11,12)} = TL_{(12)} = 91$$

$$\begin{aligned} LS_{(11,12)} &= TL_{(12)} - t_{(11,12)} \\ &= 91 - 10 \\ &= 81 \end{aligned}$$

$$LS_{(11,12)} = TL_{(11)} = 81$$

Kegiatan K

$$LF_{(10,11)} = TL_{(11)} = 81$$

$$\begin{aligned} LS_{(10,11)} &= TL_{(11)} - t_{(10,11)} \\ &= 81 - 9 \\ &= 72 \end{aligned}$$

$$LS_{(10,11)} = TL_{(10)} = 72$$

Kegiatan J

$$LF_{(8,10)} = TL_{(10)} = 72$$

$$\begin{aligned} LS_{(8,10)} &= TL_{(10)} - t_{(8,10)} \\ &= 72 - 10 \\ &= 62 \end{aligned}$$

$$LS_{(8,10)} = TL_{(8)} = 62$$

Kegiatan d_3

$$LF_{(9,8)} = TL_{(8)} = 62$$

$$\begin{aligned} LS_{(9,8)} &= TL_{(8)} - t_{(9,8)} \\ &= 62 - 0 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 62$$

$$LS_{(9,8)} = TL_{(9)} = 62$$

Kegiatan d_2

$$LF_{(7,8)} = TL_{(8)} = 62$$

$$LS_{(7,8)} = TL_{(8)} - t_{(7,8)}$$

$$= 62 - 06$$

$$= 62$$

$$LS_{(7,8)} = TL_{(7)} = 62$$

Kegiatan I

$$LF_{(6,9)} = TL_{(9)} = 62$$

Perhatikan pada $TL_{(6)}$ terdapat tiga anak panah yang keluar dari diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.9):

$$TL_{(6)} = \min (LS_{(6,7)} ; LS_{(6,8)} ; LS_{(6,9)})$$

$$= \min (TL_{(7)} - t_{(6,7)} ; TL_{(8)} - t_{(6,8)} ; TL_{(9)} - t_{(6,9)})$$

$$= \min(62 - 10; 62 - 15; 62 - 7)$$

$$= \min(52; 47; 55)$$

$$= 47$$

$$LS_{(6,9)} = TL_{(6)} = 47$$

Kegiatan H

$$LF_{(6,8)} = TL_{(8)} = 62$$

Perhatikan pada $TL_{(6)}$ terdapat tiga anak panah yang keluar dari diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.9):

$$TL_{(6)} = \min (LS_{(6,7)} ; LS_{(6,8)} ; LS_{(6,9)})$$

$$= \min (TL_{(7)} - t_{(6,7)} ; TL_{(8)} - t_{(6,8)} ; TL_{(9)} - t_{(6,9)})$$

$$= \min(62 - 10; 62 - 15; 62 - 7)$$

$$= \min(52; 47; 55)$$

$$= 47$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$LS_{(6,8)} = TL_{(6)} = 47$$

Kegiatan G

$$LF_{(6,7)} = TL_{(7)} = 62$$

Perhatikan pada $TL_{(6)}$ terdapat tiga anak panah yang keluar dari diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.9):

$$\begin{aligned} TL_{(6)} &= \min (LS_{(6,7)} ; LS_{(6,8)} ; LS_{(6,9)}) \\ &= \min (TL_{(7)} - t_{(6,7)} ; TL_{(8)} - t_{(6,8)} ; TL_{(9)} - t_{(6,9)}) \\ &= \min (62 - 10 ; 62 - 15 ; 62 - 7) \\ &= \min (52 ; 47 ; 55) \\ &= 47 \end{aligned}$$

$$LS_{(6,7)} = TL_{(6)} = 47$$

Kegiatan F

$$LF_{(5,6)} = TL_{(6)} = 47$$

$$\begin{aligned} LS_{(5,6)} &= TL_{(6)} - t_{(5,6)} \\ &= 47 - 20 \\ &= 27 \end{aligned}$$

$$LS_{(5,6)} = TL_{(5)} = 27$$

Kegiatan E

$$LF_{(3,5)} = TL_{(5)} = 27$$

$$\begin{aligned} LS_{(3,5)} &= TL_{(5)} - t_{(3,5)} \\ &= 27 - 7 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$LS_{(3,5)} = TL_{(3)} = 20$$

Kegiatan d_1

$$LF_{(4,3)} = TL_{(3)} = 20$$

$$\begin{aligned} LS_{(4,3)} &= TL_{(3)} - t_{(4,3)} \\ &= 20 - 0 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 20$$

$$LS_{(4,3)} = TL_{(4)} = 20$$

Kegiatan D

$$LF_{(2,4)} = TL_{(4)} = 20$$

Perhatikan pada $TL_{(2)}$ terdapat dua anak panah yang keluar dari diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.9):

$$\begin{aligned} TL_{(2)} &= \min (LS_{(2,3)} ; LS_{(2,4)}) \\ &= \min (TL_{(3)} - t_{(2,3)} ; TL_{(4)} - t_{(2,4)}) \\ &= \min(20 - 12; 27 - 10) \\ &= \min(8; 17) \\ &= 8 \end{aligned}$$

$$LS_{(2,4)} = TL_{(2)} = 8$$

Kegiatan C

$$LF_{(2,3)} = TL_{(3)} = 20$$

Perhatikan pada $TL_{(2)}$ terdapat dua anak panah yang keluar dari diagramnya, sehingga gunakan Persamaan (2.9):

$$\begin{aligned} TL_{(2)} &= \min (LS_{(2,3)} ; LS_{(2,4)}) \\ &= \min (TL_{(3)} - t_{(2,3)} ; TL_{(4)} - t_{(2,4)}) \\ &= \min(20 - 12; 27 - 10) \\ &= \min(8; 17) \\ &= 8 \end{aligned}$$

$$LS_{(2,3)} = TL_{(2)} = 8$$

Kegiatan B

$$LF_{(1,2)} = TL_{(2)} = 8$$

$$LS_{(1,2)} = TL_{(2)} - t_{(1,2)}$$

$$= 8 - 5$$

$$= 3$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$LS_{(1,2)} = TL_{(1)} = 3$$

Kegiatan A

$$LF_{(0,1)} = TL_{(1)} = 3$$

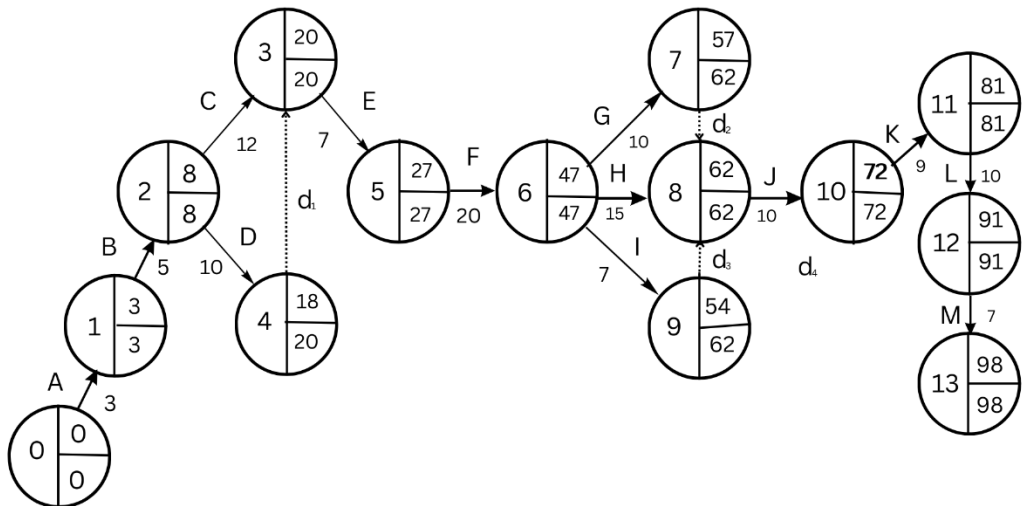
$$LS_{(0,1)} = TL_{(1)} - t_{(0,1)}$$

$$= 3 - 3$$

$$= 0$$

$$LS_{(0,1)} = TL_{(0)} = 0$$

Nilai TL , LS , dan LF yang telah diperoleh dari setiap kegiatan kemudian dimasukkan ke dalam diagram jaringan pada posisi "c".



Gambar 2. 9 Diagram Jaringan CPM Setelah Penentuan WKC dan WKL

Gambar 2.9 ini menunjukkan jaringan kerja yang telah dilengkapi hasil perhitungan waktu paling awal (*Earliest Event Time*, TE) dan waktu paling lambat (*Latest Event Time*, TL) untuk setiap event. Setiap lingkaran bernomor mewakili *event* atau titik kejadian, di mana angka di kiri atas menunjukkan TE dan angka di kanan atas menunjukkan TL. Panah yang menghubungkan event menunjukkan aktivitas dengan huruf A sampai M sebagai identitas kegiatan, sementara angka di atas panah menunjukkan durasi pekerjaan dalam hari. Misalnya, aktivitas A menghubungkan event 0 ke event 1 dengan durasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3 hari, aktivitas B menghubungkan event 1 ke 2 berdurasi 5 hari, dan seterusnya.

Mengidentifikasi jalur kritis

Penentuan jalur kritis dilakukan dengan melihat kesesuaian nilai $ES = LS$ dan $EF = LF$ pada setiap kegiatan. Kegiatan dengan kelonggaran waktu nol ditandai simbol ✓, sedangkan yang memiliki kelonggaran waktu lebih dari nol ditandai ✕. Dengan demikian, tabel ini menunjukkan aktivitas yang paling berpengaruh terhadap durasi proyek dan perlu mendapat perhatian khusus.

Tabel 2. 4 Identifikasi Jalur Kritis

Kegiatan	Item Pekerjaan	Waktu Kejadian Cepat (TE)		Waktu Kejadian Lambat (TL)		Kelonggaran Waktu	Jalur Kritis (✕/✓)
		ES	EF	LS	LF		
A	Pekerjaan Persiapan	0	3	0	3	0	✓
B	Pekerjaan Galian dan Urugan	3	8	3	8	0	✓
C	Pekerjaan Beton	8	20	8	20	0	✓
D	Pekerjaan Baja	8	18	8	20	2	✕
E	Pekerjaan Penutup Atap	20	27	20	27	0	✓
F	Pekerjaan Pasangan daan Plesteran	27	47	27	47	0	✓
G	Pekerjaan Kusen dan Kaca	47	57	47	62	5	✕
H	Pekerjaan Pelapis Lantai dan Dinding	47	62	47	62	0	✓

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

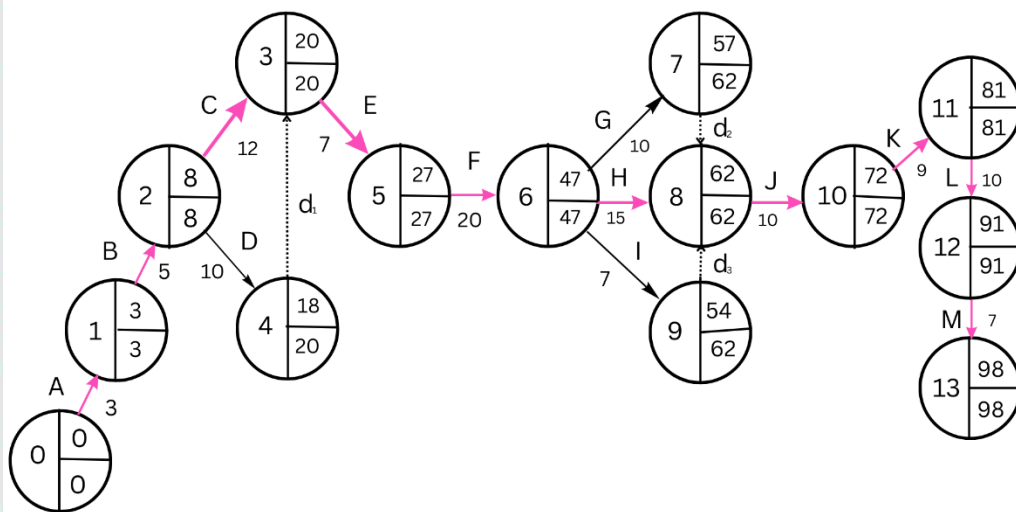
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I	Pekerjaan Langit-langit	47	54	47	62	8	×
J	Pekerjaan Railing	62	72	62	72	0	✓
K	Pekerjaan Pengecatan	72	81	72	81	0	✓
L	Pekerjaan Sanitair	81	91	81	91	0	✓
M	Pekerjaan Instalasi Listrik	91	98	91	98	0	✓

Berdasarkan Tabel 2.4 dapat diperhatikan bahwa kegiatan-kegiatan yang memiliki nilai $ES = LS$ dan $EF = LF$, yaitu kegiatan $A - B - C - E - F - H - J - K - L - M$, memiliki nilai kelonggaran waktu sebesar 0, sehingga seluruhnya termasuk ke dalam jalur kritis. Artinya, setiap penundaan pada salah satu kegiatan tersebut akan langsung mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Sementara itu, kegiatan D, G, dan I memiliki kelonggaran waktu masing-masing sebesar 2, 5, dan 8. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kegiatan tersebut bukan merupakan bagian dari jalur kritis dan masih memiliki ruang waktu tertentu untuk mengalami keterlambatan tanpa mengganggu jadwal akhir proyek. Keberadaan kelonggaran waktu ini memberikan fleksibilitas dalam perencanaan dan pelaksanaan, namun tetap diperlukan pengawasan agar tidak melebihi batas float yang tersedia. Dengan demikian, analisis jalur kritis membantu memastikan bahwa proses pengendalian waktu dapat dilakukan secara efektif dan terfokus pada aktivitas yang paling menentukan durasi proyek.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 10 Diagram Jaringan CPM Dengan Penandaan Identifikasi Jalur Kritis

Berdasarkan Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa rangkaian kegiatan yang ditandai dengan panah berwarna merah muda merupakan jalur kritis proyek. Jalur ini terdiri dari aktivitas $A - B - C - E - F - H - J - K - L - M$, di mana seluruh kegiatan memiliki nilai ES yang sama dengan LS serta EF yang sama dengan LF . Kondisi tersebut menunjukkan bahwa setiap aktivitas pada jalur ini tidak memiliki kelonggaran waktu ($float = 0$). Dengan demikian, apabila terjadi keterlambatan pada salah satu kegiatan dalam rangkaian tersebut, maka keterlambatan tersebut akan langsung berdampak pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis ini menjadi acuan utama dalam pengendalian waktu proyek karena memastikan bahwa tidak ada aktivitas yang boleh tertunda dari jadwal perencanaannya.

Melakukan perhitungan kebutuhan waktu dan biaya secara keseluruhan sesuai dengan hasil analisis CPM

Perhitungan jalur kritis yang telah didapatkan menghasilkan waktu optimal, dari kegiatan $A - B - C - E - F - H - J - K - L - M$ dengan durasi waktu kegiatan jalur kritis sebagai berikut:

$$A - B - C - E - F - H - J - K - L - M$$

$$3 + 5 + 12 + 7 + 20 + 15 + 10 + 9 + 10 + 7 = 98 \text{ hari}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya menghitung biaya pengeluaran gaji pekerja baik mandor, tukang, maupun kuli selama 98 hari untuk 1 unit rumah.

Tabel 2. 5 Gaji Pekerja Dengan Pengerjaan 1 Unit Rumah

No	Nama Pekerja	Standar Gaji	Total Hari dan Pekerja	Total Gaji
1	Mandor	Rp. 120.000	98 hari x 1	Rp. 11.760.000
2	Tukang	Rp. 100.000	98 hari x 2	Rp. 19.600.000
3	Kuli	Rp. 80.000	98 hari x 5	Rp. 39.200.000
Jumlah				Rp. 70.560.000

Tabel 2.5 tersebut menunjukkan rincian biaya tenaga kerja dalam suatu proyek. Terdapat tiga jenis pekerjaan, yaitu mandor, tukang, dan kuli, masing-masing dengan standar gaji dan jumlah pekerja yang berbeda. Mandor menerima upah sebesar Rp 120.000 per hari dengan total 98 hari kerja untuk satu orang, menghasilkan total gaji Rp 11.760.000. Tukang dibayar Rp100.000 per hari untuk dua orang selama 98 hari, dengan total Rp 19.600.000. Sementara itu, kuli memperoleh Rp 80.000 per hari untuk lima orang selama 98 hari, menghasilkan Rp 39.200.000. Secara keseluruhan, total biaya gaji tenaga kerja dalam proyek ini mencapai Rp 70.560.000.

Setelah mendapat total biaya dan waktu pengerjaan 1 unit rumah, selanjutnya menghitung total biaya dan waktu pengerjaan 5 unit rumah dengan cara:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu penyelesaian 5 unit rumah} &= \text{waktu pengerjaan 1 unit rumah} \times 5 \\
 &= 98 \text{ hari} \times 5 \\
 &= 490 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gaji pekerja 5 unit rumah} &= \text{gaji pekerja 1 unit rumah} \times 5 \\
 &= \text{Rp } 70.560.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp } 352.800.000
 \end{aligned}$$

Sehingga, Biaya untuk 5 unit rumah = gaji pekerja 5 unit rumah + biaya kegiatan proyek

$$\text{Biaya untuk 5 unit rumah} = \text{Rp } 352.800.000 + \text{Rp } 213.000.000$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

= Rp 565.800.000

Penyelesaian menggunakan Metode *Line of Balance (LOB)*

Perencanaan penjadwalan proyek pembangunan perumahan tipe 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri yang berjumlah 5 unit rumah dengan langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Menyusun *work breakdown structure* berdasarkan data proyek yang tersedia. Berdasarkan data pada Tabel 2.1 setiap kegiatan telah diurut. Lalu, tambahkan data durasi 5 unit rumah seperti berikut:

Tabel 2. 6 *Work Breakdown Structure*

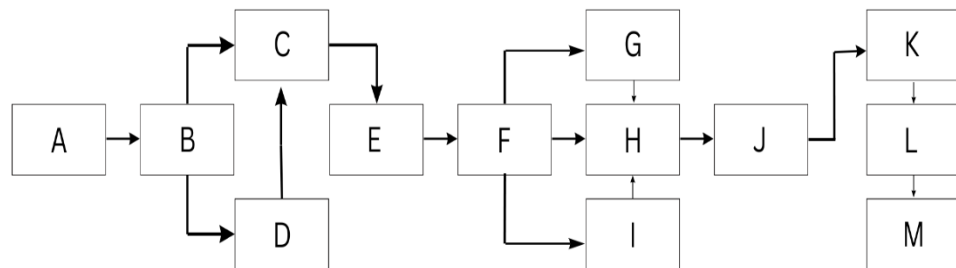
Kegiatan	Item Pekerjaan	Durasi 1 unit rumah (hari)	Durasi 5 unit rumah (hari)
A	Pekerjaan Persiapan	3	15
B	Pekerjaan Galian dan Urugan	5	25
C	Pekerjaan Beton	12	60
D	Pekerjaan Baja	10	50
E	Pekerjaan Penutup Atap	7	35
F	Pekerjaan Pasangan daan Plesteran	20	100
G	Pekerjaan Kusen dan Kaca	10	50
H	Pekerjaan Pelapis Lantai dan Dinding	15	75
I	Pekerjaan Langit-langit	7	35
J	Pekerjaan Railing	10	50
K	Pekerjaan Pengecatan	9	45
L	Pekerjaan Sanitair	10	50
M	Pekerjaan Instalasi Listrik	7	35

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Membuat diagram jaringan sesuai dengan urutan setiap item pekerjaan.

Dari data kegiatan yang telah diurutkan pada Tabel 2.6, diagram jaringannya sebagai berikut:



Gambar 2. 11 Diagram Jaringan LOB

Gambar 2.11 menunjukkan diagram jaringan kerja yang mana kegiatan dimulai dari aktivitas A, yang menjadi titik awal proses dan dilanjutkan ke aktivitas B. Dari B, pekerjaan bercabang ke dua arah, yaitu menuju C dan D, yang keduanya kemudian bergabung kembali di E. Setelah E selesai, kegiatan berlanjut ke F, yang menjadi penghubung menuju beberapa aktivitas berikutnya, yaitu G, H, dan I. Aktivitas G dan H bermuara ke J, sedangkan I juga bergabung ke J, menandakan bahwa J baru dapat dimulai setelah ketiganya selesai. Selanjutnya, pekerjaan dilanjutkan ke K, kemudian L, dan terakhir M sebagai penutup seluruh rangkaian kegiatan proyek.

Menentukan durasi waktu mulai, dan waktu selesai untuk setiap paket pekerjaan.

Kegiatan A

Berdasarkan ketentuan yang telah dijelaskan di bab II pada bagian metode LOB, maka:

$$T_{s,i} = 0$$

$$T_{f,i} = T_{s,i} + D_{t,i} = 0 + 15 = 15$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kegiatan B

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan B dengan kegiatan A adalah *Start to Start (SS)*, gunakan Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5):

$$T_{s,B} = T_{s,A} + D_{s,A}$$

$$T_{s,B} = 0 + 3 = 3$$

$$T_{f,B} = T_{s,B} + D_{t,B}$$

$$T_{f,B} = 3 + 25 = 28$$

Kegiatan C

Berdasarkan Gambar 2.11 kegiatan C dan kegiatan D dilakukan setelah kegiatan B, dikarenakan durasi pengerjaan kegiatan C lebih lama, maka kegiatan C dihitung lebih dulu. Hubungan kegiatan C dengan kegiatan B adalah *Start to Start (SS)*, gunakan Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5):

$$T_{s,C} = T_{s,B} + D_{s,B}$$

$$T_{s,C} = 3 + 5 = 8$$

$$T_{f,C} = T_{s,C} + D_{t,C}$$

$$T_{f,C} = 8 + 60 = 68$$

Kegiatan D

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan D dengan kegiatan B adalah *Start to Start (SS)*, gunakan Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5):

$$T_{s,D} = T_{s,B} + D_{s,B}$$

$$T_{s,D} = 3 + 5 = 8$$

$$T_{f,D} = T_{s,D} + D_{t,D}$$

$$T_{f,D} = 8 + 50 = 58$$

Kegiatan E

Berdasarkan Gambar 2.11 kegiatan E dilakukan setelah kegiatan C dan kegiatan D, dikarenakan durasi pengerjaan kegiatan C lebih lama, maka kegiatan C yang akan diambil untuk perhitungan. Hubungan kegiatan E dengan kegiatan C adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$T_{f,E} = T_{f,C} + D_{s,E}$$

$$T_{f,E} = 68 + 7 = 75$$

$$T_{s,E} = T_{f,E} - D_{t,E}$$

$$T_{s,E} = 75 - 35 = 40$$

Kegiatan F

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan F dengan kegiatan E adalah *Start to Start (SS)*, gunakan Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5):

$$T_{s,F} = T_{s,E} + D_{s,E}$$

$$T_{s,F} = 40 + 7 = 47$$

$$T_{f,F} = T_{s,F} + D_{t,F}$$

$$T_{f,F} = 47 + 100 = 147$$

Kegiatan H

Berdasarkan Gambar 2.11 kegiatan G, kegiatan H dan kegiatan I dilakukan setelah kegiatan F, dikarenakan durasi pengerjaan kegiatan H lebih lama, maka kegiatan H dihitung lebih dulu. Hubungan kegiatan H dengan kegiatan F adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3):

$$T_{f,H} = T_{f,F} + D_{s,H}$$

$$T_{f,H} = 147 + 15 = 162$$

$$T_{s,H} = T_{f,H} - D_{t,H}$$

$$T_{s,H} = 162 - 75 = 87$$

Kegiatan G

Berdasarkan Gambar 2.11 kegiatan G, kegiatan H dan kegiatan I dilakukan setelah kegiatan F, dikarenakan durasi pengerjaan kegiatan G lebih lama kedua, maka kegiatan G dihitung lebih dulu. Hubungan kegiatan G dengan kegiatan F adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3):

$$T_{f,G} = T_{f,F} + D_{s,G}$$

$$T_{f,G} = 147 + 10 = 157$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$T_{s,G} = T_{f,G} - D_{t,G}$$

$$T_{s,G} = 157 - 50 = 107$$

Kegiatan I

Pada Gambar 2.11 hubungan kegiatan I dengan kegiatan F adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3) :

$$T_{f,I} = T_{f,F} + D_{s,I}$$

$$T_{f,I} = 147 + 35 = 182$$

$$T_{s,I} = T_{f,I} - D_{t,I}$$

$$T_{s,I} = 182 - 35 = 147$$

Kegiatan J

Berdasarkan Gambar 2.11 kegiatan J dilakukan setelah kegiatan G, kegiatan H dan kegiatan I, dikarenakan durasi pengerjaan kegiatan H lebih lama, maka kegiatan H yang akan diambil untuk perhitungan. Hubungan kegiatan J dengan kegiatan H adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3):

$$T_{f,J} = T_{f,H} + D_{s,J}$$

$$T_{f,J} = 162 + 10 = 172$$

$$T_{s,J} = T_{f,J} - D_{t,J}$$

$$T_{s,J} = 172 - 50 = 127$$

Kegiatan K

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan K dengan kegiatan J adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3) :

$$T_{f,K} = T_{f,J} + D_{s,K}$$

$$T_{f,K} = 172 + 9 = 181$$

$$T_{s,K} = T_{f,K} - D_{t,K}$$

$$T_{s,K} = 181 - 63 = 118$$

Kegiatan L

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan L dengan kegiatan K adalah *Start to Start (SS)*, gunakan Persamaan (2.4) dan Persamaan (2.5):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$T_{s,L} = T_{s,K} + D_{s,K}$$

$$T_{s,L} = 118 + 9 = 127$$

$$T_{f,L} = T_{s,L} + D_{t,L}$$

$$T_{f,L} = 127 + 50 = 177$$

Kegiatan M

Berdasarkan Gambar 2.11 hubungan kegiatan M dengan kegiatan L adalah *Finish to Finish (FF)*, gunakan Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3) :

$$T_{f,M} = T_{f,L} + D_{s,M}$$

$$T_{f,M} = 177 + 7 = 184$$

$$T_{s,M} = T_{f,M} - D_{t,M}$$

$$T_{s,M} = 184 - 35 = 149$$

Hasil semua perhitungan disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. 7 Hasil Perhitungan LOB

Kegiatan	Item Pekerjaan	Durasi 1 unit rumah (hari)	Durasi 5 unit rumah (hari)	Start	Finish
A	Pekerjaan Persiapan	3	15	0	15
B	Pekerjaan Galian dan Urugan	5	25	3	28
C	Pekerjaan Beton	12	60	8	68
D	Pekerjaan Baja	10	50	8	58
E	Pekerjaan Penutup Atap	7	35	40	75
F	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	20	100	47	147
G	Pekerjaan Kusen dan Kaca	10	50	107	157
H	Pekerjaan Pelapis Lantai dan Dinding	15	75	87	162
I	Pekerjaan Langit-langit	7	35	147	182

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

J	Pekerjaan Railing	10	50	127	172
K	Pekerjaan Pengecatan	9	45	118	163
L	Pekerjaan Sanitair	10	50	127	177
M	Pekerjaan Instalasi Listrik	7	35	149	184

Tabel 2.7 menunjukkan jadwal pelaksanaan proyek pembangunan 5 unit rumah dengan menggunakan metode *Line of Balance (LOB)*. Setiap jenis pekerjaan memiliki durasi tertentu untuk satu unit rumah, lalu dihitung totalnya untuk lima unit. Kolom *Start* dan *Finish* memperlihatkan waktu mulai dan selesai masing-masing pekerjaan, yang disusun agar kegiatan dapat berjalan efisien dan saling berkesinambungan. Misalnya, pekerjaan persiapan dimulai pada hari ke-0 dan selesai di hari ke-15, kemudian disusul oleh pekerjaan galian dan urugan yang dimulai pada hari ke-3, menunjukkan adanya tumpang tindih atau overlap yang bertujuan mempercepat penyelesaian proyek. Begitu pula, pekerjaan beton dan baja dilakukan secara paralel pada hari ke-8 untuk mengoptimalkan waktu kerja di lapangan.

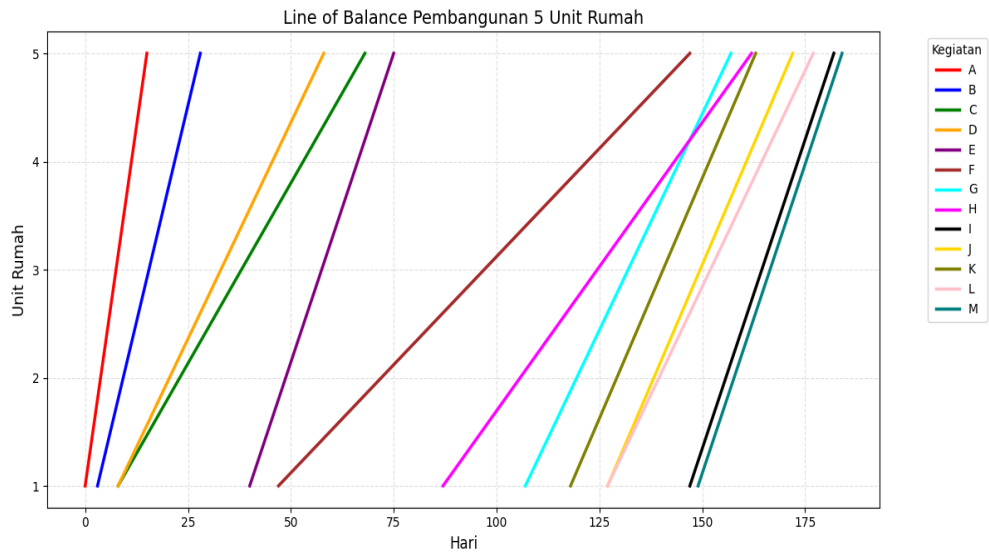
Pekerjaan atap, plesteran, kusen, pelapis dinding, hingga instalasi listrik dijadwalkan secara berurutan dan sebagian tumpang tindih untuk menjaga ritme pekerjaan agar tetap seimbang antar unit. Pola ini mencerminkan karakteristik utama metode *LOB*, yaitu menjaga aliran kerja yang berkelanjutan antar kegiatan berulang dalam proyek multi-unit. Dengan pengaturan waktu yang terencana, total durasi penyelesaian proyek menjadi 184 hari.

Menyusun diagram *Line of Balance (LOB)*

Berdasarkan perhitungan yang telah dicari, perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk membentuk diagram *Line of Balance (LOB)*, di mana sumbu horizontal (*X*) menunjukkan waktu dalam satuan hari, dan sumbu vertikal (*Y*) menunjukkan jumlah unit rumah yang dikerjakan. Grafik ini menggambarkan keterkaitan antar kegiatan dan bagaimana setiap pekerjaan berlangsung secara berurutan maupun tumpang tindih agar proyek berjalan efisien.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 12 Grafik Perhitungan LOB

Dapat terlihat pada Gambar 2.12 bahwa setiap garis mewakili satu jenis pekerjaan dengan kemiringan yang berbeda-beda sesuai dengan durasi dan kecepatan penyelesaiannya. Garis-garis yang berpotongan menunjukkan adanya overlap antar pekerjaan yang dilakukan secara paralel, sedangkan jarak antar garis menunjukkan jeda waktu antar aktivitas. Melalui grafik LOB ini, pelaksanaan pembangunan lima unit rumah dapat dimonitor dengan lebih mudah. Melakukan perhitungan kebutuhan biaya secara keseluruhan sesuai dengan hasil analisis LOB.

Dari hasil waktu yang diperoleh dalam membangun 5 unit rumah selama 184 hari. Kemudian, menghitung biaya gaji pekerja yang disajikan pada Tabel 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2. 8 Total Gaji Pekerja

No	Nama Pekerjaan	Standar Gaji	Total Hari dan Pekerja	Total Gaji
1	Mandor	Rp. 120.000	184 hari x 1	Rp. 22.080.000
2	Tukang	Rp. 100.000	184 hari x 2	Rp. 36.800.000
3	Kuli	Rp. 80.000	184 hari x 5	Rp. 73.600.000
Jumlah				Rp. 132.480.000

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.8 menunjukkan rincian biaya tenaga kerja untuk proyek pembangunan selama 184 hari. Terdapat tiga jenis pekerja, yaitu mandor, tukang, dan kuli, dengan standar gaji harian berbeda sesuai tingkat tanggung jawabnya. Mandor menerima Rp120.000 per hari untuk satu orang, tukang Rp100.000 per hari untuk dua orang, dan kuli Rp80.000 per hari untuk lima orang. Setelah dikalikan dengan jumlah hari kerja masing-masing, total keseluruhan biaya tenaga kerja mencapai Rp132.480.000. Sehingga, total keseluruhan biaya yang dikeluarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya} &= \text{gaji pekerja} + \text{biaya kegiatan proyek} \\
 &= \text{Rp. } 132.480.000 + \text{Rp. } 213.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 345.480.000
 \end{aligned}$$

Dilihat pada proyek perumahan dengan 5 unit rumah dihitung menggunakan Metode *CPM* mendapatkan total waktu sebesar 490 hari dengan biaya keseluruhan berjumlah Rp 565.800.000 sedangkan hasil dengan menggunakan Metode *LOB* menghabiskan waktu sebesar 184 hari dengan biaya keseluruhan berjumlah Rp. 345.480.000. Dapat disimpulkan bahwa metode *LOB* mampu mengoptimalkan waktu dan biaya seefisien mungkin.

Tabel 2. 9 Rekapitulasi Pengeluaran Biaya Menggunakan Metode *LOB* dan *CPM*

Item	<i>CPM</i>	<i>LOB</i>
Total Biaya	Rp. 565.800.000	Rp. 345.480.000
Total Waktu	490 hari	184 hari

Pada Tabel 2.9 metode *CPM* menghasilkan total biaya sebesar Rp 565.800.000 dengan total waktu penyelesaian 490 hari, sedangkan metode *LOB* hanya memerlukan total biaya Rp 345.480.000 dan dapat diselesaikan dalam 184 hari. Hal ini menunjukkan bahwa metode *LOB* lebih efisien baik dari sisi biaya dan waktu. Pada metode *CPM*, pekerjaan dilakukan berurutan sesuai jalur kritis, sehingga durasi proyek menjadi lebih panjang dan biaya tenaga kerja meningkat akibat lamanya masa kerja. Metode *LOB* dapat menghemat waktu pelaksanaan dan menekan biaya gaji pekerja. Dengan demikian, metode *LOB* dinilai lebih efisien dan ekonomis dibandingkan *CPM*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian ini membahas tentang penelitian yang dilakukan dengan metode *LOB* dan metode *CPM*. Adapun langkah-langkah sebagai berikut:

Pengumpulan data-data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari proyek ruko Viendra Garden, yang diperoleh dengan wawancara dan observasi.

Perhitungan penjadwalan waktu dan biaya.

a. Metode *Critical Path Method (CPM)*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menetapkan urutan setiap kegiatan berdasarkan data yang didapatkan.
2. Membuat diagram jaringan kerja berdasarkan urutan setiap kegiatan.
3. Menghitung Waktu Kegiatan Paling Cepat (WKC) dengan menggunakan Persamaan (2.6) dan Persamaan (2.7).
4. Menghitung Waktu Kegiatan Paling Lambat (WKL) dengan menggunakan Persamaan (2.8) dan Persamaan (2.9).
5. Menentukan jalur kritis.
6. Melakukan perhitungan kebutuhan biaya secara keseluruhan sesuai dengan hasil analisis *CPM*.

b. Metode *Line of Balance (LOB)*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyusun *work breakdown structure* berdasarkan data proyek yang tersedia.
2. Membuat diagram alur logika.
3. Menentukan durasi, waktu mulai, dan waktu selesai untuk setiap paket pekerjaan dengan menggunakan Persamaan (2.1), Persamaan (2.2), Persamaan (2.3), Persamaan (2.4), dan Persamaan (2.5) sesuai dengan ketentuan dari persamaan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Menyusun diagram *Line of Balance (LOB)* dalam bentuk grafik.
5. Melakukan perhitungan kebutuhan biaya secara keseluruhan sesuai dengan hasil analisis *LOB*.

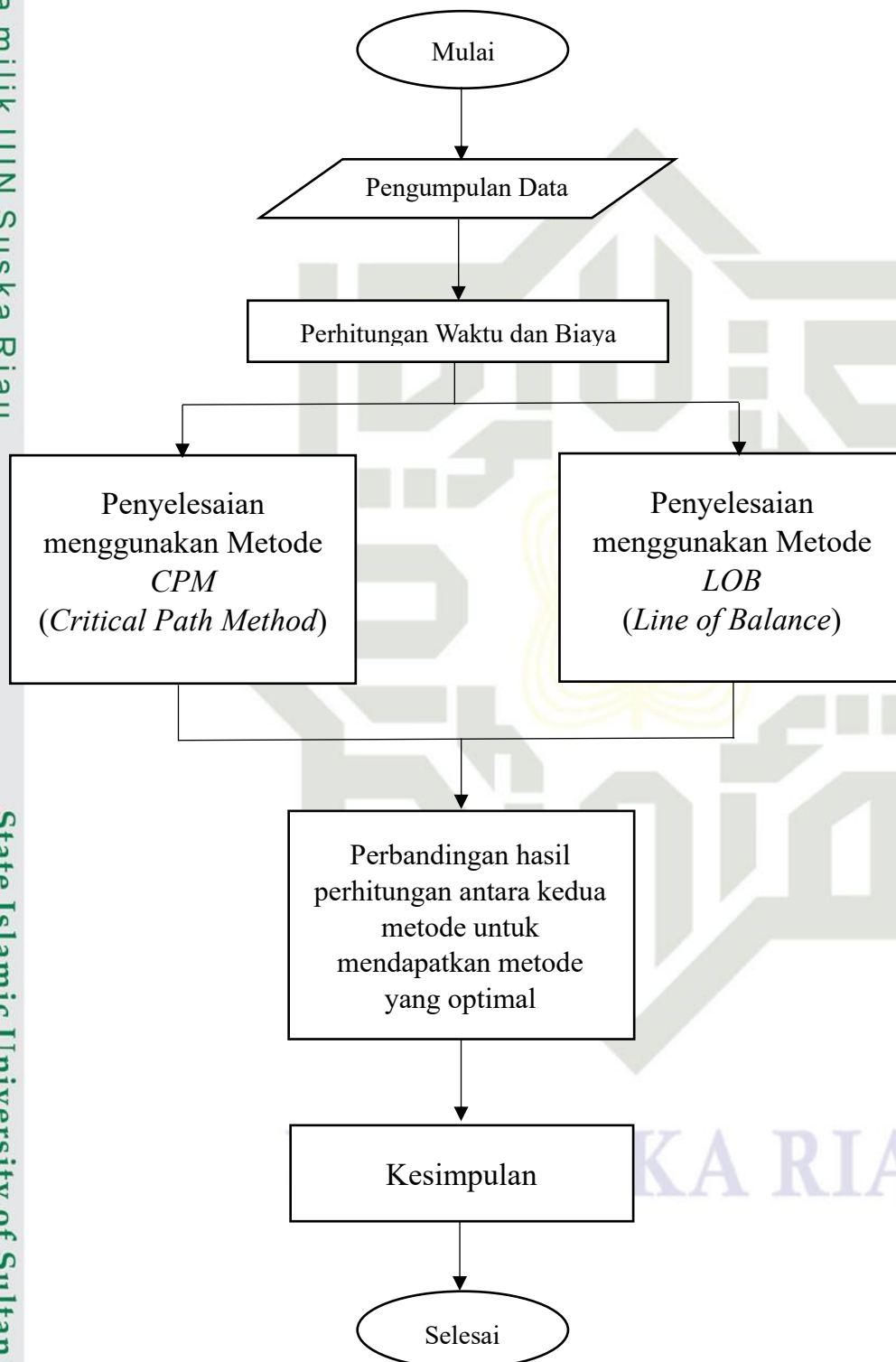
Melakukan perbandingan antara hasil perhitungan perusahaan dengan hasil yang diperoleh melalui penerapan metode *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)*.

Menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis perbandingan antara metode *Line of Balance (LOB)* dan *Critical Path Method (CPM)* serta hasil perhitungan perusahaan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun tahapan pada penelitian ini disajikan dalam bentuk *flowchart* berikut:



Gambar 2. 13 *Flowchart* Penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan waktu dan biaya pembangunan 18 unit ruko menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Line of Balance (LOB)*, dapat disimpulkan bahwa:

Kedua metode memberikan hasil optimal yang mana hasil kedua metode tersebut berbeda baik dari sisi durasi maupun biaya pelaksanaan proyek. Penerapan metode *CPM* menghasilkan total waktu penyelesaian proyek selama 864 hari untuk 18 unit ruko dengan total biaya sebesar Rp. 3.277.040.000. Sementara itu, penerapan metode *Line of Balance (LOB)* dengan total waktu pelaksanaan proyek selama 411 hari untuk 18 unit ruko dan total biaya sebesar Rp. 2.384.460.000. Perkiraan durasi dari perusahaan sebesar 1.620 hari untuk 18 unit ruko dengan total biaya sebesar Rp. 4.669.200.000.

2. Lamanya durasi dari hasil metode *CPM* tersebut disebabkan oleh pelaksanaan pekerjaan yang mengikuti jalur kritis secara berurutan, sehingga berdampak pada meningkatnya biaya tenaga kerja akibat masa kerja yang lebih panjang. Metode *LOB* mampu menghemat waktu pelaksanaan selama 453 hari dan mengurangi biaya sebesar Rp. 892.580.000 dibandingkan dengan metode *CPM*. Selain itu, dibandingkan dengan perhitungan perusahaan metode *LOB* menunjukkan efisiensi yang jauh lebih tinggi, yaitu penghematan waktu sebesar 1.209 hari dan penghematan biaya sebesar Rp. 2.284.740.000. Dapat disimpulkan bahwa metode *Line of Balance (LOB)* lebih efisien dan ekonomis dibandingkan metode *Critical Path Method (CPM)* dalam perencanaan waktu dan biaya pembangunan ruko dengan jumlah unit yang banyak dan bersifat berulang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar pihak perencana dan pelaksana proyek mempertimbangkan penggunaan metode *Line of*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Balance (LOB) dalam perencanaan proyek konstruksi yang bersifat berulang, seperti pembangunan perumahan atau ruko, karena metode ini terbukti mampu mengoptimalkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Selain itu, penggunaan metode *CPM* tetap dapat dimanfaatkan sebagai alat pengendalian dan evaluasi jalur kritis pada proyek, terutama untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang berpengaruh besar terhadap keterlambatan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengombinasikan metode *LOB* dengan metode lain atau mempertimbangkan faktor risiko, produktivitas tenaga kerja, serta perubahan biaya material agar hasil analisis menjadi lebih komprehensif dan mendekati kondisi proyek yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- I. H. Saputra, F. Z. Al Ma'ruf, dan A. K. R. Sari, "Optimasi Penjadwalan Waktu Proyek Rekonstruksi Jalan Rigid Menggunakan Metode Line of Balance (Lob)," *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, vol. 13, no. 2, p. 067, 2025.
- A. B. L. Hilda Rahsa Pramesti, "Analisa Pengendalian Waktu Dengan Metode Critical Path Method (Cpm) Pada Proyek Pembangunan Pondok Iqro', Surakarta," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 560–566, 2023.
- N. Saputra, E. Handayani, dan A. Dwiretnani, "Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 44, 2021.
- [4] Wildan Firdaus dan Budi Witjaksana, "Analisis Pengendalian Waktu Proyek Dengan Metode Line Of Balance (Lob) Pada Proyek Perumahan Central Park Middle East Ring Road," *Journal of Sciencetech Research and Development*, vol. 5, no. 2, pp. 851–865, 2024.
- [5] L. M. S. Gheisberth Tontji Lessy, Octovianus Jamlaay, "Analisis Penerapan Metode Line Of Balance Pada Pembangunan Ruang Kelas Baru Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Maluku Tengah," vol. 3, no. 2, pp. 65–75, 2024.
- [6] M. F. Chasan, D. A. S. Fauji, dan H. Purnomo, "Evaluasi Penjadwalan Waktu Dan Biaya Dengan Metode CPM Dan Gantt Chart Pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 60/72 Griya Keraton Sambirejo Kediri," *Simposium Manajemen dan Bisnis*, no. 1, pp. 100–108, 2022.
- N. Arnita, dan R. Rochmawati, "Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)' Metode Nilai International Roughness Index (IRI) Dan Surface Distress Index (Sdi)," pp. 58–65.
- A. Marwan, G. Anderson, T. Tamalika, D. Maryadi, dan M. Ardaisi, "Optimasi Waktu Pelaksanaan Pada Manajemen Proyek Pembangunan Gedung Poltekkes Jurusan Farmasi Tahap 1 Dengan Metode Cpm Dan Pert Optimization of Implementation Time in Project Management Construction of the Health Polytechnic Building Department of Pharma," *Journal of Industrial Engineering Tridinanti*, vol. 02, no. e-ISSN: 2962-4290, 2024.
- P. Renwarin, O. Jamlaay, dan V. R. R. Hutubessy, "Analisa Penjadwalan Dengan Metode CPM dan Line of Balance pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon," *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, vol. 2, no. 1, pp. 696–709, 2025.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [10] D. Serig, "Research review," *Teaching Artist Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 193–198, 2011.
- [11] T. R. Permatasari, L. B. Setyaning, dan U. A. Aziz, "Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) pada Pembangunan Gedung Dindikbud Kabupaten Purworejo," *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, vol. 7, no. 2, pp. 169–175, 2023.
- [12] W. Febriana dan A. Aziz, "Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Menggunakan Microsoft Project 2016," *Jurnal Surya Beton*, vol. 5, no. 1, pp. 37–45, 2021.
- [13] M. Farhan Fauzi, Y. Prima, A. Rumbyarso, dan B. M. Siagian, "Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan CPM dan PERT Pada Proyek Pembangunan Gedung KONI Jakarta Pusat," *Jurnal Teknik dan Teknologi Indonesia*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, 2024.
- [14] W. P. R. Wilar, G. Y. Malingkas, dan J. B. Mangare, "Penerapan Manajemen Waktu Dengan Metode CPM (Critical Path Method) Pada Proyek Pembangunan Laboratorium SMKS Kema Perintis," *Tekno*, vol. 23, no. 91, pp. 108–116, 2025.
- [15] I. N. I. Kumara, "Penerapan Metode Least Cost Analysis Untuk Optimasi Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek," *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, vol. 2, no. 1, pp. 8–24, 2023.
- [16] M. A. Ayatullah, S. Syafrudin, dan A. Sarmingsih, "Analisis Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Parang Garuda East Kawasan Industri Kendal," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 88–92, 2023.
- [17] A. D. T. Dimiyati, "Operation Research". Bandung: Sinar Baru Algesindo, 2010.
- [18] D. nur Putri, "Optimalisasi Penjadwalan Pembangunan Perumahan Menggunakan Metode TCTO Dan Fast Track," pp. 8–62, 2022.
- [19] D. A. Sofia dan A. A. E. Putri, "Analisis Perbandingan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja terhadap Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off," *Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 12, pp. 846–854, 2021.
- [20] N. Sa'adah, E. Iqrammah, dan T. Rijanto, "Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing," *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, vol. 3, no. 2, pp. 55–62, 2022.
- [21] I. Soeharto, "Manajemen proyek", Jilid 1. Jakarta: Erlangga, 2001.
- [22] P. A. Badriyah, J. Tjaktra, dan G. Y. Malingkas, "Analisis Manajemen Waktu Dengan Critical Path Method (CPM)," vol. 23, no. 91, 2025.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [23] R. Yanita, I. F. Ningrum, dan K. Mochtar, "Manfaat Penerapan Metode AON (Activity On Node) untuk Penjadwalan Proyek Bangunan Bertingkat Tinggi," *Jurnal IPTEK*, vol. 4, no. 2, pp. 48–55, 2020.
- [24] C. Reynaldi dan A. Sutandi, "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off - Studi Kasus Apartemen Collins Boulevard," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 497–506, 2022.
- [25] N. Soplanit, N. Maelissa, dan H. D. Titaley, "Analisis Penerapan Metode Line of Balance Pada Pembangunan Rumah Susun Pemkab Kepulauan Tanimbar," *Jurnal Simetrik*, vol. 11, no. 2, pp. 474–479, 2022.
- [26] Kevin M, A. K. T. Dundu, dan P. A. K. Pratas, "Penerapan Metode Line of Balance Pada Penjadwalan Proyek Perumahan Kawanua Emerald City," *Tahun*, vol. 22, no. 87, p. p-ISSN : 0215-9617, 2024.
- [27] W. Ramadhina dan M. Beatrix, "Analisa Waktu Dengan Metode LoB (Line Of Balance) Pada Proyek Ruko Citraland Driyorejo Cbd," *Jurnal Online Skripsi*, vol. 3, no. 3, pp. 1–6, 2022.
- [28] W. Marselia dan A. Emaputra, "Evaluasi Jaringan Kerja (Network Planning) Menggunakan Critical Path Method (CPM) untuk Optimalisasi Waktu Produksi pada PT. XYZ (Network Planning Evaluation Using Critical Path Method (CPM) to Optimize Production Time at PT. XYZ)," *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2021*, no. September 2021, pp. 92–97, 2021.
- [29] H. A. Octoberry Julyanto, Ayu Puspa Wirani, "Product Planning And Control Using The Critical Path Method," vol. 2, no. 3, pp. 93–98, 2021.
- [30] Ichwan Hadi Saputra, "Analisis Pengendalian Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Metode CPM (Critical Path Method)," *Journal Of Social Science Research*, vol. 4, pp. 7797–7807, 2024.
- [31] A. D. Tjutju Tarlih Dimyati, "Operations Research," H. Suryana, Ed., Bandung: Penerbit Sinar Baru Algesindo Bandung, 2020.
- [32] L. Rizky Salsabila *et al.*, "Optimalisasi Durasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Distribusi Jaringan Pipa Perumahan Menggunakan Critical Path Method," *Journal of Industrial and Engineering System*, vol. 5, no. 1, pp. 29–40, 2025.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Proyek Ruko Viendra Garden

Kegiatan	Item Pekerjaan	Durasi (hari)	Kegiatan yang Mendahului
A	Pekerjaan <i>Blowplank</i>	1	-
B	Pekerjaan Pondasi	10	A
C	Pekerjaan Dinding	13	A
D	Pekerjaan Pengemalan	9	B, C
E	Pekerjaan Merakit Besi	7	D
F	Pekerjaan Pengecoran	2	E
G	Pekerjaan Lantai	6	E
H	Pekerjaan Pintu	1	G
I	Pekerjaan Pengecatan	5	F, H
J	Pekerjaan Septitank	3	H
K	Pekerjaan Relif	3	F
L	Pekerjaan <i>Finishing</i>	3	I, K

LAMPIRAN 2 Data Gaji Pekerja dan Total Gaji Untuk 1 Unit Ruko Dari Perusahaan

No	Nama Pekerja	Standar Gaji	Total Hari dan Pekerja	Total Gaji
	Tukang	Rp. 180.000	90 hari x 6	Rp. 97.200.000
	Kuli	Rp. 130.000	90 hari x 6	Rp. 72.200.000
Jumlah				Rp. 169.400.000

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN 3 Data Biaya Pengeluaran 1 Unit Ruko Perkegiatan

No.	Item Pekerjaan	Biaya Pengeluaran
1	Pekerjaan <i>Blowplank</i>	Rp. 900.000
2	Pekerjaan Pondasi	Rp. 16.200.000
3	Pekerjaan Dinding	Rp. 25.200.000
4	Pekerjaan Pengemalan	Rp. 7.200.000
5	Pekerjaan Merakit Besi	Rp. 4.500.000
6	Pekerjaan Pengecoran	Rp. 6.300.000
7	Pekerjaan Lantai	Rp. 9.000.000
8	Pekerjaan Pintu	Rp. 2.700.000
9	Pekerjaan Pengecatan	Rp. 4.500.000
10	Pekerjaan Septitank	Rp. 4.500.000
11	Pekerjaan Relif	Rp. 4.500.000
12	Pekerjaan <i>Finishing</i>	Rp. 4.500.000
Jumlah		Rp. 90.000.000

LAMPIRAN 4 Total Pengeluaran Keseluruhan Untuk 18 Unit Ruko Dari Perusahaan

No.	Pengeluaran	Biaya dan Unit	Jumlah
1	Total Biaya Pekerja	Rp. 169.400.000 × 18 unit	Rp. 3.049.200.000
2	Total Biaya Perkegiatan	Rp. 90.000.000 × 18 unit	Rp. 1.620.000.000
Jumlah			Rp. 4.669.200.000

LAMPIRAN 5 Dokumentasi

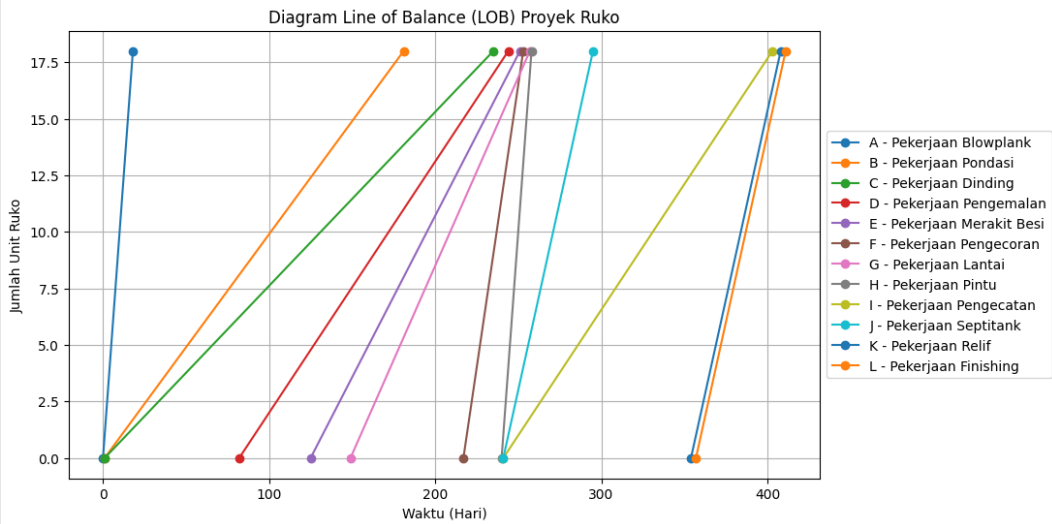


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN 6 Membuat Grafik LOB Ruko Vienra Garden Menggunakan Pemrograman Python di Google Colab





DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Aurarizka Zawata Apnan, lahir di Pekanbaru 27 Januari 2003 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Rendra Setiawan, M.H. dan Ibu Ihdawardani, S.H. Beralamat di Jl. Pinang Indah 1, Kecamatan Tangkerang Tengah, Kelurahan Marpoyan Damai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN 114 Pekanbaru pada tahun 2009-2015. Kemudian, melanjutkan pendidikan di SMPN 4 Pekanbaru pada tahun 2015-2016 dan kemudian pindah ke MTS Swasta Daarun Nahdhah Thawalib Bangkinang pada tahun 2016-2019 dan lanjut MA Swasta Daarun Nahdhah Thawalib Bangkinang pada tahun 2019-2022, hingga akhirnya pada tahun 2022 penulis menempuh masa kuliah di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Matematika.

Pada semester VI penulis melaksanakan seminar Kerja Praktek dengan judul **"Perankingan Wilayah Berdasarkan Pengaruh Penggunaan Internet Terhadap Partisipasi Pemilih Pada PEMILU Presiden Menggunakan Metode WIKOR"** dengan dosen pembimbing Ibu Rahmawati, M.Sc. Penulis dinyatakan lulus ujian sarjana dengan judul Tugas Akhir **"Optimalisasi Penjadwalan Waktu dan Biaya dengan Metode LOB dan CPM Pada Proyek Pembangunan Ruko Rendra Garden"** dengan dosen pembimbing Ibu Elfira Safitri, S.Si., M.Mat. Segala kritik, saran dan pertanyaan untuk penulis dapat disampaikan melalui alamat email aurarizka5598@gmail.com. Terimakasih.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.