

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERCEPATAN PEKERJAAN *BOREPILE*
PADA *RAMP 7* MENGGUNAKAN METODE *TIME
COST TRADE OFF* PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN TOL JAKARTA - CIKAMPEK II
SELATAN PAKET II A
(*ANALYSIS OF BOREPHILE WORK ACCELERATION
ON RAMP 7 TOLL ROAD JAKARTA-CIKAMPEK II
SOUTH PACKET II A USING TIME COST
TRADE OFF METHOD*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Genta Al Fattah Zein
21511167**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERCEPATAN PEKERJAAN *BOREPILE* PADA *RAMP 7* MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL JAKARTA - CIKAMPEK II SELATAN PAKET II A (*ANALYSIS OF BOREPHILE WORK ACCELERATION ON RAMP 7 TOLL ROAD JAKARTA-CIKAMPEK II SOUTH PACKET II A USING TIME COST TRADE OFF METHOD*)

Disusun oleh

Genta Al Fattah Zein
21511167

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal
26 September 2025
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Penguji I

Penguji II

Adityawan Sigit, Ph.D.

NIK: 155110108

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIK: 005110101

Jafar, S.T., MURP., M.T.

NIK: 185111305

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.

NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 September 2025

Yang membuat pernyataan,

Genta Al Fattah Zein
(21511167)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Percepatan Pekerjaan *Borepile* Pada *Ramp* 7 Menggunakan *Metode Time Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket IIA” ini dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tidak lepas dari hambatan yang dihadapi penulis, namun karena adanya bimbingan, saran, dan pengarahan dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Atas saran, kritik, dukungan, dan beberapa pihak yang membantu dengan segala keikhlasan. Maka dari itu, izinkan penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak kepada pihak-pihak terkait.

1. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran, dedikasi, dan keikhlasan telah meluangkan waktu serta tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat yang sangat berarti kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini,
2. PT. Jasamarga Japek Selatan Provinsi Jawa Barat, khususnya PT Wijaya Karya (Persero) Tbk, terima kasih telah mengizinkan penulis untuk mengambil data pada proyek Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket II A,
3. Bapak Risky Setiawan S.T., selaku Koordinator BIM Koordinator yang dengan penuh dedikasi dan profesionalisme telah memberikan bimbingan, pengetahuan praktis, serta arahan yang sangat berharga kepada penulis,
4. Bapak Dzaky Juliarna Maulidin S.T., selaku Koordinator *Lean Construction* yang dengan sepenuh hati telah memberikan arahan, bimbingan, serta

motivasi yang tak ternilai selama penulis menjalani proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 26 September 2025

Penulis,

Genta Al Fattah Zein

(21511167)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Penelitian Terdahulu	6
2.3 Keaslian Penelitian	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Pendahuluan	14
3.1.1 Proyek	14
3.1.2 Manajemen Proyek	15
3.2 Penjadwalan Proyek	16
3.2.1 Durasi Proyek	16
3.2.2 Kurva S	17
3.2.3 Diagram Jaringan Kerja (<i>Network Diagram</i>)	18
3.2.4 Lintasan Kritis	21

3.3	Rencana Anggaran Biaya	22
3.4	Hubungan Antara Biaya dan Waktu	25
3.4.1	Biaya Tambahan Pekerja	26
3.4.2	Biaya Penambahan Jam Kerja (Lembur)	27
3.5	Analisis Pertukaran Biaya dan Waktu (<i>Time Cost Trade Off</i>)	30
3.6	Program Microsoft Project	31
BAB IV METODE PENELITIAN		34
4.1	Pendahuluan	34
4.2	Lokasi Penelitian	34
4.3	Objek dan Subjek Penelitian	36
4.4	Metode Pengambilan Data	36
4.5	Analisis Data	38
4.5.1	Menyusun Jaringan Kerja dengan Microsoft Project	38
4.5.2	<i>Crash Cost</i> Pekerja, <i>Crash Cost</i> Total, dan <i>Cost Slope</i>	38
4.5.3	Penerapan Metode <i>Time Cost Trade Off</i>	39
4.6	Tata Urutan Pekerjaan	39
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		42
5.1	Tinjauan Umum	42
5.2	Data Proyek	42
5.2.1	Data Umum Proyek	42
5.2.1	Data Proyek Untuk Analisis	43
5.3	Analisis Data	47
5.3.1	Menyusun Diagram Jaringan Kerja Menggunakan <i>Microsoft Project</i>	49
5.3.2	Menentukan Lintasan Kritis	51
5.3.3	Menentukan Biaya Proyek	53
5.3.4	Melakukan Percepatan	54
5.3.5	Melakukan Perbandingan Hasil Percepatan Antara Penambahan Jam Kerja (Lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja	104
5.4	Pembahasan	105
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		107

6.1 Kesimpulan	107
6.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Saat ini Dilakukan	10
Tabel 3. 1 Koefisien Penurunan Produktivitas	28
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)	44
Tabel 5. 2 Durasi Pekerjaan	48
Tabel 5. 3 Pekerjaan yang Berada Pada Lintasan Kritis	51
Tabel 5. 4 Pekerjaan <i>Borepile</i>	52
Lanjutan Tabel 5. 5 Pekerjaan <i>Borepile</i>	53
Tabel 5. 6 Koefisien Penurunan Produktivitas	56
Tabel 5. 7 Kebutuhan Tenaga Kerja di Lapangan Pekerjaan <i>Borepile</i>	56
Tabel 5. 8 Kebutuhan Tenaga Kerja di Fabrikasi	57
Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Durasi Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja Lembur	58
Tabel 5. 10 Harga Upah Pekerja	60
Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 1 jam	62
Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 2 jam	62
Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 3 jam	63
Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 4 jam	64
Tabel 5. 15 Hasil Perhitungan <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 1 jam	65
Tabel 5. 16 Hasil Perhitungan <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 2 jam	66
Tabel 5. 17 Hasil Perhitungan <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 3 jam	66
Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 4 jam	67
Tabel 5. 19 Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan (<i>predecessors</i>)	68
Tabel 5. 20 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost slope</i> dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam	70
Tabel 5. 21 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost slope</i> dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam	70

Tabel 5. 22 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost slope</i> dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam	71
Tabel 5. 23 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost slope</i> dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 4 jam	71
Tabel 5. 24 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 1 jam	75
Tabel 5. 25 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 2 jam	76
Tabel 5. 26 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 3 jam	76
Tabel 5. 27 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 4 jam	77
Tabel 5. 28 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam	78
Tabel 5. 29 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam	78
Tabel 5. 30 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam	78
Tabel 5. 31 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 4 jam	79
Tabel 5. 32 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan pengeboran <i>Borepile</i> pada pekerjaan <i>Borepile Pier 21</i>	81
Tabel 5. 33 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Nomal	83
Tabel 5. 34 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Percepatan 1 hari	85
Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal dan Durasi Percepatan 1 hari	86
Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 1 hari	87
Tabel 5. 37 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal dan Durasi Percepatan 2 hari	88
Tabel 5. 38 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 2 hari	89
Tabel 5. 39 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal dan Durasi Percepatan 3 hari	90
Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 3 hari	91
Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	97
Tabel 5. 42 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	97

Tabel 5. 43 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	97
Tabel 5. 44 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	98
Tabel 5. 45 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	98
Tabel 5. 46 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	98
Tabel 5. 47 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 1 hari	99
Tabel 5. 48 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari	100
Tabel 5. 49 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 2 hari	100
Tabel 5. 50 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari	101
Tabel 5. 51 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 3 hari	101
Tabel 5. 52 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari	102
Tabel 5. 53 Perbandingan Biaya Total, Efisiensi Waktu & Efisiensi Biaya Akibat	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Triple constraint</i>	15
Gambar 3. 2 Contoh Kurva S	18
Gambar 3. 3 format <i>network</i> PDM	21
Gambar 3. 4 Lintasan kritis pada jaringan PDM	22
Gambar 3. 5 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan	25
Gambar 3. 6 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung	25
Gambar 3. 7 Grafik indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam lembur	27
Gambar 3. 8 Tampilan <i>Gantt Chart Ms Project</i>	32
Gambar 4. 1 Lokasi Direksi Keet Japek 2 Selatan Paket 2A	35
Gambar 4. 2 Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket II A	35
Gambar 4. 3 Pembagian Lokasi Pekerjaan	35
Gambar 4. 4 <i>Master Schedule</i> Proyek	37
Gambar 4. 5 Kertas Kerja Mingguan Rencana dan Realisasi Proyek	37
Gambar 4. 6 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 5. 1 Hasil <i>Network Diagram</i> menggunakan <i>Software Microsoft Project</i>	50
Gambar 5. 3 Hasil <i>Network Diagram</i> menggunakan <i>Software Microsoft Project</i> pada Pekerjaan <i>Borepile Pier 21 dan Pier 22</i>	69
Gambar 5. 3 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam	73
Gambar 5. 4 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam	73
Gambar 5. 5 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam	73
Gambar 5. 6 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 4 jam	73
Gambar 5. 7 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam	74
Gambar 5. 8 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam	74
Gambar 5. 9 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam	74

Gambar 5. 10 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 4 jam	74
Gambar 5. 11 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 1 jam	74
Gambar 5. 12 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 2 jam	75
Gambar 5. 13 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 3 jam	75
Gambar 5. 14 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 4 jam	75
Gambar 5. 15 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)	80
Gambar 5. 16 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 1 hari	93
Gambar 5. 17 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari	93
Gambar 5. 18 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 2 hari	93
Gambar 5. 19 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari	94
Gambar 5. 20 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 3 hari	94
Gambar 5. 21 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari	94
Gambar 5. 22 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 1 hari	94
Gambar 5. 23 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari	94
Gambar 5. 24 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 2 hari	95
Gambar 5. 25 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari	95
Gambar 5. 26 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 3 hari	95

Gambar 5. 27 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari	95
Gambar 5. 28 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 1 hari	95
Gambar 5. 29 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari	96
Gambar 5. 30 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 2 hari	96
Gambar 5. 31 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari	96
Gambar 5. 32 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 3 hari	96
Gambar 5. 33 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari	96
Gambar 5. 34 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan	103
Gambar 5. 6 Lokasi Pekerjaan <i>Borepile Pier 21</i> dan <i>Pier 22 Ramp 7</i>	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Actual Cost</i> Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i>	93
Lampiran 2. <i>S Curve</i> Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 Selatan Paket 2A	100
Lampiran 3. <i>Bar Chart</i> dan <i>Network Diagram</i> Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i>	102
Lampiran 4. Analisis Harga Satuan Pekerjaan	163
Lampiran 5. Kondisi Proyek Saat Pengambilan Data	164

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur jalan tol memiliki peran strategis dalam meningkatkan konektivitas antarwilayah serta mendorong pertumbuhan ekonomi. Namun, keterlambatan pelaksanaan proyek masih menjadi permasalahan yang sering terjadi sehingga diperlukan strategi percepatan yang efektif untuk meminimalkan keterlambatan penyelesaian proyek dengan tetap mempertahankan efisiensi biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan metode Time Cost Trade Off (TCTO) dalam percepatan pekerjaan borepile pada Ramp 7 Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket II A melalui perbandingan dua alternatif percepatan, yaitu penerapan lembur dan penambahan tenaga kerja.

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder proyek yang meliputi Bill of Quantities (BOQ), master schedule, kurva-S, laporan kemajuan mingguan, serta Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang diperoleh dari kontraktor. Analisis dilakukan menggunakan Microsoft Project untuk mengidentifikasi lintasan kritis (critical path), kemudian dilanjutkan dengan perhitungan crash duration, crash cost, dan cost slope pada masing-masing alternatif percepatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua alternatif percepatan mampu mempersingkat durasi proyek sekaligus meningkatkan efisiensi biaya proyek. Namun demikian, alternatif percepatan melalui sistem lembur memberikan keseimbangan yang lebih optimal antara durasi pelaksanaan dan biaya dibandingkan dengan alternatif penambahan tenaga kerja. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Time Cost Trade Off (TCTO) merupakan pendekatan yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan terkait strategi percepatan proyek, dengan penerapan sistem lembur sebagai alternatif yang paling sesuai untuk pekerjaan borepile pada kondisi proyek yang diteliti.

Kata kunci: percepatan proyek, *Borepile*, *time cost trade off*, durasi optimal, biaya proyek.

ABSTRACT

The construction of toll road infrastructure plays a vital role in improving regional connectivity and supporting economic growth. Nevertheless, project delays remain a common challenge that requires effective acceleration strategies to minimize schedule overruns while maintaining cost efficiency. This study aims to evaluate the application of the Time Cost Trade Off (TCTO) method in accelerating borepile works on Ramp 7 of the Jakarta–Cikampek II South Toll Road Project, Package II A, by comparing overtime work and workforce addition as alternative acceleration strategies.

A quantitative case study approach was adopted using secondary project data, including the Bill of Quantities (BOQ), master schedule, S-curve, weekly progress reports, and work unit price analysis obtained from the contractor. The analysis was conducted using Microsoft Project to identify the critical path, followed by the determination of crash duration, crash cost, and cost slope for each acceleration alternative.

The findings indicate that both acceleration alternatives were capable of shortening the project duration while improving overall cost efficiency. However, the overtime strategy achieved a more favorable balance between project duration and cost than workforce addition. These results demonstrate that the TCTO method provides an effective decision-making framework for evaluating project acceleration alternatives, with overtime work representing the most suitable strategy for the borepile works under the project conditions examined.

Keywords: *project acceleration, Borepile, time cost trade off, optimal duration, project cost.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor jasa konstruksi memiliki peran strategis dalam pembangunan nasional, termasuk dalam pengembangan infrastruktur jalan tol yang menjadi salah satu prioritas pemerintah. Proyek infrastruktur seperti jalan tol tidak hanya meningkatkan konektivitas, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi melalui penciptaan lapangan kerja dan kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Dalam menghadapi persaingan global, sektor ini memerlukan peningkatan daya saing melalui regulasi yang mendukung, efisiensi biaya, serta pengelolaan sumber daya manusia yang terampil (Nugraheni, 2021)

Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan Paket II A merupakan proyek infrastruktur strategis yang bertujuan meningkatkan konektivitas dan mobilitas antara Jakarta, Cikampek, dan sekitarnya. Proyek ini dirancang untuk mengurangi kemacetan lalu lintas yang sering terjadi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek eksisting. Pembangunan Tol Layang Jakarta-Cikampek menyebabkan terjadinya kemacetan pada Tol Jakarta-Cikampek eksisting akibat pemanfaatan median dan dua lajur jalan tol. Hal ini menimbulkan keluhan dari pengguna jalan tol karena adanya peningkatan biaya transportasi. (Gunadi, 2021)

Pelaksanaan pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA, khususnya pada pekerjaan *Ramp* 7, mengalami keterlambatan progres di mana pada minggu ke-49 proyek baru mencapai 21,179%, lebih rendah dibandingkan dengan rencana sebesar 29,805%. Data mengenai rencana dan realisasi progres pekerjaan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1. Kondisi tersebut mendorong diterbitkannya addendum perubahan rencana pekerjaan dengan fokus percepatan penyelesaian pekerjaan *borepile* sebelum periode Hari Natal dan Tahun Baru (Nataru). Berdasarkan hasil evaluasi, keterlambatan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingkat konsistensi kerja sebagian pelaksana proyek yang masih

perlu ditingkatkan karena kurangnya pengalaman dalam pelaksanaan proyek berskala besar, pengelolaan peralatan yang belum optimal akibat kurangnya koordinasi antara bagian logistik, operator alat, dan pengawas lapangan, serta faktor cuaca dengan intensitas hujan tinggi yang menghambat proses pengeboran dan pengecoran *borepile*. Melalui adendum ini, dilakukan penyesuaian jadwal kerja dengan strategi percepatan berupa penambahan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja.

Proses mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Ada kalanya jadwal proyek harus dipercepat dengan berbagai pertimbangan dari pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut *Crash program* (Tisano, 2020). Dengan menggunakan metode *time cost trade off* untuk mempercepat durasi pengerjaan proyek dilakukan dengan menambahkan beberapa variabel dan cara tertentu (Salindeho, 2022). Tujuannya dilakukan analisis *time cost trade off* untuk mempersingkat durasi pengerjaan proyek dan mencapai optimalisasi pengerjaan proyek dengan kondisi jika kualitas hasil ingin dinaikkan, akan membawa konsekuensi kenaikan biaya dan waktu. Sebaliknya, jika biaya ditekan agar lebih murah dengan waktu pelaksanaan tetap sama, maka konsekuensinya, kualitas bisa turun (Rizal, 2018).

Percepatan proyek dilakukan untuk mencapai target waktu yang lebih singkat dengan mempertimbangkan efisiensi biaya. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap percepatan yang diterapkan pada proyek untuk mengevaluasi apakah metode yang digunakan sudah optimal. Evaluasi ini dilakukan dengan menerapkan pendekatan *time cost trade off* guna menentukan apakah percepatan yang diterapkan telah memberikan keseimbangan terbaik antara waktu penyelesaian dan biaya yang dikeluarkan. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi terkait strategi percepatan yang lebih efektif dan efisien jika diperlukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana penerapan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dalam menganalisis percepatan pekerjaan Borepile pada Ramp 7 proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA?
2. Berapa biaya tambahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan *Borepile* dengan menerapkan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan jalan tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA?
3. Alternatif percepatan manakah yang paling optimal antara penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur) berdasarkan hasil analisis waktu, biaya, serta kondisi aktual di lapangan pada pekerjaan *borepile ramp* 7 proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mencapai hal-hal sebagai berikut:

1. Menganalisis penerapan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dalam menentukan efektivitas percepatan pekerjaan Borepile Ramp 7 pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA.
2. Menganalisis biaya tambahan yang diperlukan akibat penerapan metode *time cost trade off* dalam pekerjaan borepile proyek pembangunan jalan tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA.
3. Menentukan alternatif percepatan pekerjaan yang optimal dengan menerapkan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan jalan tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA, termasuk membandingkan beberapa skenario percepatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengalaman bagi penulis dalam analisis studi kasus percepatan proyek.

2. Bagi Kontraktor

WIKI-PP-KMK-HKI KSO, sebagai pemilik proyek, dapat mengetahui alternatif percepatan proyek yang optimal dan efisien.

3. Bagi Masyarakat

Menyediakan sumber rujukan dan literatur terpercaya untuk perencanaan proyek yang menggunakan Microsoft Project, memperkaya pemahaman praktis dalam mengimplementasikan teknologi ini.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut adalah batasan penelitian yang dibahas dalam penelitian ini.

1. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *time cost trade off* (TCTO) untuk menganalisis percepatan proyek guna mengetahui apakah percepatan yang diterapkan sudah optimal atau belum dalam aspek waktu dan biaya.
2. Penelitian ini hanya menggunakan metode *time cost trade off* sebagai pendekatan percepatan proyek, dengan mempertimbangkan variabel waktu dan biaya.
3. Analisis penelitian ini tidak mencakup pekerjaan lain selain *Borepile* pada *ramp* 7 pada proyek pembangunan jalan tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket II A.
4. Data anggaran biaya dan jadwal pekerjaan diperoleh dari dokumen resmi proyek yang telah disusun oleh pihak kontraktor.
5. Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber internal proyek, termasuk laporan pelaksanaan pekerjaan dan data produktivitas dari kontraktor terkait.
6. Penelitian ini tidak membahas secara rinci komponen biaya tidak langsung. Nilai biaya tidak langsung dalam penelitian ini diasumsikan berdasarkan persentase tertentu dari total biaya langsung pekerjaan struktur sesuai hasil wawancara dengan pihak kontraktor. Oleh karena itu, biaya tidak langsung dalam penelitian ini hanya digunakan sebagai data pendukung dan tidak menjadi fokus utama analisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pada Bab I telah dijelaskan bahwa penelitian ini berfokus pada analisis untuk menentukan penjadwalan waktu proyek yang optimal melalui percepatan dengan menambahkan jam lembur dan tenaga kerja. Penambahan jam lembur dan tenaga kerja ini akan menghasilkan perubahan dalam biaya dan waktu, yang kemudian dianalisis menggunakan metode *time cost trade off* untuk menemukan biaya minimum yang diperlukan dalam percepatan durasi proyek. Melalui metode ini, akan diidentifikasi mana opsi yang lebih menguntungkan setelah dilakukan percepatan melalui penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

Pada Bab II, akan dipaparkan berbagai penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk memastikan keaslian penelitian yang dilakukan serta menunjukkan bahwa penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Sebagai referensi dalam penelitian ini, pada bab ini akan disajikan berbagai penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya beserta hasil-hasil yang diperoleh. Penelitian-penelitian tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Proyek Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR mengalami kendala di lapangan sehingga menyebabkan terjadinya keterlambatan pekerjaan. Sehubungan dengan hal tersebut, maka dibutuhkan peran manajemen konstruksi dalam rangka pengawasan proyek agar tercapainya hasil yang maksimal. Langkah yang dilakukan yaitu dengan merencanakan dan menganalisis estimasi waktu dan rencana anggaran biaya proyek konstruksi pada pekerjaan struktur dengan penambahan jam kerja dan tenaga kerja

menggunakan metode *time cost trade off* agar pembangunan proyek tersebut dapat selesai tepat waktu. Hasil dari analisis didapatkan adalah estimasi waktu pelaksanaan proyek dengan metode *Time Cost Trade Off* adalah 155 hari kalender, lebih cepat 7 hari kalender dari normal duration (162 hari kalender). Biaya yang timbul akibat penambahan jam kerja yaitu Rp.6.729.001.682,- lebih besar Rp.822.324.128,- dari normal cost (Rp.5.906.677.554,-) dan biaya yang timbul akibat penambahan tenaga kerja yaitu Rp.5.936.467.971,- lebih besar Rp.29.790.417,- dari normal cost (Rp.5.906.677.554,-).

2. Penelitian ini dilakukan oleh Yusuf Aziz Irawan pada tahun 2022 dengan studi kasus Proyek Pembangunan pembangunan Jalan Ruas Sanggi – Gunung Kemala Provinsi Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk mempercepat durasi proyek yang semula diperkirakan mengalami keterlambatan, dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Alternatif percepatan yang digunakan adalah penambahan 1 jam lembur per hari tanpa menambah jumlah tenaga kerja. Proses analisis dimulai dengan mengumpulkan data primer, seperti data lokasi dan data proyek, serta data sekunder, seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal proyek, dan laporan bulanan. Langkah selanjutnya adalah menentukan lintasan kritis dan melakukan *Crashing* pada aktivitas tersebut untuk mendapatkan *cost slope*. Hasil perhitungan kemudian dianalisis menggunakan metode TCTO untuk mengidentifikasi biaya dan waktu optimal. Dari hasil analisis, ditemukan bahwa percepatan proyek dari durasi normal 112 hari menjadi 89 hari, yang berarti lebih cepat 23 hari. Total biaya proyek setelah percepatan menjadi Rp 21.567.130.687, menurun sebesar Rp 687.273.911 dari total biaya sebelumnya sebesar Rp 22.186.544.124. Grafik hubungan antara waktu dan biaya percepatan menunjukkan pengurangan waktu dengan biaya yang optimal
3. Penelitian ini dilakukan oleh Firyaal Nabila pada tahun 2023. Pembangunan konstruksi, baik gedung maupun jalan, sukses ditentukan oleh ketepatan waktu penyelesaian dan pengelolaan biaya sesuai Rencana Anggaran Biaya

(RAB). Keterlambatan proyek dapat menyebabkan denda, sehingga diperlukan perhitungan yang tepat. Penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off* untuk menganalisis optimasi waktu dan biaya. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengurangi durasi menjadi 106 hari dengan biaya Rp. 2.722.750.086, sementara penambahan tenaga kerja setara dengan penambahan jam kerja 1 jam menghasilkan biaya sedikit lebih rendah, yaitu Rp. 2.720.684.806. Penambahan jam kerja 3 jam mempercepat durasi menjadi 59 hari dengan biaya Rp. 2.552.212.214, sedangkan penambahan tenaga kerja setara dengan 3 jam lembur menurunkan biaya menjadi Rp. 2.545.208.046. Kesimpulannya, penambahan tenaga kerja lebih efisien dalam mengurangi biaya dan waktu proyek dibandingkan penambahan jam kerja, sehingga proyek dapat selesai tepat waktu tanpa denda.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Lutfy Auzan Fadilah, Diyanti, dan Fani Yayuk Supomo (2024) berjudul “Analisis Biaya dan Waktu Pembangunan Jembatan Bentang Menengah dengan Metode *Time Cost Trade Off*” bertujuan untuk mengidentifikasi keterlambatan serta menghitung biaya dan durasi optimum pada proyek Pembangunan Jembatan Kali Keruh, Desa Plompong, Kabupaten Brebes dengan menerapkan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Analisis dilakukan menggunakan Microsoft Project 2021 untuk menentukan jalur kritis, menghitung produktivitas tenaga kerja pada kondisi normal dan lembur, serta membandingkan empat skenario penambahan jam lembur (1–4 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 2 jam lembur merupakan alternatif paling efisien, dengan biaya tambahan sebesar Rp 327.732.031,25 sehingga total biaya meningkat dari Rp 10.088.459.929,93 menjadi Rp 10.416.191.961,18, dan durasi proyek dapat dipercepat dari 203 hari menjadi 186 hari. Kesimpulan menunjukkan bahwa penerapan TCTO melalui penambahan jam lembur efektif dalam mengendalikan keterlambatan dan mencapai efisiensi waktu serta biaya pada proyek jembatan tersebut.
5. Afifah Nurul Hidayah (2024) dengan judul “Optimasi Biaya dan Waktu Menggunakan Metode *Time cost trade off* (TCTO) pada Proyek SPAM

Regional WOSUKOSAS Segmen 4, Pipa Distribusi Utama Duwet – Mojolaban”. Penelitian ini yang bertujuan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu proyek distribusi pipa dengan menggunakan metode *Time cost trade off* (TCTO). Alternatif percepatan yang dianalisis melibatkan penambahan tenaga kerja dan jam lembur untuk menentukan strategi yang paling efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jam lembur dapat mempercepat proyek, tetapi meningkatkan total biaya lebih besar dibandingkan alternatif lainnya. Penambahan 1 jam lembur menghasilkan durasi proyek 383 hari, sedangkan penambahan 2 jam lembur menghasilkan durasi 381 hari, dengan total biaya yang semakin meningkat. Alternatif optimal ditemukan pada skenario penambahan 2 pekerja, yang menghasilkan durasi 375 hari dengan efisiensi biaya yang lebih baik dibandingkan alternatif lainnya. Strategi ini membuktikan bahwa peningkatan jumlah tenaga kerja lebih efektif dalam mengurangi waktu proyek dibandingkan menambah jam lembur, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat dengan biaya yang lebih terkendali.

Tabel 2. 1 Perbandingan antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang saat ini dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang saat ini dilakukan
Peneliti	Vinny Aviyani	Yusuf Aziz Irawan	Firyaal Nabila	Lutfy Auzan	Afifah Nurul Hidayah	Genta Al Fattah Zein
	2021	2022	2023	2024	2024	2025
Judul Penelitian	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Tenaga Kerja: Studi Kasus: Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR	Analisa Optimasi Biaya Dan Waktu Metode TCTO (<i>Time Cost Trade Off</i>)	Analisis Optimasi Waktu dan Biaya pada Konstruksi Bangunan Gedung Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i>	Analisis Biaya Dan Waktu Pembangunan Jembatan Bentang Menengah Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i>	Optimasi Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> (Studi Kasus: Proyek Spam Regional Wosusokas Segmen 4, Pipa Distribusi Utama Duwet – Mojolaban)	Analisis Percepatan Pekerjaan <i>Borepile</i> Pada <i>Ramp</i> 7 Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket II A
Tujuan	Menganalisis percepatan proyek PKL Higienis Kementerian PUPR dengan metode <i>Time Cost Trade Off</i> melalui penambahan jam dan tenaga kerja guna memperoleh alternatif paling efisien.	Mengurangi waktu penyelesaian proyek dengan menambah jam kerja lembur tanpa menambah tenaga kerja, guna percepatan proyek yang efisien dalam biaya dan waktu sesuai target awal.	Menganalisis optimasi biaya dan waktu proyek konstruksi gedung menggunakan metode <i>Time cost trade off</i> (TCTO) untuk menentukan hubungan percepatan proyek dan perubahan biaya.	Menentukan biaya dan durasi optimum proyek Jembatan Kali Keruh yang mengalami keterlambatan dengan metode <i>Time Cost Trade Off</i> (TCTO) melalui skenario penambahan jam lembur.	Menganalisis optimasi biaya dan waktu proyek distribusi pipa dengan metode TCTO, dengan menambahkan tenaga kerja dan jam lembur.	Untuk menentukan durasi dan biaya optimal yang terjadi akibat percepatan durasi dengan alternatif menambah tenaga kerja dan menambahkan jam kerja lembur.

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang saat ini dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang saat ini dilakukan
Peneliti	Vinny Aviyani	Yusuf Aziz Irawan	Firyaal Nabila	Lutfy Auzan	Afifah Nurul Hidayah	Genta Al Fattah Zein
	2021	2022	2023	2024	2024	2025
Bahasan Penelitian	Menganalisis hubungan waktu dan biaya proyek dengan mengidentifikasi aktivitas kritis menggunakan metode Critical Path Method (CPM) serta menerapkan metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada skenario penambahan jam kerja dan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan menemukan alternatif percepatan proyek yang paling efisien dari segi biaya dan durasi.	Penelitian ini membatasi analisis percepatan proyek melalui penambahan tenaga kerja tanpa lembur, dengan fokus utama pada biaya dan waktu percepatan pada proyek pembangunan Rumah Sakit Palang Biru Kutoarjo. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan tenaga kerja dapat mempercepat waktu penyelesaian tanpa peningkatan biaya yang signifikan.	Penelitian ini membandingkan dua skenario percepatan, yaitu penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja, untuk menganalisis pengaruhnya terhadap durasi dan biaya proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan tenaga kerja lebih efisien dibanding penambahan jam lembur, karena dapat mempercepat proyek dengan biaya yang lebih rendah.	Analisis dilakukan menggunakan Microsoft Project 2021 untuk mengidentifikasi jalur kritis, menghitung produktivitas tenaga kerja pada kondisi normal dan lembur, serta membandingkan empat skenario penambahan jam. Setiap skenario dianalisis terhadap perubahan durasi dan biaya proyek guna menentukan alternatif percepatan paling efisien.	Penelitian ini meneliti efisiensi dan optimasi waktu serta biaya pada proyek distribusi pipa dengan menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO) berbantuan perangkat lunak Microsoft Project. Analisis dilakukan untuk menentukan kombinasi waktu dan biaya optimal yang mampu meningkatkan efektivitas pelaksanaan proyek.	Penelitian ini menggunakan metode <i>time cost trade off</i> untuk menganalisis percepatan pekerjaan <i>Borepile</i> pada Ramp 7 proyek tol Jakarta-Cikampek II Selatan Paket II A, dengan dua alternatif yaitu penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur.

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang saat ini dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang saat ini dilakukan
Peneliti	Vinny Aviyani	Yusuf Aziz Irawan	Firyaal Nabila	Lutfy Auzan	Afifah Nurul Hidayah	Genta Al Fattah Zein
	2021	2022	2023	2024	2024	2025
Hasil Penelitian	Durasi proyek berkurang dari 155 hari menjadi 148 hari, dengan biaya tambahan Rp 6,73 miliar; penambahan jam kerja paling efisien.	Analisis menunjukkan percepatan proyek dari 112 hari menjadi 89 hari (lebih cepat 23 hari) dengan biaya berkurang Rp 687.273.911, dari Rp 22.186.544.124 menjadi Rp 21.567.130.687, menunjukkan hubungan waktu dan biaya yang optimal.	Penambahan 1 jam kerja mempercepat durasi jadi 106 hari dengan biaya Rp 2,72 miliar, sedangkan tenaga kerja setara lebih hemat. Pada 3 jam lembur, durasi jadi 59 hari dengan biaya Rp 2,55 miliar, sementara tenaga kerja setara menurunkan biaya ke Rp 2,54 miliar. Tenaga kerja lebih efisien dari lembur.	Penambahan 2 jam lembur merupakan pilihan paling optimal, dengan biaya tambahan sebesar Rp 327,73 juta dan total biaya meningkat dari Rp 10,09 miliar menjadi Rp 10,42 miliar. Skenario ini mampu mempercepat durasi proyek dari 203 hari menjadi 186 hari	Hasil menunjukkan bahwa alternatif percepatan yang paling optimal adalah dengan menambah 2 pekerja, sehingga durasi proyek lebih cepat dan tetap efisien walaupun ada kenaikan biaya.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jam kerja lembur merupakan alternatif percepatan yang lebih efisien dari sisi waktu dan biaya dibandingkan penambahan tenaga kerja, dengan tetap memperhatikan ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) selama pelaksanaan.
Objek Penelitian	Proyek Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR	Proyek Pembangunan pembangunan Jalan Ruas Sanggi – Gunung Kemala Provinsi Lampung	Proyek Gedung baru SMK Negeri 5 Tanjung Pinang, Provinsi Riau	Proyek Pembangunan Jembatan Kali Keruh, Desa Plompong, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah	Proyek SPAM Regional WOSUKOSAS Segmen 4, Pipa Distribusi Utama Duwet – Mojolaban.	Pekerjaan <i>Borepile</i> Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket II A

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pada penjelasan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dengan judul “Analisis Percepatan Pekerjaan *Borepile* Pada *Ramp 7* Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket II A” memiliki perbedaan pada varian waktu dan biaya serta proyek yang dianalisis belum pernah dianalisis oleh peneliti sebelumnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

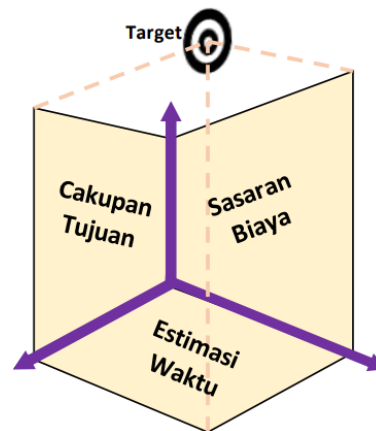
Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa penelitian ini membahas percepatan proyek serta biaya optimum yang dianalisis menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) untuk menentukan apakah percepatan yang dilakukan sudah optimal. Pembahasan ini mencakup tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian.

Pada bab ini akan diuraikan landasan teori yang mendasari penelitian mengenai optimasi percepatan proyek dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

3.1.1 Proyek

1. Definisi Proyek

Proyek pada dasarnya adalah suatu upaya yang bertujuan untuk mencapai hasil tertentu dengan keterbatasan waktu dan sumber daya yang tersedia, sedangkan konstruksi merupakan aktivitas yang menghasilkan bangunan atau infrastruktur yang umumnya melibatkan pekerjaan utama dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Bentuk hasil konstruksi dapat berupa perumahan, gedung perkantoran, bendungan, terowongan, bangunan industri, serta berbagai jenis bangunan pendukung lainnya yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat luas. Selain itu, setiap proyek memiliki tujuan spesifik, seperti pembangunan rumah tinggal, jembatan, atau instalasi pabrik, yang dalam pelaksanaannya harus memperhatikan batasan-batasan utama, yaitu biaya atau anggaran yang dialokasikan, jadwal pelaksanaan, serta kualitas yang harus dipenuhi. Ketiga aspek ini menjadi parameter utama bagi pihak penyelenggara proyek dan dikenal sebagai sasaran proyek, yang sering disebut sebagai tiga kendala atau *triple constraint* (Santoso, 2023).



Gambar 3. 1 *Triple constraint*
(Sumber: Santoso, 2023)

2. Jenis-Jenis Proyek

Dalam dunia konstruksi dan pengelolaan proyek, terdapat berbagai jenis proyek yang dikategorikan berdasarkan tujuan, skala, dan bidang kerjanya. Setiap jenis proyek memiliki karakteristik, metode pelaksanaan, serta tantangan yang berbeda-beda. Pengelompokan jenis proyek ini mempermudah proses perencanaan, pengelolaan sumber daya, pengendalian waktu, dan pengendalian biaya agar sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

3.1.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek dan manajemen konstruksi adalah dua aspek utama dalam proyek konstruksi. Manajemen proyek mencakup seluruh siklus hidup proyek, seperti perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan penyelesaian, dengan fokus pada optimalisasi sumber daya, waktu, dan risiko (Eko, 2023). Sebaliknya, manajemen konstruksi berfokus pada aspek teknis pelaksanaan konstruksi, seperti pengelolaan tenaga kerja, material, dan kualitas pekerjaan di lapangan. Manajemen proyek lebih strategis dan menyeluruh, sedangkan manajemen konstruksi lebih teknis dan operasional. Pemahaman perbedaan ini membantu pemilik proyek memilih pendekatan yang sesuai untuk mencapai hasil optimal. Agar proyek berjalan sesuai rencana tanpa penyalahgunaan.

3.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah proses menyusun rencana kerja dalam skala waktu untuk menentukan jadwal pelaksanaan, penundaan, dan penyelesaian kegiatan, sehingga kebutuhan tenaga kerja, material, dan peralatan dapat dikelola secara efisien. Penjadwalan yang baik mempermudah pemantauan perkembangan proyek dan memastikan aktivitas berjalan sesuai rencana (Fazis, 2022). Jadwal kegiatan mencakup jenis pekerjaan, waktu pelaksanaan, dan urutan aktivitas yang logis untuk mencegah hambatan atau tumpang tindih. Jadwal waktu proyek membantu menjaga kontinuitas, memudahkan koordinasi, dan mencapai efisiensi. Tujuan penjadwalan adalah mengidentifikasi masalah, menentukan metode kerja yang tepat, mengorganisasi kegiatan, dan menghasilkan proyek optimal. Fungsi utamanya meliputi penentuan durasi proyek, waktu kegiatan, identifikasi jalur kritis, perencanaan aliran dana, alokasi sumber daya, serta pengendalian proyek.

3.2.1 Durasi Proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Lubis, 2022). Disebutkan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi durasi penyelesaian pekerjaan antara lain volume pekerjaan, metode pelaksanaan, kondisi lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang mengerjakan proyek. Agar proyek dapat berjalan secara efektif, diperlukan pengelolaan waktu atau penjadwalan yang baik untuk setiap aktivitas yang terlibat. Berkaitan dengan hal tersebut, tim pelaksana proyek umumnya menyusun jadwal kegiatan atau *Time Schedule* sebagai panduan pelaksanaan pekerjaan.

1. Durasi Normal Kegiatan

Menurut penelitian (Faustine, 2022) faktor-faktor yang memengaruhi durasi proyek konstruksi meliputi produktivitas pekerja, yang dipengaruhi oleh keterampilan dan motivasi, serta pemilihan metode konstruksi yang tepat. Ketersediaan material dan cuaca buruk juga dapat menghambat pelaksanaan proyek, sementara keterbatasan sumber daya seperti tenaga kerja, peralatan, dan material dapat memperpanjang durasi proyek. Manajemen proyek yang kurang efektif, kondisi lingkungan yang mempengaruhi aksesibilitas, perubahan regulasi, keterbatasan dana, serta kurangnya koordinasi antar stakeholder juga berpotensi menyebabkan penundaan. Semua faktor ini saling berinteraksi dan harus dipertimbangkan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek untuk memastikan penyelesaian tepat waktu.

2. Durasi Kegiatan Dipercepat

Dalam perencanaan proyek, durasi kegiatan biasanya ditentukan berdasarkan ketersediaan sumber daya dalam kondisi normal. Namun, untuk mempercepat penyelesaian, beberapa metode dapat diterapkan, seperti membeli waktu dengan biaya tambahan melalui *Crash* program, yang melibatkan penambahan sumber daya seperti tenaga kerja, material, dan peralatan. Selain itu, menambah sumber daya seperti tenaga kerja dan peralatan juga dapat digunakan, meskipun penambahan staf tidak selalu berdampak linier terhadap percepatan. Metode lain adalah menambah jam kerja atau lembur, di mana waktu kerja melebihi jam normal. Namun, penambahan jam lembur yang berlebihan dapat menurunkan produktivitas tenaga kerja.

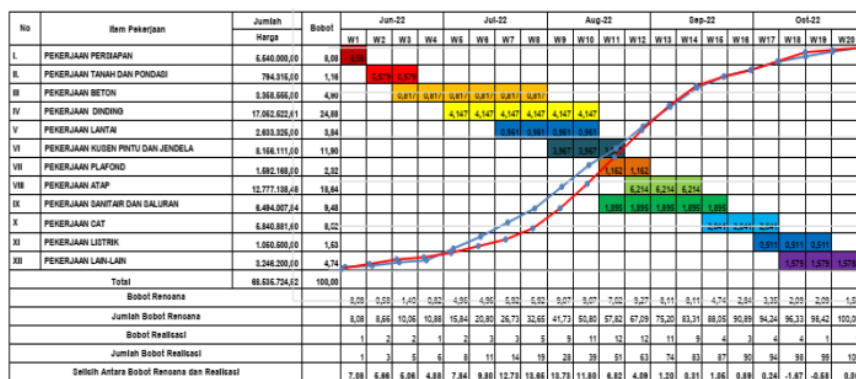
3.2.2 Kurva S

Kurva S adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dan nilai akumulasi progresnya (Soplanit, 2021). Grafik ini digunakan untuk memantau kemajuan proyek dengan membandingkan persentase kumulatif pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap waktu yang telah berlalu. Dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual, dapat diketahui

apakah pelaksanaan proyek berjalan sesuai jadwal, mengalami keterlambatan, atau bahkan melampaui rencana yang telah ditetapkan.

Fungsi Kurva S adalah sebagai berikut :

1. Memperkirakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek secara keseluruhan.
2. Mengidentifikasi waktu penyelesaian setiap bagian dari proyek.
3. Menghitung estimasi biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek.
4. Merencanakan jadwal kedatangan material dan alat yang akan digunakan.



Gambar 3. 2 Contoh Kurva S
(Sumber: Rido. Taufik 2023)

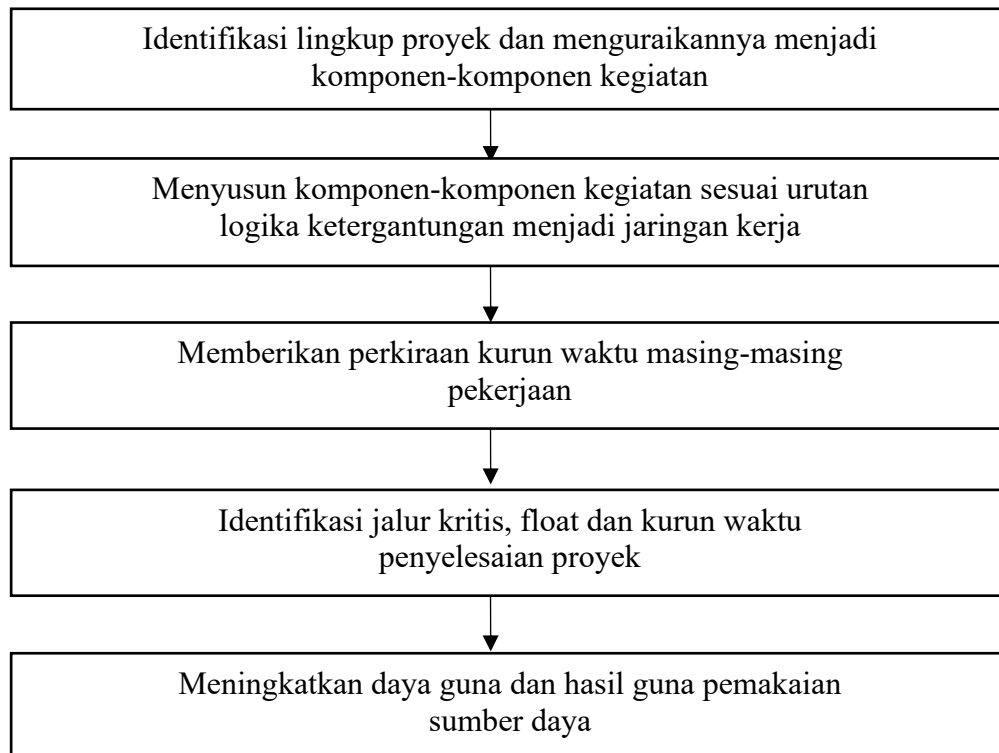
3.2.3 Diagram Jaringan Kerja (*Network Diagram*)

Network Diagram pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel) yang digambarkan/divisualisasikan dalam diagram network (Angelina, 2018). Diagram jaringan kerja (*network diagram*) adalah perencanaan yang menyusun urutan aktivitas dalam proyek untuk menunjukkan keterkaitan antar aktivitas. Metode *network planning* membantu menyusun jadwal proyek lebih sistematis, memudahkan pengelolaan aktivitas, dan mengidentifikasi jalur kritis yang mempengaruhi durasi proyek. Dengan diagram ini, tim proyek dapat mengoptimalkan sumber daya, meminimalkan risiko keterlambatan, dan memastikan aktivitas dilakukan sesuai urutan, sehingga proyek dapat berjalan efektif dan efisien.

Penyusunan Network Diagram atau Network Planning ada 2 jenis, yaitu :

1. CPM
2. PDM

Diagram Alir Ringkasan Langkah-langkah Dalam Menyusun Jaringan Kerja



(Sumber: Marbun, 2023)

1. CPM (*Critical Path Method*)

Metode Critical Path Method (CPM) adalah teknik jaringan kerja yang mengidentifikasi kegiatan utama proyek melalui estimasi waktu sederhana dan mengintegrasikan biaya secara rinci untuk mendukung percepatan proyek serta efisiensi biaya (Rizaldi, 2024). CPM memiliki manfaat utama, yaitu: memperluas wawasan perencana dalam menganalisis dan merencanakan kegiatan secara matang; mengidentifikasi jalur kritis dan non kritis untuk menentukan prioritas pekerjaan; serta berfungsi sebagai alat komunikasi yang efektif antar pihak terkait melalui diagram jaringan kerja. Dengan CPM, manajemen proyek dapat meningkatkan efisiensi perencanaan, pengawasan, dan pengendalian, sehingga proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi standar kualitas.

2. PDM (*Precedence Diagram Method*)

Precedence Diagram Method (PDM) adalah metode jaringan kerja berbasis *Activity on Node* (AON), di mana aktivitas dicatat dalam node berbentuk segi empat, dan anak panah menunjukkan hubungan antar kegiatan. PDM tidak memerlukan *dummy*, mempermudah pembuatan jaringan, terutama pada proyek dengan kegiatan tumpang tindih. Setiap node mencantumkan informasi seperti durasi, identitas, serta waktu mulai dan selesai kegiatan (ES, LS, EF, LF). Hubungan ketergantungan antar kegiatan disebut konstrain, dengan empat jenis konstrain yang biasa digunakan untuk menghubungkan dua node. Terdapat empat jenis konstrain yang biasa digunakan

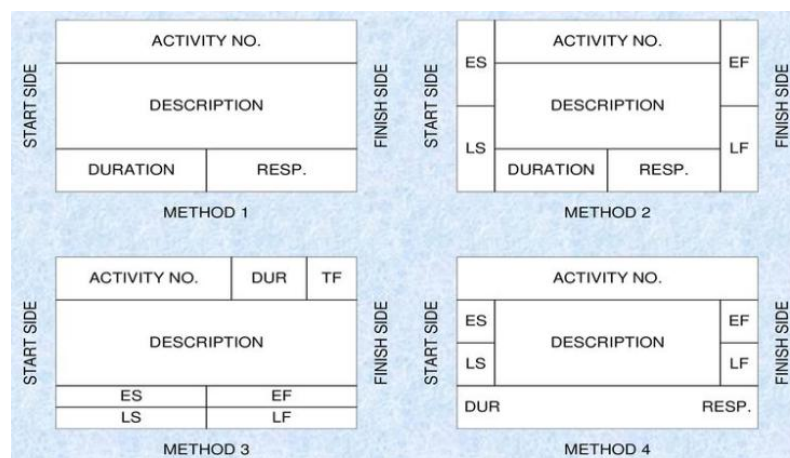
- a. *Start to Start* (SS) adalah hubungan yang menunjukkan bahwa dimulainya kegiatan berikutnya bergantung pada dimulainya kegiatan sebelumnya.
- b. *Start to Finish* (SF) adalah hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya kegiatan berikutnya bergantung pada dimulainya kegiatan sebelumnya.
- c. *Finish to Finish* (FF) adalah hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya kegiatan berikutnya bergantung pada selesainya kegiatan sebelumnya.
- d. *Finish to Start* (FS) adalah hubungan yang menunjukkan bahwa dimulainya kegiatan berikutnya bergantung pada selesainya kegiatan sebelumnya.

Dalam PDM (*Precedence Diagram Method*), terdapat beberapa notasi yang umum digunakan dalam perhitungan, sebagai berikut:

- a. i merujuk pada kegiatan sebelumnya (*predecessor*).
- b. j merujuk pada kegiatan berikutnya (*successor*), di mana kegiatan j menjadi penerus dari kegiatan i.
- c. ES adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*).

- d. EF adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka *EF* kegiatan terdahulu akan sama dengan *ES* kegiatan berikutnya.
- e. LS adalah waktu paling akhir kegiatan dapat dimulai (*Latest Allowable Start Time*) tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- f. LF adalah waktu paling akhir kegiatan dapat selesai (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- g. D adalah durasi waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan.

Notasi-notasi tersebut, apabila diterapkan dalam network PDM, dapat disajikan dalam diagram seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 fromat *network* PDM
(Sumber: Darmali S., 2017)

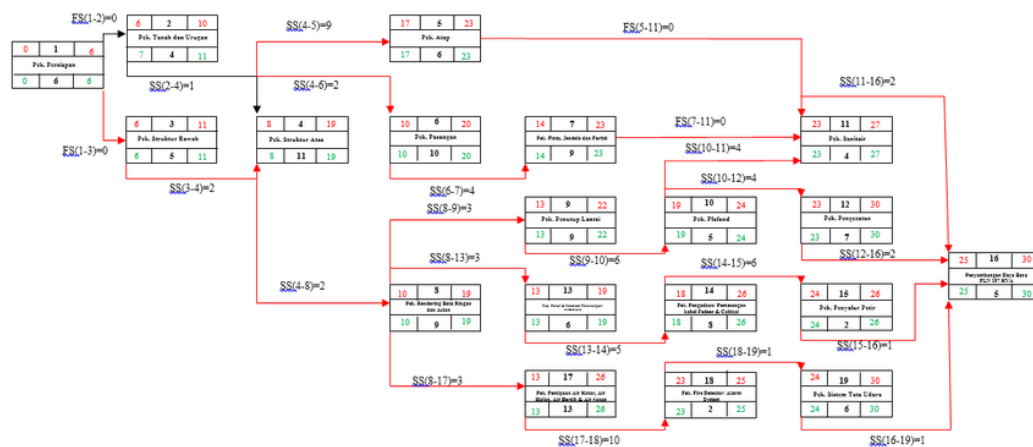
3.2.4 Lintasan Kritis

Lintasan kritis dalam *network diagram* adalah jalur yang melibatkan kegiatan-kegiatan dan peristiwa-peristiwa kritis. Lintasan ini dimulai dari peristiwa awal dalam diagram jaringan. Terkadang, lebih dari satu lintasan kritis dapat muncul, bahkan mungkin seluruh lintasan dalam diagram jaringan tersebut menjadi lintasan kritis.

Tujuan dari mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengidentifikasi kegiatan dan peristiwa yang paling sensitif terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga prioritas dalam pelaksanaan proyek dapat ditentukan, khususnya untuk kegiatan-

kegiatan yang kritis dan hampir kritis. Lintasan kritis dalam suatu proyek dapat berubah seiring berjalannya waktu, terutama jika terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan, atau jika keterlambatan pada beberapa kegiatan melebihi batas toleransi yang ditetapkan.

Berikut merupakan contoh diagram jaringan PDM beserta lintasan kritisnya dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Lintasan kritis pada jaringan PDM
(Sumber: Ardabil Maulana, 2019)

3.3 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah estimasi biaya yang dilakukan oleh konsultan perencana berdasarkan gambar rencana dan spesifikasi teknis proyek. RAB mencakup perhitungan biaya untuk bahan, upah, dan biaya lainnya yang terkait dengan pelaksanaan proyek (Hakim, 2022). RAB ini dirinci lebih lanjut, termasuk volume pekerjaan, kebutuhan material dan peralatan, alokasi upah tenaga kerja, serta pengeluaran lainnya. Berdasarkan biaya riil ini, harga borongan untuk lelang ditentukan. Anggaran biaya dapat bervariasi antar daerah, tergantung pada perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. RAB terdiri dari Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) dan keuntungan, di mana RAP meliputi biaya langsung dan biaya tidak langsung. Setelah proyek dimulai, setiap pengeluaran dicatat sesuai dengan item dalam RAB dan dihitung sebagai Realisasi Biaya Pekerjaan (RBP). Pengeluaran dalam RBP seharusnya tidak melebihi angka yang tercantum dalam

RAB, untuk memastikan perusahaan memperoleh keuntungan tanpa mengorbankan kualitas dan kuantitas hasil kerja. Oleh karena itu, pengendalian biaya sangat penting untuk mencapai tujuan tersebut.

3.3.1 Perhitungan Volume

Perhitungan volume pekerjaan merupakan bagian penting dalam tahap perencanaan proyek konstruksi. Proses ini melibatkan pengukuran atau perhitungan kuantitas item pekerjaan berdasarkan gambar perencanaan atau kondisi aktual di lapangan. Dengan mengetahui volume pekerjaan, dapat diperkirakan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek konstruksi tersebut.

3.3.2 Analisa Harga Satuan

Analisis harga satuan adalah langkah awal penting dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk proyek konstruksi. Proses ini bertujuan menghitung kebutuhan material, tenaga kerja, dan biaya secara rinci, mendukung pengelolaan anggaran secara efisien, serta meminimalkan risiko kekurangan dana atau pembengkakan biaya.

Sumber informasi harga bahan dan upah kerja meliputi daftar harga resmi, data instansi terkait, publikasi harga, Bappenas, atau survei langsung. Analisis dilakukan secara manual atau menggunakan panduan seperti BOW dan SNI, yang menyediakan koefisien pekerjaan untuk memastikan perhitungan lebih akurat. Informasi mengenai harga bahan dan upah kerja dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti:

3.3.3 Penentuan Biaya

Biaya proyek terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung, yang dihitung berdasarkan durasi pelaksanaan. Biaya tidak langsung bersifat kontinu selama proyek berlangsung, sehingga pengurangan durasi proyek dapat menurunkannya, sedangkan biaya langsung cenderung meningkat akibat penambahan sumber daya atau intensifikasi kerja. Dengan memanfaatkan grafik yang menggambarkan hubungan antara durasi dan biaya, manajer proyek dapat mengevaluasi berbagai alternatif untuk mencapai efisiensi tanpa mengorbankan kualitas. Analisis ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam mengoptimalkan sumber daya dan memastikan proyek berjalan sesuai target.

1. Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang dapat ditelusuri secara akurat ke objek biaya, mencakup tenaga kerja, bahan, peralatan, dan subkontraktor yang terkait langsung dengan proyek (Citraningtyas, 2021). Biaya ini dihitung berdasarkan durasi normal proyek, namun percepatan dapat meningkatkannya akibat kebutuhan sumber daya tambahan atau metode kerja lebih intensif. Oleh karena itu, pemilihan aktivitas kritis dengan biaya percepatan terkecil menjadi strategi penting untuk memastikan efisiensi percepatan tanpa membebani anggaran proyek.

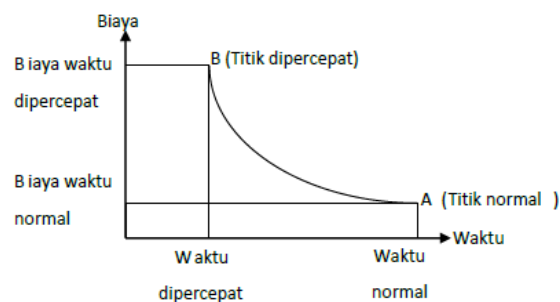
2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak terkait langsung dengan konstruksi tetapi diperlukan dalam proyek, seperti overhead, pengawasan, administrasi, jasa konsultan, dan bunga pinjaman (Hartanto, 2022). Biaya ini mendukung operasional proyek secara keseluruhan dan sulit dikaitkan dengan aktivitas spesifik. Besarnya biaya tidak langsung bergantung pada durasi proyek, sehingga percepatan waktu dapat menguranginya, menjadikan pengelolaan waktu yang baik tidak hanya meningkatkan efisiensi jadwal tetapi juga mengurangi pengeluaran proyek.

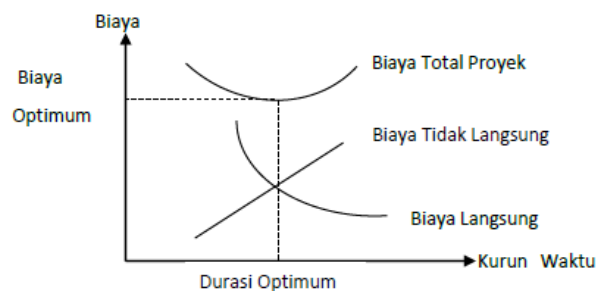
3.4 Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek merupakan hasil dari penjumlahan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung. Besarnya biaya total proyek sangat dipengaruhi oleh durasi penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dan waktu dapat digambarkan melalui kurva waktu-biaya, di mana titik A mewakili kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi percepatan. Kurva ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan jam lembur, semakin cepat proyek dapat diselesaikan. Namun, percepatan tersebut menyebabkan biaya tambahan yang lebih besar.

Selain itu, grafik pada Gambar 3.6 memperlihatkan hubungan antara biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total proyek. Grafik tersebut menunjukkan bahwa biaya total proyek yang paling optimal dapat dicapai dengan mencari titik di mana total biaya proyek berada pada nilai terkecil.



Gambar 3. 5 Grafik hubungan waktu dengan biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan
(Sumber : (Andi Ahmad Raga, 2023))



Gambar 3. 6 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung
(Sumber : (Andi Ahmad Raga, 2023))

3.4.1 Biaya Tambahan Pekerja

Penambahan jam kerja pada proyek meningkatkan biaya tenaga kerja di luar anggaran normal. Berdasarkan UU Cipta Kerja 2023, khususnya pada Pasal 78, yang mengatur ketentuan durasi lembur. Kemudian terdapat Peraturan Pemerintah (PP) No 35 tahun 2021, khususnya pada Pasal 21 ayat 2 yang mengatur perhitungan upahnya, pekerja berhak menerima upah lembur 1,5 kali lipat untuk jam kerja tambahan pertama dan 2 kali lipat untuk jam kerja berikutnya. Kebijakan ini bertujuan memberikan kompensasi adil kepada pekerja dan menjaga produktivitas. Penambahan jam kerja harus dikelola dengan baik untuk menghindari pembengkakan biaya proyek. Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja akibat jam lembur dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal upah pekerja per hari

$$\text{Upah Normal} = \frac{\text{Produktivitas Harian} \times \text{Harga satuan upah}}{\text{Kerja}} \quad (3.1)$$

2. Normal ongkos pekerja per jam

$$\text{Normal ongkos} = \frac{\text{produktivitas per jam} \times \text{harga satuan upah}}{\text{pekerja}} \quad (3.2)$$

3. Biaya lembur pekerja

$$\begin{aligned} \text{Biaya Lembur Pekerja} &= 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk jam kerja} \\ &\quad \text{lembur pertama} + 2n \times \text{upah sejam} \\ &\quad \text{normal untuk jam kerja lembur} \\ &\quad \text{berikutnya} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Dengan,

n = jumlah penambahan jam kerja berikutnya

4. *Crash Cost* Pekerja per Hari

$$\text{Crash Cost} = \text{normal ongkos harian} + \text{biaya lembur pekerja} \quad (3.4)$$

Pekerja Setiap

Hari

$$\text{Crash cost total} = \text{Crash cost per hari} \times \text{Crash duration} \quad (3.5)$$

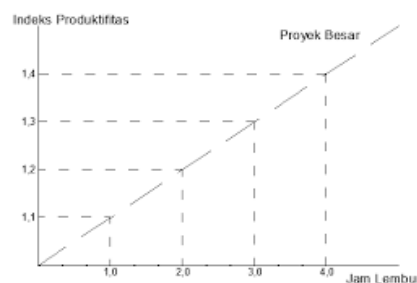
5. Menghitung *Cost Slope*

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost Harian}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (3.6)$$

3.4.2 Biaya Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Strategi penambahan jam lembur untuk mempercepat penyelesaian proyek sering diterapkan karena memungkinkan pemanfaatan sumber daya yang ada tanpa memerlukan tenaga kerja tambahan, dengan biaya yang lebih efisien. Waktu kerja normal biasanya 8 jam per hari, dan lembur dapat dilakukan hingga 4 jam setelah jam kerja normal. Namun, penambahan jam lembur dapat menyebabkan penurunan produktivitas pekerja karena kelelahan, yang dapat mempengaruhi efisiensi dan kualitas pekerjaan. Oleh karena itu, manajer proyek perlu mengelola waktu lembur dengan bijaksana untuk memastikan keseimbangan antara percepatan proyek dan kondisi kerja yang layak.

Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam lembur dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Grafik indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam lembur

(Sumber: (Andi Ahmad Raga, 2023))

Perhitungan penurunan produktivitas akibat kerja lembur untuk 1 jam adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Selisih Indeks Produktivitas} &= 1,1 - 1 \\ &= 0,1\end{aligned}\quad (3.7)$$

Di mana dapat dihitung selisih nilai indeks produktivitas sebesar 0,1 dalam setiap jam.

Perhitungan untuk lembur 1 jam adalah :

$$\text{Penurunan Prestasi Kerja} = 0,1 \times 1 \text{ jam} = 0,1/\text{jam} \quad (3.8)$$

$$\text{Presentase Penurunan} = 0,1 \times 100\% = 10\%$$

Koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur selama 1 jam :

$$\begin{aligned}&= 100\% - 10\% \\ &= 90\%\end{aligned}$$

Untuk selanjutnya koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur dapat dilihat pada Table 3.1

Tabel 3. 1 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini :

a. Produktivitas harian

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Kegiatan}} \quad (3.9)$$

b. Produktivitas tiap jam

$$\text{Produktivitas Tiap Jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \quad (3.10)$$

c. Produktivitas harian sesudah *Crash*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian} &= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap} \\ \text{sesudah } \textit{Crash} &\quad \text{jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam}) \end{aligned} \quad (3.11)$$

Dengan :

a = lama penambahan jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

d. *Crash duration*

$$\textit{Crash duration} = \frac{\textit{Volume}}{\textit{Produktivitas Harian sesudah crash}} \quad (3.12)$$

e. Menghitung biaya tambahan pekerja

Berdasarkan ketentuan dalam Undang-Undang Cipta Kerja Tahun 2023, khususnya Pasal 78, serta Peraturan Pemerintah (PP) No. 35 Tahun 2021 Pasal 21 ayat (2), diatur bahwa pelaksanaan kerja lembur memiliki batasan waktu dan penghitungan kompensasi yang jelas. Adapun waktu kerja lembur hanya diperbolehkan maksimal 4 (empat) jam dalam satu hari dan 18 (delapan belas) jam dalam satu minggu, guna menjaga kesehatan dan produktivitas pekerja. Untuk penghitungan upah lembur, ditetapkan bahwa besaran upah dihitung berdasarkan penggandaan dari upah per jam normal, yaitu 1,5 kali upah sejam untuk jam lembur pertama, dan 2 kali upah sejam untuk setiap jam lembur berikutnya. Ketentuan ini ditujukan agar pekerja tetap mendapatkan kompensasi yang adil atas waktu kerja tambahan di luar jam kerja normal, serta untuk mengatur praktik lembur secara proporsional sesuai dengan prinsip perlindungan ketenagakerjaan.

Ketentuan ini menjadi dasar dalam menghitung biaya tambahan tenaga kerja akibat penambahan waktu kerja. Perhitungan biaya lembur dapat dirumuskan secara sistematis untuk memastikan bahwa kompensasi tambahan yang diberikan

sesuai dengan regulasi yang berlaku, sekaligus menjaga keadilan dan kesejahteraan bagi para pekerja. Adapun perhitungan biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut:

6. Normal ongkos pekerja per hari

$$\text{Ongkos Normal} = \frac{\text{Produktivitas Harian} \times \text{Harga Satuan Upah Kerja}}{\text{}} \quad (3.13)$$

7. Normal ongkos pekerja per jam

$$\text{Normal ongkos} = \frac{\text{produktivitas per jam} \times \text{harga satuan upah pekerja}}{\text{}} \quad (3.14)$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Lembur Pekerja} = & 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk jam kerja lembur pertama} + 2n \times \text{upah} \\ & \text{sejam normal untuk jam kerja} \\ & \text{lembur berikutnya} \end{aligned} \quad (3.15)$$

n = jumlah penambahan jam kerja berikutnya

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost Pekerja} = & \text{normal ongkos harian} + \text{biaya} \\ \text{Setiap Hari} & \text{lembur pekerja} \end{aligned} \quad (3.16)$$

$$\text{Crash cost total} = \text{Crash cost per hari} \times \text{Crash duration} \quad (3.17)$$

8. Menghitung *Cost Slope*

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost Harian}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (3.18)$$

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

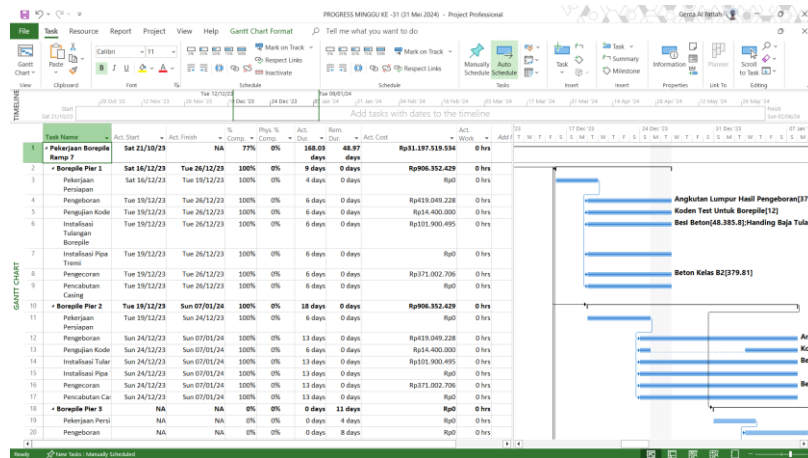
D Dalam perencanaan proyek, biaya harus dikendalikan secara optimal dengan mempertimbangkan hubungan antara durasi dan pengeluaran. Ketika

proyek perlu dipercepat, manajemen harus menerapkan analisis *Time Cost Trade Off* untuk mencari solusi percepatan dengan biaya minimal. Percepatan proyek dapat meningkatkan biaya langsung namun mengurangi biaya tidak langsung, sehingga metode *Crashing* seperti penambahan jam kerja, tenaga kerja, pergantian atau penambahan peralatan, pemilihan tenaga kerja terampil, serta penggunaan metode konstruksi yang efektif dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan anggaran proyek.

3.6 Program Microsoft Project

Microsoft Project merupakan aplikasi yang mendukung perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan proyek, khususnya dalam konstruksi jangka panjang. Aplikasi ini memungkinkan pengendalian waktu dan biaya dengan mengolah data tenaga kerja, material, dan peralatan untuk mendukung pengambilan keputusan. Microsoft Project mendukung metode manajemen proyek seperti CPM, PERT, dan *Gantt Chart* serta membantu mengidentifikasi lintasan kritis, mengalokasikan sumber daya, mengendalikan biaya, memantau progres, dan memodifikasi jadwal jika terjadi perubahan. Dengan fitur pelaporan dan analisis *real time*, aplikasi ini meningkatkan efisiensi dan produktivitas proyek. Penyusunan jadwal dalam Microsoft Project mencakup kegiatan, durasi pekerjaan, ketergantungan antar kegiatan, serta sumber daya yang diperlukan agar proyek berjalan efektif.

Microsoft Project juga memiliki berbagai tampilan layar. Secara *default*, saat file baru dibuka, tampilan yang muncul adalah *Gantt Chart View*. Contoh tampilan *Gantt Chart View* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Tampilan *Gantt Chart Ms Project*
(Sumber : Dokumen Perusahaan 2024)

Dalam Microsoft Project, terdapat beberapa komponen penting yang digunakan untuk mengelola proyek, yaitu:

1. *Task* – Merupakan lembar kerja yang berisi rincian pekerjaan dari suatu proyek.
2. *Duration* – Menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
3. *Start* – Merupakan tanggal mulai dimulainya suatu pekerjaan.
4. *Finish* – Merupakan tanggal akhir dari suatu pekerjaan, yang dihitung secara otomatis berdasarkan tanggal mulai (*start*) ditambah dengan durasi (*duration*).
5. *Predecessor* – Menunjukkan hubungan antar pekerjaan, dengan empat jenis hubungan yang dikenal dalam Microsoft Project, yaitu:
 - a. *FS (Finish to Start)* – Pekerjaan baru dapat dimulai setelah pekerjaan sebelumnya selesai.
 - b. *FF (Finish to Finish)* – Pekerjaan harus selesai bersamaan dengan pekerjaan lainnya.
 - c. *SS (Start to Start)* – Pekerjaan harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.
 - d. *SF (Start to Finish)* – Pekerjaan baru dapat selesai setelah pekerjaan lain dimulai.

6. *Resources* – Merujuk pada sumber daya yang digunakan dalam proyek, baik itu sumber daya manusia maupun material.
7. *Baseline* – Merupakan rencana yang telah disetujui dan ditetapkan, baik terkait jadwal maupun biaya.
8. *Gantt Chart* – Tampilan grafis yang menggambarkan pekerjaan dalam bentuk batang horizontal beserta durasinya.
9. *Tracking* – proses pencatatan data lapangan yang diinput ke dalam perencanaan yang telah dibuat sebelumnya.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas metode penelitian, yakni langkah-langkah yang ditempuh peneliti dalam melaksanakan penelitian. Seperti dijelaskan dalam Bab I, penelitian ini bersifat analitis dengan fokus pada optimalisasi biaya dan waktu proyek melalui penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Biaya percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) akan dibandingkan dengan biaya penambahan tenaga kerja untuk menentukan metode yang lebih menguntungkan dan optimal.

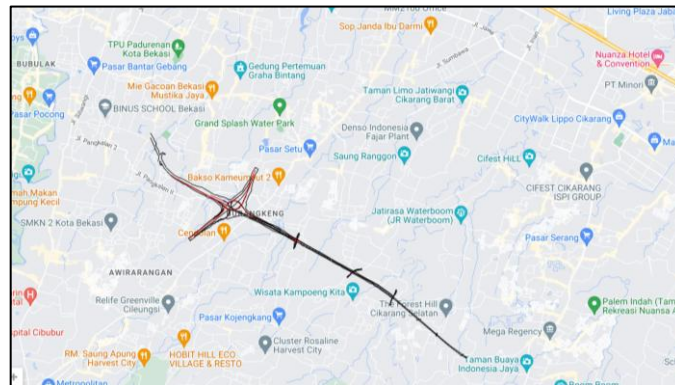
Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung potensi biaya yang muncul serta menentukan durasi optimal untuk percepatan proyek, sehingga dapat menjadi referensi dan pertimbangan bagi kontraktor yang mempertimbangkan percepatan. Mengetahui item-item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis yang dapat dilakukan percepatan. Selanjutnya mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat percepatan durasi proyek tersebut.

4.2 Lokasi Penelitian

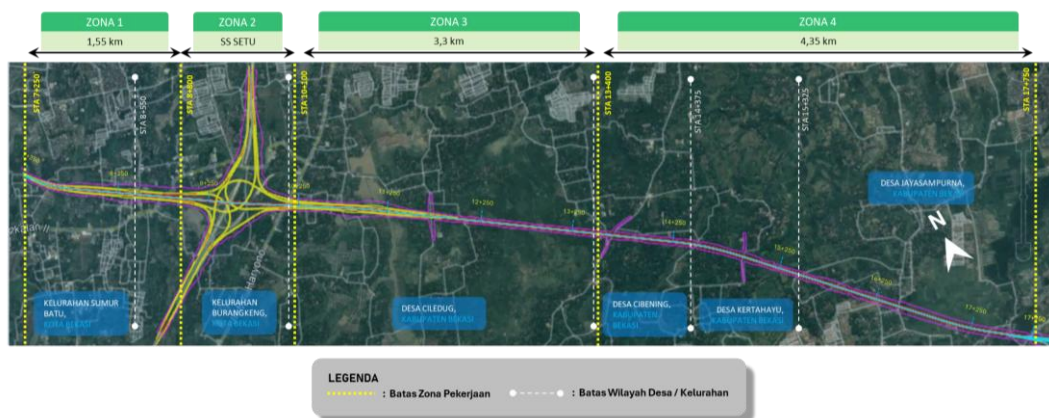
Lokasi pelaksanaan penelitian dilakukan pada *Direct Keet* Japek 2 Selatan Paket 2A, Gg. Asem, Cileduk, Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Lokasi proyek, denah *site office* sementara dapat dilihat pada gambar – gambar berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Direksi Keet Japek 2 Selatan Paket 2A
(Sumber : Google Earth Pro, 2024)



Gambar 4. 2 Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II
Selatan Paket II A
(Sumber : Dokumen Perusahaan, 2023)



Gambar 4. 3 Pembagian Lokasi Pekerjaan
(Sumber : Dokumen Perusahaan 2023)

4.3 Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah proyek pembangunan jalan tol Jakarta – Cikampek II selatan paket IIA. Sedangkan subjek dalam penelitian ini adalah menerapkan metode *time cost trade off* pada percepatan durasi proyek dengan alternatif, yaitu penambahan tenaga kerja dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Jakarta – Cikampek II selatan paket IIA.

4.4 Metode Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus pada proyek pembangunan jalan tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket II A. Data utama berasal dari kontraktor, meliputi RAB, kurva S, *master scheduling*, serta rencana dan realisasi proyek. Analisis difokuskan pada perbandingan jadwal dan anggaran dengan skenario percepatan melalui penambahan jam kerja (lembur) dan tenaga kerja untuk mengevaluasi biaya, efektivitas, dan efisiensi proyek. Data pendukung dari sumber internal dan eksternal juga digunakan untuk menunjang analisis. Penelitian ini akan menggunakan data sekunder yang sudah tersedia, yang diperoleh dari proyek terkait. Data sekunder ini mencakup beberapa informasi penting sebagai berikut.

1. Kurva S

Kurva S, yang berisi data progress kumulatif, digunakan sebagai variabel waktu untuk mengetahui waktu penyelesaian proyek dan durasi masing-masing aktivitas. Selain itu, kurva ini juga berfungsi sebagai acuan untuk menentukan durasi normal (*normal duration*) proyek.

2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

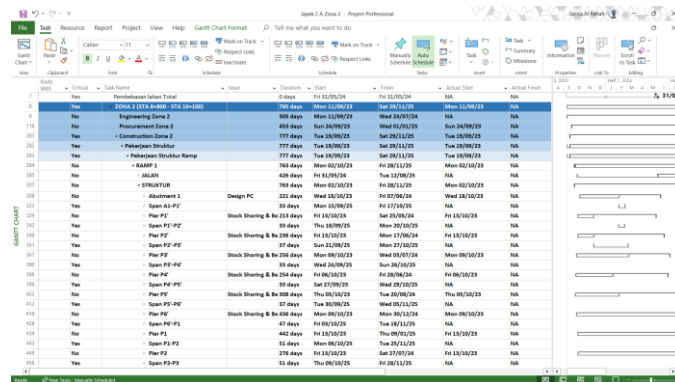
RAB merupakan data yang diperlukan sebagai variabel biaya dan digunakan untuk menentukan biaya normal (*normal cost*) proyek.

3. Daftar Harga Satuan Pekerjaan DKI Jakarta 2024

Data ini berisi harga satuan upah yang ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi DKI Jakarta, yang diperlukan untuk menghitung biaya tenaga kerja.

4. Master Schedule

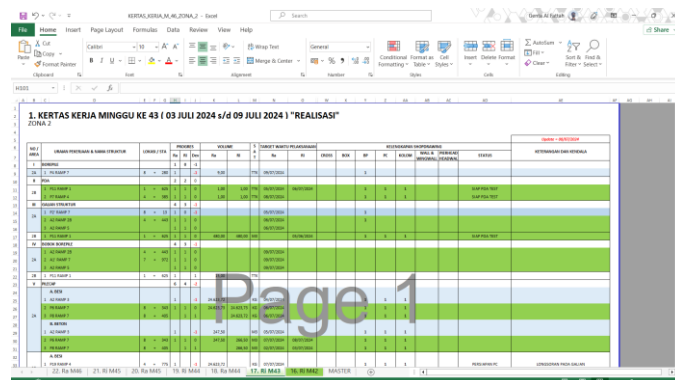
Data ini berupa gambaran umum dan terperinci mengenai seluruh rencana kegiatan proyek, termasuk urutan, durasi, dan waktu penyelesaian setiap aktivitas. *Master schedule* ini digunakan sebagai acuan untuk mengelola waktu dan sumber daya, memastikan proyek berjalan sesuai dengan rencana, dan membantu dalam pengawasan terhadap progres proyek.



Gambar 4. 4 *Master schedule* Proyek
(Sumber: Dokumen Perusahaan, 2023)

5. Laporan Mingguan

Laporan mingguan yang berupa rencana dan *realisasi* pekerjaan mingguan yang digunakan untuk mencatat kemajuan proyek dan jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.



Gambar 4. 5 Kertas Kerja Mingguan Rencana dan Realisasi Proyek
(Sumber: Dokumen Proyek, 2024)

4.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menyusun jaringan kerja menggunakan Microsoft Project untuk menentukan jalur kritis. Setelah jalur kritis teridentifikasi, dilakukan *Crashing* pada kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis tersebut. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.5.1 Menyusun Jaringan Kerja dengan Microsoft Project

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket IIA, mencakup RAB, analisis harga satuan *Borepile*, dan *master scheduling*, dengan jaringan kerja yang disusun menggunakan Microsoft Project. Durasi normal proyek ditentukan berdasarkan tenaga kerja, produktivitas harian, serta faktor seperti jenis pekerjaan, volume konstruksi, keahlian tenaga kerja, kapasitas peralatan, dan kondisi lingkungan guna memastikan efisiensi proyek.

Jaringan kerja dirancang menggunakan Metode Diagram Preseden dengan empat jenis konstrain yang menggambarkan keterkaitan antar kegiatan, yaitu *Start to Start* (SS) di mana suatu kegiatan dapat dimulai jika pendahulunya telah dimulai, *Start to Finish* (SF) di mana suatu kegiatan selesai jika kegiatan lain telah dimulai, *Finish to Finish* (FF) yang mensyaratkan penyelesaian suatu kegiatan setelah pendahulunya selesai, dan *Finish to Start* (FS) di mana suatu kegiatan baru dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Konstrain ini memastikan alur kerja proyek berjalan logis dan efisien.

4.5.2 *Crash Cost* Pekerja, *Crash Cost* Total, dan *Cost Slope*

Crash cost pekerja adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dalam waktu tercepat (*Crash duration*) dengan menambah tenaga kerja. Perhitungan dilakukan dengan menentukan harga satuan upah, menghitung produktivitas harian dan per jam, serta menghitung total *Crash cost*. Analisis ini hanya diterapkan pada aktivitas jalur kritis yang mempengaruhi durasi proyek. Setelah itu, *cost slope* dihitung untuk menentukan peningkatan biaya langsung

akibat percepatan waktu, sehingga dapat dianalisis sejauh mana penambahan biaya memengaruhi durasi proyek.

4.5.3 Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

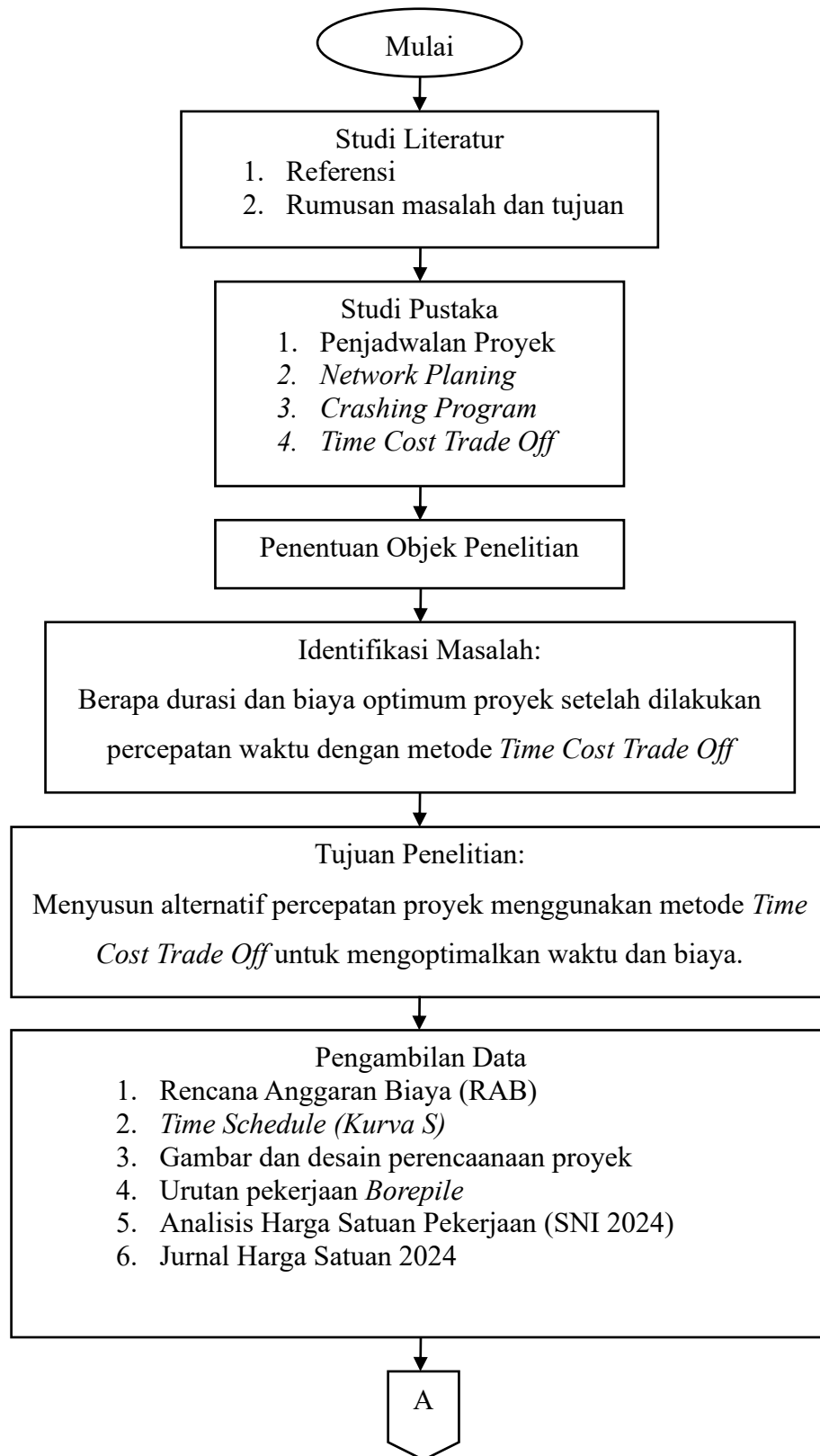
Setelah menghitung *cost slope* untuk setiap aktivitas, dilakukan kompresi durasi proyek dengan memprioritaskan aktivitas pada lintasan kritis yang memiliki *cost slope* terendah agar percepatan lebih efisien. Proses ini dilakukan secara bertahap hingga diperoleh kombinasi percepatan optimal dengan biaya total seminimal mungkin, sehingga proyek dapat selesai lebih cepat tanpa melebihi anggaran yang telah ditetapkan.

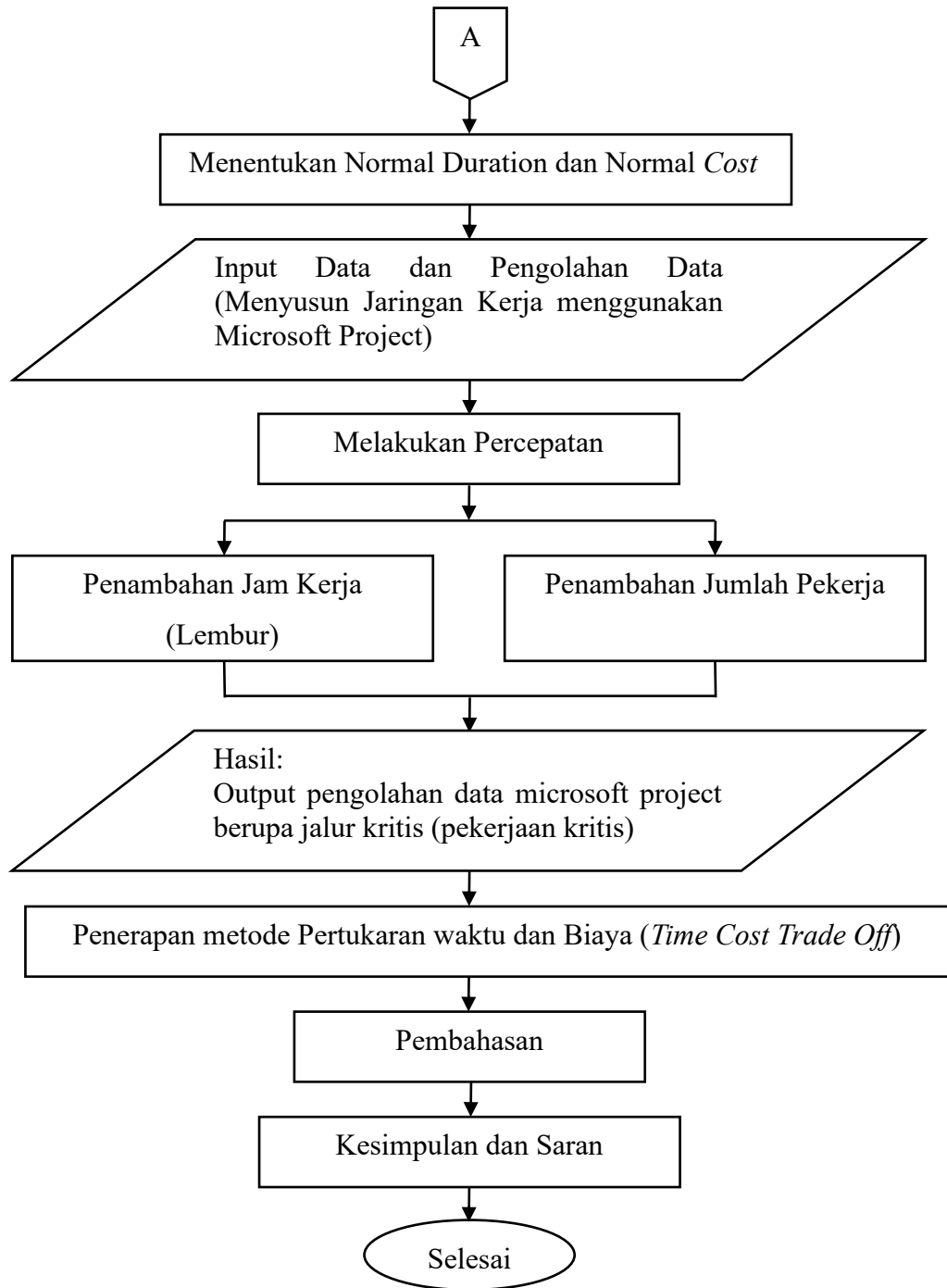
4.6 Tata Urutan Pekerjaan

Tata urutan dan Langkah kerja dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi objek yang akan diteliti, dalam penelitian ini objek yang digunakan adalah pembangunan jalan tol Jakarta – Cikampek II selatan paket II A.
2. Melakukan pengumpulan data berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan kurva S pada studi kasus proyek pembangunan jalan tol Jakarta – Cikampek II selatan paket II A.
3. Melakukan studi literatur yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian.
4. Menganalisis data yang diperoleh untuk melakukan perhitungan ulang menggunakan skenario *Crashing* dengan menambahkan jam kerja lembur dan menambahkan tenaga kerja.
5. Melakukan perhitungan ulang terhadap RAB untuk pekerjaan yang dipercepat.
6. Analisa perbandingan biaya proyek dengan penambahan jam kerja lembur dengan penambahan tenaga kerja.

7. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir (*Flow Chart*)





Gambar 4. 6 Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan menganalisis dan membahas bagaimana penerapan metode *time cost trade off* untuk mempercepat durasi pekerjaan pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam. Pada penelitian ini akan menggunakan 2 alternatif percepatan yaitu dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Dari 2 alternatif tersebut akan dicari alternatif mana yang lebih efektif untuk melakukan percepatan. Jika proyek mengalami keterlambatan, percepatan ini bisa dijadikan alternatif agar proyek bisa berjalan sesuai dengan rencana awal.

5.2 Data Proyek

5.2.1 Data Umum Proyek

Nama Proyek	: Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam
Lokasi Proyek	: Kelurahan Sumurbatu, Kota Bekasi – Desa Sukaragam, Kab, Bekasi, Provinsi Jawa Barat
Pemilik Proyek	: PT Jasamarga Japek Selatan
Konsultan Pengawas Proyek	: PT Mitrapasific Consulindo Internasional
Sumber Dana	: RKAP PT Jasamarga Japek Selatan
Tanggal SPMK	: 14 September 2023
Jenis Kontrak	: <i>Unit Price</i>
Sistem Pembayaran	: <i>Monthly</i> (Bulanan)
Waktu Pelaksanaan Proyek	: 548 Hari Kalender

Waktu Pemeliharaan	: 1095 Hari Kalender
Nilai Kontrak	: Rp 3.998.913.288.000, - (Termasuk PPN)
Retensi	: $5\% \times \text{Harga Kontrak}$ yaitu senilai Rp 199.945.664.400, -
Uang Muka	: $10\% \times \text{Harga Kontrak}$ yaitu senilai Rp 399.891.328.800, -
Jangka Waktu Pembayaran Termin	: Selambat – lambatnnya 60 hari sejak tagihan diterima dan dietujui pengguna Jasa.
Kontraktor	: WIK-PP-KMK-HKI-KMK KSO

5.2.1 Data Proyek Untuk Analisis

Data proyek yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam. Data tersebut kemudian dianalisis kembali untuk memperoleh waktu pelaksanaan dan biaya yang lebih optimal setelah dilakukan percepatan. Berikut ini merupakan data-data yang diperlukan dalam proses penelitian ini.

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan dokumen perencanaan yang memuat perhitungan kebutuhan biaya secara menyeluruh, meliputi biaya material, peralatan, tenaga kerja, serta biaya tidak langsung lainnya yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek konstruksi. Dalam proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam, total nilai RAB mencapai Rp 3.998.913.288.000,- (Tiga triliun sembilan ratus sembilan puluh delapan miliar sembilan ratus tiga belas juta dua ratus delapan puluh delapan ribu rupiah). Secara khusus, pekerjaan *Borepile* pada *Ramp 7* memiliki alokasi anggaran sebesar Rp 53.240.550.000,- (lima puluh tiga miliar dua ratus empat puluh juta lima ratus lima puluh ribu rupiah). Untuk mendukung proses analisis percepatan waktu dan optimasi biaya, data RAB telah direkapitulasi dalam bentuk tabel. Rekapitulasi lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan ringkasan RAB ditampilkan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 1	Rp 1.164.796.019,83
2	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 2	Rp 1.164.796.019,83
3	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 3	Rp 1.164.796.019,83
4	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 4	Rp 1.164.796.019,83
5	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 5	Rp 1.164.796.019,83
6	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 6	Rp 1.164.796.019,83
7	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 7	Rp 1.164.796.019,83
8	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 8	Rp 1.164.796.019,83
9	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 9	Rp 1.358.928.689,80
10	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 10	Rp 1.624.750.958,84
11	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 11	Rp 1.624.750.958,84
12	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 12	Rp 1.164.796.019,83
13	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 13	Rp 1.164.796.019,83
14	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 14	Rp 1.164.796.019,83
15	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 15	Rp 1.164.796.019,83
16	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 16	Rp 1.164.796.019,83
17	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 17	Rp 1.164.796.019,83
18	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 18	Rp 1.164.796.019,83
19	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 19	Rp 1.164.796.019,83
20	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 20	Rp 1.164.796.019,83
21	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 21	Rp 1.218.562.957,99
22	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 22	Rp 1.639.445.483,02
23	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 23	Rp 1.164.796.019,83
24	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 24	Rp 1.164.796.019,83
25	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 25	Rp 1.133.176.704,31
26	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 26	Rp 1.586.448.262,27
27	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 27	Rp 1.624.750.610,65
28	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 28	Rp 1.624.750.610,65

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
29	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 29	Rp 1.133.176.704,31
30	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 30	Rp 1.133.176.704,31
31	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 31	Rp 1.133.175.398,59
32	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 32	Rp 1.133.176.704,31
33	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 33	Rp 2.032.948.832,64
34	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 34	Rp 2.032.948.832,64
35	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 35	Rp 2.964.717.047,60
Jumlah Total		Rp 47.130.009.837,45
PPN 12%		Rp 5.655.601.200
Jumlah Total + PPN		Rp 52.785.611.200
Pembulatan		Rp 52.785.620.000

(Sumber : Dokumen Perusahaan, 2023)

2. *Time Schedule* (Kurva S)

Time schedule digunakan untuk menggambarkan rencana durasi penyelesaian dari masing-masing jenis pekerjaan yang terdapat dalam proyek. Dengan adanya *time schedule*, maka proses pengendalian dan pemantauan pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan secara lebih terstruktur, sehingga dapat diketahui kemajuan aktual pekerjaan dibandingkan dengan jadwal yang telah direncanakan. Dalam penelitian ini, *time schedule* digunakan untuk mengetahui urutan pelaksanaan pekerjaan *Borepile* pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam, serta untuk melihat efektivitas pelaksanaan pekerjaan setelah dilakukan percepatan waktu. Sementara itu, kurva S lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2 dan diagram batang (*bar chart*) perencanaan dapat dilihat pada Lampiran 3.

3. Gambar dan Desain Perencanaan Proyek

Gambar dan desain perencanaan proyek merupakan dokumen penting yang menjadi acuan dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan. Dalam proyek

pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu–Sukaragam, gambar perencanaan memuat detail pekerjaan *Borepile Ramp 7*, seperti *layout* lokasi *Borepile*, penempatan *pier*, detail kedalaman dan diameter *Borepile*, konfigurasi tulangan, serta metode pelaksanaan pengecoran menggunakan tremie. Gambar teknis ini disusun oleh konsultan perencana dan digunakan untuk menghitung volume pekerjaan, menyusun urutan pelaksanaan, serta memastikan kesesuaian dengan spesifikasi teknis proyek. Keberadaan gambar perencanaan yang jelas sangat penting dalam menjamin kelancaran pelaksanaan di lapangan dan menjadi dasar dalam penyusunan *time schedule* serta estimasi biaya.

4. Urutan pekerjaan *Borepile*

Urutan pekerjaan proyek merupakan susunan logis dari aktivitas-aktivitas konstruksi yang harus dilakukan secara berurutan sesuai dengan metode pelaksanaan teknis. Pada pekerjaan *Borepile Ramp 7*, urutan pelaksanaan dimulai dari mobilisasi alat dan persiapan lokasi, dilanjutkan dengan *staking out* titik *Borepile*, kemudian dilakukan pengeboran dengan *bore machine* sesuai kedalaman rencana. Setelah pengeboran selesai, dilakukan pengujian koden dan pemasangan casing, diikuti oleh pemasangan rangka tulangan baja. Selanjutnya dilakukan pengecoran beton dengan metode tremie, dan pekerjaan diakhiri dengan pencabutan casing serta pembersihan lokasi. Urutan ini mengikuti pedoman pelaksanaan dari Direktorat Jenderal Bina Konstruksi dan SNI 8460:2017 tentang tata cara pelaksanaan pondasi tiang bor. Penyusunan urutan pekerjaan ini sangat penting sebagai dasar penjadwalan dan identifikasi jalur kritis.

5. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (SNI 2024)

Analisis harga satuan pekerjaan dilakukan untuk mengetahui estimasi biaya dari setiap item pekerjaan berdasarkan volume dan satuan pelaksanaan. Dalam penelitian ini, analisis harga satuan disusun berdasarkan pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang berlaku dalam SNI Tahun 2024. Pekerjaan yang dianalisis meliputi pengeboran *Borepile*, pemasangan tulangan, pengecoran beton, dan pencabutan casing. Perhitungan dilakukan

berdasarkan koefisien kebutuhan material, tenaga kerja, dan alat yang disesuaikan dengan kondisi proyek. Harga satuan masing-masing elemen dikalikan dengan volume pekerjaan untuk memperoleh total biaya tiap item. Hasil analisis ini menjadi bagian dari penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan digunakan sebagai acuan dalam evaluasi percepatan proyek melalui metode *Time Cost Trade Off*.

6. Jurnal Harga Satuan 2024

Jurnal harga satuan Tahun 2024 merupakan dokumen referensi resmi yang digunakan untuk memperoleh data harga terbaru dari berbagai item pekerjaan konstruksi, termasuk bahan bangunan, upah tenaga kerja, dan biaya penggunaan alat. Dalam penelitian ini, jurnal harga satuan yang digunakan mengacu pada publikasi resmi Kementerian PUPR serta sumber data lokal dari wilayah sekitar lokasi proyek. Jurnal ini berfungsi untuk memastikan bahwa harga yang digunakan dalam analisis biaya mencerminkan kondisi pasar aktual tahun 2024. Informasi harga dari jurnal ini menjadi bagian integral dari perhitungan harga satuan dan sangat berpengaruh terhadap akurasi estimasi biaya proyek. Oleh karena itu, penggunaan jurnal harga satuan yang terbaru dan relevan sangat penting untuk menghasilkan perhitungan anggaran yang realistis.

5.3 Analisis Data

Pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam, rencana durasi pelaksanaan pekerjaan *Borepile Ramp 7* ditetapkan selama 31 minggu atau setara dengan 217 hari kalender. Periode pelaksanaan dimulai pada tanggal 9 Desember 2023 dan direncanakan selesai pada tanggal 31 Mei 2024. Rencana durasi pekerjaan *Borepile* proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam dapat dilihat pada tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Durasi Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Waktu (hari)
1	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 1	11
2	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 2	11
3	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 3	11
4	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 4	11
5	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 5	11
6	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 6	10
7	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 7	11
8	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 8	11
9	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 9	12
10	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 10	13
11	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 11	13
12	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 12	11
13	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 13	11
14	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 14	11
15	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 15	11
16	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 16	11
17	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 17	11
18	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 18	11
19	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 19	11
20	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 20	11
21	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 21	12
22	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 22	13
23	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 23	11
24	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 24	11
25	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 25	11
26	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 26	11
27	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 27	13
28	Pekerjaan <i>Borepile Ramp</i> 7 Pier 28	13

Lanjutan Tabel 5. 2 Durasi Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Waktu (hari)
29	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 29	11
30	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 30	11
31	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 31	11
32	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 32	11
33	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 33	11
34	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 34	11
35	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7</i> Pier 35	11

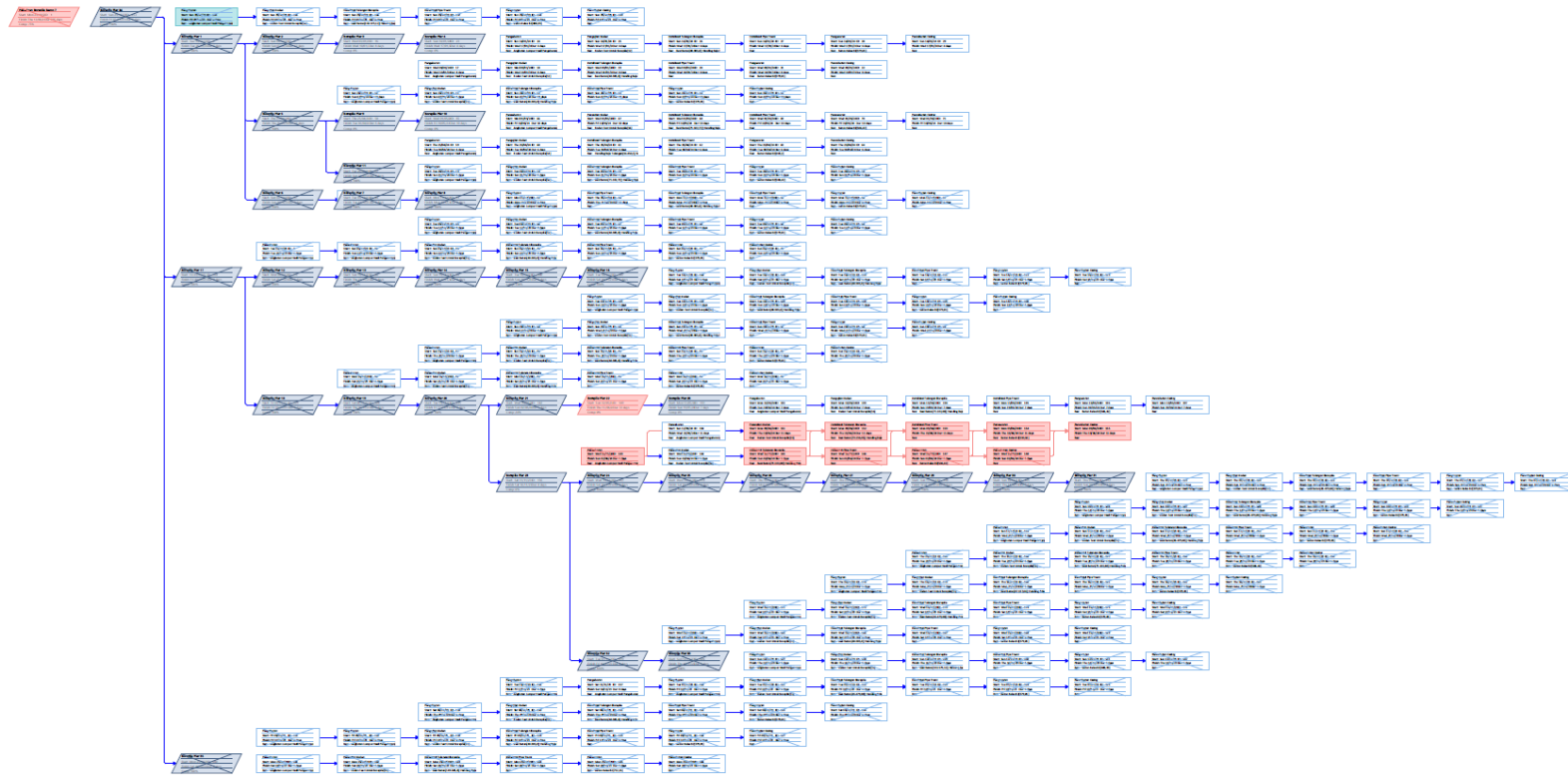
(Sumber : Dokumen Perusahaan, 2023)

5.3.1 Menyusun Diagram Jaringan Kerja Menggunakan *Microsoft Project*

Diagram jaringan kerja (*network diagram*) merupakan salah satu alat manajemen proyek yang digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas, hubungan antar pekerjaan, serta mengidentifikasi lintasan kritis (*critical path*) dalam pelaksanaan proyek. Diagram ini menjadi bagian penting dalam pengendalian waktu proyek karena dapat menunjukkan aktivitas mana yang memiliki kelonggaran (*float*) dan mana yang tidak (kritis).

Pada penelitian ini, penyusunan *network diagram* dibantu dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Project guna mempercepat proses visualisasi dan perhitungan lintasan kritis. Penyusunan jaringan kerja didasarkan pada data dari *time schedule* pekerjaan *Borepile Ramp 7* pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam.

Data input berupa daftar aktivitas, durasi, serta hubungan ketergantungan antar pekerjaan diolah dalam Microsoft Project untuk menghasilkan diagram jaringan kerja dalam bentuk diagram batang (*Gantt Chart*) dan diagram logika (*logic network*). Hasil penyusunan diagram jaringan kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1. Untuk tampilan diagram secara lebih rinci dan jelas, dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 5. 1 Hasil *Network Diagram* menggunakan *Software Microsoft Project*
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

5.3.2 Menentukan Lintasan Kritis

Lintasan kritis (*critical path*) merupakan rangkaian aktivitas dalam proyek yang memiliki total *float* (kelonggaran waktu) sebesar nol, sehingga keterlambatan satu aktivitas di dalamnya akan berdampak langsung pada keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berdasarkan hasil analisis *time schedule* pekerjaan *Borepile Ramp 7* menggunakan *Microsoft Project*, ditemukan bahwa beberapa aktivitas seperti *Pier 21* dan *Pier 22* berada pada lintasan kritis karena memiliki durasi panjang dan saling bergantung secara logis. Aktivitas-aktivitas ini perlu diawasi ketat agar proyek berjalan sesuai jadwal. Rincian pekerjaan yang termasuk lintasan kritis ditampilkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Pekerjaan yang Berada Pada Lintasan Kritis

No	Jenis Pekerjaan	Waktu (hari)
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	12
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
2	Pengujian Kodan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
5	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	13
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
2	Pengujian Kodan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
5	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.3 di atas ada 14 item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Pada penelitian ini item pekerjaan yang akan dianalisis dengan

penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan jumlah pekerja adalah pada pekerjaan *Borepile Ramp 7 Pier 21* dan *Pier 22*. Mengingat seluruh pekerjaan ini berada dalam lintasan kritis, maka setiap keterlambatan dapat berdampak langsung terhadap keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Detail pekerjaan *Borepile Ramp 7 Pier 21* dan *Pier 22* yang akan dilakukan analisis dapat dilihat pada Tabel 5.4 di bawah ini.

Tabel 5. 4 Pekerjaan *Borepile*

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Waktu (hari)
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			12
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
a	Pengeboran 1 <i>Borepile</i>	31,667	m ³	
b	Pengeboran 12 <i>Borepile</i>	380,280	m ³	
c	Polymer Slurry 1 <i>Borepile</i>	38,001	m ³	
d	Polymer Slurry 12 <i>Borepile</i>	456,009	m ³	
2	Pengujian Koden <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
a	Penulangan 1 <i>Borepile</i>	4.032,140	Kg	
b	Penulangan 16 <i>Borepile</i>	48.385,70	Kg	
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
5	Pengecoran 1 <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	31,124	m ³	
a	Pengecoran 12 <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	380,007	m ³	
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			

Lanjutan Tabel 5. 5 Pekerjaan *Borepile*

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Waktu (hari)
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			13
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
a	Pengeboran 1 <i>Borepile</i>	31,667	m ³	
b	Pengeboran 15 <i>Borepile</i>	522,509	m ³	
c	Polymer Slurry 1 <i>Borepile</i>	26,126	m ³	
d	Polymer Slurry 15 <i>Borepile</i>	391,882	m ³	
2	Pengujian Koden <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
a	Penulangan 1 <i>Borepile</i>	4740,194	Kg	
b	Penulangan 15 <i>Borepile</i>	71102,91	Kg	
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
5	Pengecoran 1 <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	31,667	m ³	
a	Pengecoran 15 <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	475,009	m ³	
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

5.3.3 Menentukan Biaya Proyek

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, biaya umumnya diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung mencakup seluruh pengeluaran yang secara langsung terkait dengan aktivitas fisik pelaksanaan konstruksi di lapangan. Sementara itu, biaya tidak langsung mencakup pengeluaran yang tidak berhubungan secara langsung dengan

pekerjaan konstruksi, namun tetap diperlukan guna mendukung kelancaran pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

1. Biaya Tidak Langsung

Berdasarkan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu–Sukaragam, tidak dicantumkan secara eksplisit nilai biaya tidak langsung pada pekerjaan struktur standar, termasuk pekerjaan bored pile. Hal ini dikarenakan biaya tidak langsung telah terakumulasi dalam total anggaran pekerjaan struktur secara keseluruhan, yaitu sebesar Rp 52.785.620.000,00. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pelaksana proyek, diketahui bahwa estimasi proporsi biaya tidak langsung pada proyek ini adalah sebesar 12% dari total biaya struktur. Berdasarkan asumsi tersebut, maka nilai biaya tidak langsung dapat dihitung sebesar Rp 5.655.601.200,00.

2. Biaya Langsung

Dari hasil perhitungan biaya tidak langsung di atas, maka nilai biaya langsungnya adalah sebesar Rp 47.130.010.000,00, yaitu total anggaran pekerjaan struktur standar dikurangi dengan nilai biaya tidak langsung yang telah diperoleh sebelumnya.

5.3.4 Melakukan Percepatan

Dalam upaya mengatasi keterlambatan dan mempercepat penyelesaian proyek konstruksi, penelitian ini melakukan percepatan dengan dua metode, yaitu penambahan jam kerja melalui mekanisme lembur dan peningkatan jumlah tenaga kerja. Kedua metode ini dipilih dengan mempertimbangkan efektivitas terhadap waktu pelaksanaan dan dampaknya terhadap biaya proyek.

5.3.4.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Pada proyek konstruksi ini, jam kerja normal yang diterapkan adalah selama 8 (delapan) jam per hari, dimulai dari pukul 08.00 hingga 16.00 WIB, dengan waktu istirahat selama 1 (satu) jam, yaitu pukul 12.00-13.00 WIB. Penambahan jam kerja atau kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal berakhir. Strategi lembur ini dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif

percepatan yang tidak memerlukan rekrutmen pekerja baru dalam jumlah besar, namun tetap memungkinkan peningkatan volume pekerjaan harian. Pelaksanaan kerja lembur merujuk pada regulasi pemerintah yang diatur dalam UU Cipta Kerja 2023, khususnya pada Pasal 78, yang mengatur ketentuan durasi lembur. Kemudian terdapat Peraturan Pemerintah (PP) No 35 tahun 2021, khususnya pada Pasal 21 ayat 2 yang mengatur perhitungan upahnya. Adapun ketentuan-ketentuan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari dan 18 (delapan belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- b. Besaran upah kerja lembur dihitung berdasarkan tingkat penggandaan dari upah per jam normal, dengan ketentuan untuk jam kerja lembur pertama sebesar 1,5 (satu koma lima) kali upah sejam dan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, sebesar 2 (dua) kali upah sejam.

Meskipun penambahan jam kerja melalui lembur dapat meningkatkan *output* pekerjaan harian, perlu diperhatikan bahwa produktivitas tenaga kerja cenderung mengalami penurunan selama jam lembur. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kelelahan fisik, penurunan konsentrasi, kondisi pencahayaan yang kurang optimal pada malam hari, serta faktor cuaca yang cenderung lebih dingin pada sore atau malam hari. Oleh karena itu, dalam perencanaan percepatan proyek, perlu dilakukan penyesuaian terhadap indeks produktivitas tenaga kerja saat lembur agar estimasi waktu dan biaya tetap realistis. Penurunan indeks produktivitas karena kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5. 6 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

(Sumber: Soeharto, 1997)

1) Menghitung *Crash Duration*

Dalam proses penentuan *Crash duration*, langkah awal yang perlu dilakukan adalah memastikan bahwa kebutuhan tenaga kerja untuk masing-masing aktivitas telah teridentifikasi dengan jelas. Informasi mengenai jumlah dan jenis tenaga kerja sangat penting karena kapasitas sumber daya manusia secara langsung memengaruhi produktivitas harian, produktivitas per jam, serta besarnya peningkatan output ketika pekerjaan dipercepat melalui penambahan jam lembur. Oleh sebab itu, sebelum menghitung produktivitas normal maupun produktivitas setelah percepatan, diperlukan daftar komposisi tenaga kerja yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Tabel berikut menyajikan kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan terkait sebagai acuan dalam menentukan nilai produktivitas dan durasi *Crash*.

Tabel 5. 7 Kebutuhan Tenaga Kerja di Lapangan Pekerjaan Borepile

Pekerja	Satuan	Jumlah
Operator <i>Hydraulic Drilling Rigs</i>	Org	1
Operator <i>Excavator</i>	Org	1
Supir <i>Dump Truck</i>	Org	1
<i>Safety Officer</i>	Org	1
Pelaksana	Org	1
QC tim	Org	1
Surveyor	Org	4
Pekerja lepas harian	Org	6
Total		16

(Sumber : Dokumen Proyek, 2023)

Tabel 5. 8 Kebutuhan Tenaga Kerja di Fabrikasi

Pekerja	Satuan	Jumlah
Tim Fabrikasi	Org	5
Total		5

(Sumber : Dokumen Proyek, 2023)

Pekerjaan Pembesian *Borepile* Pier 21 dengan penambahan jam kerja lembur 4 jam.

$$\text{Volume} = 48.385,70 \text{ kg}$$

$$\text{Durasi normal (hari)} = 7$$

$$\text{Durasi normal (jam)} = 7 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 56 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas normal (hari)} = \text{Volume} / (\text{Durasi Normal (hari)})$$

$$= 48.385,70 / 7$$

$$= 6912,24 \text{ kg/ hari}$$

$$\text{Produktivitas normal (jam)} = \text{Volume} / (\text{Durasi Normal (jam)})$$

$$= 48.385,70 / 56$$

$$= 987,463 \text{ kg/ jam}$$

$$\text{Crash Duration} = \text{Volume} / (\text{Produktivitas normal (hari)} + \text{Tambahan produktivitas efektif})$$

$$= 48.385,70 / (6912,243 + (5 (\text{jumlah pekerja fabrikasi}) \times 987,463 \times 0,6))$$

$$= 4,900 \approx 5 \text{ hari}$$

$$\text{Maka maksimal dilakukan percepatan} = \text{Durasi normal} - \text{Crash duration}$$

$$= 7 - 4,900$$

$$= 2,100 \approx 2 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *Crash duration* pada pekerjaan pembesian *Borepile* Pier 21, percepatan dilakukan dengan menambahkan 4 jam kerja

lembur per hari. Mengacu pada Tabel 5.5, penambahan lembur selama 1 jam menyebabkan penurunan produktivitas sebesar 40%, sehingga produktivitas efektif turun menjadi 60% atau setara dengan koefisien efisiensi 0,6. Dengan mempertimbangkan kontribusi produktivitas dari 5 orang tenaga kerja, perhitungan menunjukkan bahwa *Crash duration* untuk pekerjaan ini adalah 4,90 hari, yang kemudian dibulatkan menjadi 5 hari kerja. Selisih antara durasi normal (7 hari) dan *Crash duration* tersebut adalah 4,90 hari, sehingga diperoleh percepatan sebesar 5 hari kerja. Dengan demikian, durasi total pekerjaan pembesian Borepile Pier 21 yang semula memerlukan 7 hari dapat dipersingkat menjadi 2 hari kerja. Percepatan ini dapat dicapai melalui penambahan 4 jam lembur setiap hari, dengan tetap memperhitungkan penurunan produktivitas tenaga kerja akibat kerja lembur. Perhitungan *Crash duration* untuk item pekerjaan lainnya disajikan pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Durasi Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja Lembur

No	Jenis Pekerjaan	Durasi	Crash Duration			
		Hari	1 jam	2 jam	3 jam	4jam
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	12 Hari				
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	5	1,636	1,768	1,923	2,108
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>					
2	Pengujian Koden <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>					
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	7	4,261	4,455	4,667	4,900
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	5	1,636	1,768	1,923	2,108
5	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>					
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 21</i>					
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	14 Hari				

Lanjutan Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Durasi Percepatan dengan Jam Kerja Lembur

No	Jenis Pekerjaan	Durasi	<i>Crash Duration</i> <i>Crashing</i>			
		Hari	1 jam	2 jam	3 jam	4jam
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 22	6	1, 963	2,121	2,308	2,530
a	Polymer Slurry Borepile					
2	Pengujian Koden Borepile Ramp 7 Pier 22					
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	8	4,870	5,091	5,333	5,600
4	Instalasi Pipa Tremi <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	6	1,963	2,121	2,308	2,530
5	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>					
6	Pencabutan <i>Casing Borepile Ramp 7 Pier 21</i>					

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

2) Menghitung Nilai *Crash Cost*

Crash cost merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan akibat adanya percepatan waktu. Melalui metode percepatan ini, maka biaya langsung untuk setiap item pekerjaan secara otomatis akan menjadi lebih besar dibandingkan dengan biaya normal sebelumnya. Berikut ini disajikan data upah pekerja yang digunakan dalam proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam sebagai dasar perhitungan *Crash cost*.

Tabel 5. 10 Harga Upah Pekerja

No	Pekerja	Harga
1	Mandor	Rp 34.978,65 / jam
2	Pekerja	Rp 29.026,20 / jam
3	Tukang	Rp 30.502,50 / jam

(Sumber : Dokumen Perusahaan, 2023)

Jadi biaya yang dibutuhkan untuk 2 jam lembur dalam 1 hari adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= (\text{Rp } 34.978,65 \times 1,5) + (\text{Rp } 34.978,65 \times 1 \times 2) \\
 &= \text{Rp } 122.425,28 \\
 \text{Pekerja} &= (\text{Rp } 29.026,20 \times 1,5) + (\text{Rp } 29.026,20 \times 1 \times 2) \\
 &= \text{Rp } 101.591,70 \\
 \text{Tukang} &= (\text{Rp } 30.502,50 \times 1,5) + (\text{Rp } 30.502,50 \times 1 \times 2) \\
 &= \text{Rp } 106.758,75
 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan upah lembur untuk item pekerjaan pengeboran *Borepile* pada *Borepile* pier 21 dengan durasi percepatan maksimal.

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Jumlah hari} \times \text{Biaya upah} \\
 &= (2 \times 1 \times \text{Rp } 122.425,28) \\
 &= \text{Rp } 244.850,55 \\
 \text{Pekerja} &= (8 \times 1 \times \text{Rp } 101.591,70) \\
 &= \text{Rp } 812.733,60 \\
 \text{Tukang} &= (6 \times 1 \times \text{Rp } 106.758,75) \\
 &= \text{Rp } 640.552,50 \\
 \text{Total biaya lembur} &= (\text{Rp } 244.850,55 + \text{Rp } 812.733,60 + \text{Rp } 640.552,50) \\
 &= \text{Rp } 1.698.136,65 \\
 \text{Biaya normal} &= \text{Rp } 11.056.221,56 \\
 \text{Biaya Percepatan} &= \text{Biaya normal} + \text{Total biaya lembur} \\
 &= (\text{Rp } 11.056.221,56 + \text{Rp } 1.698.136,65) \\
 &= \text{Rp } 12.754.358,21
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan biaya lembur untuk item pekerjaan pengeboran *Borepile Ramp 7 Pier 21*, penambahan waktu kerja selama 2 jam per hari dilakukan untuk mendukung percepatan pelaksanaan proyek. Perhitungan lembur ini mengacu pada ketentuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 tentang perjanjian kerja waktu tertentu, alih daya, waktu kerja dan waktu istirahat, serta pemutusan hubungan kerja, khususnya Pasal 21 ayat (2), yang menyatakan bahwa upah lembur diberikan sebesar 1,5 kali upah sejam untuk jam lembur pertama, dan 2 kali upah sejam untuk setiap jam lembur berikutnya. Dengan demikian, akumulasi upah lembur selama empat jam setara dengan 3,5 kali upah sejam.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya lembur yang diperlukan untuk pekerjaan tersebut sebesar Rp 1.698.136,65. Biaya tersebut terdiri atas upah lembur mandor sebesar Rp 244.850,55, pekerja sebesar Rp 812.733,60, dan tukang sebesar Rp 640.552,50. Apabila dibandingkan dengan biaya normal pekerjaan pengeboran *Borepile* yang sebesar Rp 11.056.221,56, maka percepatan dengan tambahan waktu lembur menghasilkan total biaya sebesar Rp 12.754.358,21. Dengan demikian, tambahan biaya sebesar Rp 1.698.136,65 diperlukan untuk mencapai target percepatan proyek melalui penambahan jam kerja. Strategi ini dapat diterapkan secara efektif karena biaya tambahan yang dikeluarkan masih berada dalam batas kewajaran untuk mendukung percepatan waktu pelaksanaan konstruksi. Hasil perhitungan biaya percepatan untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada Tabel 5. 11 di bawah ini.

Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 1 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya lembur	Biaya Percepatan
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 11.056.222	Rp 727.773	Rp 11.783.994
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 320.347	Rp 4.324.224
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 4.679.458	Rp 675.305	Rp 5.354.763
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 30.916.892,16	Rp 453.180	Rp 31.370.072
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 11.056.222	Rp 819.280	Rp 11.875.502
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 320.347	Rp 4.324.222
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 5.077.850	Rp 766.812	Rp 5.844.663
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 34.549.627	Rp 819.280	Rp 35.368.907

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 2 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya lembur	Biaya Percepatan
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 11.056.222	Rp 1.698.137	Rp 12.754.358
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 747.477	Rp 4.751.353
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 4.679.458	Rp 1.575.711	Rp 6.255.170
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 30.916.892,16	Rp 1.057.419	Rp 31.974.311
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 11.056.222	Rp 1.911.654	Rp 12.967.876
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 747.477	Rp 4.751.353

Lanjutan Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 2 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya lembur	Biaya Percepatan
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 5.077.850	Rp 1.789.229	Rp 6.867.079
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 34.549.627	Rp 1.911.654	Rp 36.461.281

Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 3 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya lembur	Biaya Percepatan
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 11.056.222	Rp 2.668.501	Rp 13.724.722
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 1.174.606	Rp 5.178.483
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 4.679.458	Rp 2.476.118	Rp 7.155.576
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 30.916.892	Rp 1.661.658	Rp 32.578.550
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 12.355.328	Rp 3.004.028	Rp 14.060.250
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 1.174.606	Rp 5.178.483
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 5.077.850	Rp 2.811.645	Rp 7.889.496
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 34.549.627	Rp 3.004.028	Rp 37.553.655

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan Biaya Percepatan untuk Lembur 4 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya lembur	Biaya Percepatan
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 11.056.222	Rp 3.638.864	Rp 14.695.086
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 1.601.736	Rp 5.605.612
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 4.679.458	Rp 3.376.524	Rp 8.055.983
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 30.916.892,16	Rp 2.265.897	Rp 33.182.790
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>			
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 11.056.222	Rp 4.096.402	Rp 15.152.623
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 4.003.877	Rp 1.601.736	Rp 5.605.612
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 5.077.850	Rp 3.834.062	Rp 8.911.912
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 34.549.627	Rp 4.096.402	Rp 38.646.029

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

3) Menghitung Nilai *Cost Slope*

Cost slope merupakan indikator penting dalam analisis percepatan proyek konstruksi, yang menunjukkan perbandingan antara peningkatan biaya dan pengurangan durasi pelaksanaan pekerjaan. Semakin tinggi nilai *crash cost*, maka semakin besar pula nilai *cost slope*, yang berarti percepatan proyek tersebut membutuhkan tambahan biaya yang lebih tinggi per satuan waktu yang dipersingkat. Berdasarkan hasil perhitungan pada pekerjaan pembesian *Borepile* di *Pier 21 Ramp 7*, diketahui bahwa nilai *cost slope*/hari diperoleh dari selisih antara biaya percepatan dan biaya normal, kemudian dibagi dengan selisih antara durasi normal dan *crash duration*. Dari perhitungan tersebut diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Cost slope/hari} &= ((\text{biaya percepatan} - \text{biaya normal})/(\text{durasi normal} \\
 &\quad - \text{crash duration})) \\
 &= (\text{Rp } 8,055,982.67 - \text{Rp } 4,679,458.29)/(7 - 4,90) \\
 &= \text{Rp } 3,376,524.38 / 2,10 \\
 &= \text{Rp } 1,607,868.75
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, nilai *cost slope* untuk pekerjaan ini sebesar Rp1,607,868.75 per hari, yang mengindikasikan bahwa untuk setiap satu hari percepatan diperlukan tambahan biaya sebesar nominal tersebut. Nilai ini menjadi acuan dalam mengevaluasi efisiensi percepatan waktu terhadap beban biaya tambahan yang ditimbulkan, serta dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada item pekerjaan lainnya dalam rencana percepatan proyek secara keseluruhan. Kemudian hasil perhitungan *cost slope* untuk item pekerjaan yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5. 15 Hasil Perhitungan *Cost Slope* dengan waktu lembur 1 jam

No	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 216.310,26
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 95.214,28
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 246.539,88
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 134.695,01
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
1	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
2	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 202.923,61
3	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 79.345,24
4	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 244.953,95
A	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 202.923,61

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 16 Hasil Perhitungan *Cost Slope* dengan waktu lembur 2 jam

No	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 525.361,03
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 231.250,58
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 619.029,47
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 327.138,93
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
No	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 492.848,34
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 192.708,82
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 615.047,43
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 492.848,34

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 17 Hasil Perhitungan *Cost Slope* dengan waktu lembur 3 jam

No	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 867.262,65
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 381.746,99
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 1.061.193,38
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 540.038,87
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
1	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
2	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 813.590,90
3	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 318.122,49
4	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 1.054.367,02
A	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 813.590,90

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan *Cost Slope* dengan waktu lembur 4 jam

No	Jenis Pekerjaan	<i>Cost slope</i> /hari
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 1.258.440,55
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 553.933,57
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 1.607.868,75
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Rp 783.622,84
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 1.180.560,23
2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Rp 461.611,31
3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 1.597.525,78
4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Rp 1.180.560,23

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

4) Penerapan *Time Cost Trade Off*

Setelah diperoleh nilai *cost slope* dari masing-masing item pekerjaan, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis hubungan timbal balik antara waktu dan biaya menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Metode ini bertujuan untuk mengoptimalkan durasi pelaksanaan proyek melalui penekanan waktu (kompresi) pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis (*critical path*), guna memperoleh efisiensi waktu yang seimbang dengan konsekuensi biaya tambahan yang ditimbulkan. Dalam konteks proyek ini, pekerjaan struktur standar yang termasuk dalam lintasan kritis meliputi pekerjaan *Borepile* pada *Pier 21* dan *Pier 22*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.3. Untuk mendukung analisis tersebut, dilakukan penyusunan ulang *network diagram* menggunakan perangkat lunak Microsoft Project, yang memetakan kembali rangkaian aktivitas pekerjaan *Borepile* pada kedua pier tersebut untuk mengidentifikasi jalur kritis yang baru pasca percepatan.

Sebelum proses pemodelan dilakukan pada Microsoft Project, langkah awal yang diperlukan adalah menyusun terlebih dahulu hubungan ketergantungan

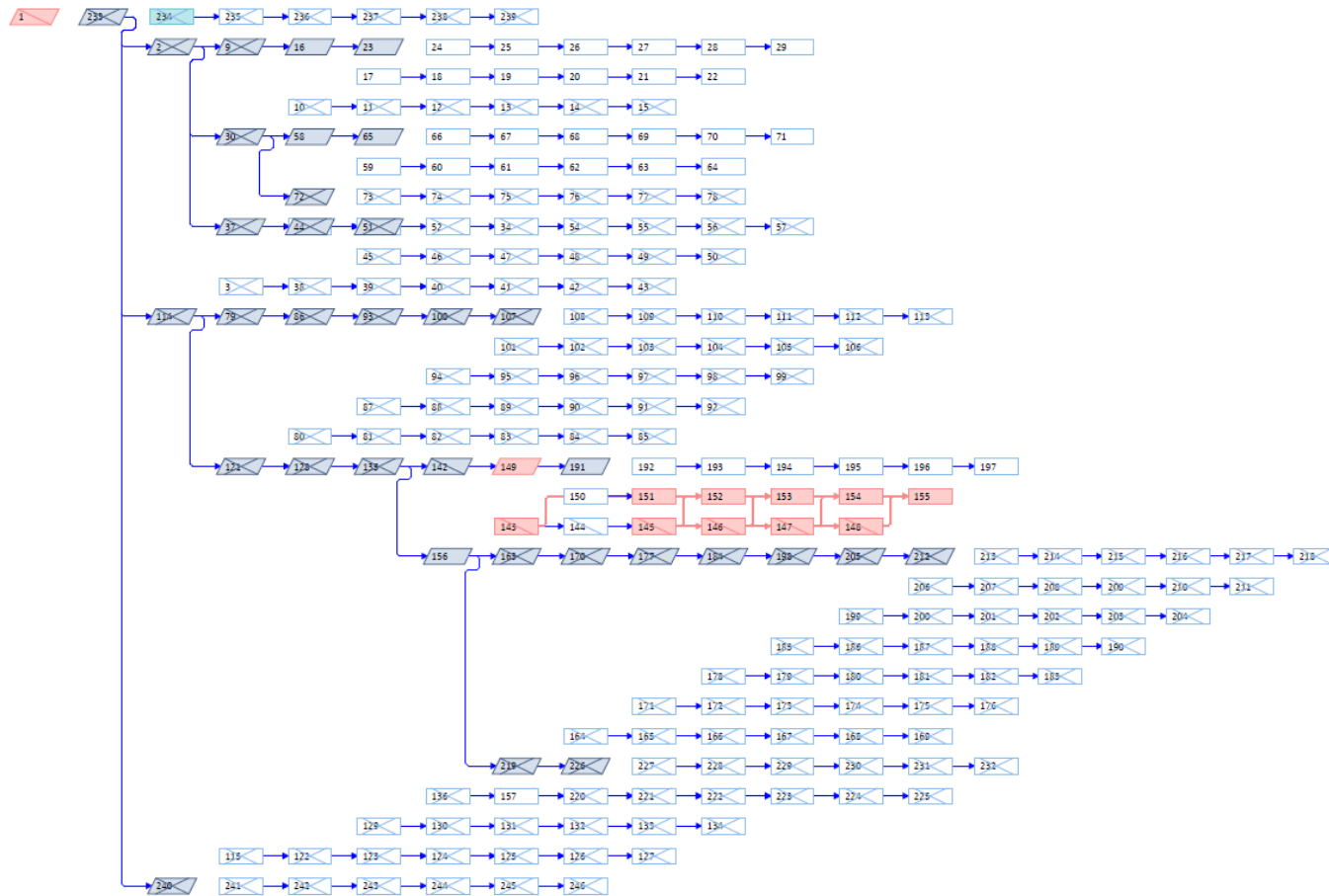
antar pekerjaan (*predecessor relationships*) pada pekerjaan *Borepile* pada Pier 21 dan Pier 22. Hubungan ketergantungan ini menjadi dasar dalam pembentukan jaringan kerja (*network schedule*). Rincian hubungan antar aktivitas tersebut dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan (*predecessors*)

Kode	Jenis Pekerjaan	<i>Predecessors</i>
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	135SS
A1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	
A2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	
A3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	144SS
A4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	146SS
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	143SS-17 days
B1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	
B2	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	
B3	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	151SS;144
B4	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	153SS;146

(Sumber : Dokumen Perusahaan, 2024)

Setelah diketahui hubungan keterkaitan antar kegiatan dan durasi tiap kegiatan pada pekerjaan *Borepile Ramp 7* langkah berikutnya adalah menyusun jaringan kerja dengan menggunakan bantuan *software microsoft project* untuk mencari kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Program ini dapat membantu mempercepat dalam proses pembuatan jaringan kerja, karena item pekerjaan yang terdapat pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A Ruas Setu – Sukaragam ini cukup banyak dan detail. Hasil *network diagram* menggunakan *software microsoft project* dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5. 2 Hasil *Network Diagram* menggunakan *Software Microsoft Project* pada Pekerjaan *Borepile Pier 21 dan Pier 22*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Berdasarkan hasil analisis network diagram untuk pekerjaan *Borepile Ramp 7*, jalur kritis beserta aktivitas-aktivitas kritisnya dapat diidentifikasi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.20. Tabel tersebut disusun secara sistematis berdasarkan urutan item pekerjaan, dimulai dari yang memiliki nilai *cost slope* terendah hingga yang tertinggi.

Tabel 5. 20 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi			Biaya		<i>Slope</i>	Selisih
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>		
A1	5	1,636	3,364	Rp11.056.221,56	Rp11.783.994,41	Rp216.310,26	Rp727.772,85
A2	5	1,636	3,364	Rp4.003.876,80	Rp4.324.223,93	Rp95.214,28	Rp320.347,13
A3	7	4,261	2,739	Rp4.679.458,29	Rp5.354.763,17	Rp246.539,88	Rp675.304,88
A4	5	1,636	3,364	Rp30.916.892,16	Rp31.370.071,64	Rp134.695,01	Rp453.179,48
B1	6	1,963	4,037	Rp11.056.221,56	Rp11.875.501,91	Rp202.923,61	Rp819.280,35
B2	6	1,963	4,037	Rp4.003.876,80	Rp4.324.223,93	Rp79.345,24	Rp320.347,13
B3	8	4,870	3,130	Rp5.077.850,31	Rp5.844.662,69	Rp244.953,95	Rp766.812,38
B4	6	1,963	4,037	Rp34.549.626,99	Rp35.368.907,34	Rp202.923,61	Rp819.280,35

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 21 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi			Biaya		<i>Slope</i>	Selisih
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>		
A1	5	1,768	3,232	Rp11.056.221,56	Rp12.754.358,21	Rp525.361,03	Rp1.698.136,65
A2	5	1,768	3,232	Rp4.003.876,80	Rp4.751.353,43	Rp231.250,58	Rp747.476,63
A3	7	4,455	2,545	Rp4.679.458,29	Rp6.255.169,67	Rp619.029,47	Rp1.575.711,38
A4	5	1,768	3,232	Rp30.916.892,16	Rp31.974.310,94	Rp327.138,93	Rp1.057.418,78
B1	6	2,121	3,879	Rp11.056.221,56	Rp12.967.875,71	Rp492.848,34	Rp1.911.654,15
B2	6	2,121	3,879	Rp4.003.876,80	Rp4.751.353,43	Rp192.708,82	Rp747.476,63
B3	8	5,091	2,909	Rp5.077.850,31	Rp6.867.079,19	Rp615.047,43	Rp1.789.228,88
B4	6	2,121	3,879	Rp34.549.626,99	Rp36.461.281,14	Rp492.848,34	Rp1.911.654,15

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 22 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi			Biaya		<i>Slope</i>	Selisih
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>		
A1	5	1,923	3,077	Rp11.056.221,56	Rp13.724.722,01	Rp867.262,65	Rp2.668.500,45
A2	5	1,923	3,077	Rp4.003.876,80	Rp5.178.482,93	Rp381.746,99	Rp1.174.606,13
A3	7	4,667	2,333	Rp4.679.458,29	Rp7.155.576,17	Rp1.061.194	Rp2.476.117,88
A4	5	1,923	3,077	Rp30.916.892,16	Rp32.578.550,24	Rp540.038,87	Rp1.661.658,08
B1	6	2,308	3,692	Rp11.056.221,56	Rp14.060.249,51	Rp813.590,90	Rp3.004.027,95
B2	6	2,308	3,692	Rp4.003.876,80	Rp5.178.482,93	Rp318.122,49	Rp1.174.606,13
B3	8	5,091	2,667	Rp5.077.850,31	Rp7.889.495,69	Rp1.054.367	Rp2.811.645,38
B4	6	2,308	3,692	Rp34.549.626,99	Rp37.553.654,94	Rp813.590,90	Rp3.004.027,95

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 23 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* dan nilai selisih hingga terbesar untuk waktu lembur 4 jam

Kode	Durasi			Biaya		<i>Slope</i>	Selisih
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>		
A1	5	2,108	2,892	Rp11.056.221,56	Rp14.695.085,81	Rp1.258.441	Rp3.638.864,25
A2	5	2,108	2,892	Rp4.003.876,80	Rp5.605.612,43	Rp553.933,57	Rp1.601.735,63
A3	7	4,900	2,100	Rp4.679.458,29	Rp8.055.982,67	Rp1.607.869	Rp3.376.524,38
A4	5	2,108	2,892	Rp30.916.892,16	Rp33.182.789,54	Rp783.622,84	Rp2.265.897,38
B1	6	2,530	3,470	Rp11.056.221,56	Rp15.152.623,31	Rp1.180.560	Rp4.096.401,75
B2	6	2,530	3,470	Rp4.003.876,80	Rp5.605.612,43	Rp461.611,31	Rp1.601.735,63
B3	8	5,600	2,400	Rp5.077.850,31	Rp8.911.912,19	Rp1.597.526	Rp3.834.061,88
B4	6	2,530	3,470	Rp34.549.626,99	Rp38.646.028,74	Rp1.180.560	Rp4.096.401,75

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Selanjutnya setelah diketahui kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis lalu dilakukan penekanan (kompresi) durasi proyek dimulai dari aktivitas atau kegiatan yang mempunyai *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) terendah. Dari tahap-tahap pengkompresian tersebut akan dicari waktu terpendek dari biaya total yang paling minimal. Berikut ini adalah contoh perhitungan tahap percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) optimum dengan durasi percepatan maksimal.

Kondisi normal

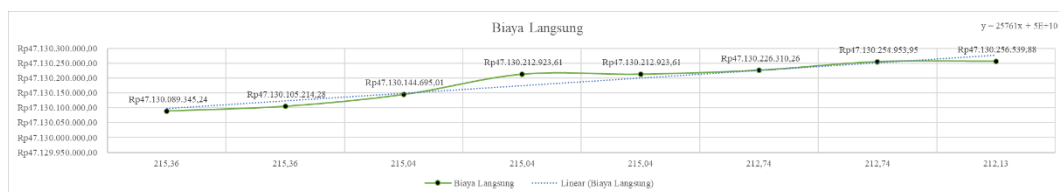
Durasi normal	=	217 hari
Biaya Langsung	=	Rp 47.130.010.000,00
Biaya tidak langsung	=	Rp 5.655.601.200,00
Total biaya	=	(Rp 47.130.010.000,00 + Rp 5.655.601.200,00)
	=	Rp 52.785.620.000,00

Berikut adalah contoh perhitungan kompresi (penekanan) dengan durasi percepatan maksimal yaitu penambahan jam kerja lembur selama 4 jam pada pekerjaan pembesian *Borepile Pier 21 Ramp 7*.

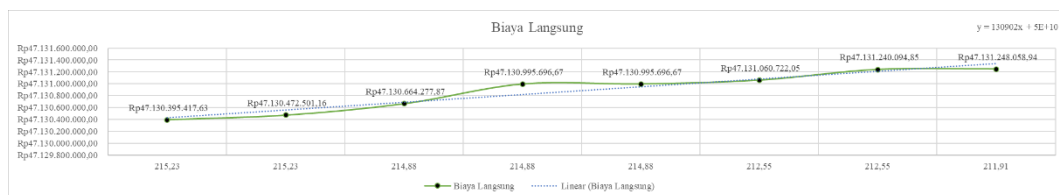
<i>Cost slope</i> /hari	=	217 hari
Durasi normal	=	7 hari
Durasi dipercepat	=	4.900 hari
Total percepatan	=	(7 – 4.900)
	=	2,100 hari
Total durasi proyek	=	217 – 2,100
	=	214,900 hari
Tambahan biaya	=	Rp 1,607,868.75 × 4 (jumlah jam kerja lembur)
	=	Rp 6,431,475.00
Biaya langsung	=	Rp 47.130.010.000,00 + Rp 6,431,475.00
	=	Rp 47,136,441,475.00
Biaya tidak langsung	=	((Rp 5,655,601,200.00 / 217) × 214,900)
	=	Rp 5,527,894,076.13
Total biaya	=	Rp 47,136,441,475.00 + Rp 5,527,894,076.13
	=	Rp 52,664,335,551.13

Berdasarkan hasil perhitungan biaya akibat penambahan jam kerja lembur, terjadi perubahan pada biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total proyek pada setiap alternatif percepatan durasi. Untuk memperjelas hasil perhitungan tersebut, data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel guna memudahkan analisis hubungan *time cost trade off*.

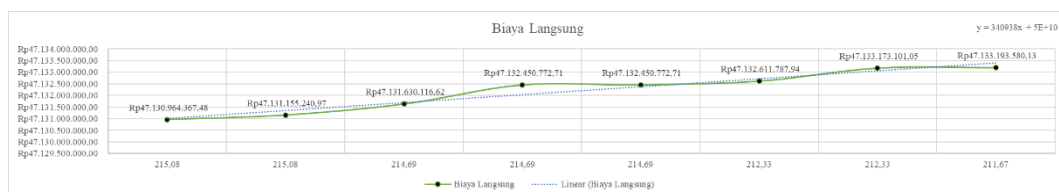
Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1–4 jam disajikan pada Gambar 5.3 sampai dengan Gambar 5.6, grafik biaya tidak langsung disajikan pada Gambar 5.7 sampai dengan Gambar 5.10, sedangkan grafik biaya total disajikan pada Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.15. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya total untuk setiap alternatif penambahan jam lembur disajikan pada Tabel 5.21 sampai dengan Tabel 5.24 sebagai dasar analisis efisiensi biaya dan penentuan alternatif percepatan yang paling ekonomis.



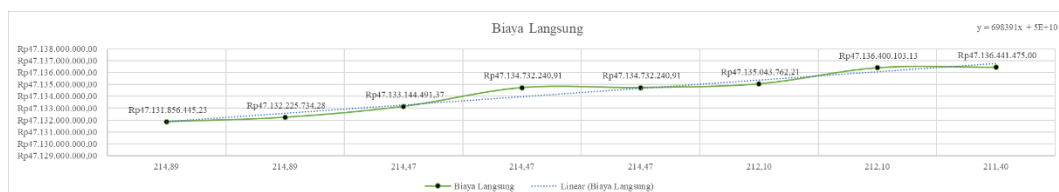
Gambar 5. 3 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



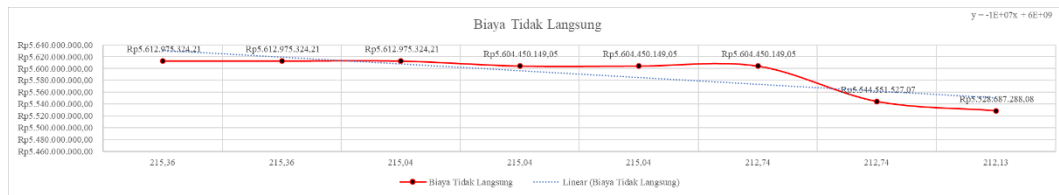
Gambar 5. 4 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 5 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



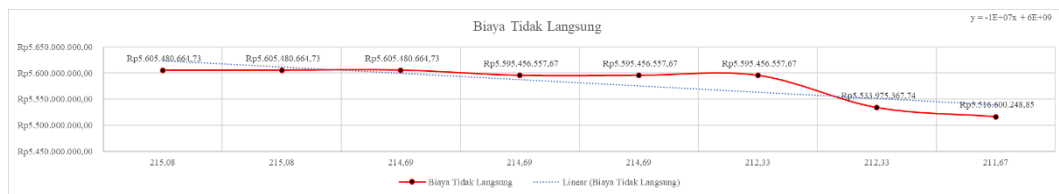
Gambar 5. 6 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 4 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 7 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



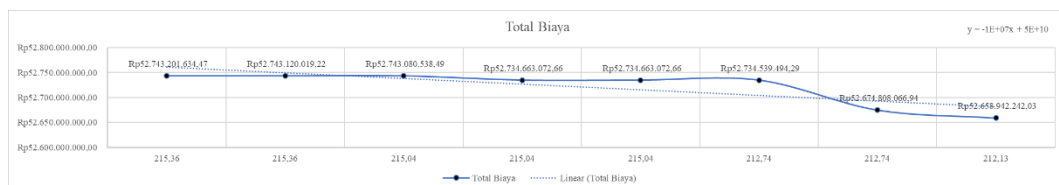
Gambar 5. 8 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



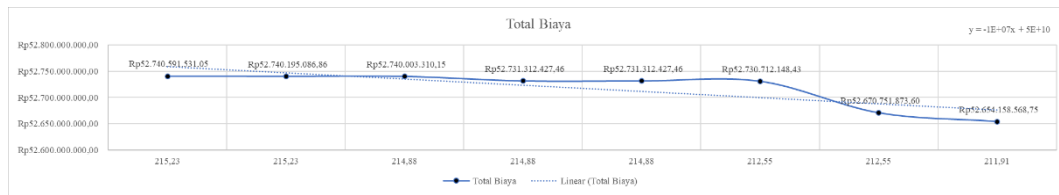
Gambar 5. 9 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



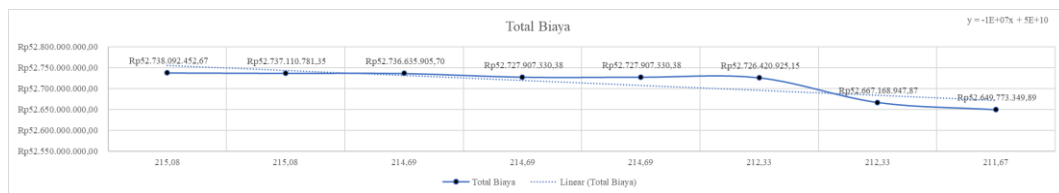
Gambar 5. 10 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 4 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



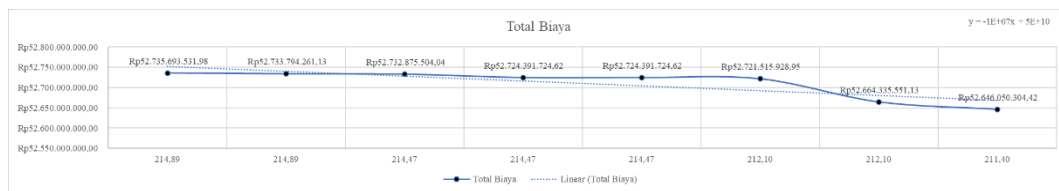
Gambar 5. 11 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 1 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 12 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 2 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 13 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 3 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 14 Grafik biaya total akibat penambahan jam lembur 4 jam
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 24 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 1 jam

Tahap	Durasi Proyek (hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
	217	Rp47.130.010.000,00	Rp5.655.601.200,00	Rp52.785.620.000,00
1	215,364	Rp47.130.144.695,01	Rp5.544.551.527,07	Rp52.743.120.019,22
2	212,739	Rp47.130.256.539,88	Rp5.612.975.324,21	Rp52.674.808.066,94
3	215,364	Rp47.130.226.310,26	Rp5.612.975.324,21	Rp52.743.201.634,47
4	212,739	Rp47.130.105.214,28	Rp5.612.975.324,21	Rp52.743.080.538,49
5	212,130	Rp47.130.254.953,95	Rp5.528.687.288,08	Rp52.658.942.242,03
6	215,037	Rp47.130.212.923,61	Rp5.604.450.149,05	Rp52.734.663.072,66
7	215,037	Rp47.130.212.923,61	Rp5.604.450.149,05	Rp52.734.663.072,66
8	215,037	Rp47.130.089.345,24	Rp5.604.450.149,05	Rp52.734.539.494,29

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 25 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 2 jam

Tahap	Durasi Proyek (hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
	217	Rp47.130.010.000,00	Rp5.655.601.200,00	Rp52.785.620.000,00
1	215,232	Rp47.130.664.277,87	Rp5.539.503.814,66	Rp52.740.195.086,86
2	212,545	Rp47.131.248.058,94	Rp5.609.530.808,99	Rp52.670.751.873,60
3	215,232	Rp47.131.060.722,05	Rp5.609.530.808,99	Rp52.740.591.531,05
4	212,545	Rp47.130.472.501,16	Rp5.609.530.808,99	Rp52.740.003.310,15
5	211,909	Rp47.131.240.094,85	Rp5.522.918.473,90	Rp52.654.158.568,75
6	214,879	Rp47.130.995.696,67	Rp5.600.316.730,79	Rp52.731.312.427,46
7	214,879	Rp47.130.995.696,67	Rp5.600.316.730,79	Rp52.731.312.427,46
8	214,879	Rp47.130.395.417,63	Rp5.600.316.730,79	Rp52.730.712.148,43

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 26 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 3 jam

Tahap	Durasi Proyek (hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
	217	Rp47.130.010.000,00	Rp5.655.601.200,00	Rp52.785.620.000,00
1	215,077	Rp47.131.630.116,62	Rp5.533.975.367,74	Rp52.737.110.781,35
2	212,333	Rp47.133.193.580,13	Rp5.605.480.664,73	Rp52.667.168.947,87
3	215,077	Rp47.132.611.787,94	Rp5.605.480.664,73	Rp52.738.092.452,67
4	212,333	Rp47.131.155.240,97	Rp5.605.480.664,73	Rp52.736.635.905,70
5	211,667	Rp47.133.173.101,05	Rp5.516.600.248,85	Rp52.649.773.349,89
6	214,692	Rp47.132.450.772,71	Rp5.595.456.557,67	Rp52.727.907.330,38
7	214,692	Rp47.132.450.772,71	Rp5.595.456.557,67	Rp52.727.907.330,38
8	214,692	Rp47.130.964.367,48	Rp5.595.456.557,67	Rp52.726.420.925,15

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 27 Hasil perhitungan biaya total untuk waktu lembur selama 4 jam

Tahap	Durasi Proyek (hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
	217	Rp47.130.010.000,00	Rp5.655.601.200,00	Rp52.785.620.000,00
1	214,892	Rp47.133.144.491,37	Rp5.527.894.076,13	Rp52.733.794.261,13
2	212,100	Rp47.136.441.475,00	Rp5.600.649.769,76	Rp52.664.335.551,13
3	214,892	Rp47.135.043.762,21	Rp5.600.649.769,76	Rp52.735.693.531,98
4	212,100	Rp47.132.225.734,28	Rp5.600.649.769,76	Rp52.732.875.504,04
5	211,400	Rp47.136.400.103,13	Rp5.509.650.201,29	Rp52.646.050.304,42
6	214,470	Rp47.134.732.240,91	Rp5.589.659.483,72	Rp52.724.391.724,62
7	214,470	Rp47.134.732.240,91	Rp5.589.659.483,72	Rp52.724.391.724,62
8	214,470	Rp47.131.856.445,23	Rp5.589.659.483,72	Rp52.721.515.928,95

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

5) Menentukan Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada kompresi durasi penambahan jam kerja lembur 1 jam maka dapat dihitung presentase efisiensi waktu dan biaya proyek sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi waktu } (Et) &= ((217 - 215,364)/217) \times 100\% \\ &= 0,7537\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi biaya } (Ec) &= (((Rp\ 52.785.620.000,00 - Rp\ 52.743.120.019,22) \\ &\quad / Rp\ 52.785.620.000,00) \times 100\%) \\ &= 0,0805\%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.28, tabel 5.29, tabel 5.30, dan tabel 5.31 sebagai berikut.

Tabel 5. 28 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
215,364	Rp52.743.201.634,47	0,7537%	0,0804%
215,364	Rp52.743.080.538,49	0,7537%	0,0806%
212,739	Rp52.674.808.066,94	1,9635%	0,2099%
215,364	Rp52.743.120.019,22	0,7537%	0,0805%
215,037	Rp52.734.663.072,66	0,9044%	0,0965%
215,037	Rp52.734.539.494,29	0,9044%	0,0968%
212,130	Rp52.658.942.242,03	2,2440%	0,2400%
215,037	Rp52.734.663.072,66	0,9044%	0,0965%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 29 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
215,232	Rp52.740.591.531,05	0,8146%	0,0853%
215,232	Rp52.740.003.310,15	0,8146%	0,0864%
212,545	Rp52.670.751.873,60	2,0528%	0,2176%
215,232	Rp52.740.195.086,86	0,8146%	0,0861%
214,879	Rp52.731.312.427,46	0,9775%	0,1029%
214,879	Rp52.730.712.148,43	0,9775%	0,1040%
211,909	Rp52.654.158.568,75	2,3460%	0,2490%
214,879	Rp52.731.312.427,46	0,9775%	0,1029%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 30 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
215,077	Rp52.738.092.452,67	0,8862%	0,0900%
215,077	Rp52.736.635.905,70	0,8862%	0,0928%
212,333	Rp52.667.168.947,87	2,1505%	0,2244%
215,077	Rp52.737.110.781,35	0,8862%	0,0919%
214,692	Rp52.727.907.330,38	1,0635%	0,1093%
214,692	Rp52.726.420.925,15	1,0635%	0,1122%
211,667	Rp52.649.773.349,89	2,4578%	0,2574%
214,692	Rp52.727.907.330,38	1,0635%	0,1093%

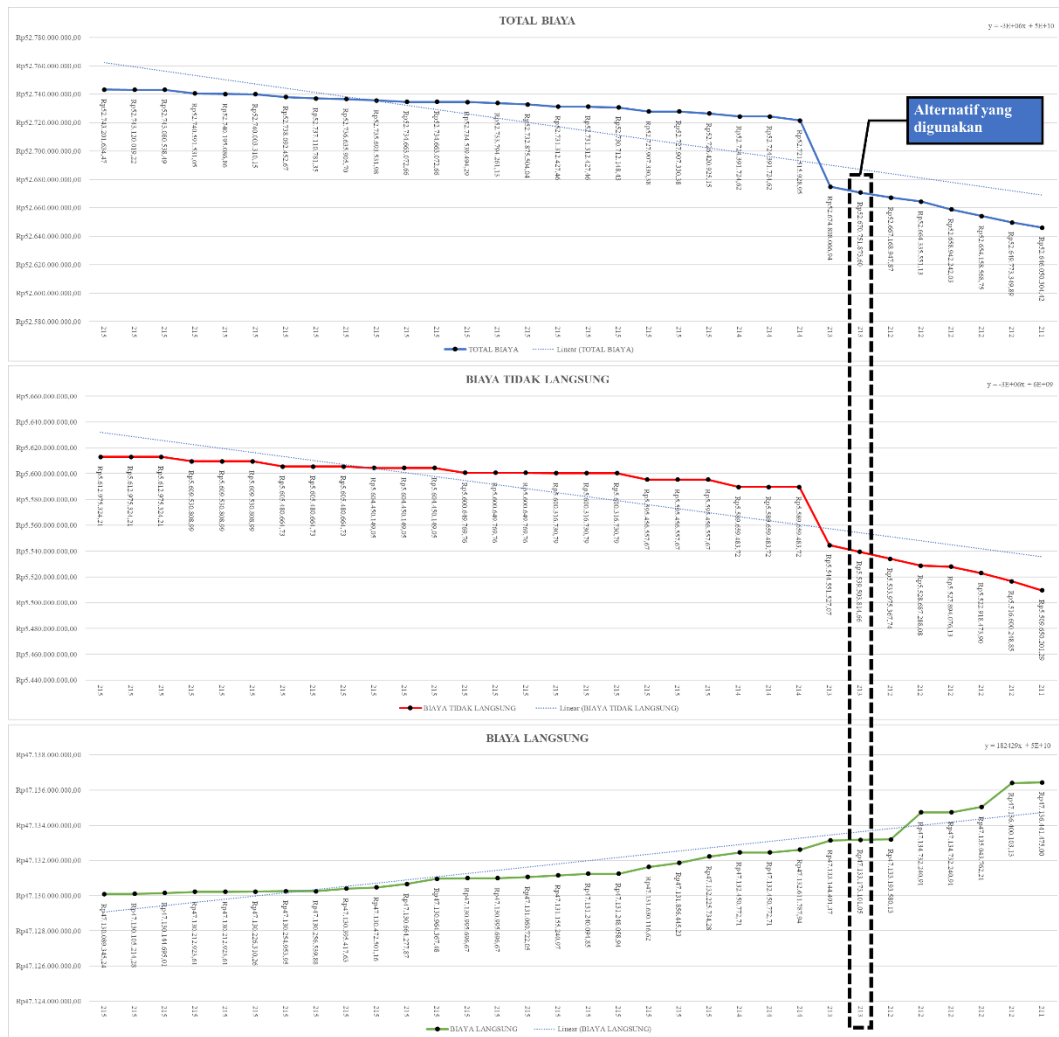
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 31 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 4 jam

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
214,892	Rp52.735.693.531,98	0,9716%	0,0946%
214,892	Rp52.732.875.504,04	0,9716%	0,0999%
212,100	Rp52.664.335.551,13	2,2581%	0,2298%
214,892	Rp52.733.794.261,13	0,9716%	0,0982%
214,470	Rp52.724.391.724,62	1,1660%	0,1160%
214,470	Rp52.721.515.928,95	1,1660%	0,1214%
211,400	Rp52.646.050.304,42	2,5806%	0,2644%
214,470	Rp52.724.391.724,62	1,1660%	0,1160%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Berdasarkan Tabel-tabel di atas didapatkan pekerjaan yang dilakukan percepatan dengan total biaya yang paling minimum yaitu pada penambahan jam kerja lembur 2 jam dengan total durasi 213 hari yang berarti lebih cepat 4 hari dari waktu normal yaitu 217 hari, sehingga didapatkan total biaya sebesar Rp 52.670.751.873,60 yang berarti ada penurunan biaya sebesar Rp 114.868.126,40 dari biaya normal Rp 52.785.620.000,00. Dengan efisiensi waktu 2,0528% dan efisiensi biaya sebesar 0,2176%. Setelah biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total diketahui maka selanjutnya dibuat grafik hubungan antar ketiga biaya tersebut. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.15 di bawah ini.



Gambar 5. 15 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Pada Gambar 5.15 dapat diketahui bahwa grafik pertama menunjukkan peningkatan biaya langsung akibat percepatan pekerjaan yang dipicu oleh penambahan jam kerja lembur, sedangkan grafik kedua memperlihatkan penurunan biaya tidak langsung seiring berkurangnya durasi proyek, terutama pada biaya yang bersifat waktu, tergantung seperti manajemen dan pengawasan. Grafik ketiga menunjukkan bahwa meskipun biaya langsung meningkat, penurunan biaya tidak langsung mampu menekan biaya total hingga mencapai nilai minimum pada durasi percepatan

tertentu, yang menegaskan adanya titik optimum percepatan dengan kombinasi durasi dan biaya paling efisien. Visualisasi rinci disajikan pada bagian lampiran 5.

5.3.4.2 Penambahan Tenaga Kerja

Selanjutnya melakukan melakukan percepatan waktu pelaksanaan proyek melalui alternatif penambahan tenaga kerja. Pada alternatif ini, percepatan dicapai dengan menghitung kembali kebutuhan tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan berdasarkan durasi hasil percepatan, tanpa menerapkan penambahan jam kerja (lembur). Dengan demikian, pengurangan durasi proyek sepenuhnya direalisasikan melalui penambahan jumlah tenaga kerja yang dialokasikan di lapangan. Dalam analisis ini diasumsikan bahwa percepatan dinyatakan dalam satuan hari dan dilaksanakan secara proporsional melalui penyesuaian jumlah tenaga kerja sesuai dengan target durasi yang direncanakan.

1. Menghitung Penambahan Tenaga Kerja dengan Durasi Normal

Berikut ini adalah contoh perhitungan penambahan tenaga kerja pada pengeboran *Borepile* pada pekerjaan *Borepile Pier 21*.

$$\text{Volume pekerjaan} = 418,008 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Normal} = 5 \text{ hari}$$

a. Koefisien tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja untuk pekerjaan pengeboran *Borepile Pier 21* dapat dilihat pada Tabel 5.32 di bawah ini.

Tabel 5. 32 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan pengeboran *Borepile* pada pekerjaan *Borepile Pier 21*

No	Pekerja	Koefisien	Satuan	Harga Satuan
1	Mandor	0,00119	OH	Rp 34.978,65
2	Pekerja	0,00717	OH	Rp 29.026,20
3	Tukang	0,00717	OH	Rp 30.502,50

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Berikut ini adalah contoh perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja dengan durasi normal. Jumlah tenaga kerja per hari:

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= ((\text{koefisien} \times \text{volume}) / \text{durasi normal}) \\
 &= ((0,00119 \times 418,008) / 5) \\
 &= 4,9743 / 5 \\
 &= 0,9949 \approx 1 \text{ orang} \\
 \text{Pekerja} &= ((0,00717 \times 418,008) / 5) \\
 &= 29,9712 / 5 \\
 &= 5,994 \approx 6 \text{ orang} \\
 \text{Tukang} &= ((0,00717 \times 418,008) / 5) \\
 &= 29,9712 / 5 \\
 &= 5,994 \approx 6 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Upah tenaga kerja per hari:

$$\begin{aligned}
 \text{Upah Mandor} &= 1 \times \text{Rp } 34.978,65 \\
 &= \text{Rp } 34.978,65 \\
 \text{Upah Pekerja} &= 6 \times \text{Rp } 29.026,20 \\
 &= \text{Rp } 174.157,20 \\
 \text{Upah Tukang} &= 6 \times \text{Rp } 30.502,50 \\
 &= \text{Rp } 183.015,00 \\
 \text{Total biaya upah} &= ((\text{Rp } 34.978,65 + \text{Rp } 174.157,20 + \text{Rp } 183.015,00) \times \\
 &\quad 5 \text{ (jumlah hari durasi kerja)}) \\
 &= \text{Rp } 1.960.754,25
 \end{aligned}$$

Dari contoh hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan pembesian *Borepile* Pier 21 dengan durasi normal 7 hari, diperoleh bahwa kebutuhan tenaga kerja terdiri dari 1 orang mandor dan 4 orang pekerja, dengan total biaya upah sebesar Rp 1.960.754,25. Perhitungan jumlah dan biaya upah tenaga kerja untuk item pekerjaan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

Tabel 5. 33 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Nomal

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Upah Pekerja	Total Upah Pekerja
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>				
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.960.754,25
		Pekerja	6	Rp 174.157,20	
		Tukang	6	Rp 183.015,00	
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.960.754,25
		Pekerja	6	Rp 116.104,80	
		Tukang	6	Rp 122.010,00	
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	R p34.978,65	Rp 1.057.584,15
		Pekerja	4	Rp 174.157,20	
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.745.055,95
		Pekerja	6	Rp 174.157,20	
		Tukang	6	Rp 183.015,00	
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>				
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.352.905,10
		Pekerja	6	Rp 174.157,20	
		Tukang	6	Rp 183.015,00	
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.352.905,10
		Pekerja	6	Rp 116.104,80	
		Tukang	6	Rp 122.010,00	
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.208.667,60
		Pekerja	4	Rp 203.183,40	
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.057.584,15
		Pekerja	6	Rp 174.157,20	
		Tukang	6	Rp 183.015,00	

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

2. Menghitung Penambahan Tenaga Kerja dengan Durasi Percepatan

Berikut ini adalah contoh perhitungan penambahan tenaga kerja dengan durasi percepatan pada pengeboran borepile pada pekerjaan *Borepile Pier 21*.

$$\text{Volume pekerjaan} = 418,008 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Normal} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi setelah dilakukan percepatan} = 4 \text{ hari}$$

a. Jumlah tenaga kerja per hari:

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= ((\text{koefisien} \times \text{volume}) / \text{durasi setelah dilakukan} \\ &\quad \text{percepatan}) \end{aligned}$$

$$= ((0,0119 \times 418,008) / 4)$$

$$= 4,974 / 4$$

$$= 1,2436 \approx 1 \text{ orang}$$

$$\text{Pekerja} = ((0,0717 \times 418,008) / 4)$$

$$= 29,9712 / 4$$

$$= 7,4928 \approx 7 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = ((0,0717 \times 418,008) / 4)$$

$$= 29,9712 / 4$$

$$= 7,4928 \approx 7 \text{ orang}$$

b. Upah tenaga kerja per hari:

$$\text{Upah Mandor} = 1 \times \text{Rp } 34.978,65$$

$$= \text{Rp } 34.978,65$$

$$\text{Upah Pekerja} = 7 \times \text{Rp } 29.026,20$$

$$= \text{Rp } 203.183,40$$

$$\text{Upah Tukang} = 7 \times \text{Rp } 30.502,50$$

$$= \text{Rp } 213.517,50$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya upah} &= ((\text{Rp } 34.978,65 + \text{Rp } 203.183,40 + \text{Rp } 213.517,50) \times \\ &\quad 4) \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.806.718,20$$

Dari contoh hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan pengeboran *Borepile Pier 21* dengan durasi percepatan 1 hari, diperoleh bahwa kebutuhan tenaga kerja terdiri dari 1 orang mandor, 7 orang pekerja, dan 7 orang tukang, dengan total biaya upah sebesar Rp 1.806.718,20. Perhitungan jumlah dan biaya upah tenaga kerja untuk item pekerjaan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut.

Tabel 5. 34 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi
Percepatan 1 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Upah Pekerja	Total Upah Pekerja
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>				
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.806.718,20
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.806.718,20
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp1.080.657,90
		Pekerja	5	Rp 145.131,00	
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.710.077,30
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>				
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.258.397,75
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.258.397,75
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 1.260.767,55
		Pekerja	5	Rp 145.131,00	
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp 34.978,65	Rp 2.258.397,75
		Pekerja	7	Rp 203.183,40	
		Tukang	7	Rp 213.517,50	

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Dari hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja dengan durasi normal dan durasi percepatan di atas maka didapatkan selisih dari kedua total biaya upah tenaga kerja untuk masing-masing pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut ini.

Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal dan Durasi Percepatan 1 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>						
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>						
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 1 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 21						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 22						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 22	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 37 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal
dan Durasi Percepatan 2 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 21						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 22						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 22	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 38 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 2 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 21						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 22						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 22	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 39 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal
dan Durasi Percepatan 3 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>						
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>						
1	Pengeboran <i>Borepile Ramp 7 Pier 22</i>	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry <i>Borepile</i>	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran <i>Borepile Ramp 7 Pier 21</i>	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Penambahan Tenaga Kerja dalam Durasi Normal dan Durasi Percepatan 3 hari

No	Jenis Pekerjaan	Sumber Daya Manusia	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Normal	Jumlah pekerja (orang)	Biaya Percepatan	Selisih
A	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 21						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp1.806.718,20	Rp154.036,05
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.057.584,15	1	Rp1.080.657,90	-Rp23.073,75
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.960.754,25	1	Rp2.044.833,00	-Rp84.078,75
		Pekerja	6		8		
		Tukang	6		8		
B	Pekerjaan Borepile Ramp 7 Pier 22						
1	Pengeboran Borepile Ramp 7 Pier 22	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
a	Polymer Slurry Borepile	Mandor	1	Rp2.258.397,75	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		
2	Pekerjaan Penulangan Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp1.208.667,60	1	Rp1.260.767,55	-Rp52.099,95
		Pekerja	4		5		
3	Pengecoran Borepile Ramp 7 Pier 21	Mandor	1	Rp2.352.905,10	1	Rp2.258.397,75	Rp94.507,35
		Pekerja	6		7		
		Tukang	6		7		

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

3. Penerapan *Time Cost Trade Off*

Penerapan tahapan perhitungan metode *time cost trade off* pada penambahan tenaga kerja ini sama dengan tahapan perhitungan pada alternatif penambahan jam kerja (lembur). Berikut ini adalah contoh perhitungan tahap kompresi dengan alternatif penambahan tenaga kerja optimum dengan durasi percepatan maksimal pada pekerjaan pengecoran *borepile pier* 22.

a. Kondisi normal

Durasi normal	=	217 hari
Biaya Langsung	=	Rp 47.536.200.000
Biaya tidak langsung	=	Rp 5.704.344.000
Total biaya	=	(Rp 47.536.200.000 + Rp 5.704.344.000)
	=	Rp 53.240.550.000

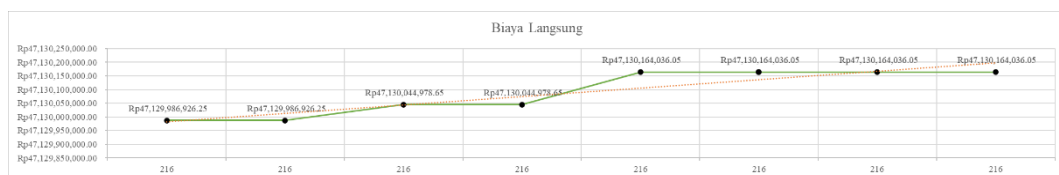
b. Kondisi percepatan

Selisih biaya	=	Rp 214.352,25
Durasi normal	=	13 hari
Durasi dipercepat	=	7,712 hari
Total percepatan	=	(13 – 7,712)
	=	5,288 $\approx$ 5 hari
Total durasi proyek	=	217 - 5
	=	212 hari
Biaya langsung	=	Rp 47.536.200.000 + Rp 214.352,25
	=	Rp 47.536.414.352,25
Biaya tidak langsung	=	((Rp 5.704.344.000,00 / 217) $\times$ 212)
	=	Rp 5.572.907.502,30
Total biaya	=	Rp 47.536.304.935,95 + Rp 5.572.907.502,30
	=	Rp 53.109.107.502,30

Berdasarkan hasil perhitungan biaya yang dipengaruhi oleh penambahan jam kerja tenaga kerja, terjadi perubahan pada komponen biaya langsung, biaya tidak langsung, serta biaya total proyek untuk setiap alternatif percepatan durasi. Untuk memperjelas hasil perhitungan tersebut, data disajikan dalam bentuk grafik dan

tabel sehingga hubungan *time cost trade off* dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

Grafik biaya langsung akibat penambahan tenaga kerja dan durasi percepatan 1-3 hari disajikan pada Gambar 5.16 sampai dengan Gambar 5.21. Selanjutnya, grafik biaya tidak langsung ditampilkan pada Gambar 5.22 sampai dengan Gambar 5.27, sedangkan grafik biaya total disajikan pada Gambar 5.28 hingga Gambar 5.33. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya total untuk setiap alternatif penambahan tenaga kerja disajikan pada Tabel 5.41 sampai dengan Tabel 5.46, yang digunakan sebagai dasar dalam analisis efisiensi biaya serta penentuan alternatif percepatan durasi yang paling ekonomis.



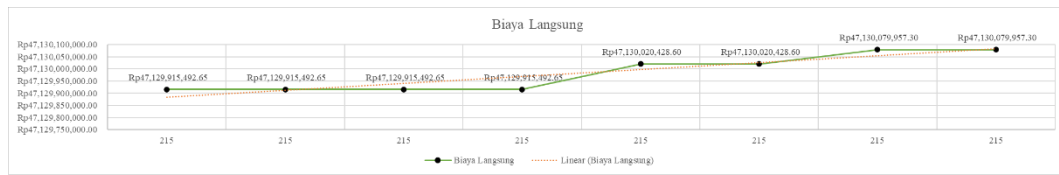
Gambar 5. 16 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



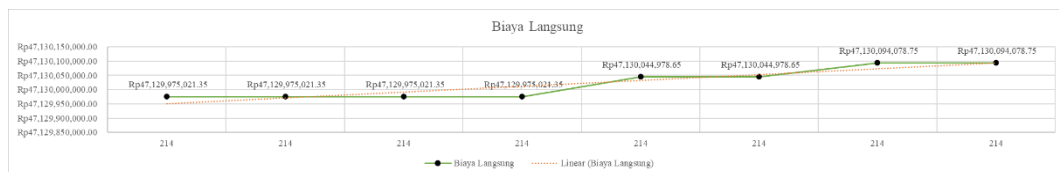
Gambar 5. 17 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



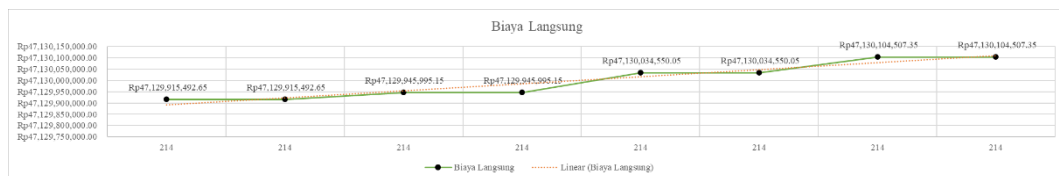
Gambar 5. 18 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 19 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 20 Grafik biaya langsung dengan durasi normal dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 21 Grafik biaya langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 22 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 23 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 24 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



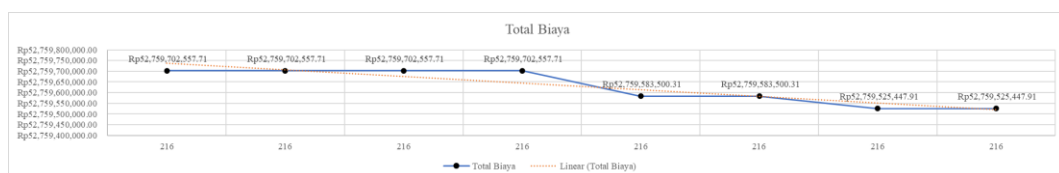
Gambar 5. 25 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



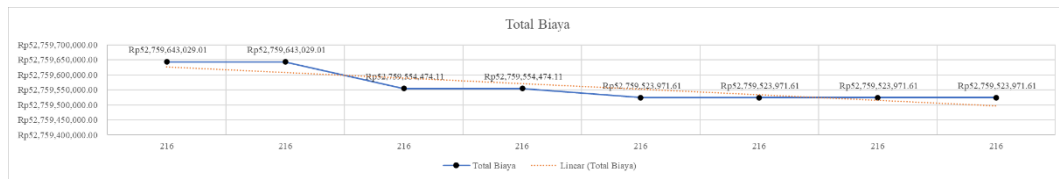
Gambar 5. 26 Grafik biaya tidak langsung dengan durasi normal dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



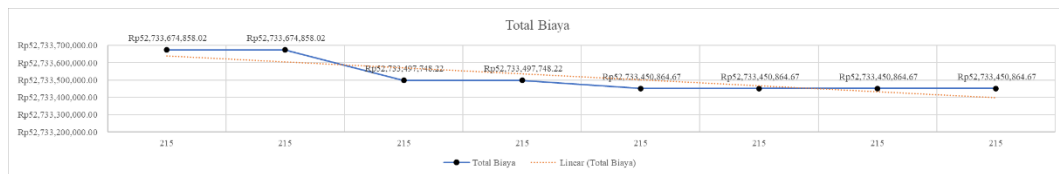
Gambar 5. 27 Grafik biaya tidak langsung dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



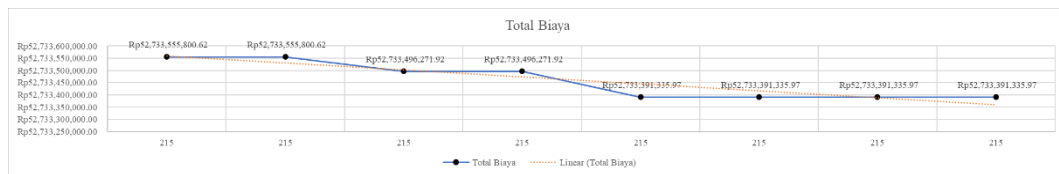
Gambar 5. 28 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



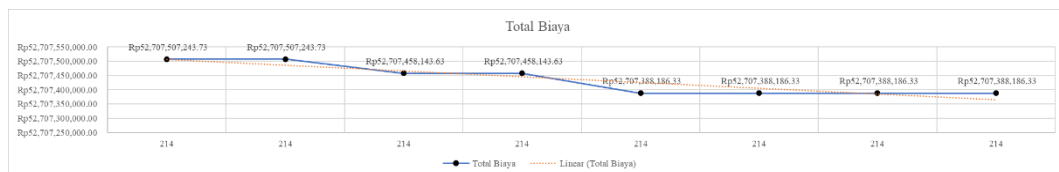
Gambar 5. 29 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



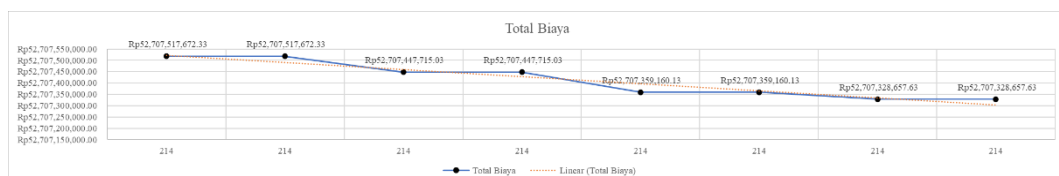
Gambar 5. 30 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 31 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 32 Grafik total biaya dengan durasi normal dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. 33 Grafik total biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan durasi normal dan percepatan 1 hari

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp1,960,754.25	Rp1,806,718.20	Rp154,036.05	216	Rp 47,130,164,036.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,702,557.71
Rp1,960,754.25	Rp1,806,718.20	Rp154,036.05	216	Rp 47,130,164,036.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,702,557.71
Rp1,057,584.15	Rp1,080,657.90	-Rp23,073.75	216	Rp 47,129,986,926.25	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,525,447.91
Rp1,960,754.25	Rp2,044,833.00	-Rp84,078.75	216	Rp 47,129,925,921.25	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,464,442.91
Rp2,352,905.10	Rp2,258,397.75	Rp94,507.35	216	Rp 47,130,104,507.35	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,643,029.01
Rp2,352,905.10	Rp2,258,397.75	Rp94,507.35	216	Rp 47,130,104,507.35	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,643,029.01
Rp1,208,667.60	Rp1,260,767.55	-Rp52,099.95	216	Rp 47,129,957,900.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,496,421.71
Rp2,352,905.10	Rp2,258,397.75	Rp94,507.35	216	Rp 47,130,104,507.35	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,643,029.01

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 42 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan percepatan 1 Hari dan Penambahan tenaga kerja

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp2,258,397.75	Rp2,282,947.80	-Rp24,550.05	216	Rp47,129,985,449.95	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,523,971.61
Rp2,258,397.75	Rp2,282,947.80	-Rp24,550.05	216	Rp47,129,985,449.95	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,523,971.61
Rp1,260,767.55	Rp1,254,815.10	Rp5,952.45	216	Rp47,130,015,952.45	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,554,474.11
Rp2,258,397.75	Rp2,422,862.40	-Rp164,464.65	216	Rp47,129,845,535.35	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,384,057.01
Rp2,710,077.30	Rp2,556,041.25	Rp154,036.05	216	Rp47,130,164,036.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,702,557.71
Rp2,710,077.30	Rp2,861,066.25	-Rp150,988.95	216	Rp47,129,859,011.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,397,532.71
Rp1,440,877.20	Rp1,463,950.95	-Rp23,073.75	216	Rp47,129,986,926.25	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,525,447.91
Rp2,710,077.30	Rp2,861,066.25	Rp150,988.95	216	Rp47,129,859,011.05	Rp5,629,538,521.66	Rp52,759,397,532.71

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 43 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan durasi normal dan percepatan 2 hari

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp1,960,754.25	Rp1,995,732.90	-Rp34,978.65	215	Rp47,129,975,021.35	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,450,864.67
Rp1,960,754.25	Rp1,995,732.90	-Rp34,978.65	215	Rp47,129,975,021.35	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,450,864.67
Rp1,057,584.15	Rp1,045,679.25	Rp11,904.90	215	Rp47,130,021,904.90	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,497,748.22
Rp1,960,754.25	Rp1,995,732.90	-Rp34,978.65	215	Rp47,129,975,021.35	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,450,864.67
Rp2,352,905.10	Rp2,282,947.80	Rp69,957.30	215	Rp47,130,079,957.30	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,555,800.62
Rp2,352,905.10	Rp2,648,977.80	-Rp296,072.70	215	Rp47,129,713,927.30	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,189,770.62
Rp1,208,667.60	Rp1,080,657.90	Rp128,009.70	215	Rp47,130,138,009.70	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,613,853.02
Rp2,352,905.10	Rp2,788,892.40	-Rp435,987.30	215	Rp47,129,574,012.70	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,049,856.02

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 44 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan percepatan 2 Hari dan Penambahan tenaga kerja

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp2,258,397.75	Rp2,352,905.10	-Rp94,507.35	215	Rp47,129,915,492.65	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,391,335.97
Rp2,258,397.75	Rp2,352,905.10	-Rp94,507.35	215	Rp47,129,915,492.65	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,391,335.97
Rp1,260,767.55	Rp1,190,810.25	Rp69,957.30	215	Rp47,130,079,957.30	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,555,800.62
Rp2,258,397.75	Rp2,352,905.10	-Rp94,507.35	215	Rp47,129,915,492.65	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,391,335.97
Rp2,710,077.30	Rp2,521,062.60	Rp189,014.70	215	Rp47,130,199,014.70	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,674,858.02
Rp2,710,077.30	Rp3,125,207.40	-Rp415,130.10	215	Rp47,129,594,869.90	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,070,713.22
Rp1,440,877.20	Rp1,428,972.30	Rp11,904.90	215	Rp47,130,021,904.90	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,497,748.22
Rp2,710,077.30	Rp3,149,017.20	-Rp438,939.90	215	Rp47,129,571,060.10	Rp5,603,475,843.32	Rp52,733,046,903.42

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 45 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan durasi normal dan percepatan 3 hari

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp1,960,754.25	Rp1,925,775.60	Rp34,978.65	214	Rp47,130,044,978.65	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,458,143.63
Rp1,960,754.25	Rp1,925,775.60	Rp34,978.65	214	Rp47,130,044,978.65	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,458,143.63
Rp1,057,584.15	Rp1,092,562.80	-Rp34,978.65	214	Rp47,129,975,021.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,388,186.33
Rp1,960,754.25	Rp1,995,732.90	-Rp34,978.65	214	Rp47,129,975,021.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,388,186.33
Rp2,352,905.10	Rp2,352,905.10	Rp0.00	214	Rp47,130,010,000.00	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,423,164.98
Rp2,352,905.10	Rp2,901,950.10	-Rp549,045.00	214	Rp47,129,460,955.00	Rp5,577,413,164.98	Rp52,706,874,119.98
Rp1,208,667.60	Rp1,045,679.25	Rp162,988.35	214	Rp47,130,172,988.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,586,153.33
Rp2,352,905.10	Rp2,901,950.10	-Rp549,045.00	214	Rp47,129,460,955.00	Rp5,577,413,164.98	Rp52,706,874,119.98

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 46 Hasil Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dengan percepatan 3 Hari dan Penambahan tenaga kerja

Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp2,258,397.75	Rp2,163,890.40	Rp94,507.35	214	Rp47,130,104,507.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,517,672.33
Rp2,258,397.75	Rp2,163,890.40	Rp94,507.35	214	Rp47,130,104,507.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,517,672.33
Rp1,260,767.55	Rp1,324,772.40	-Rp64,004.85	214	Rp47,129,945,995.15	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,359,160.13
Rp3,151,328.25	Rp3,067,249.50	Rp84,078.75	214	Rp47,130,094,078.75	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,507,243.73
Rp2,352,905.10	Rp2,352,905.10	Rp0.00	214	Rp47,130,010,000.00	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,423,164.98
Rp2,352,905.10	Rp2,901,950.10	-Rp549,045.00	214	Rp47,129,460,955.00	Rp5,577,413,164.98	Rp52,706,874,119.98
Rp1,208,667.60	Rp1,190,810.25	Rp17,857.35	214	Rp47,130,027,857.35	Rp5,577,413,164.98	Rp52,707,441,022.33
Rp3,067,249.50	Rp3,890,817.00	-Rp823,567.50	214	Rp47,129,186,432.50	Rp5,577,413,164.98	Rp52,706,599,597.48

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

4. Menentukan Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada kompresi durasi

penambahan jam kerja lembur 1 jam maka dapat dihitung presentase efisiensi waktu dan biaya proyek sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi waktu } (Et) &= (((217 - 214)/217) \times 100\%) \\ &= 1.3825\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi biaya } (Ec) &= (((\text{Rp } 52.785.620.000,00 - \text{Rp } 52,707,586,153.33) / \\ &\quad \text{Rp } 52.785.620.000,00) \times 100\%) \\ &= 0.1478\%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5. 47, tabel 5.48, tabel 5.49, tabel 5.50, tabel 5.51, dan tabel 5.52 sebagai berikut.

Tabel 5. 47 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 1 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (<i>Et</i>)	Efisiensi biaya (<i>Ec</i>)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
216	Rp52,759,702,557.71	0.4608%	0.0491%
216	Rp52,759,525,447.91	0.4608%	0.0494%
216	Rp52,759,464,442.91	0.4608%	0.0496%
216	Rp52,759,643,029.01	0.4608%	0.0492%
216	Rp52,759,643,029.01	0.4608%	0.0492%
216	Rp52,759,496,421.71	0.4608%	0.0495%
216	Rp52,759,643,029.01	0.4608%	0.0492%
216	Rp52,759,702,557.71	0.4608%	0.0491%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 48 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 1 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
216	Rp52,759,523,971.61	0.4608%	0.0494%
216	Rp52,759,523,971.61	0.4608%	0.0494%
216	Rp52,759,554,474.11	0.4608%	0.0494%
216	Rp52,759,384,057.01	0.4608%	0.0497%
216	Rp52,759,702,557.71	0.4608%	0.0491%
216	Rp52,759,397,532.71	0.4608%	0.0497%
216	Rp52,759,525,447.91	0.4608%	0.0494%
216	Rp52,759,397,532.71	0.4608%	0.0497%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 49 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 2 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
215	Rp52,733,450,864.67	0.9217%	0.0988%
215	Rp52,733,450,864.67	0.9217%	0.0988%
215	Rp52,733,497,748.22	0.9217%	0.0987%
215	Rp52,733,450,864.67	0.9217%	0.0988%
215	Rp52,733,555,800.62	0.9217%	0.0986%
215	Rp52,733,189,770.62	0.9217%	0.0993%
215	Rp52,733,613,853.02	0.9217%	0.0985%
215	Rp52,733,049,856.02	0.9217%	0.0996%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 50 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 2 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
215	Rp52,733,391,335.97	0.9217%	0.0989%
215	Rp52,733,391,335.97	0.9217%	0.0989%
215	Rp52,733,555,800.62	0.9217%	0.0986%
215	Rp52,733,391,335.97	0.9217%	0.0989%
215	Rp52,733,674,858.02	0.9217%	0.0984%
215	Rp52,733,070,713.22	0.9217%	0.0996%
215	Rp52,733,497,748.22	0.9217%	0.0987%
215	Rp52,733,046,903.42	0.9217%	0.0996%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 51 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan durasi normal dan percepatan 3 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
214	Rp52,707,458,143.63	1.3825%	0.1481%
214	Rp52,707,458,143.63	1.3825%	0.1481%
214	Rp52,707,388,186.33	1.3825%	0.1482%
214	Rp52,707,388,186.33	1.3825%	0.1482%
214	Rp52,707,423,164.98	1.3825%	0.1481%
214	Rp52,706,874,119.98	1.3825%	0.1492%
214	Rp52,707,586,153.33	1.3825%	0.1478%
214	Rp52,706,874,119.98	1.3825%	0.1492%

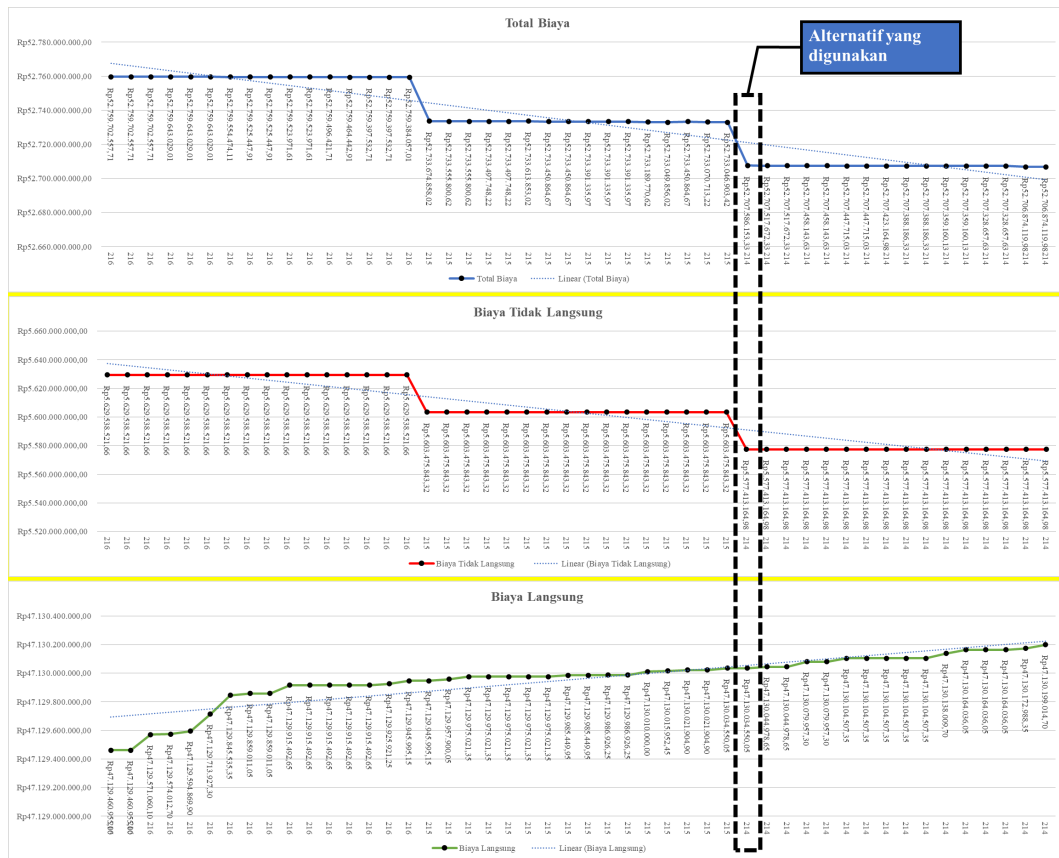
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Tabel 5. 52 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan percepatan 3 hari

Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu (E_t)	Efisiensi biaya (E_c)
217	Rp52.785.620.000,00	0,000%	0,000%
214	Rp52,707,517,672.33	1.3825%	0.1480%
214	Rp52,707,517,672.33	1.3825%	0.1480%
214	Rp52,707,359,160.13	1.3825%	0.1483%
214	Rp52,707,507,243.73	1.3825%	0.1480%
214	Rp52,707,423,164.98	1.3825%	0.1481%
214	Rp52,706,874,119.98	1.3825%	0.1492%
214	Rp52,707,441,022.33	1.3825%	0.1481%
214	Rp52,706,599,597.48	1.3825%	0.1497%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.52 di atas didapatkan pekerjaan yang dilakukan percepatan dengan total biaya yang paling minimum yaitu pada percepatan pekerjaan 3 hari dengan penambahan tenaga kerja dengan total durasi 214 hari yang berarti lebih cepat 3 hari dari waktu normal yaitu 217 hari, sehingga didapatkan total biaya sebesar Rp52,707,586,153.33 yang berarti ada penurunan biaya sebesar Rp78,033,846.67 dari biaya normal Rp52.785.620.000,00. Setelah biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total *cost* diketahui maka selanjutnya dibuat grafik hubungan antar ketiga biaya tersebut. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.34 di bawah ini.



Gambar 5. 34 Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Akibat Penambahan Tenaga Kerja
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Pada Gambar 5.34 di atas dapat diketahui bahwa ketika percepatan dilakukan maka biaya langsungnya akan bertambah tetapi pada penelitian ini grafik pada biaya langsungnya mengalami turun naik atau cenderung mengalami penurunan ini disebabkan karena ternyata biaya upah pekerja setelah dilakukan percepatan lebih kecil dibandingkan dengan biaya upah normalnya. Kemudian untuk biaya tidak langsung setelah dilakukan percepatan mengalami penurunan biaya, hal ini berkaitan dengan durasi yang semakin berkurang.

5.3.5 Melakukan Perbandingan Hasil Percepatan Antara Penambahan Jam Kerja (Lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja

Dari hasil perhitungan percepatan waktu proyek dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja di atas didapatkan perbandingan total biaya dan efisiensi waktu dan biaya proyek setelah dilakukan percepatan, seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.53 di bawah ini.

Tabel 5. 53 Perbandingan Biaya Total, Efisiensi Waktu & Efisiensi Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur) dan Penambahan Tenaga Kerja

Alternatif Percepatan	Durasi Proyek (hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu	Efisiensi Biaya
	217	Rp 53.240.550.000,00		
Penambahan Jam Kerja (Lembur)	213	Rp52.670.751.873,60	2,0528%	0,2176%
Penambahan Tenaga Kerja	214	Rp 52.707.586.153,33	1,3825%	0,1478%

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.53 diperoleh hasil bahwa waktu dan biaya optimal dapat dicapai melalui alternatif penambahan jam kerja (lembur) maupun penambahan tenaga kerja. Pada alternatif penambahan jam kerja (lembur) diperoleh durasi proyek selama 213 hari dengan total biaya sebesar Rp 52.670.751.873,60, efisiensi waktu sebesar 2,0528% (4 hari), dan efisiensi biaya sebesar Rp114.868.126,40 (0,2176%). Sedangkan pada alternatif penambahan tenaga kerja diperoleh durasi proyek selama 214 hari dengan total biaya sebesar Rp 52.707.586.153,33, efisiensi waktu sebesar 1,3825% (3 hari), dan efisiensi biaya sebesar Rp 78.033.846,67 (0,1478%). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alternatif percepatan yang paling optimum ditunjukkan oleh penambahan jam kerja (lembur), karena menghasilkan efisiensi waktu dan efisiensi biaya yang lebih besar dibandingkan dengan alternatif penambahan tenaga kerja.

5.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, penambahan jam kerja lembur memang menunjukkan efisiensi waktu dan biaya yang sedikit lebih besar dibandingkan penambahan tenaga kerja. Namun, perbedaan tersebut relatif kecil sehingga tidak memberikan selisih yang signifikan. Dalam konteks pelaksanaan di lapangan, alternatif penambahan jam kerja (lembur) dapat dianggap lebih menguntungkan karena mempertahankan stabilitas tim kerja yang sudah terbentuk tanpa perlu melakukan rekrutmen maupun penyesuaian baru.

Penambahan jam kerja (lembur) memungkinkan pemanfaatan tenaga kerja yang telah ada secara optimal, sehingga biaya tambahan untuk pelatihan, penyediaan fasilitas, maupun risiko penurunan produktivitas akibat adaptasi tenaga baru dapat dihindari. Selain itu, koordinasi, komunikasi, dan supervisi di lapangan lebih sederhana karena jumlah tenaga kerja tetap, sehingga potensi overlapping pekerjaan dapat diminimalisir. Kondisi ini membuat pelaksanaan proyek lebih mudah dikendalikan, terutama pada site dengan ruang kerja yang terbatas.

Sebaliknya, meskipun penambahan tenaga kerja dapat menghasilkan percepatan yang sedikit lebih signifikan, strategi ini juga menimbulkan konsekuensi tambahan berupa kebutuhan koordinasi yang lebih kompleks, biaya tidak langsung yang lebih besar, serta tantangan dalam penyediaan ruang kerja di lokasi proyek. Apabila kapasitas site terbatas, kelebihan jumlah tenaga kerja justru berpotensi menghambat kelancaran aktivitas karena kepadatan area kerja. Pertimbangan penting lainnya adalah aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), karena semakin banyak pekerja di area terbatas maka semakin tinggi pula potensi risiko kecelakaan kerja.



Gambar 5. 35 Lokasi Pekerjaan *Borepile Pier 21 dan Pier 22 Ramp 7*
(Sumber: Dokumentasi Drone Perusahaan, 2025)

Dengan demikian, meskipun dari sisi hasil analisis penambahan tenaga kerja lebih unggul, penambahan jam kerja (lembur) dinilai lebih realistis dan efektif diterapkan pada kondisi aktual proyek. Hal ini sejalan dengan prinsip *time cost trade off* yang menekankan pemilihan strategi percepatan bukan hanya berdasarkan angka efisiensi biaya dan waktu, melainkan juga mempertimbangkan aspek manajerial, keterbatasan ruang kerja, dan kemudahan pengendalian di lapangan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada proyek Pekerjaan *Borepile* Pier 21 *Ramp* 7 dan Pier 22 *Ramp* 7 Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penerapan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) pada pekerjaan *Borepile Ramp* 7 proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II Selatan Paket IIA dilakukan melalui tahapan analisis jaringan kerja menggunakan Microsoft Project untuk menentukan lintasan kritis, perhitungan *crash cost* dan *cost slope*, serta simulasi dua alternatif percepatan, yaitu penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur). Berdasarkan hasil analisis, penerapan metode TCTO mampu menunjukkan perubahan durasi dan biaya proyek secara terukur, serta memberikan gambaran efisiensi terhadap waktu dan biaya akibat penerapan strategi percepatan. Dengan demikian, penerapan metode TCTO terbukti efektif sebagai alat analisis untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan percepatan pekerjaan di lapangan. Alternatif penambahan jam kerja lembur mampu memberikan efisiensi waktu sebesar 2,0528%, sedangkan penambahan tenaga kerja menghasilkan efisiensi waktu sebesar 1,3825%. Hal ini menunjukkan bahwa percepatan melalui penambahan jam kerja lembur lebih unggul dari segi biaya dan waktu.
2. Dari segi biaya, penambahan jam kerja (lembur) menghasilkan efisiensi biaya sebesar 0,2176%, sedangkan penambahan tenaga kerja sebesar 0,1478%. Perbedaan efisiensi biaya antara kedua alternatif relatif kecil dan tidak memberikan perbedaan persentase yang signifikan. Namun, pada pelaksanaan di lapangan, penambahan jam kerja lembur dinilai lebih realistis karena mempertahankan stabilitas tim yang ada, meminimalisir kebutuhan rekrutmen, serta mengurangi risiko adaptasi tenaga kerja baru.

3. Dari sisi teknis dan manajerial, alternatif penambahan jam kerja (lembur) lebih mudah dikendalikan karena jumlah tenaga kerja tetap, sehingga koordinasi, komunikasi, dan supervisi lebih sederhana. Selain itu, alternatif ini juga menekan risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) akibat kepadatan tenaga kerja di area proyek. Dengan mempertimbangkan aspek teknis, biaya, dan manajerial, maka alternatif penambahan jam kerja (lembur) dinilai lebih optimal untuk diterapkan meskipun secara hasil analisis penambahan tenaga kerja menunjukkan efisiensi sedikit lebih baik.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi pihak kontraktor dan konsultan yang terlibat dalam pembangunan Jalan Tol Jakarta–Cikampek II (Japek II), disarankan agar dalam penyusunan time schedule proyek konstruksi tidak hanya mengandalkan perangkat lunak Microsoft Excel, tetapi juga memanfaatkan Microsoft Project. Penggunaan Microsoft Project dinilai lebih efektif dalam hal pemodelan jaringan kerja, identifikasi lintasan kritis, serta proses monitoring dan evaluasi kemajuan proyek secara lebih sistematis dan akurat.
2. Kepada manajemen proyek, khususnya kontraktor dan konsultan pelaksana, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya percepatan pekerjaan konstruksi, terutama pada segmen-segmen pekerjaan struktural yang berada dalam lintasan kritis, seperti pekerjaan *Borepile* pada *Ramp 7*. Alternatif percepatan melalui penambahan jam kerja (lembur) maupun penambahan tenaga kerja perlu dipilih secara selektif dengan mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan, termasuk keterbatasan ruang kerja, potensi overlapping pekerjaan, serta kemudahan pengendalian supervisi.
3. Penambahan jam kerja (lembur) disarankan menjadi opsi utama apabila ruang kerja terbatas, karena lebih realistis, mempertahankan stabilitas tim kerja yang sudah terbentuk, serta menekan risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Sementara itu, apabila dipilih alternatif penambahan tenaga kerja, perlu dipersiapkan strategi manajemen lapangan yang lebih matang, termasuk pengaturan ruang kerja, fasilitas tambahan, serta peningkatan pengawasan agar produktivitas tidak menurun akibat kepadatan tenaga kerja.
4. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk analisis lanjutan untuk biaya tidak langsung dan mengeksplorasi alternatif percepatan lainnya, seperti penggantian metode pelaksanaan, penggunaan alat berat dengan produktivitas lebih tinggi, atau optimalisasi manajemen logistik di lapangan. Selain itu, perlu memasukkan analisis risiko proyek dan aspek keselamatan kerja sebagai

variabel penting, sehingga rekomendasi percepatan yang dihasilkan lebih komprehensif, realistis, dan aplikatif pada berbagai kondisi proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Ahmad Raga, G. A. Y. P. A., 2023. Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*. *ejournal.unesa.ac.id*, p. 120.
- Celine Faustine, M. W., 2022. Peringkat Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, p. 1.
- Soeharto. I. 1997. Manajemen Proyek. Erlangga. Jakarta.
- Citraningtyas, T., 2021. *e-journal.uajy.ac.id*. Perhitungan Harga Pokok Produksi Pada Kampus Kompany, p. 9.
- Edy Hartanto, S. E. P. M., 2022. Analisis Biaya *Overhead* Dalam Proyek. *ensiklopediaku.org*, p. 1.
- Hakim, M. S., 2022. Analisis Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Pembangunan Koperasi Tkbm. *repository.uma.ac.id*, pp. 13-18.
- Mochamad Dadang Rizaldi, M. S., 2024. Analisa Penerapan *Critical Path Method* (CPM) Pada Proyek Pembuatan Crane Guna Memberikan Penjadwalan Efektif. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, p. 2.
- Muhammad Fazis, T., 2022. Perencanaan Proyek Dan Penjadwalan Proyek. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, p. 2.
- Nony Soplanit, N. M. H. D. T., 2021. Analisis Penerapan Metode *Line Of Balance* Pada Pembangunan Rumah Susun Pemkab Kepulauan Tanimbar. *Simetrik Vol 11, No. 2, Desember 2021*, P. 1.
- Santoso, J. T., 2023. Manajemen Proyek Teknologi Informasi. In: *Manajemen Proyek Teknologi Informasi*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, Pp. 5-7.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, Pasal 78. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja, Pasal 21 ayat (2). Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Maddeppungeng, A., Intari, D. E., & Oktafiani, A. 2020. Studi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Studi Kasus Proyek Pembangunan 6 Ruas Jalan Tol Dalam Kota Jakarta. *Konstruksia*, 11(1), 89-96.
- Gunadi, E. dan Nahdalina (2021) “Analisis Biaya Kemacetan Pada Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km. 26,” *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 20(1), hlm. 70–83. Tersedia pada: <https://doi.org/10.35760/dk.2021.v20i1.3013>.
- Napitupulu, P. dan Lubis, Y. (2022) *Perencanaan Durasi Waktu Pembangunan Rumah Type 70, JTSIP*. Medan.
- Nugraheni, S.R.W. dkk. (2021) “Strategy to Improve the Competitiveness of Indonesian Construction Services Sector,” *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Pembangunan*, 10(2), hlm. 176–200. Tersedia pada: <https://doi.org/10.29244/jekp.10.2.2021.176-200>.
- Raja Intan Mutiara dan Kusuma Rizkia Angelina (2018) *Penerapan Time Cost Trade OFF Dalam Optimalisasi Biaya Dan Waktu Dengan Penambahan Waktu Kerja (Studi Kasus Proyek Tol Gempol-Pasuruan Seksi II Ruas Rembang-Pasuruan STA 14 + 400-STA 17 + 400)*. Surabaya.
- Rizal, A. (2018) *Analisis Time Cost Quality Trade Off Pada Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Ngelo)*.
- Salindeho, C.G., Pratasih, P.A.K. dan Sumanti, F.P.Y. (2022) “Optimasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado Seksi II.” Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/>.
- Tisano, F., Arsjad, T. dan Sibi, M. (2020) “Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode *Crashing* Pada Pembangunan Kalyana Residence Paal 2 Manado,” *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), hlm. 741–748.

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Actual Cost Pekerjaan Borepile Ramp 7***ACTUAL COST PEKERJAAN BOREPILE RAMP 7**

Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m ³	Total seluruh Borepile
Pier 1 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82	Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total Besi (1 titik Borepile)	4032,15 Kg	9.828,00	39.627.970,20		
Beton	31,6512 m ³	976.800,00	30.916.892,16		
Install Besi	4032,15 Kg	1.053,00	4.245.853,95		
Upah Pengecoran	31,6512 m ³	98.600,00	3.120.808,32		
Upah Disposol	31,6512 m ³	72.500,00	2.294.712,00		
Upah Slurry	31,6512 m ³	126.500,00	4.003.876,80		
PIT Test	1 titik	600.000,00	600.000,00		
Koden Test	1 titik	1.200.000,00	1.200.000,00		
Pier 2 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82	Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15 Kg	9.828,00	39.627.970,20		
Beton	31,6512 m ³	976.800,00	30.916.892,16		
Install Besi	4032,15 Kg	1.053,00	4.245.853,95		
Upah Pengecoran	31,6512 m ³	98.600,00	3.120.808,32		
Upah Disposol	31,6512 m ³	72.500,00	2.294.712,00		
Upah Slurry	31,6512 m ³	126.500,00	4.003.876,80		
PIT Test	1 titik	600.000,00	600.000,00		
Koden Test	1 titik	1.200.000,00	1.200.000,00		
Pier 3 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82	Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15 Kg	9.828,00	39.627.970,20		
Beton	31,6512 m ³	976.800,00	30.916.892,16		
Install Besi	4032,15 Kg	1.053,00	4.245.853,95		
Upah Pengecoran	31,6512 m ³	98.600,00	3.120.808,32		
Upah Disposol	31,6512 m ³	72.500,00	2.294.712,00		
Upah Slurry	31,6512 m ³	126.500,00	4.003.876,80		
PIT Test	1 titik	600.000,00	600.000,00		
Koden Test	1 titik	1.200.000,00	1.200.000,00		
Pier 4 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82	Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15 Kg	9.828,00	39.627.970,20		
Beton	31,6512 m ³	976.800,00	30.916.892,16		
Install Besi	4032,15 Kg	1.053,00	4.245.853,95		
Upah Pengecoran	31,6512 m ³	98.600,00	3.120.808,32		
Upah Disposol	31,6512 m ³	72.500,00	2.294.712,00		
Upah Slurry	31,6512 m ³	126.500,00	4.003.876,80		
PIT Test	1 titik	600.000,00	600.000,00		
Koden Test	1 titik	1.200.000,00	1.200.000,00		
Pier 5 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82	Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15 Kg	9.828,00	39.627.970,20		
Beton	31,6512 m ³	976.800,00	30.916.892,16		
Install Besi	4032,15 Kg	1.053,00	4.245.853,95		
Upah Pengecoran	31,6512 m ³	98.600,00	3.120.808,32		
Upah Disposol	31,6512 m ³	72.500,00	2.294.712,00		
Upah Slurry	31,6512 m ³	126.500,00	4.003.876,80		
PIT Test	1 titik	600.000,00	600.000,00		
Koden Test	1 titik	1.200.000,00	1.200.000,00		

Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 6 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 7 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 8 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 9 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.358.928.689,80
Besi					
D 13	318,55				
D 16	829,95				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4032,15	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 10 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.626.676,25 Rp 1.624.750.958,84
Besi					
D 13	592,274				
D 16	968,008				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.443,932	Kg	9.828,00	43.674.963,70	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4443,932		1.053,00	4.679.460,40	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	

Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 11 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.626.676,25 Rp 1.624.750.958,84
Besi					
D 13	592,274				
D 16	968,008				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.443,932	Kg	9.828,00	43.674.963,70	
Beton	31,6512	m ³	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4443,932		1.053,00	4.679.460,40	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 12 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m ³	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 13 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m ³	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 14 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m ³	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 15 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m ³	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	

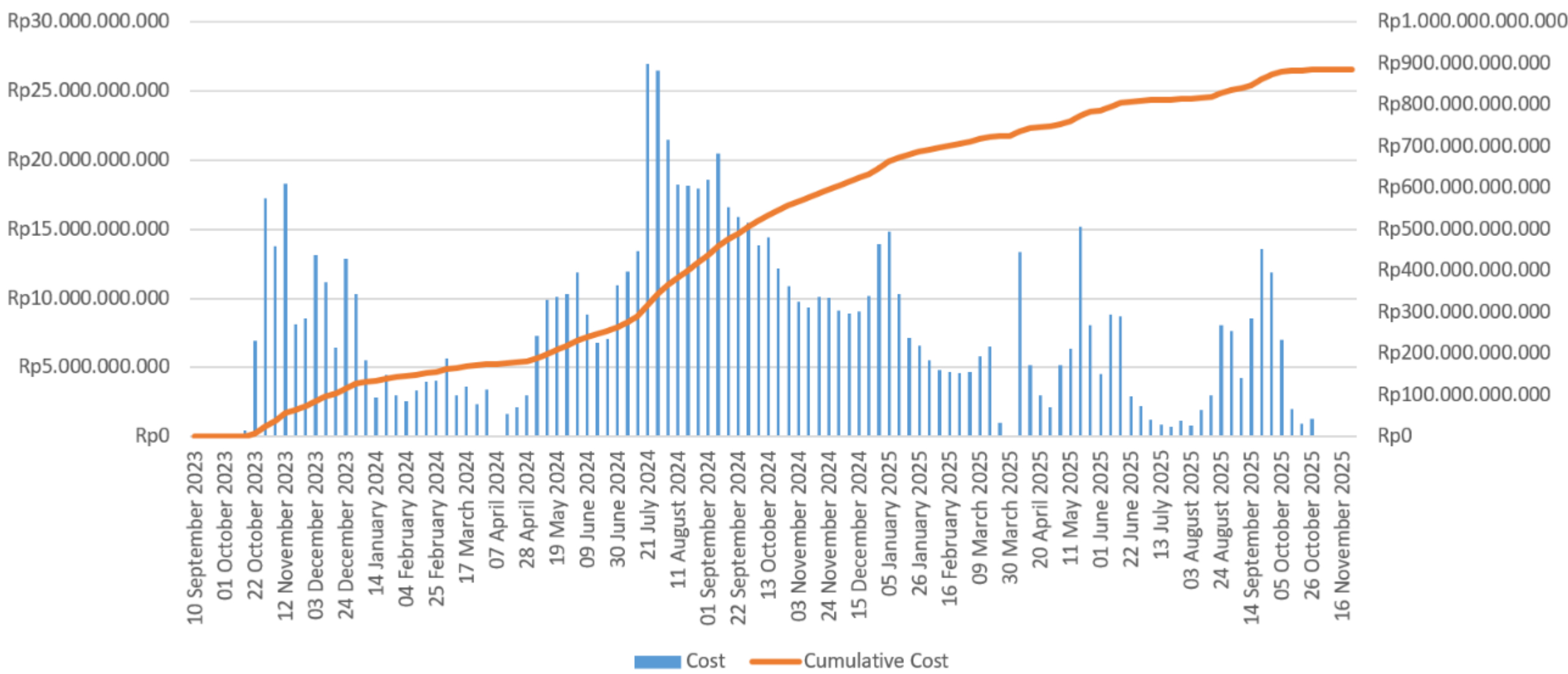
Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 16 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 17 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 18 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 19 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 20 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	

Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 21 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.626.675,47 Rp 1.624.750.610,65
Besi					
D 13	592,270				
D 16	968,010				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.443,930	Kg	9.828,00	43.674.944,04	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4443,93		1.053,00	4.679.458,29	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 22 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.903.441,63 Rp 1.639.445.483,02
Besi					
D 13	661,830				
D 16	1.015,760				
D 25	3144,68				
Total (1 titik Borepile)	4.822,270	Kg	9.828,00	47.393.269,56	
Beton	35,370216	m3	976.800,00	34.549.626,99	
Install Besi	4822,27		1.053,00	5.077.850,31	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 23 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 24 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.466.654,82 Rp 1.164.796.019,83
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.032,150	Kg	9.828,00	39.627.970,20	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4032,15		1.053,00	4.245.853,95	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 25 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.372.549,72 Rp 1.133.176.704,31
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2641,49				
Total (1 titik Borepile)	3.789,990	Kg	9.828,00	37.248.021,72	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	3789,99		1.053,00	3.990.859,47	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposol	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	

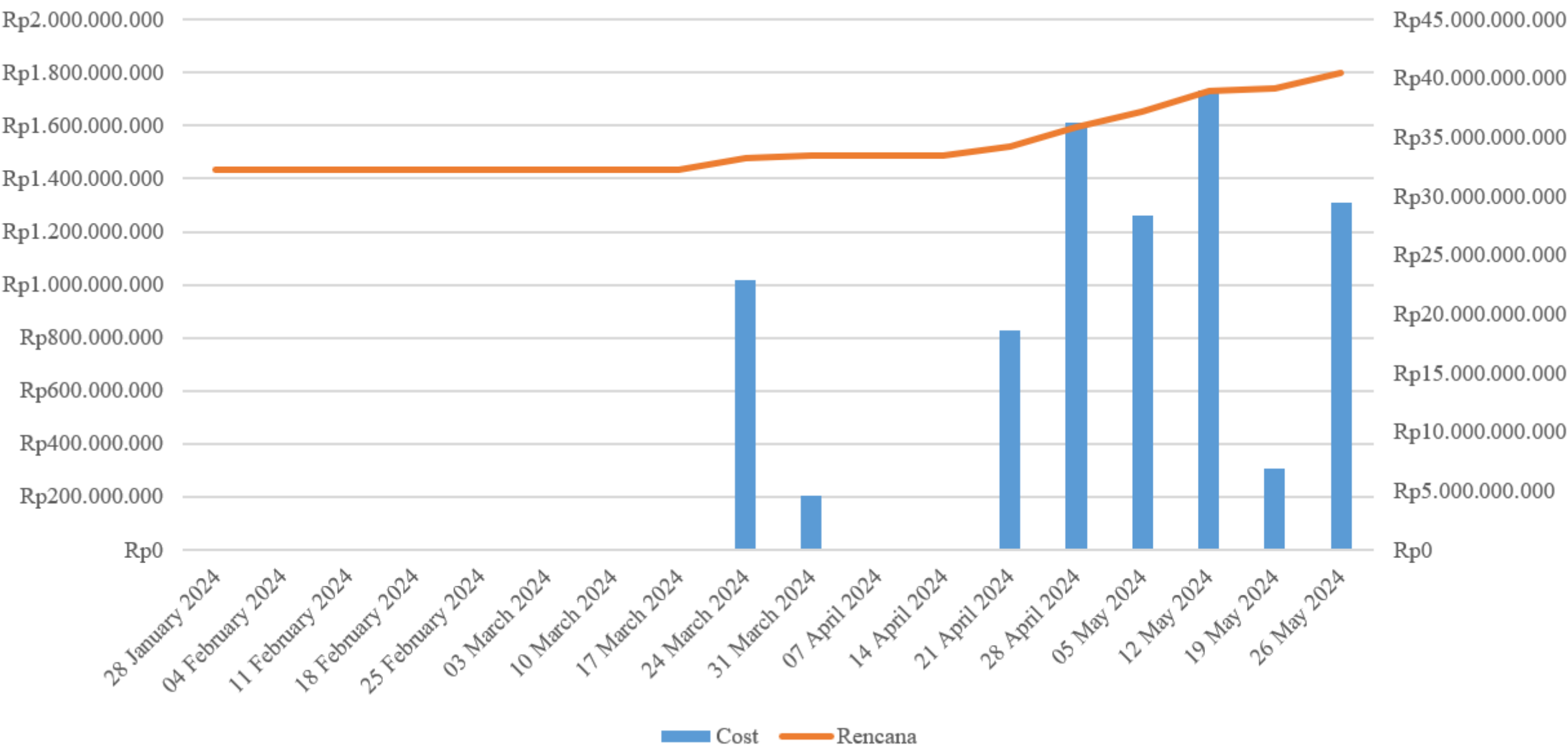
Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 26 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28	m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 4.721.572,21 Rp 1.586.448.262,27
Besi					
D 13	829,950				
D 16	2.641,490				
D 25	3789,98				
Total (1 titik Borepile)	7.261,420	Kg	9.828,00	71.365.235,76	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	7261,42		1.053,00	7.646.275,26	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 27 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28	m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.626.675,47 Rp 1.624.750.610,65
Besi					
D 13	592,270				
D 16	968,010				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.443,930	Kg	9.828,00	43.674.944,04	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4443,93		1.053,00	4.679.458,29	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 28 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28	m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.626.675,47 Rp 1.624.750.610,65
Besi					
D 13	592,270				
D 16	968,010				
D 25	2883,65				
Total (1 titik Borepile)	4.443,930	Kg	9.828,00	43.674.944,04	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	4443,93		1.053,00	4.679.458,29	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 29 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28	m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.372.549,72 Rp 1.133.176.704,31
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2641,49				
Total (1 titik Borepile)	3.789,990	Kg	9.828,00	37.248.021,72	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	3789,99		1.053,00	3.990.859,47	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 30 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28	m	394.865,06	11.056.221,56	Rp 3.372.549,72 Rp 1.133.176.704,31
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2641,49				
Total (1 titik Borepile)	3.789,990	Kg	9.828,00	37.248.021,72	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	3789,99		1.053,00	3.990.859,47	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	

Item Pekerjaan		Harga Satuan	Biaya Real Cost	Harga Satuan/m'	Total seluruh Borepile
Pier 31 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2641,49				
Total (1 titik Borepile)	3.789,980	Kg	9.828,00	37.247.923,44	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	3789,98		1.053,00	3.990.848,94	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 32 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	28 m		394.865,06	11.056.221,56	
Besi					
D 13	318,550				
D 16	829,950				
D 25	2641,49				
Total (1 titik Borepile)	3.789,990	Kg	9.828,00	37.248.021,72	
Beton	31,6512	m3	976.800,00	30.916.892,16	
Install Besi	3789,99		1.053,00	3.990.859,47	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 33 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	18 m		394.865,06	7.107.571,00	
Besi					
D 19	468,950				
D 32	3.804,930				
Total (1 titik Borepile)	4.273,880	Kg	9.828,00	42.003.692,64	
Beton	20,3472	m3	976.800,00	19.875.144,96	
Install Besi	4273,88		1.053,00	4.500.395,64	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 34 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	18 m		394.865,06	7.107.571,00	
Besi					
D 19	468,950				
D 32	3.804,930				
Total (1 titik Borepile)	4.273,880	Kg	9.828,00	42.003.692,64	
Beton	20,3472	m3	976.800,00	19.875.144,96	
Install Besi	4273,88		1.053,00	4.500.395,64	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
Pier 35 (Dia = 1,2 m)					
Pengeboran	18 m		394.865,06	7.107.571,00	
Besi					
D 19	468,950				
D 32	3.804,930				
Total (1 titik Borepile)	4.273,880	Kg	9.828,00	42.003.692,64	
Beton	20,3472	m3	976.800,00	19.875.144,96	
Install Besi	4273,88		1.053,00	4.500.395,64	
Upah Pengecoran	31,6512		98.600,00	3.120.808,32	
Upah Disposai	31,6512		72.500,00	2.294.712,00	
Upah Slurry	31,6512		126.500,00	4.003.876,80	
PIT Test	1		600.000,00	600.000,00	
Koden Test	1		1.200.000,00	1.200.000,00	
JUMLAH TOTAL				Rp	47.536.197.490,11
PEMBULATAN				Rp	47.536.200.000,00
PPN 12%				Rp	5.704.344.000,00
JUMLAH TOTAL + PPN				Rp	53.240.544.000,00
PEMBULATAN				Rp	53.240.550.000,00

Lampiran 2. S Curve Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 Selatan Paket 2A



Gambar L-2. 1 S Curve Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 Selatan Paket 2A menggunakan MS project



Gambar L-2. 2 S Curve Pekerjaan Borepile Ramp 7 Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 Selatan Paket 2A menggunakan MS project

WIK - PP - KMK - HKI KSC

- Lahan Bebas 100% Zona 1 pada bulan November 2022
- Lahan Bebas 100% Zona 2 pada bulan November 2022
- Lahan Bebas 100% Zona 3 pada bulan Oktober 2025
- Lahan Bebas 100% Zona 4 pada bulan Oktober 2025

Diperiksa dan Disetujui :

KSO MCI - BUANA - INDEG

 **SIRA JUPPIN NAIMPO**
Resident Engineer

Dibuat Oleh:
Kontrafaktur Pelekasana
WIKI-PP-KIM-KIK, KSO




WIKI-PP-KIM-KIK, KSO

APRIANTO DONNY INDRAWAN
General Superintendent

Lampiran 3. *Bar Chart* dan *Network Diagram* Pekerjaan *Borepile Ramp 7*

Dilampirkan dalam report MS Project dengan format PDF.

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	17/09
1		Yes	Proyek Jalan Toll Jakarta Cikampek Paket 2A Zona 2		785 days	Mon 11/09/23	Sat 29/11/25	Mon 11/09/23	NA	21%				
2		No	START		0 days	Mon 11/09/23	Mon 11/09/23	NA	NA	0%				
3		Yes	Pembebasan Lahan		111 days	Tue 12/09/23	Sun 31/12/23	NA	NA	0%				
4		No	Pembebasan Lahan		111 days	Tue 12/09/23	Sun 31/12/23	NA	NA	0%				
5		No	Pembebasan Lahan		111 days	Tue 12/09/23	Sun 31/12/23	NA	NA	0%				
6		No	Pembebasan Lahan		111 days	Tue 12/09/23	Sun 31/12/23	NA	NA	0%				
7		Yes	Pembebasan lahan Total		0 days	Fri 31/05/24	Fri 31/05/24	NA	NA	0%				
8		Yes	ZONA 2 (STA 8+800 - STA 10+100)		785 days	Mon 11/09/23	Sat 29/11/25	Mon 11/09/23	NA	21%				
9		No	Engineering Zona 2		305 days	Mon 11/09/23	Wed 24/07/24	NA	NA	0%				
118		No	Procurement Zona 2		453 days	Sun 24/09/23	Wed 01/01/25	Sun 24/09/23	NA	0%				
281		Yes	Construction Zona 2		777 days	Tue 19/09/23	Sat 29/11/25	Tue 19/09/23	NA	23%				
282		Yes	Pekerjaan Struktur		777 days	Tue 19/09/23	Sat 29/11/25	Tue 19/09/23	NA	26%				
283		Yes	Pekerjaan Struktur Ramp		777 days	Tue 19/09/23	Sat 29/11/25	Tue 19/09/23	NA	26%				
284		No	RAMP 1		763 days	Mon 02/10/23	Fri 28/11/25	Mon 02/10/23	NA	35%				
780		No	RAMP 2		736 days	Thu 21/09/23	Tue 21/10/25	Thu 21/09/23	NA	27%				
1410		No	RAMP 3		745 days	Thu 19/10/23	Thu 27/11/25	Thu 19/10/23	NA	22%				
1617		No	RAMP 4		771 days	Tue 19/09/23	Sun 23/11/25	Tue 19/09/23	NA	23%				
1937		No	RAMP 5		766 days	Sun 24/09/23	Sun 23/11/25	Sun 24/09/23	NA	22%				
2333		No	RAMP 6		428 days	Wed 14/08/24	Tue 28/10/25	NA	NA	0%				
2358		Yes	RAMP 7		773 days	Sat 23/09/23	Sat 29/11/25	Sat 23/09/23	NA	30%				
2359		No	JALAN		396 days	Fri 31/05/24	Sun 13/07/25	NA	NA	0%				
2381		Yes	STRUKTUR		773 days	Sat 23/09/23	Sat 29/11/25	Sat 23/09/23	NA	31%				
2382		No	Span A1-P1'		33 days	Sun 02/02/25	Thu 06/03/25	NA	NA	0%				
2388		No	Span P1'-P2'		46 days	Thu 30/01/25	Sun 16/03/25	NA	NA	0%				
2394		No	Span P2'-P3'		49 days	Mon 27/01/25	Sun 16/03/25	NA	NA	0%				
2400		No	Span P3'-P1		62 days	Fri 24/01/25	Tue 08/04/25	NA	NA	0%				
2406		No	Pier P1	Tunggu Akses OP	387 days	Sun 08/10/23	Sun 10/11/24	Sun 08/10/23	NA	19%				
2407		No	Persiapan & Borelog		8 days	Sun 08/10/23	Sun 15/10/23	Sun 08/10/23	Sun 15/10/23	100%				
2408		No	Borepile		11 days	Sat 16/12/23	Tue 26/12/23	Sat 16/12/23	Tue 26/12/23	100%				
2409		No	Galian pilecap		7 days	Thu 06/06/24	Wed 12/06/24	NA	NA	0%				
2410		No	Bobok Borepile		5 days	Thu 13/06/24	Mon 17/06/24	NA	NA	0%				
2411	P1-LC-R7	No	Lean Concrete		3 days	Tue 18/06/24	Thu 20/06/24	NA	NA	0%				
2412	P1-PC-R7	No	Pilecap		17 days	Fri 30/08/24	Sun 15/09/24	NA	NA	0%				
2413	P1-P-R7	No	Pier		20 days	Sun 22/09/24	Fri 11/10/24	NA	NA	0%				
2414	P1-PH-R7	No	Pier Head		30 days	Sat 12/10/24	Sun 10/							

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	1
2547	P10-PC-R7	No	Pilecap		6 days	Wed 25/09/24	Mon 30/09/24	NA	NA	0%				
2548	P10-P-R7	No	Pier		20 days	Mon 21/10/24	Sat 09/11/24	NA	NA	0%				
2549	P10-PH-R7	No	Pier Head		30 days	Mon 25/11/24	Tue 24/12/24	NA	NA	0%				
2550		No	Span P10-P11		142 days	Wed 25/12/24	Wed 28/05/25	NA	NA	0%				
2556		No	Pier P11	Terkendala Lahan	248 days	Thu 19/10/23	Fri 05/07/24	Thu 19/10/23	NA	13%				
2557		No	Persiapan & Borelog		4 days	Thu 19/10/23	Sun 22/10/23	Thu 19/10/23	Sun 22/10/23	100%				
2558		No	Borepile		8 days	Sun 24/03/24	Sun 31/03/24	Sun 24/03/24	Sun 31/03/24	100%				
2559		No	Galian pilecap		7 days	Mon 01/04/24	Sat 20/04/24	NA	NA	0%				
2560		No	Bobok Borepile		6 days	Sun 21/04/24	Fri 26/04/24	NA	NA	0%				
2561	P11-LC-R7	No	Lean Concrete		3 days	Sat 27/04/24	Mon 29/04/24	NA	NA	0%				
2562	P11-PC-R7	No	Pilecap		17 days	Tue 30/04/24	Thu 16/05/24	NA	NA	0%				
2563	P11-P-R7	No	Pier		20 days	Fri 17/05/24	Wed 05/06/24	NA	NA	0%				
2564	P11-PH-R7	No	Pier Head		30 days	Thu 06/06/24	Fri 05/07/24	NA	NA	0%				
2565		No	Span P11-P12		33 days	Thu 12/09/24	Mon 14/10/24	NA	NA	0%				
2571		No	Pier P12	Lahan Koran Purba	315 days	Fri 20/10/23	Wed 11/09/24	Fri 20/10/23	NA	12%				
2572		No	Persiapan & Borelog		3 days	Fri 20/10/23	Sun 22/10/23	Fri 20/10/23	Sun 22/10/23	100%				
2573		No	Borepile		8 days	Sat 18/11/23	Sat 25/11/23	Sat 18/11/23	Sat 25/11/23	100%				
2574		No	Galian pilecap		7 days	Fri 21/06/24	Thu 27/06/24	NA	NA	0%				
2575		No	Bobok Borepile		5 days	Fri 28/06/24	Tue 02/07/24	NA	NA	0%				
2576	P12-LC-R7	No	Lean Concrete		3 days	Wed 03/07/24	Fri 05/07/24	NA	NA	0%				
2577	P12-PC-R7	No	Pilecap		18 days	Sat 06/07/24	Tue 23/07/24	NA	NA	0%				
2578	P12-P-R7	No	Pier		20 days	Wed 24/07/24	Mon 12/08/24	NA	NA	0%				
2579	P12-PH-R7	No	Pier Head		30 days	Tue 13/08/24	Wed 11/09/24	NA	NA	0%				
2580		No	Span P12-P13	Gambar Pierhead	33 days	Sat 23/11/24	Wed 25/12/24	NA	NA	0%				
2586		No	Pier P13		231 days	Tue 24/10/23	Sun 23/06/24	Tue 24/10/23	NA	80%				
2587		No	Persiapan & Borelog		3 days	Tue 24/10/23	Thu 26/10/23	Tue 24/10/23	Thu 26/10/23	100%				
2588		No	Borepile		7 days	Fri 17/11/23	Thu 23/11/23	Fri 17/11/23	Thu 23/11/23	100%				
2589		No	Galian pilecap		45 days	Fri 24/11/23	Sun 07/01/24	Fri 24/11/23	Sun 07/01/24	100%				
2590		No	Bobok Borepile		45 days	Mon 08/01/24	Wed 21/02/24	Mon 08/01/24	Wed 21/02/24	100%				
2591	P13-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Thu 22/02/24	Thu 22/02/24	Thu 22/02/24	Thu 22/02/24	100%				
2592	P13-PC-R7	No	Pilecap		9 days	Fri 23/02/24	Sat 02/03/24	Fri 23/02/24	Sat 02/03/24	100%				
2593	P13-P-R7	No	Pier		9 days	Fri 22/03/24	Sat 30/03/24	Fri 22/03/24	Sat 30/03/24	100%				
2594	P13-PH-R7	No	Pier Head		30 days	Sat 25/05/24	Sun 23/06/24	NA	NA	0%				
2595		No	Span P13-P14		46 days	Wed 20/11/24	Sat 04/01/25	NA	NA	0%				
2601		No	Pier P14	Gambar Pierhead	246 days	Tue 24/10/23	Mon 08/07/24	Tue 24/10/23	NA	73%				
2602		No	Persiapan & Borelog		3 days	Tue 24/10/23	Thu 26/10/23	Tue 24/10/23	Thu 26/10/23	100%				
2603		No	Borepile		6 days	Fri 17/11/23	Wed 22/11/23	Fri 17/11/23	Wed 22/11/23	100%				
2604		No	Galian pilecap		56 days	Thu 23/11/23	Wed 17/01/24	Thu 23/11/23	Wed 17/01/24	100%				
2605		No	Bobok Borepile		5 days	Thu 18/01/24								

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	1
2608	P14-P-R7	No	Pier		48 days	Sat 27/01/24	Thu 14/03/24	Sat 27/01/24	Thu 14/03/24	100%				
2609	P14-PH-R7	No	Pier Head		45 days	Sat 25/05/24	Mon 08/07/24	NA	NA	0%				
2610		No	Span P14-P15		59 days	Sun 17/11/24	Tue 14/01/25	NA	NA	0%				
2616		No	Pier P15		221 days	Wed 04/10/23	Fri 24/05/24	Wed 04/10/23	NA	91%				
2617		No	Persiapan & Borelog		6 days	Wed 04/10/23	Mon 09/10/23	Wed 04/10/23	Mon 09/10/23	100%				
2618		No	Borepile		8 days	Sun 12/11/23	Sun 19/11/23	Sun 12/11/23	Sun 19/11/23	100%				
2619		No	Galian pilecap		7 days	Mon 20/11/23	Sun 26/11/23	Mon 20/11/23	Sun 26/11/23	100%				
2620		No	Bobok Borepile		5 days	Sun 10/12/23	Thu 14/12/23	Sun 10/12/23	Thu 14/12/23	100%				
2621	P15-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Sat 09/12/23	Sat 09/12/23	Sat 09/12/23	Sat 09/12/23	100%				
2622	P15-PC-R7	No	Pilecap		1 day	Tue 23/01/24	Tue 23/01/24	Tue 23/01/24	Tue 23/01/24	100%				
2623	P15-P-R7	No	Pier		46 days	Wed 24/01/24	Sat 09/03/24	Wed 24/01/24	Sat 09/03/24	100%				
2624	P15-PH-R7	No	Pier Head		7 days	Sat 18/05/24	Fri 24/05/24	NA	NA	0%				
2625		No	Span P15-P16		72 days	Thu 14/11/24	Fri 24/01/25	NA	NA	0%				
2631		No	Pier P16		221 days	Wed 04/10/23	Fri 24/05/24	Wed 04/10/23	NA	93%				
2632		No	Persiapan & Borelog		4 days	Wed 04/10/23	Sat 07/10/23	Wed 04/10/23	Sat 07/10/23	100%				
2633		No	Borepile		7 days	Sun 12/11/23	Sat 18/11/23	Sun 12/11/23	Sat 18/11/23	100%				
2634		No	Galian pilecap		42 days	Sun 19/11/23	Sat 30/12/23	Sun 19/11/23	Sat 30/12/23	100%				
2635		No	Bobok Borepile		8 days	Sun 31/12/23	Sun 07/01/24	Sun 31/12/23	Sun 07/01/24	100%				
2636		No	Test PDA		1 day	Mon 08/01/24	Mon 08/01/24	Mon 08/01/24	Mon 08/01/24	100%				
2637	P16-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Thu 14/12/23	Thu 14/12/23	Thu 14/12/23	Thu 14/12/23	100%				
2638	P16-PC-R7	No	Pilecap		1 day	Mon 22/01/24	Mon 22/01/24	Mon 22/01/24	Mon 22/01/24	100%				
2639	P16-P-R7	No	Pier		33 days	Tue 23/01/24	Sat 24/02/24	Tue 23/01/24	Sat 24/02/24	100%				
2640	P16-PH-R7	No	Pier Head		7 days	Sat 18/05/24	Fri 24/05/24	NA	NA	0%				
2641		No	Span P16-P17		85 days	Mon 11/11/24	Mon 03/02/25	NA	NA	0%				
2647		No	Pier P17		258 days	Wed 04/10/23	Sun 30/06/24	Wed 04/10/23	NA	90%				
2648		No	Persiapan & Borelog		5 days	Wed 04/10/23	Sun 08/10/23	Wed 04/10/23	Sun 08/10/23	100%				
2649		No	Borepile		10 days	Wed 01/11/23	Fri 10/11/23	Wed 01/11/23	Fri 10/11/23	100%				
2650		No	Galian pilecap		7 days	Sat 23/12/23	Fri 29/12/23	Sat 23/12/23	Fri 29/12/23	100%				
2651		No	Bobok Borepile		5 days	Sat 30/12/23	Wed 03/01/24	Sat 30/12/23	Wed 03/01/24	100%				
2652		No	Test PDA		1 day	Thu 04/01/24	Thu 04/01/24	Thu 04/01/24	Thu 04/01/24	100%				
2653	P17-LC-R7	No	Lean Concrete		12 days	Thu 04/01/24	Mon 15/01/24	Thu 04/01/24	Mon 15/01/24	100%				
2654	P17-PC-R7	No	Pilecap		1 day	Tue 16/01/24	Tue 16/01/24	Tue 16/01/24	Tue 16/01/24	100%				
2655	P17-P-R7	No	Pier		21 days	Wed 17/01/24	Tue 06/02/24	Wed 17/01/24	Tue 06/02/24	100%				
2656	P17-PH-R7	No	Pier Head		7 days	Mon 24/06/24	Sun 30/06/24	NA	NA	0%				
2657		No	Span P17-P18		98 days	Fri 08/11/24	Thu 13/02/25	NA	NA	0%				
2663		No	Pier P18		312 days	Sat 30/09/23	Mon 19/08/24	Sat 30/09/23	NA	40%				
2664		No	Persiapan & Borelog											

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	1
2669		No	Test CSL		1 day	Sat 30/12/23	Sat 30/12/23	Sat 30/12/23	Sat 30/12/23	100%				
2670	P18-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Sun 03/12/23	Sun 03/12/23	Sun 03/12/23	Sun 03/12/23	100%				
2671	P18-PC-R7	No	Pilecap		1 day	Sat 13/01/24	Sat 13/01/24	Sat 13/01/24	Sat 13/01/24	100%				
2672	P18-P-R7	No	Pier		1 day	Fri 09/02/24	Fri 09/02/24	Fri 09/02/24	Fri 09/02/24	100%				
2673	P18-PH-R7	No	Pier Head		45 days	Sat 06/07/24	Mon 19/08/24	NA	NA	0%				
2674		No	Span P18-P19		33 days	Tue 05/11/24	Sat 07/12/24	NA	NA	0%				
2680		No	Pier P19		277 days	Sat 30/09/23	Mon 15/07/24	Sat 30/09/23	NA	93%				
2681		No	Persiapan & Borelog		5 days	Sat 30/09/23	Wed 04/10/23	Sat 30/09/23	Wed 04/10/23	100%				
2682		No	Borepile		8 days	Thu 02/11/23	Thu 09/11/23	Thu 02/11/23	Thu 09/11/23	100%				
2683		No	Galian pilecap		7 days	Fri 10/11/23	Thu 16/11/23	Fri 10/11/23	Thu 16/11/23	100%				
2684		No	Bobok Borepile		5 days	Fri 17/11/23	Tue 21/11/23	Fri 17/11/23	Tue 21/11/23	100%				
2685		No	Test PDA		1 day	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	100%				
2686		No	Test CSL		1 day	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	Sun 31/12/23	100%				
2687	P19-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Fri 01/12/23	Fri 01/12/23	Fri 01/12/23	Fri 01/12/23	100%				
2688	P19-PC-R7	No	Pilecap		39 days	Sat 02/12/23	Tue 09/01/24	Sat 02/12/23	Tue 09/01/24	100%				
2689	P19-P-R7	No	Pier		31 days	Wed 10/01/24	Fri 09/02/24	Wed 10/01/24	Fri 09/02/24	100%				
2690	P19-PH-R7	No	Pier Head		7 days	Tue 09/07/24	Mon 15/07/24	NA	NA	0%				
2691		No	Span P19-P20		46 days	Sat 02/11/24	Tue 17/12/24	NA	NA	0%				
2697		No	Pier P20		231 days	Sun 01/10/23	Fri 31/05/24	Sun 01/10/23	NA	96%				
2698		No	Persiapan & Borelog		4 days	Sun 01/10/23	Wed 04/10/23	Sun 01/10/23	Wed 04/10/23	100%				
2699		No	Borepile		6 days	Sun 12/11/23	Fri 17/11/23	Sun 12/11/23	Fri 17/11/23	100%				
2700		No	Test PDA		26 days	Sat 18/11/23	Wed 13/12/23	Sat 18/11/23	Wed 13/12/23	100%				
2701		No	Test CSL		28 days	Sat 18/11/23	Fri 15/12/23	Sat 18/11/23	Fri 15/12/23	100%				
2702		No	Galian pilecap		7 days	Sat 16/12/23	Fri 22/12/23	Sat 16/12/23	Fri 22/12/23	100%				
2703		No	Bobok Borepile		5 days	Sat 23/12/23	Wed 27/12/23	Sat 23/12/23	Wed 27/12/23	100%				
2704	P20-LC-R7	No	Lean Concrete		47 days	Mon 27/11/23	Fri 12/01/24	Mon 27/11/23	Fri 12/01/24	100%				
2705	P20-PC-R7	No	Pilecap		17 days	Sat 13/01/24	Mon 29/01/24	Sat 13/01/24	Mon 29/01/24	100%				
2706	P20-P-R7	No	Pier		14 days	Tue 30/01/24	Mon 12/02/24	Tue 30/01/24	Mon 12/02/24	100%				
2707	P20-PH-R7	No	Pier Head		7 days	Sat 25/05/24	Fri 31/05/24	NA	NA	0%				
2708		No	Span P20-P21		59 days	Wed 30/10/24	Fri 27/12/24	NA	NA	0%				
2714		No	Pier P21	Review Design CC	379 days	Wed 04/10/23	Tue 29/10/24	Wed 04/10/23	NA	2%				
2715		No	Persiapan & Borelog		5 days	Wed 04/10/23	Sun 08/10/23	Wed 04/10/23	Sun 08/10/23	100%				
2716		No	Borepile		193 days	Sun 12/11/23	Tue 04/06/24	Sun 12/11/23	NA	0%				
2717		No	Galian pilecap		7 days	Fri 05/07/24	Thu 11/07/24	NA	NA	0%				
2718		No	Bobok Borepile		6 days	Fri 12/07/24	Wed 17/07/24	NA	NA	0%				
2719		No	Test PDA		28 days	Fri 12/07/24	Thu 08/08/24	NA	NA	0%				
2720	P21-LC-R7	No	Lean Concrete		3 days	Thu 18/07/24	Sat 20/07/24	NA	NA	0%				
2721	P21-PC-R7	No	Pilecap		17 days	Fri 09/08/24	Sun 25/08/24	NA	NA	0%				
2722	P21-P-R7	No	Pier		20 days	Mon 26/08/24	Sat 14/09/24	NA	NA	0%				
2723	P21-PH-R7	No	Pier Head		45 days	Sun 15/09/24	Tue 29/10/24	NA	NA	0%				
2724		Yes	Span P21-P22		33 days	Tue 28/10/25	Sat 29/11/25	NA	NA	0%				

Project:
Japek 2 A detail zone 14-9-2

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

.....

◆

▬

▬

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

◆

▬

▬

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

▬

┌

┐

External Milestone

Deadline

Critical

Critical Split

Baseline

◆

↓

.....

Baseline Milestone

Baseline Summary

Progress

Manual Progress

6

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	1
2852		No	Borepile		7 days	Fri 08/12/23	Thu 14/12/23	Fri 08/12/23	Thu 14/12/23	100%				
2853		No	Galian pilecap		7 days	Fri 15/12/23	Thu 21/12/23	Fri 15/12/23	Thu 21/12/23	100%				
2854		No	Bobok Borepile		5 days	Fri 22/12/23	Tue 26/12/23	Fri 22/12/23	Tue 26/12/23	100%				
2855	P30-LC-R7	No	Lean Concrete		16 days	Tue 13/02/24	Wed 28/02/24	Tue 13/02/24	Wed 28/02/24	100%				
2856	P30-PC-R7	No	Pilecap		2 days	Tue 19/03/24	Wed 20/03/24	Tue 19/03/24	Wed 20/03/24	100%				
2857	P30-P-R7	No	Pier		14 days	Sun 24/03/24	Fri 19/04/24	Sun 24/03/24	Fri 19/04/24	100%				
2858	P30-PH-R7	No	Pier Head		45 days	Mon 13/05/24	Wed 26/06/24	NA	NA	0%				
2859		Yes	Span P30-P31		33 days	Thu 26/06/25	Mon 28/07/25	NA	NA	0%				
2865		No	Pier P31	Gambar Pierhead	276 days	Fri 06/10/23	Sat 20/07/24	Fri 06/10/23	NA	66%				
2866		No	Persiapan & Borelog		6 days	Fri 06/10/23	Wed 11/10/23	Fri 06/10/23	Wed 11/10/23	100%				
2867		No	Borepile		5 days	Wed 06/12/23	Sun 10/12/23	Wed 06/12/23	Sun 10/12/23	100%				
2868		No	Galian pilecap		7 days	Mon 11/12/23	Sun 17/12/23	Mon 11/12/23	Sun 17/12/23	100%				
2869		No	Bobok Borepile		5 days	Mon 18/12/23	Fri 22/12/23	Mon 18/12/23	Fri 22/12/23	100%				
2870	P31-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Tue 26/12/23	Tue 26/12/23	Tue 26/12/23	Tue 26/12/23	100%				
2871	P31-PC-R7	No	Pilecap		41 days	Wed 27/12/23	Mon 05/02/24	Wed 27/12/23	Mon 05/02/24	100%				
2872	P31-P-R7	No	Pier		8 days	Thu 15/02/24	Thu 22/02/24	Thu 15/02/24	Thu 22/02/24	100%				
2873	P31-PH-R7	No	Pier Head		38 days	Thu 13/06/24	Sat 20/07/24	NA	NA	0%				
2874		Yes	Span P31-P32	Gambar Pierhead	144 days	Mon 23/06/25	Thu 13/11/25	NA	NA	0%				
2880		No	Pier P32		250 days	Wed 01/11/23	Sat 20/07/24	Wed 01/11/23	NA	75%				
2881		No	Persiapan & Borelog		4 days	Wed 01/11/23	Sat 04/11/23	Wed 01/11/23	Sat 04/11/23	100%				
2882		No	Borepile		6 days	Sun 05/11/23	Fri 10/11/23	Sun 05/11/23	Fri 10/11/23	100%				
2883		No	Galian pilecap		7 days	Sat 11/11/23	Fri 17/11/23	Sat 11/11/23	Fri 17/11/23	100%				
2884		No	Bobok Borepile		5 days	Thu 23/11/23	Mon 27/11/23	Thu 23/11/23	Mon 27/11/23	100%				
2885	P32-LC-R7	No	Lean Concrete		5 days	Sat 18/11/23	Wed 22/11/23	Sat 18/11/23	Wed 22/11/23	100%				
2886	P32-PC-R7	No	Pilecap		55 days	Thu 23/11/23	Tue 16/01/24	Thu 23/11/23	Tue 16/01/24	100%				
2887	P32-P-R7	No	Pier		33 days	Wed 17/01/24	Sun 18/02/24	Wed 17/01/24	Sun 18/02/24	100%				
2888	P32-PH-R7	No	Pier Head		38 days	Thu 13/06/24	Sat 20/07/24	NA	NA	0%				
2889		No	Span P32-P33		392 days	Tue 15/10/24	Sun 23/11/25	NA	NA	0%				
2895		No	Pier P33	Gambar Pierhead	289 days	Sat 23/09/23	Sat 20/07/24	Sat 23/09/23	NA	73%				
2896		No	Persiapan & Borelog		8 days	Sat 23/09/23	Sat 30/09/23	Sat 23/09/23	Sat 30/09/23	100%				
2897		No	Borepile		7 days	Fri 10/11/23	Thu 16/11/23	Fri 10/11/23	Thu 16/11/23	100%				
2898		No	Galian pilecap		7 days	Fri 17/11/23	Thu 23/11/23	Fri 17/11/23	Thu 23/11/23	100%				
2899		No	Bobok Borepile		5 days	Fri 24/11/23	Tue 28/11/23	Fri 24/11/23	Tue 28/11/23	100%				
2900	P33-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Sun 10/12/23	Sun 10/12/23	Sun 10/12/23	Sun 10/12/23	100%				
2901	P33-PC-R7	No	Pilecap		41 days	Mon 11/12/23	Sat 20/01/24	Mon 11/12/23	Sat 20/01/24	100%				
2902	P33-P-R7	No	Pier		32 days	Sun 21/01/24	Wed 21/02/24	Sun 21/01/24	Wed 21/02/24	100%				
2903	P33-PH-R7	No	Pier Head		38 days	Thu 13/06/24	Sat 20/07/24	NA	NA	0%				
2904		No	Span P33-P34		33 days	Fri 18/10/24	Tue 19/11/24	NA	NA	0%				
2910		No	Pier P34	Gambar Pierhead	289 days	Sat 23/09/23	Sat 20/07/24	Sat 23/09/23	NA	75%				
2911		No	Persiapan & Borelog		8 days	Sat 23/09/23	Sat 30/09/23	Sat 23/09/23	Sat 30/09/23	100%				
2912		No	Borepile		8 days	Fri 27/10/23	Fri 03/11/23	Fri 27/10/23	Fri 03/11/23	100%				

Project:
Japek 2 A detail zone 14-9-2

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Critical

Critical Split

Baseline

Baseline Milestone

Baseline Summary

Progress

Manual Progress

9

ID	Kode WBS	Critical	Task Name	Issue	Duration	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	% Complete	September 2023			
											27/08	03/09	10/09	1
2913		No	Galian pilecap		7 days	Sat 04/11/23	Fri 10/11/23	Sat 04/11/23	Fri 10/11/23	100%				
2914		No	Bobok Borepile		5 days	Sat 23/12/23	Wed 27/12/23	Sat 23/12/23	Wed 27/12/23	100%				
2915	P34-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Fri 22/12/23	Fri 22/12/23	Fri 22/12/23	Fri 22/12/23	100%				
2916	P34-PC-R7	No	Pilecap		78 days	Sat 23/12/23	Sat 09/03/24	Sat 23/12/23	Sat 09/03/24	100%				
2917	P34-P-R7	No	Pier		9 days	Mon 25/03/24	Tue 02/04/24	Mon 25/03/24	Tue 02/04/24	100%				
2918	P34-PH-R7	No	Pier Head		38 days	Thu 13/06/24	Sat 20/07/24	NA	NA	0%				
2919		No	Span P34-P35		40 days	Mon 21/10/24	Fri 29/11/24	NA	NA	0%				
2925		No	Pier P35		325 days	Sat 23/09/23	Sun 25/08/24	Sat 23/09/23	NA	31%				
2926		No	Persiapan & Borelog		9 days	Sat 23/09/23	Sun 01/10/23	Sat 23/09/23	Sun 01/10/23	100%				
2927		No	Borepile		8 days	Sat 21/10/23	Sat 28/10/23	Sat 21/10/23	Sat 28/10/23	100%				
2928		No	Galian pilecap		7 days	Wed 20/03/24	Tue 26/03/24	Wed 20/03/24	Tue 26/03/24	100%				
2929		No	Bobok Borepile		2 days	Wed 27/03/24	Thu 28/03/24	Wed 27/03/24	Thu 28/03/24	100%				
2930	P35-LC-R7	No	Lean Concrete		10 days	Fri 29/03/24	Sat 20/04/24	Fri 29/03/24	Sat 20/04/24	100%				
2931	P35-PC-R7	No	Pilecap		17 days	Wed 05/06/24	Fri 21/06/24	NA	NA	0%				
2932	P35-P-R7	No	Pier		20 days	Sat 22/06/24	Thu 11/07/24	NA	NA	0%				
2933	P35-PH-R7	No	Pier Head		45 days	Fri 12/07/24	Sun 25/08/24	NA	NA	0%				
2934		No	Span P35-A2		33 days	Tue 03/09/24	Sat 05/10/24	NA	NA	0%				
2940		No	Abutment 2	Terkendala Lahan	82 days	Fri 19/07/24	Tue 08/10/24	NA	NA	0%				
2941		No	Persiapan		7 days	Fri 19/07/24	Thu 25/07/24	NA	NA	0%				
2942		No	Borepile		3 days	Fri 26/07/24	Sun 28/07/24	NA	NA	0%				
2943		No	Galian pilecap		5 days	Mon 29/07/24	Fri 02/08/24	NA	NA	0%				
2944		No	Bobok Borepile		7 days	Sat 03/08/24	Fri 09/08/24	NA	NA	0%				
2945	A2-LC-R7	No	Lean Concrete		1 day	Sat 10/08/24	Sat 10/08/24	NA	NA	0%				
2946	A2-PC-R7	No	Pilecap		7 days	Sun 11/08/24	Sat 17/08/24	NA	NA	0%				
2947	A2-W-R7	No	Dinding		16 days	Sun 18/08/24	Mon 02/09/24	NA	NA	0%				
2948	A2-WW-R7	No	Wingwall		16 days	Tue 03/09/24	Wed 18/09/24	NA	NA	0%				
2949		No	Plat Injak		20 days	Thu 19/09/24	Tue 08/10/24	NA	NA	0%				
2950		No	RAMP 8		759 days	Fri 06/10/23	Fri 28/11/25	Fri 06/10/23	NA	21%				
3329		No	Pekerjaan Struktur Jembatan		766 days	Fri 29/09/23	Fri 28/11/25	Fri 29/09/23	NA	28%				
3828		No	Pekerjaan Mainroad		359 days	Thu 16/05/24	Thu 22/05/25	NA	NA	0%				
4274		Yes	FINISH		0 days	Sat 29/11/25	Sat 29/11/25	NA	NA	0%				

Project:
Japek 2 A detail zone 14-9-2

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Critical

Critical Split

Baseline

Baseline Milestone

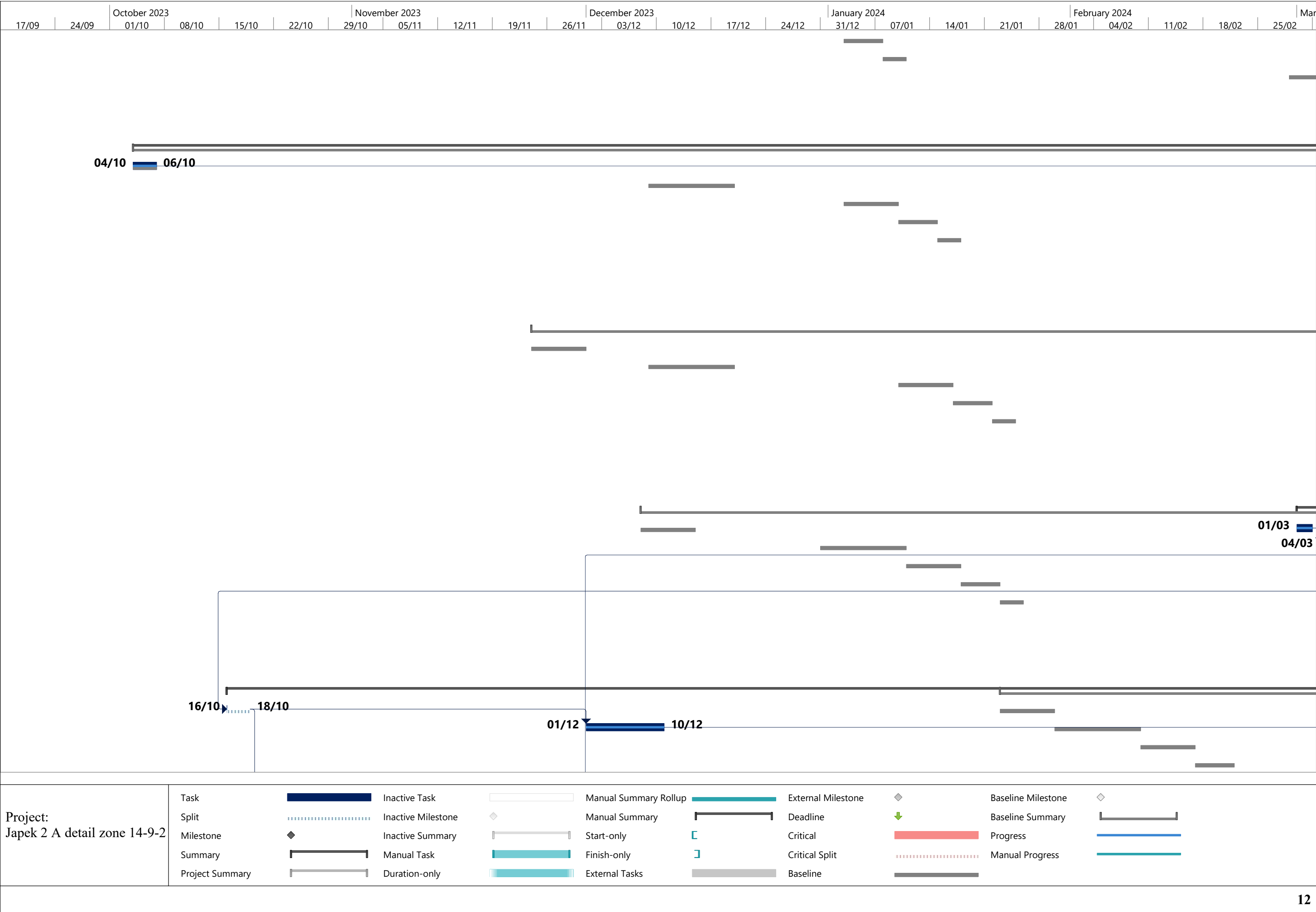
Baseline Summary

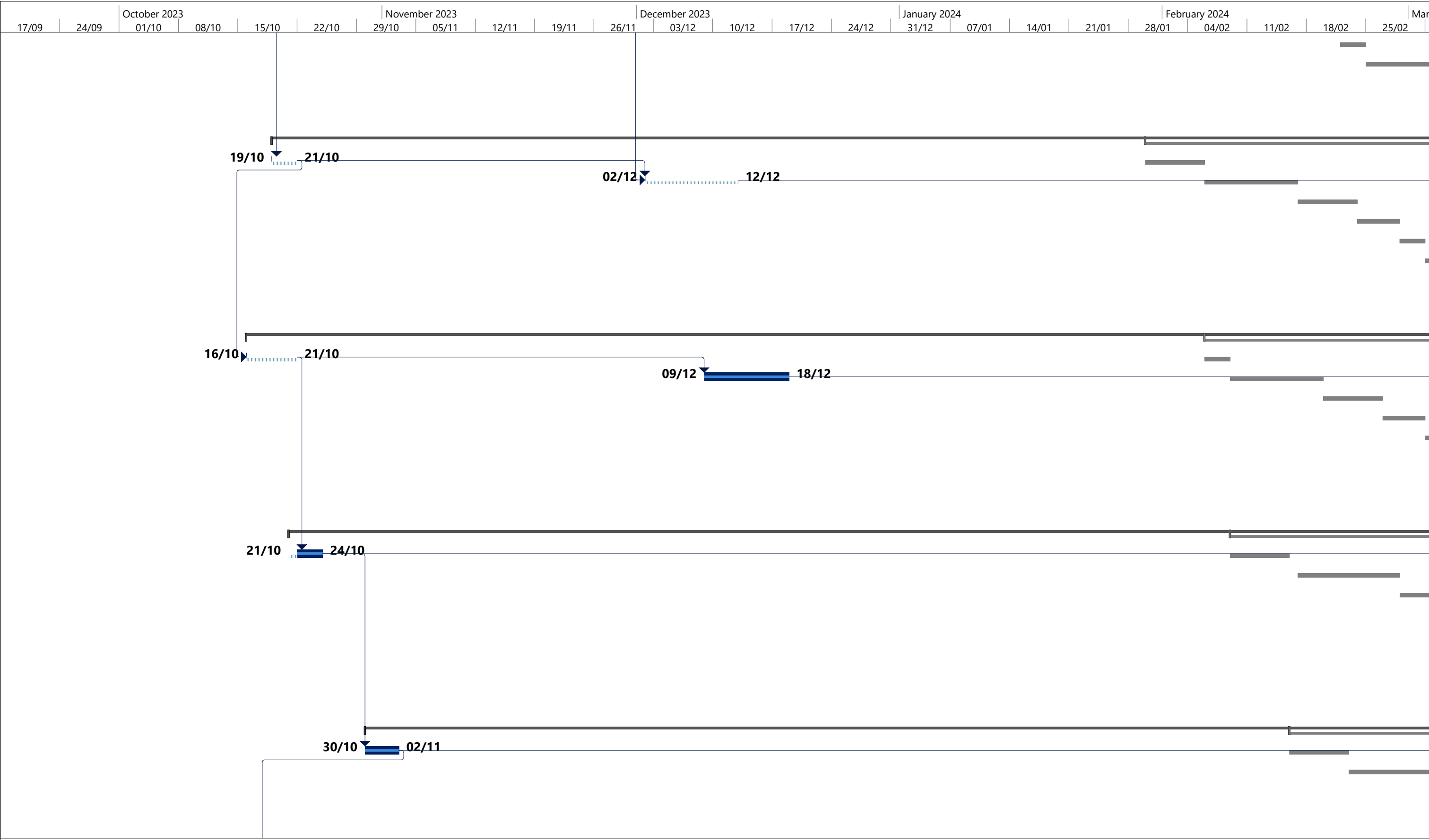
Progress

Manual Progress

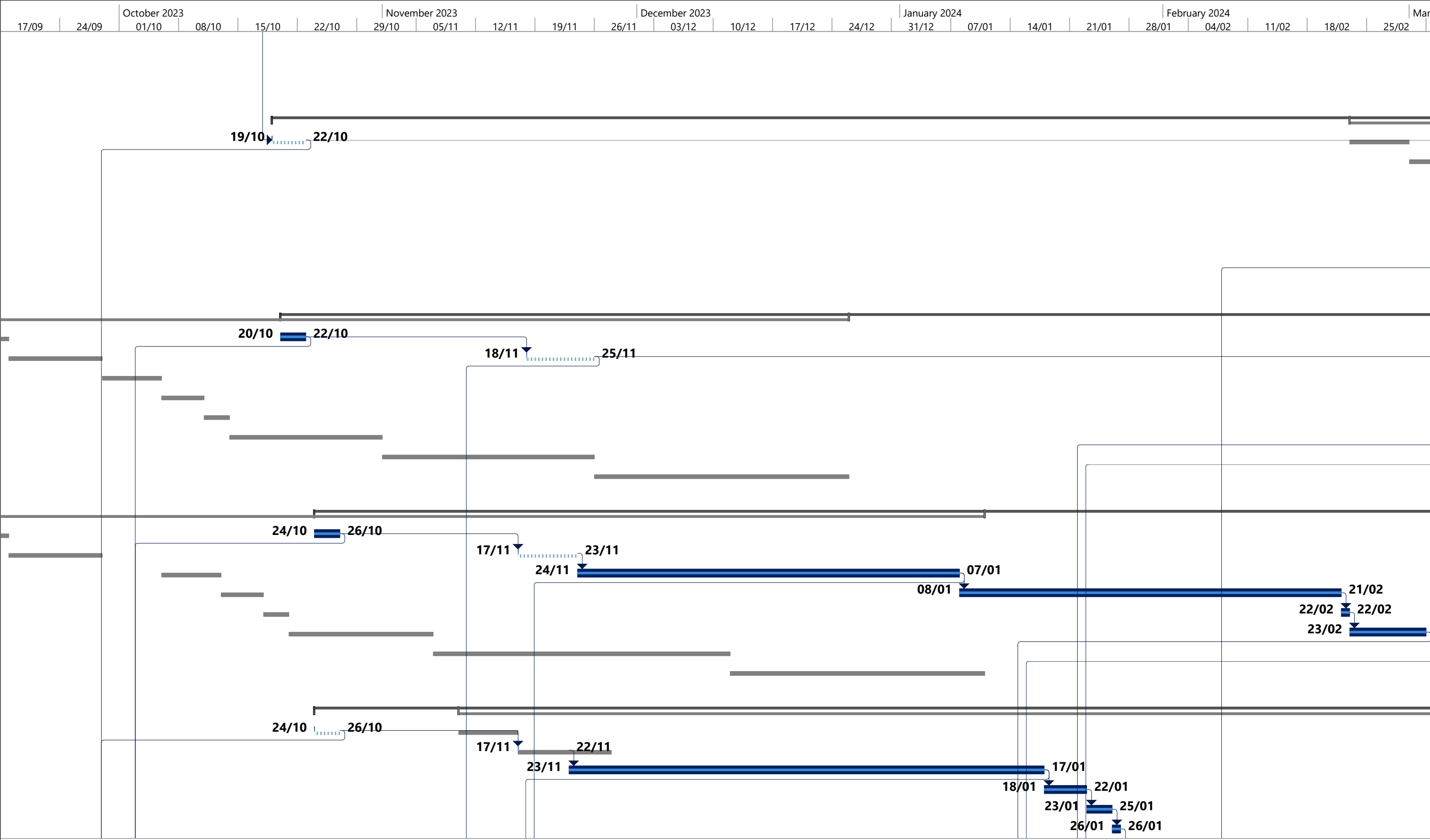
10



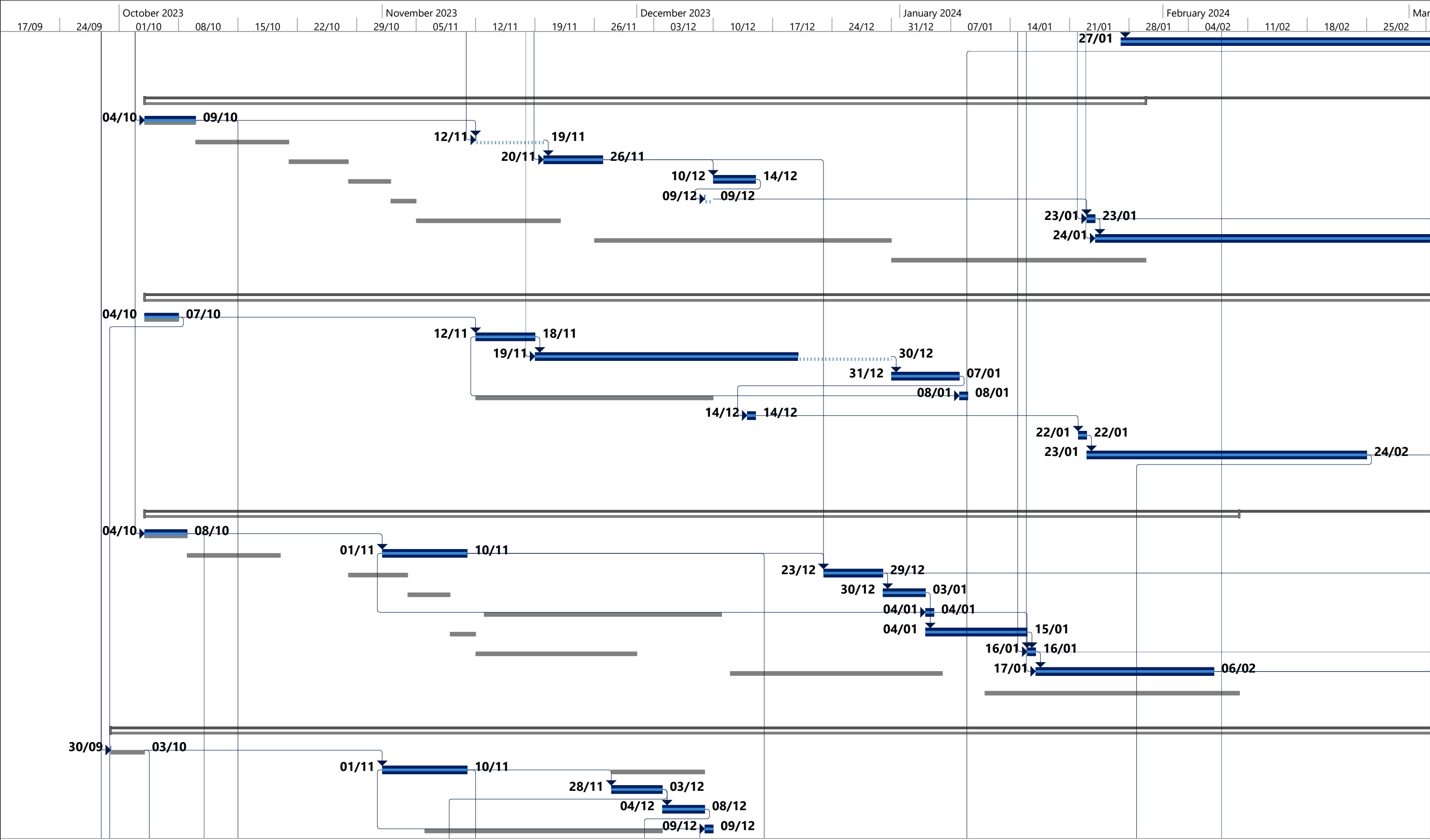




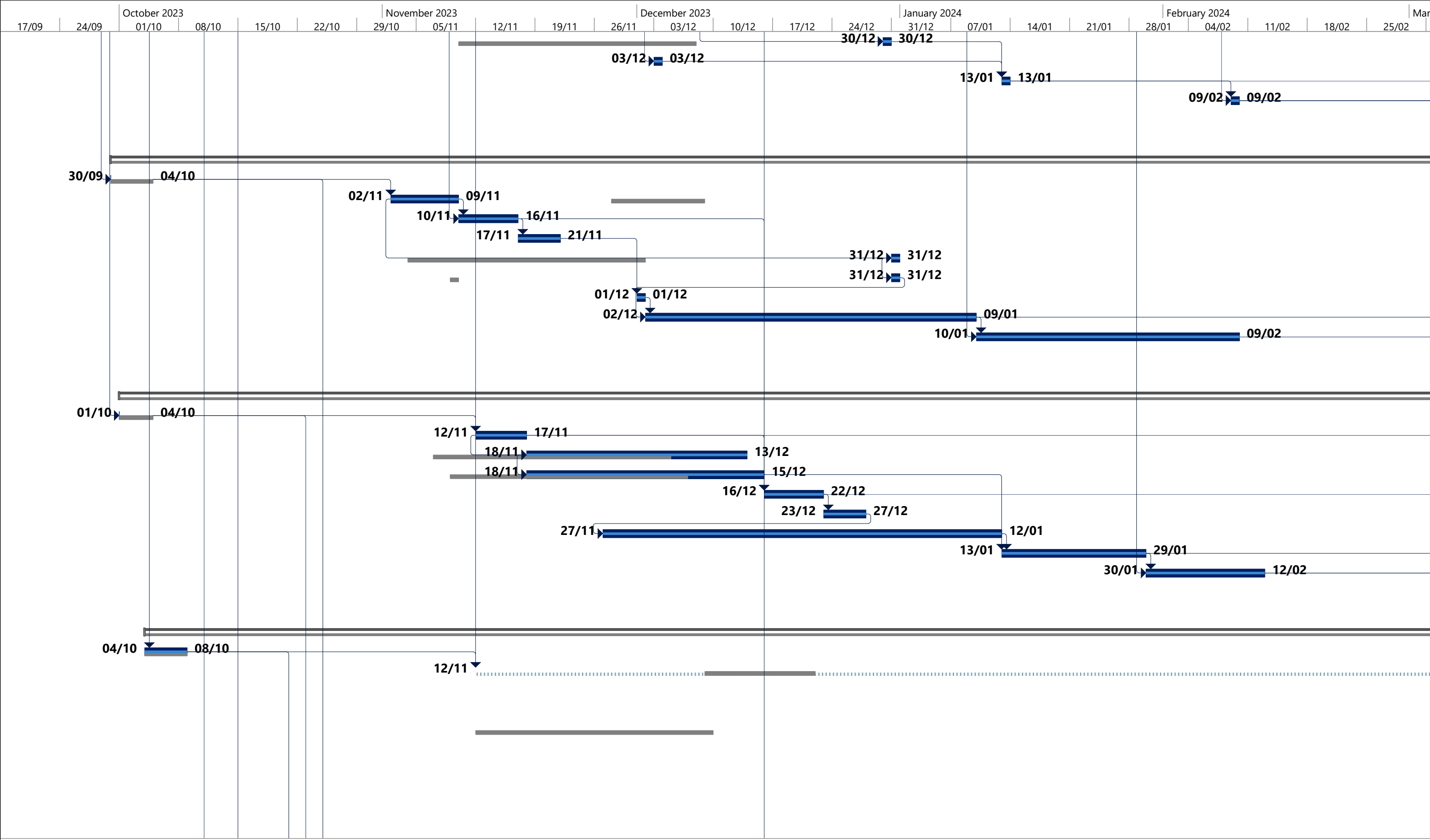
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



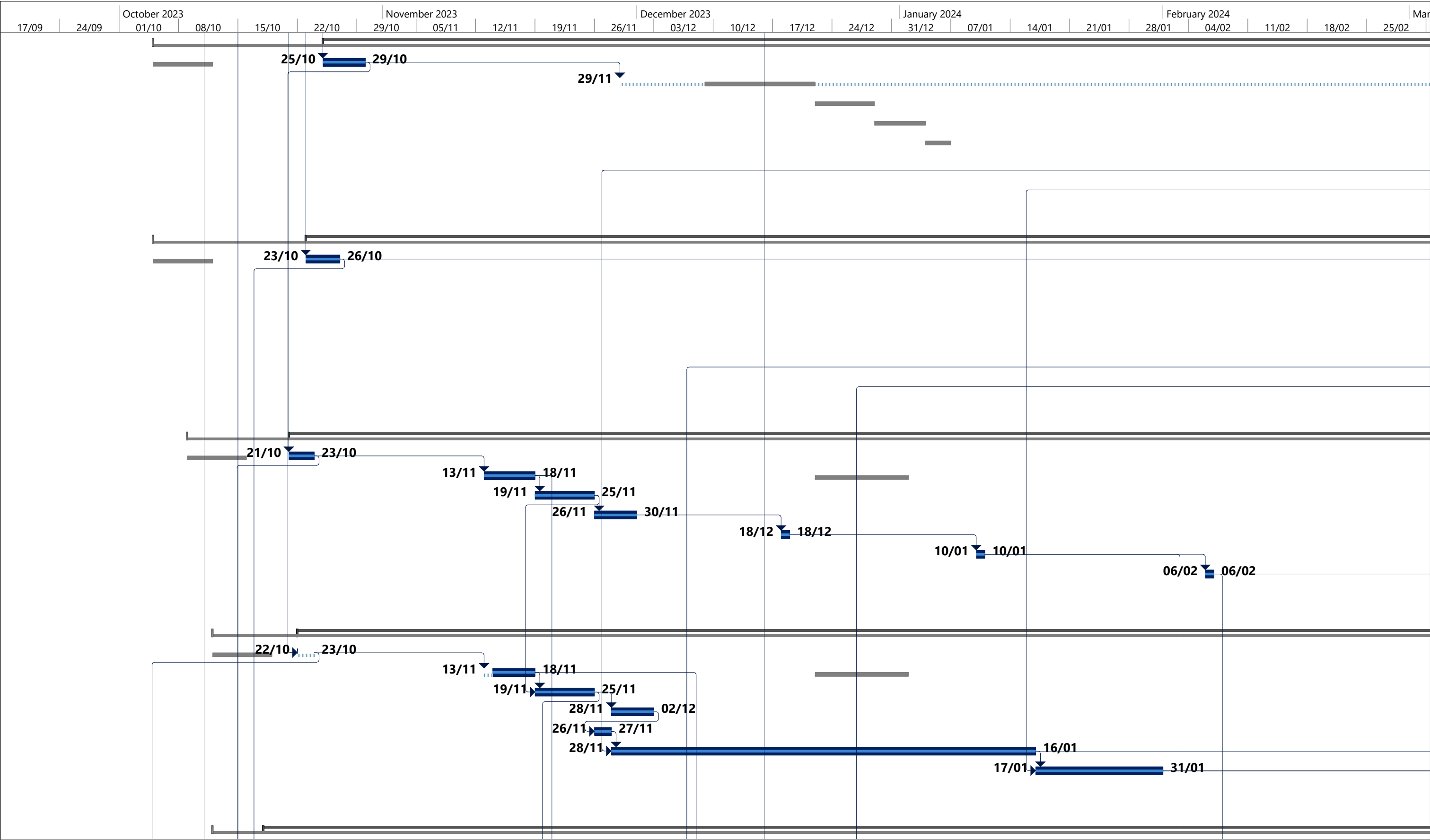
Project:
Japek 2 A detail zone 14-9-2



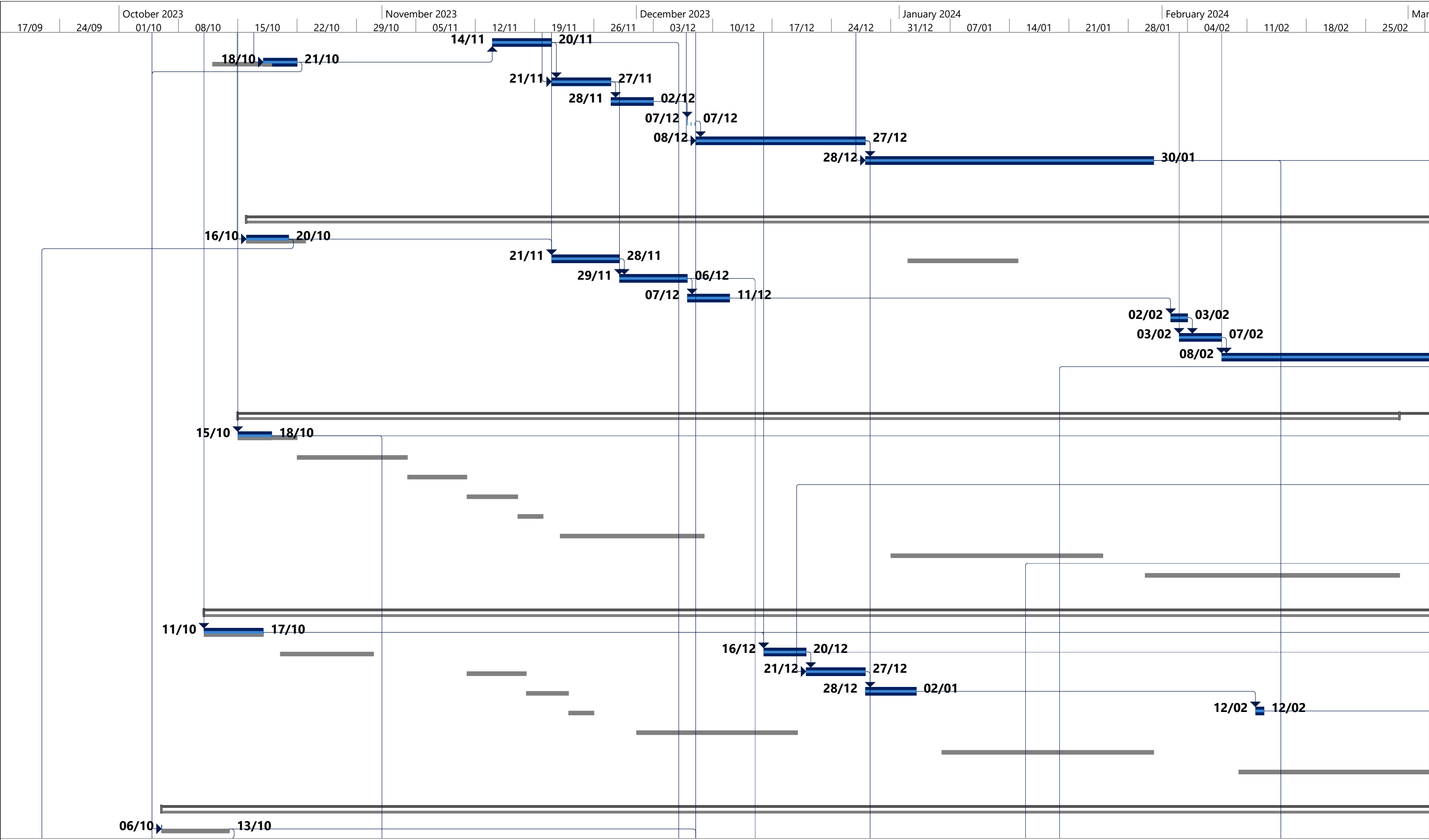
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



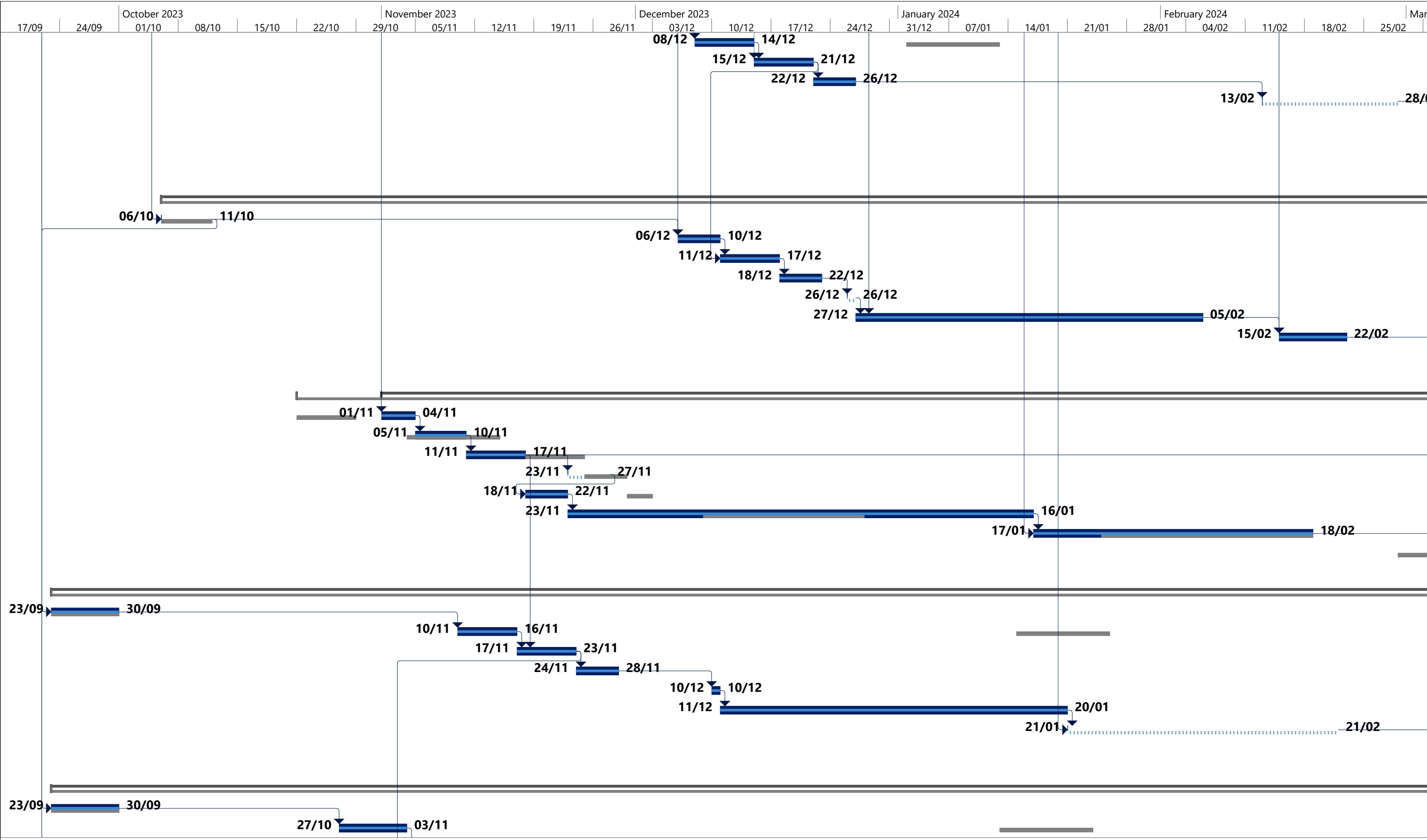
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



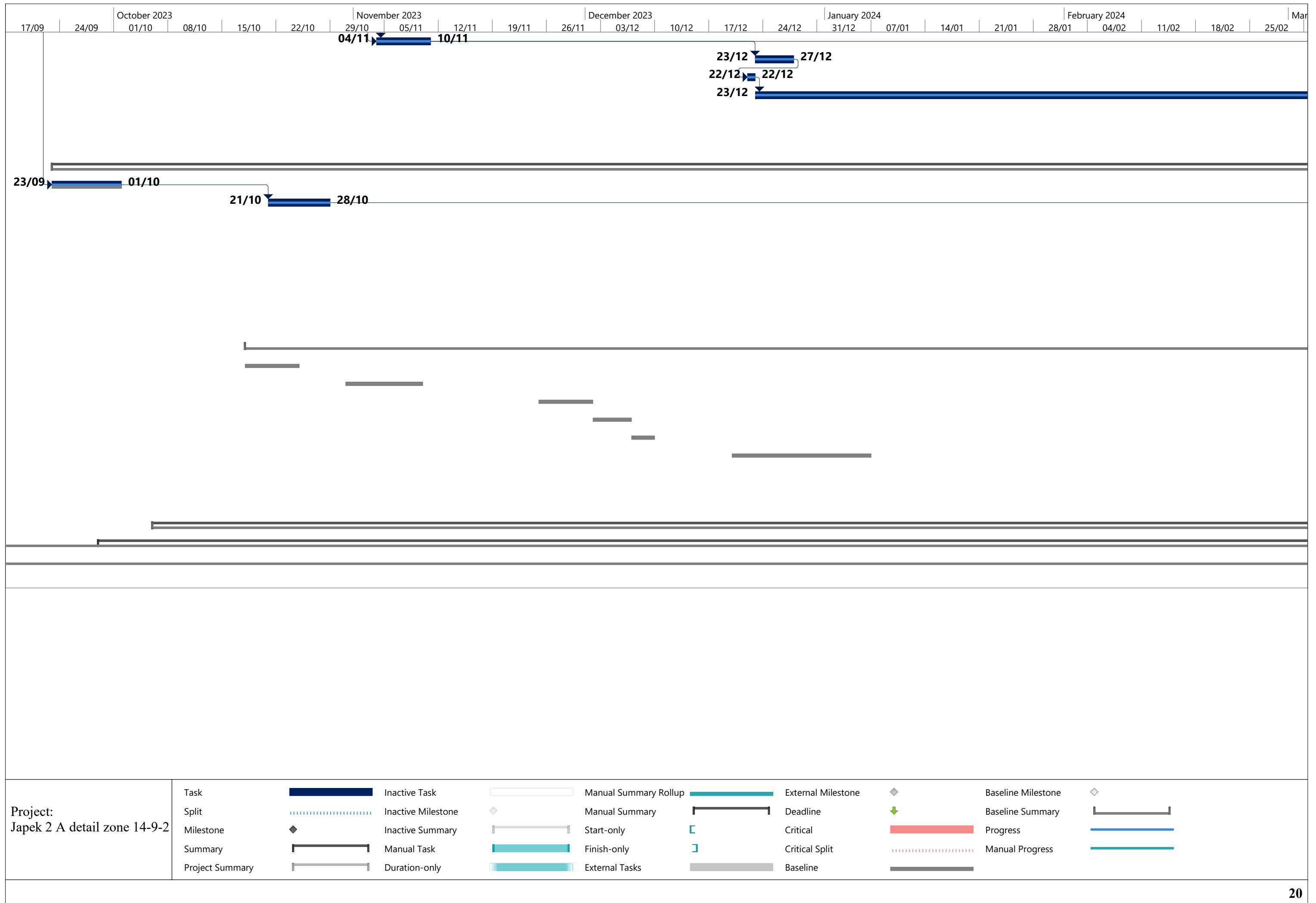
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

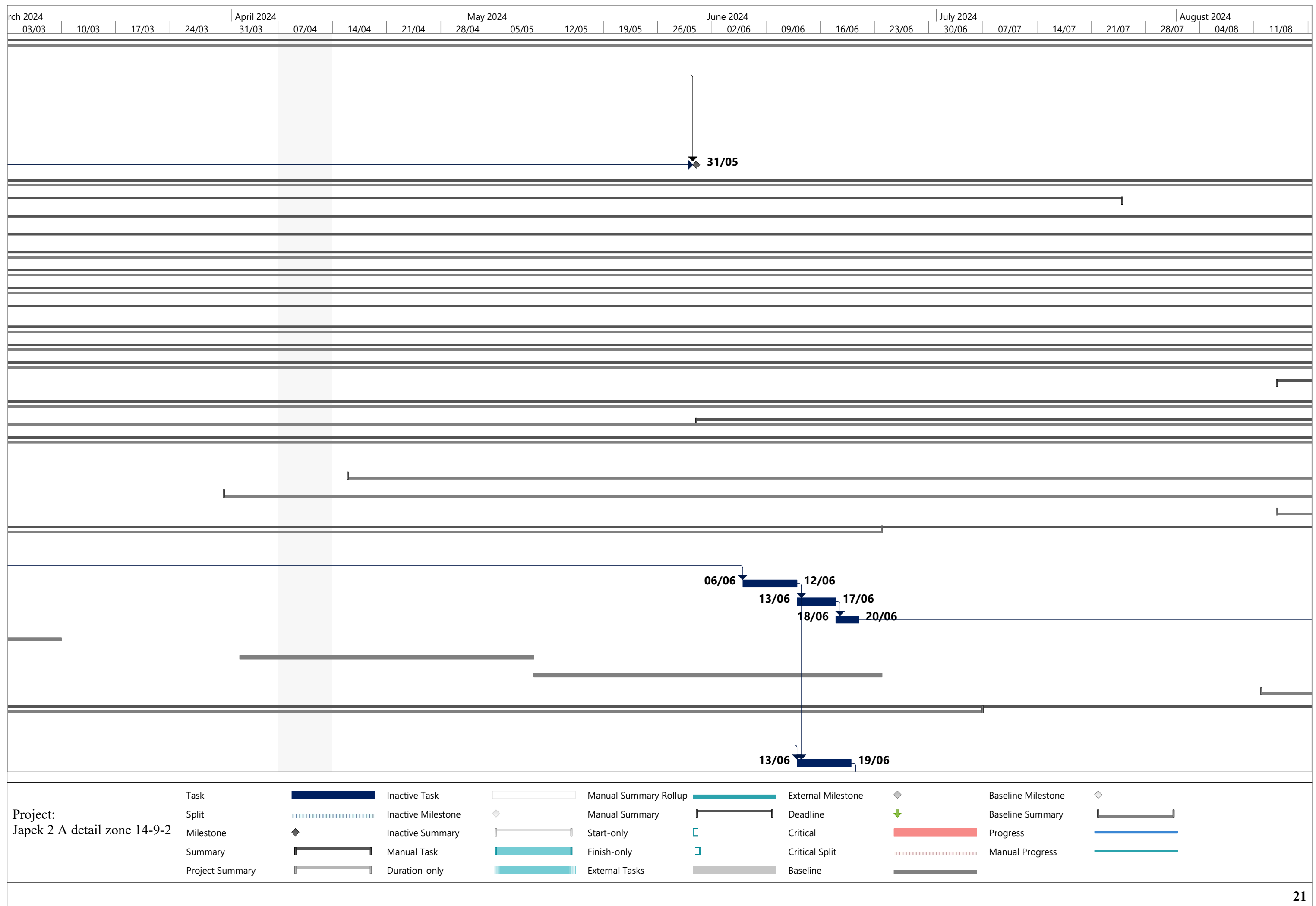


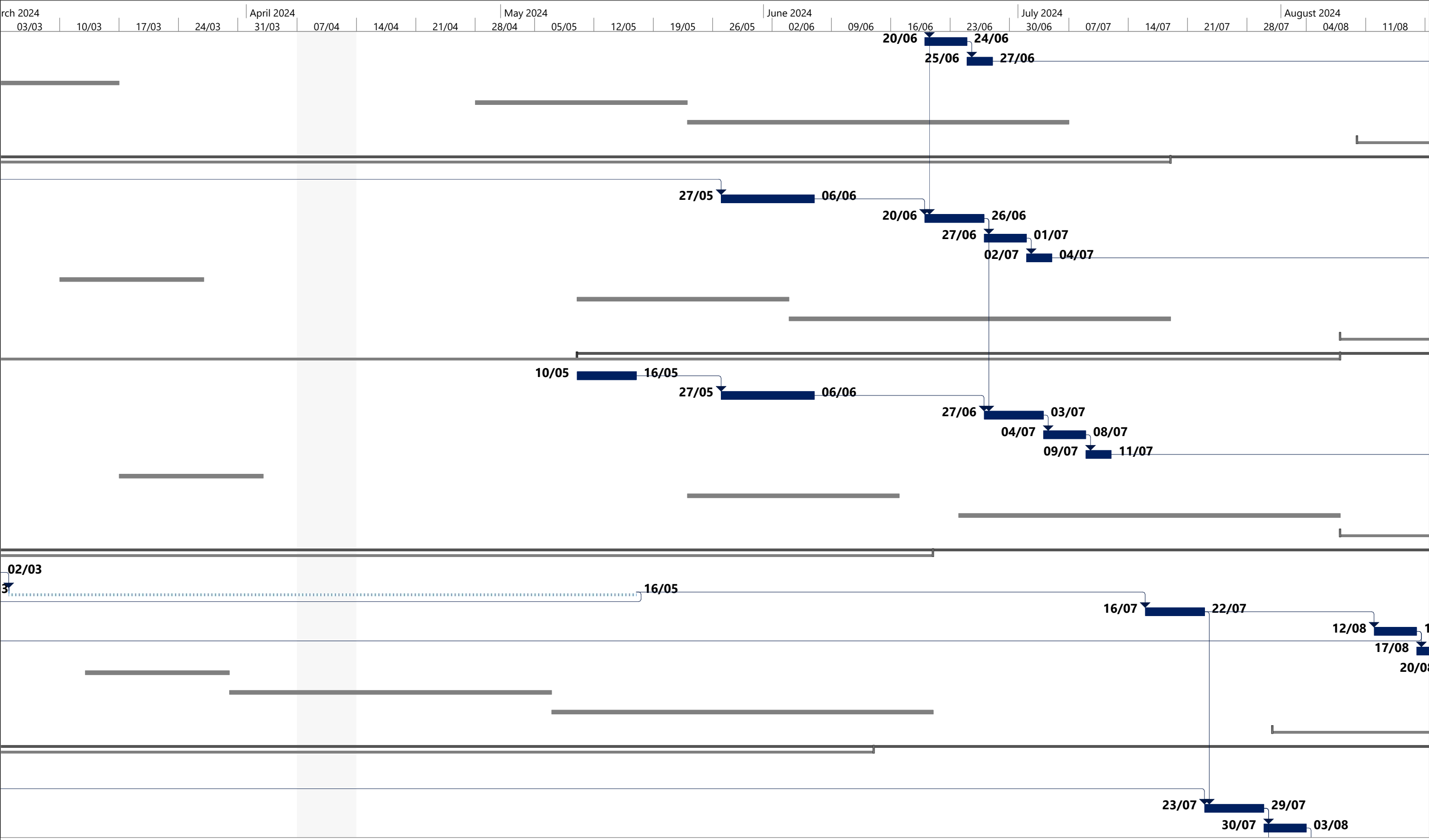
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



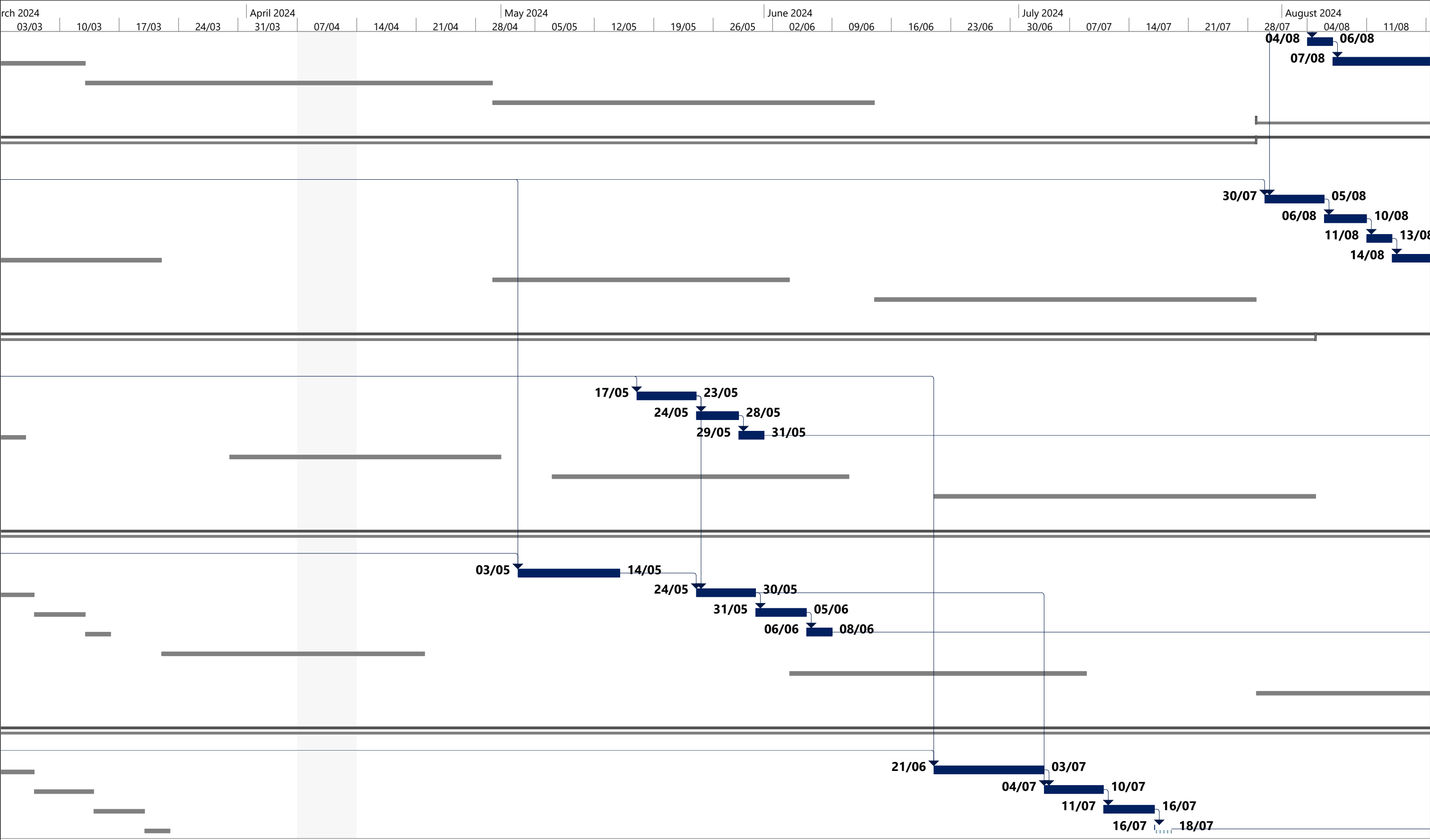
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



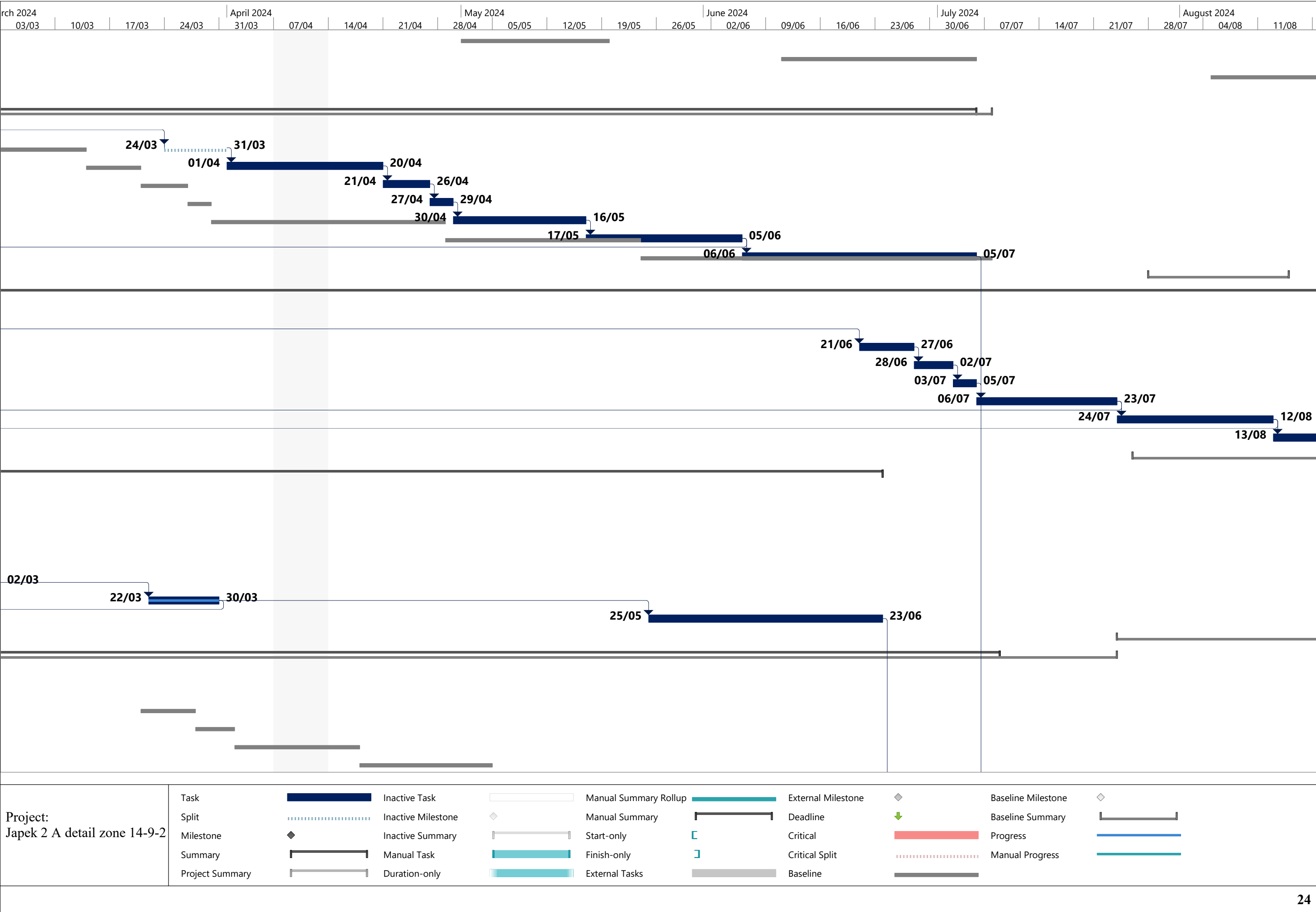


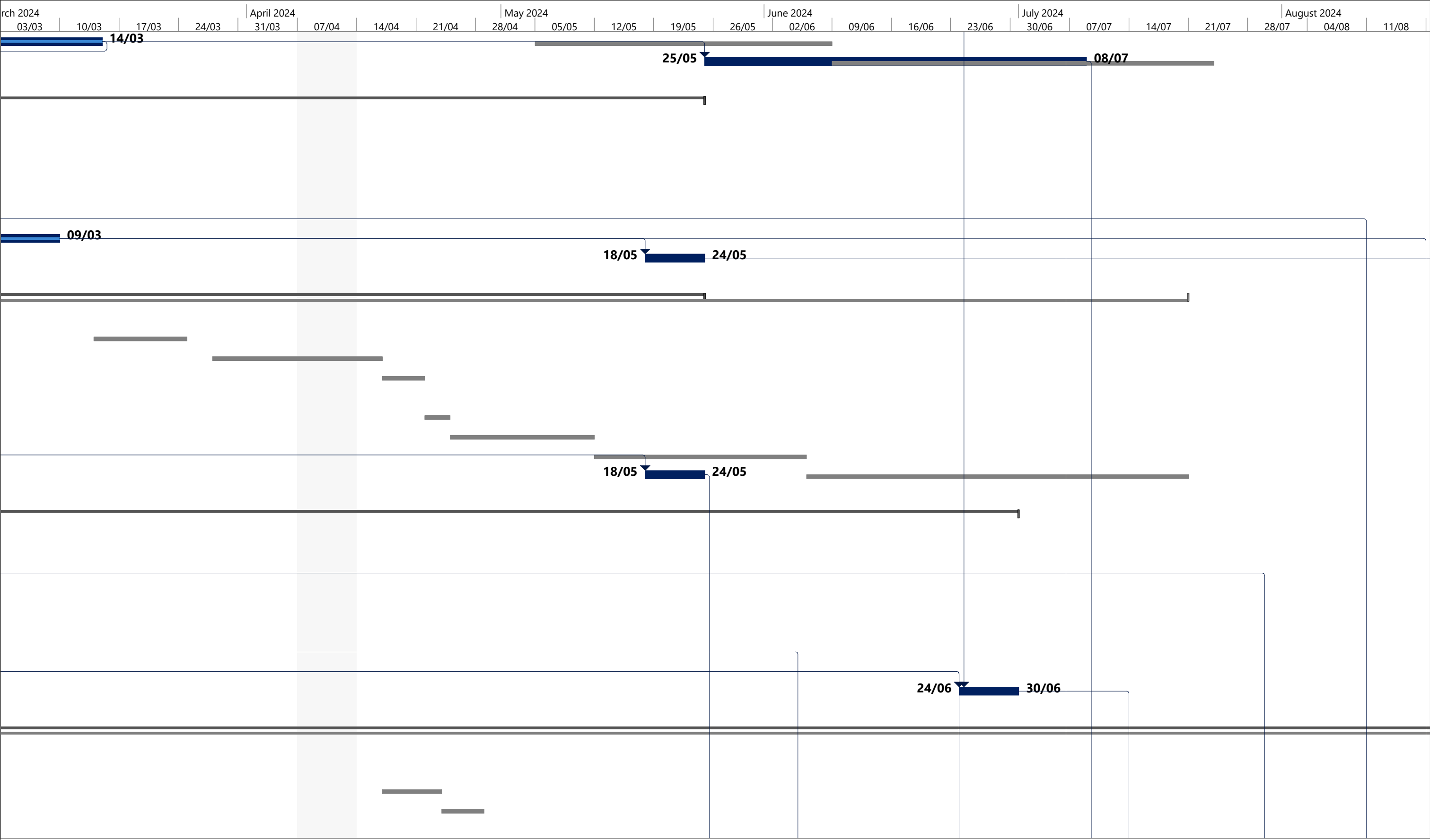


Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

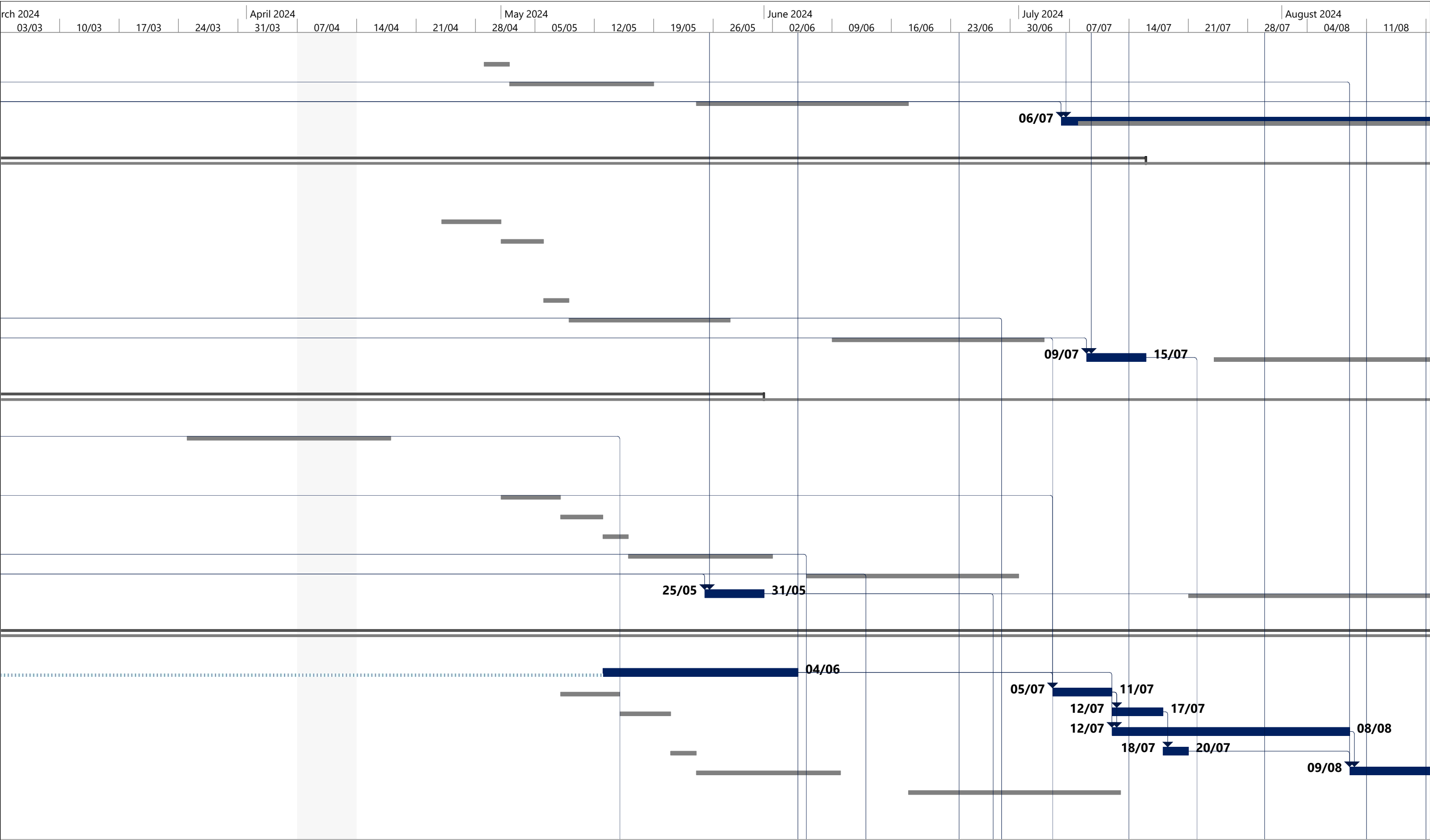


Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

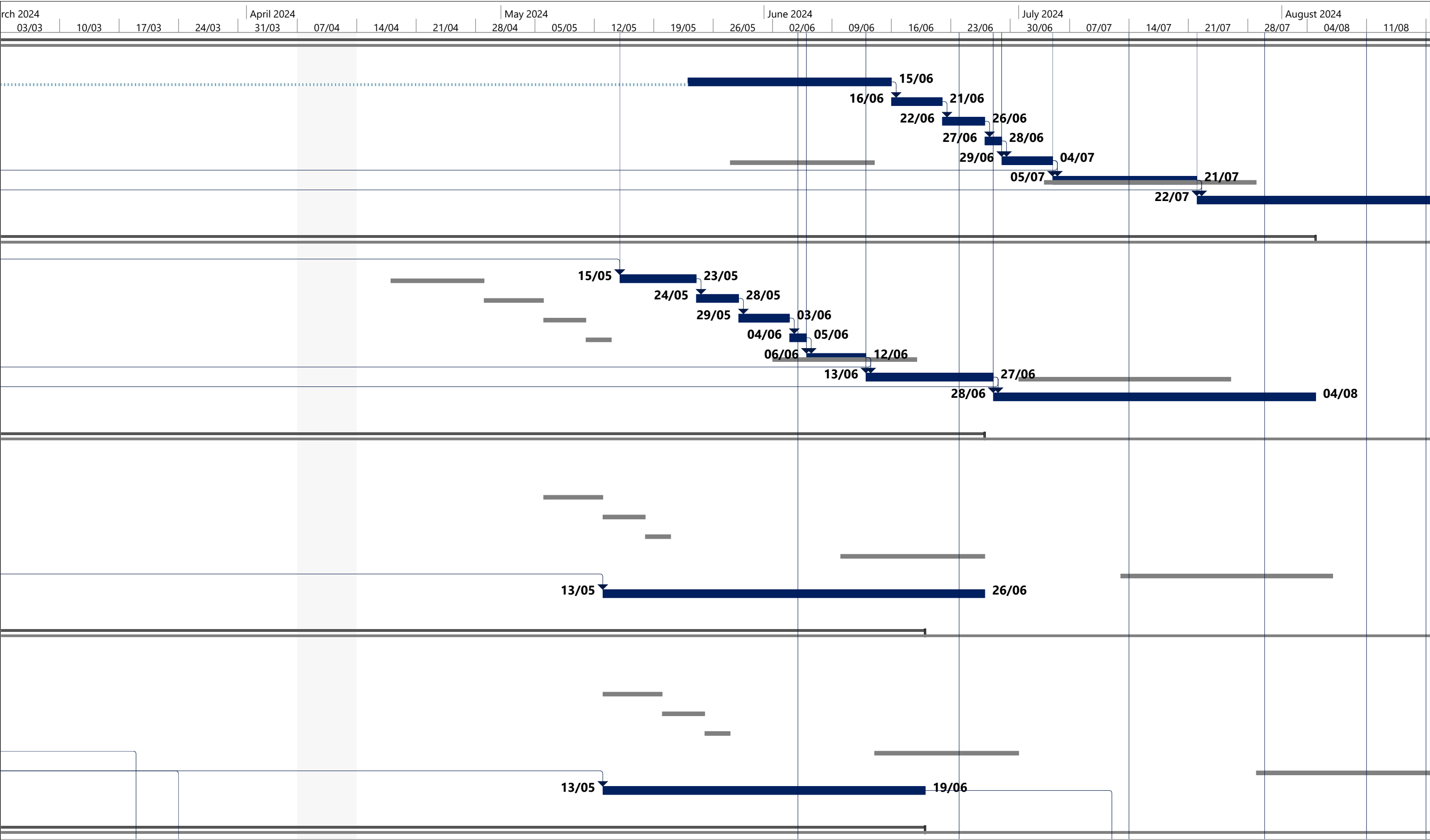




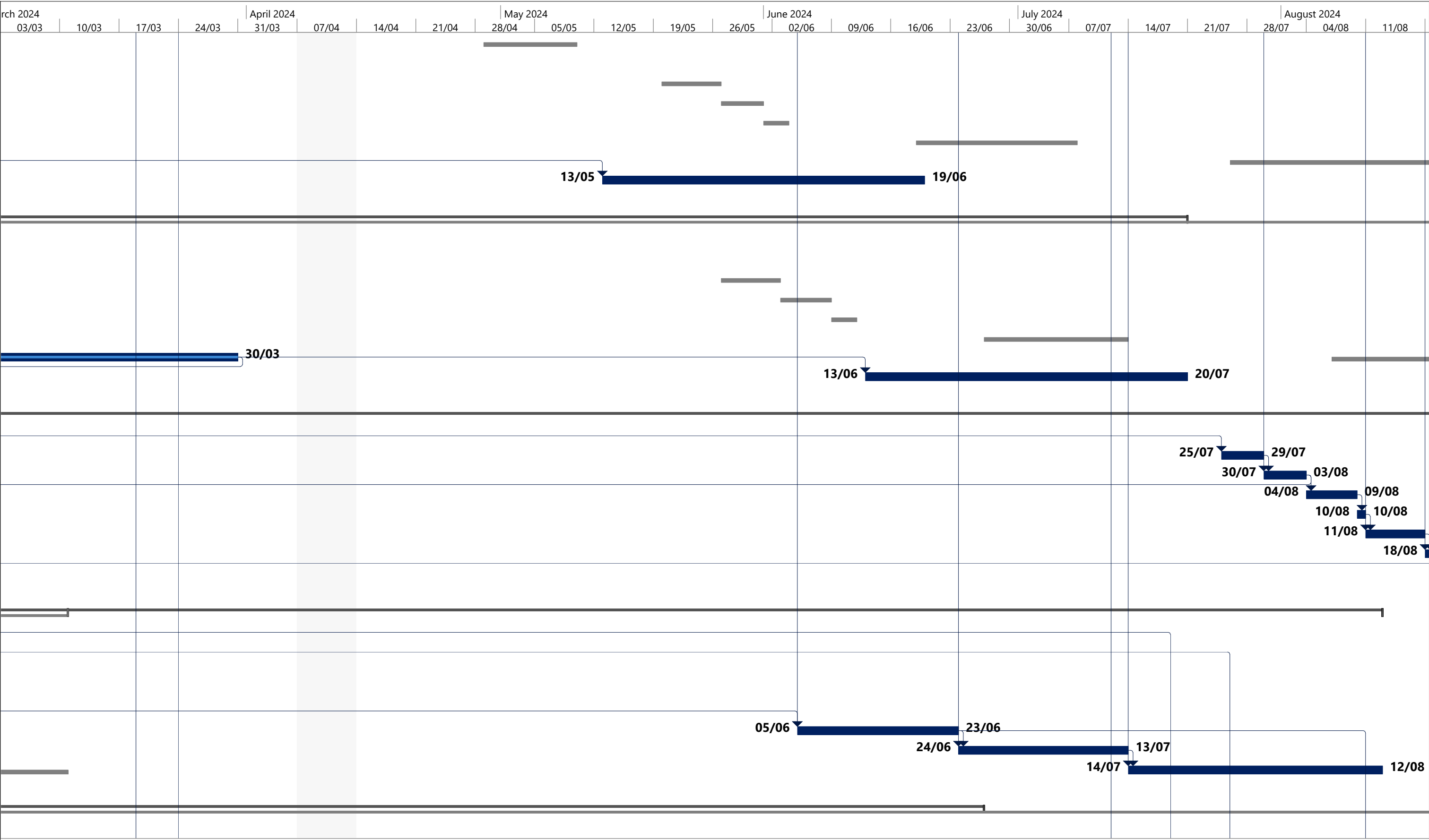
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



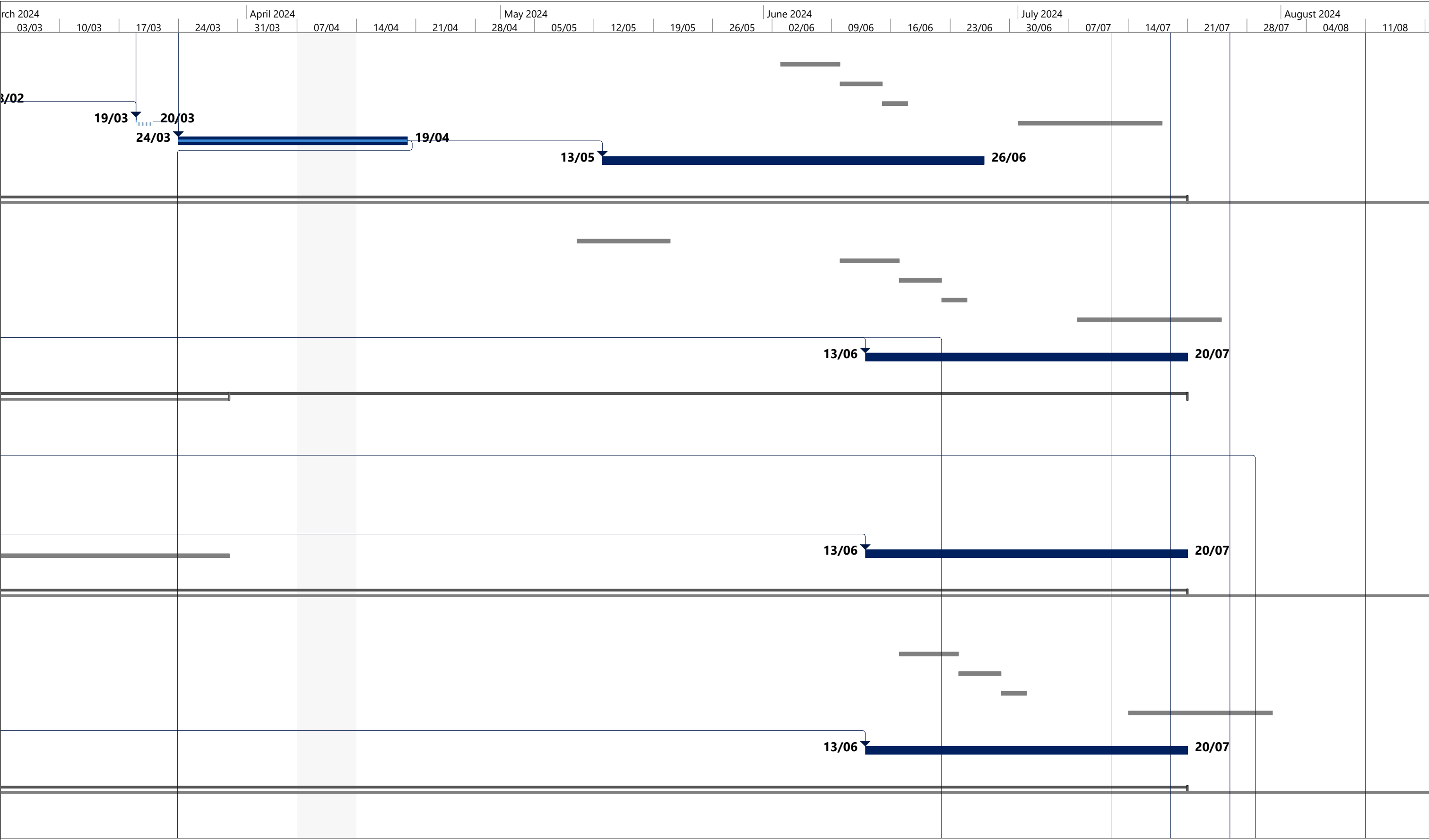
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



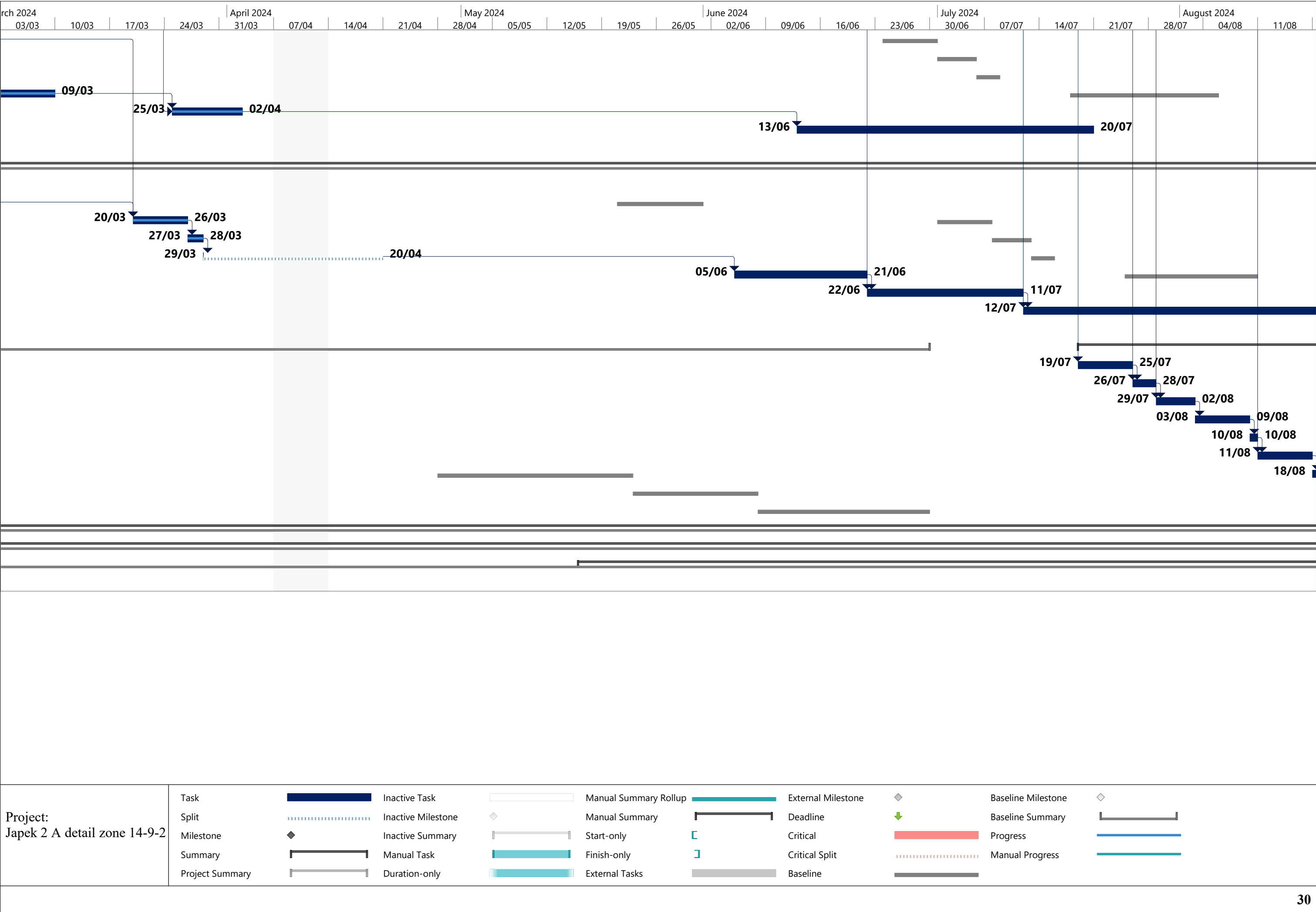
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

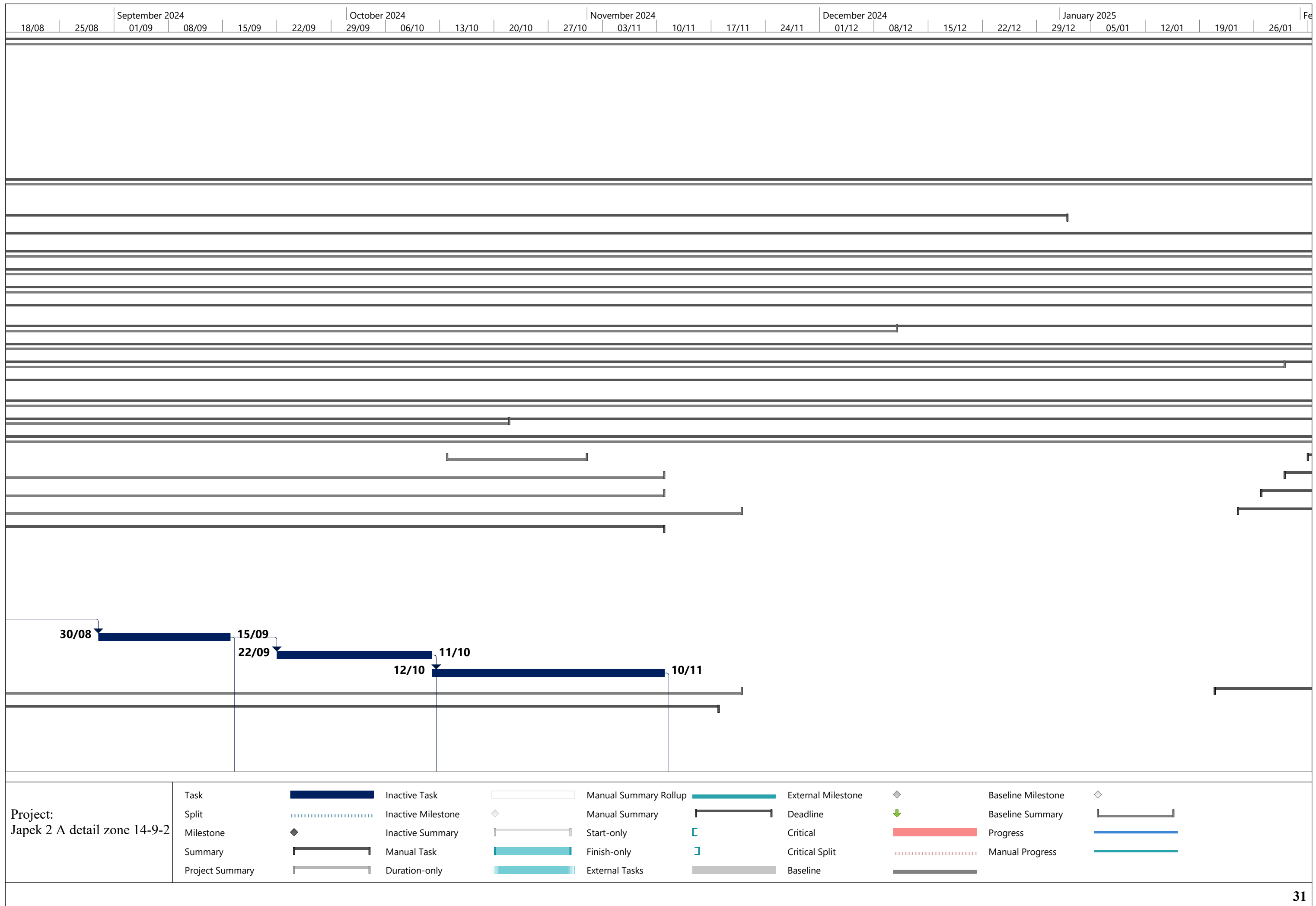


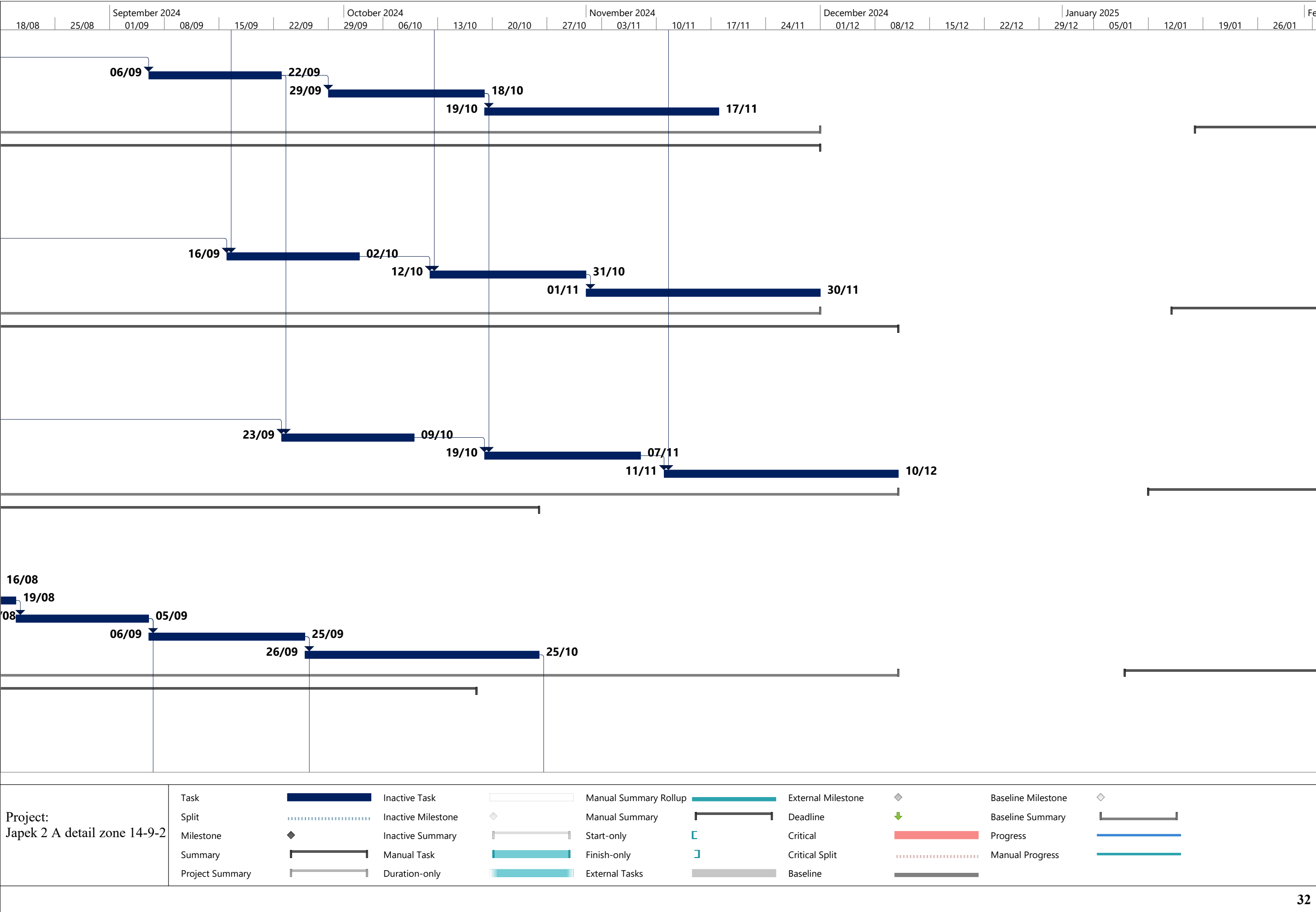
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

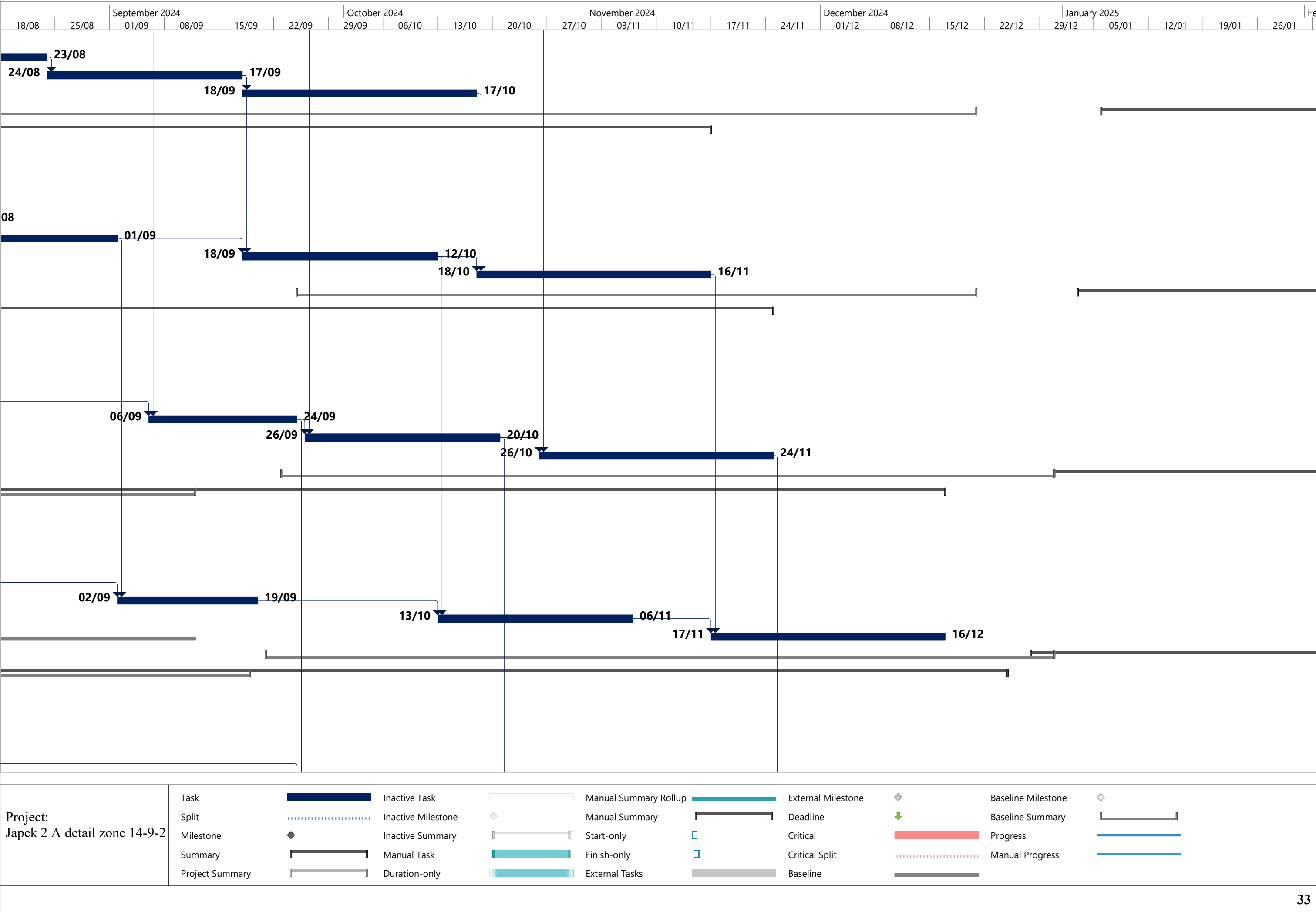


Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

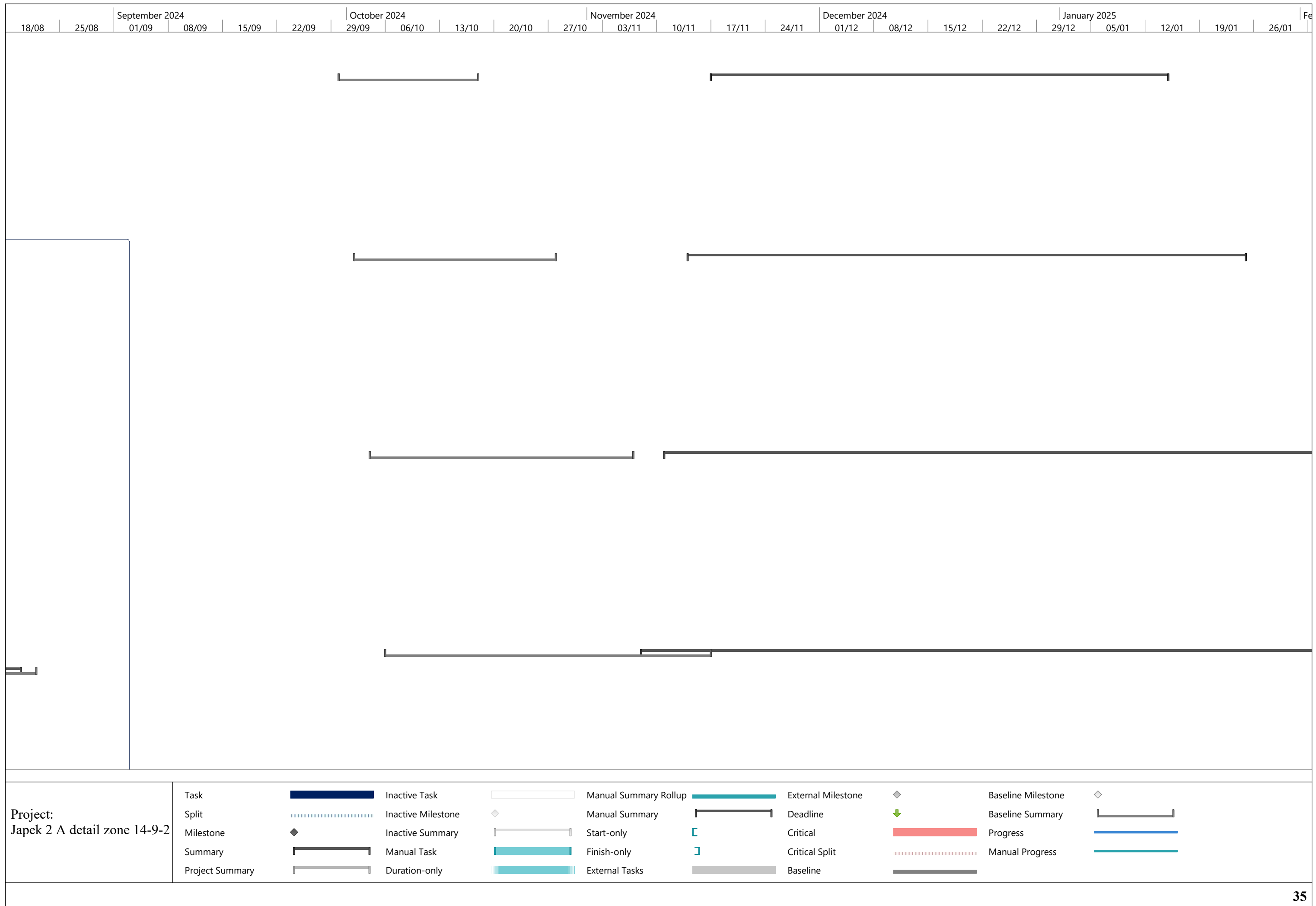


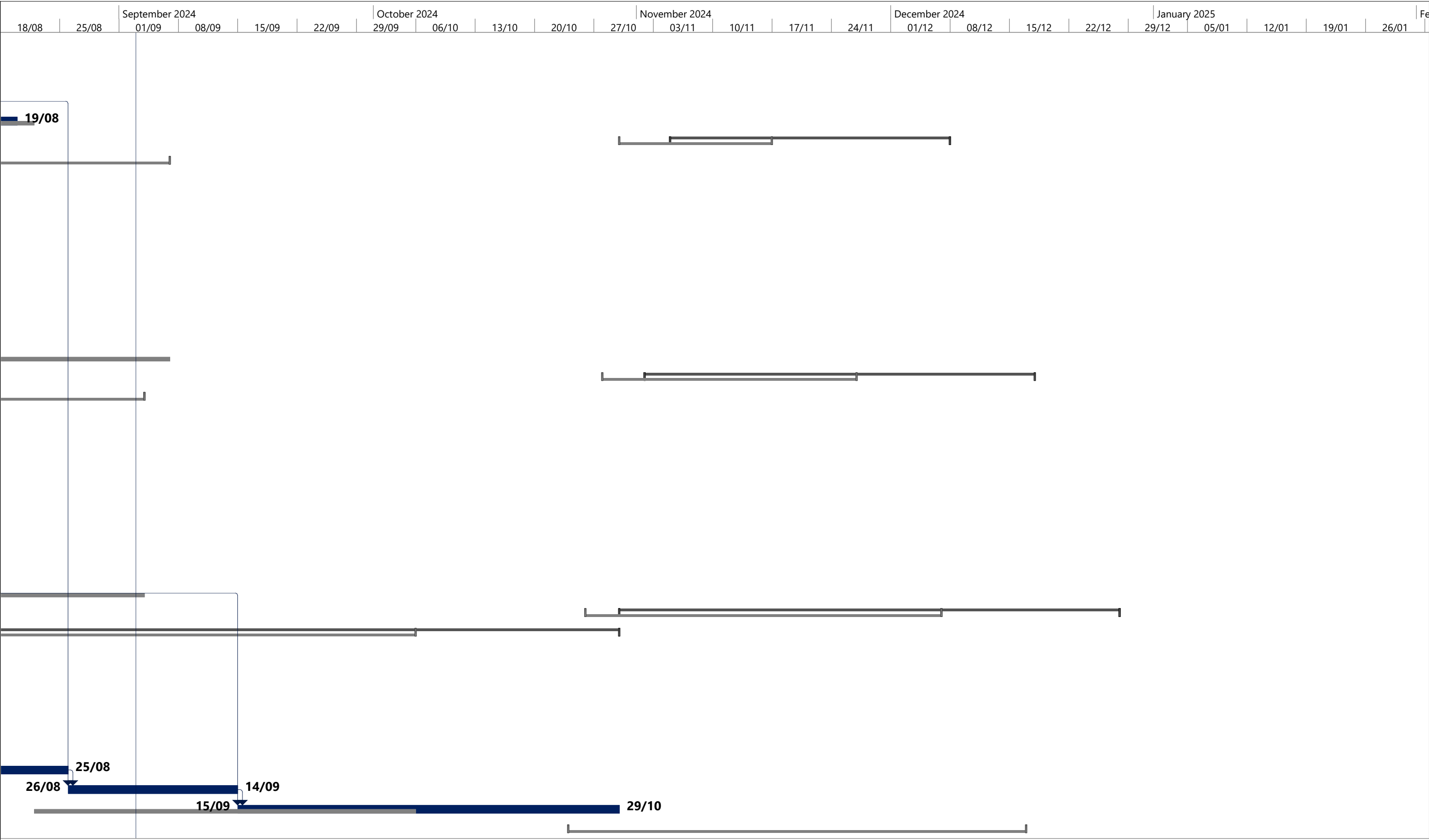




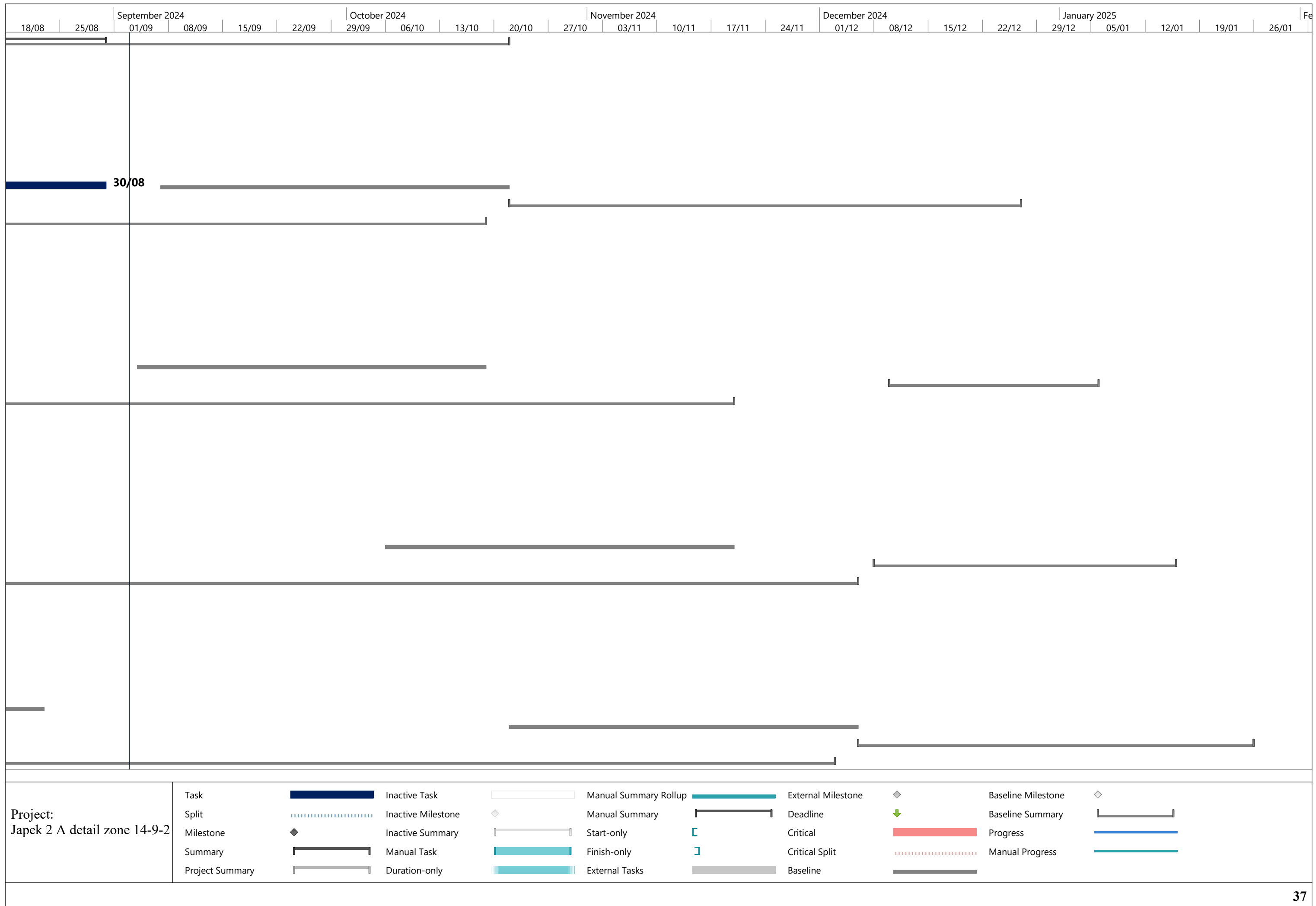


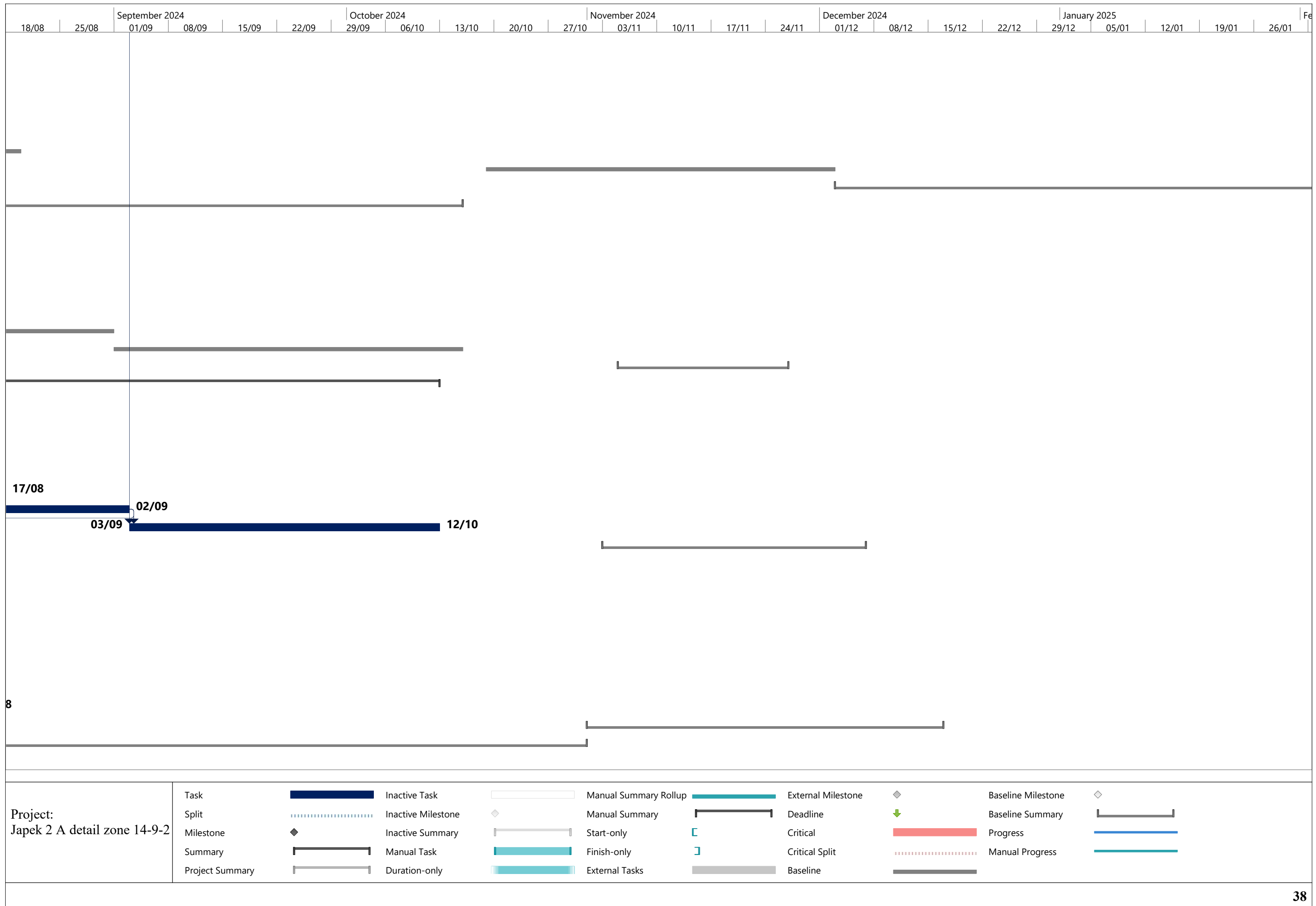


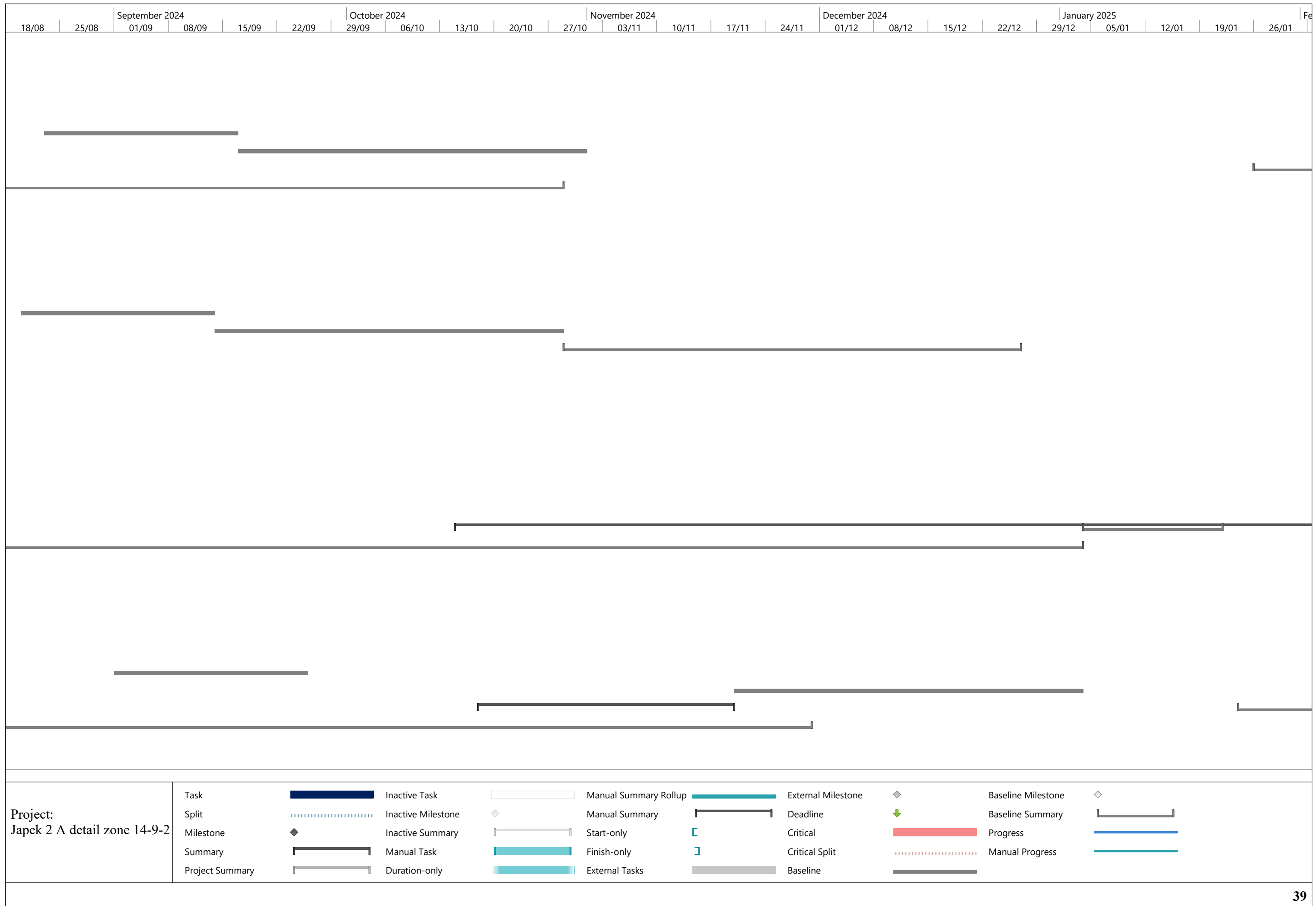


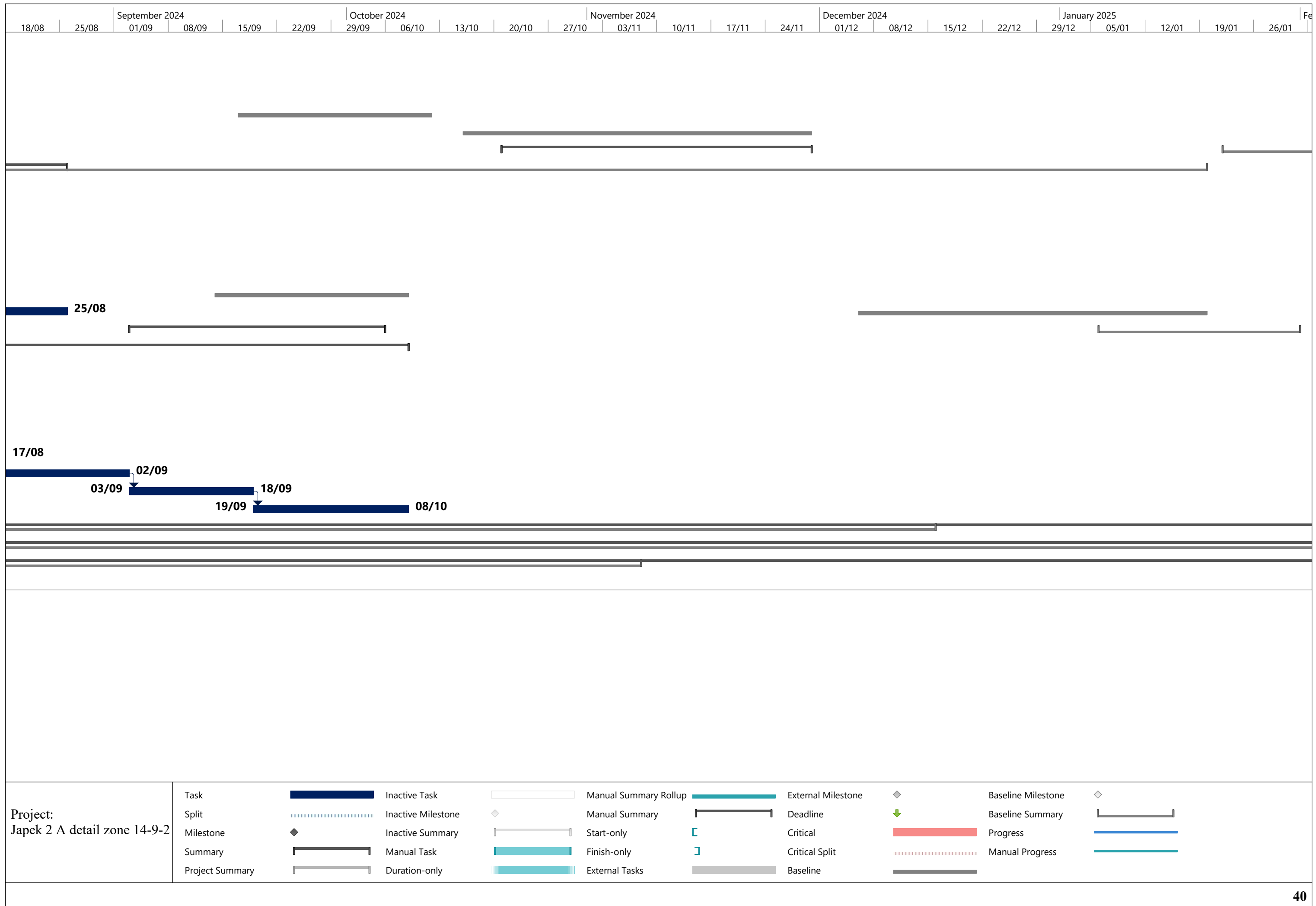


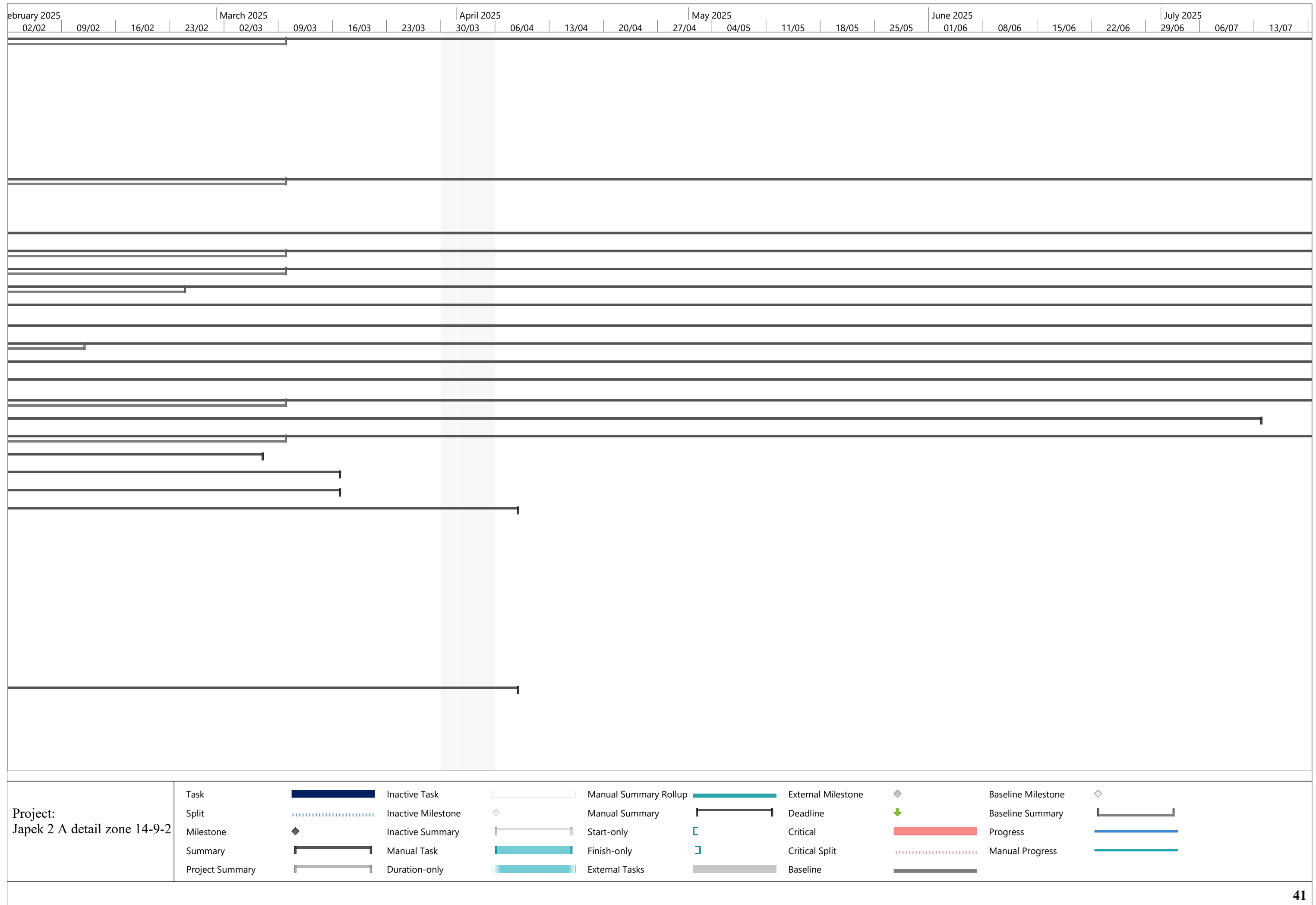
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			

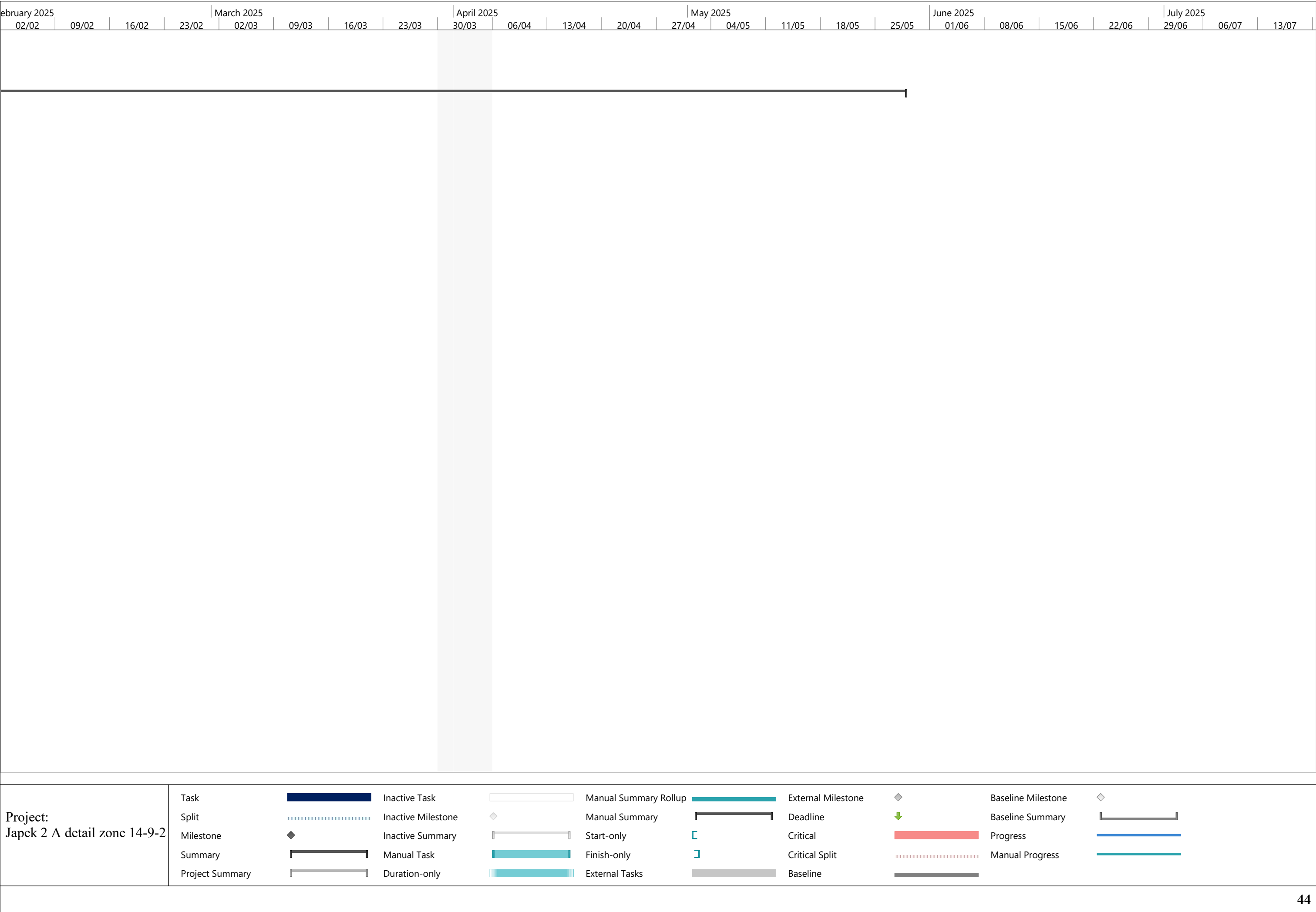




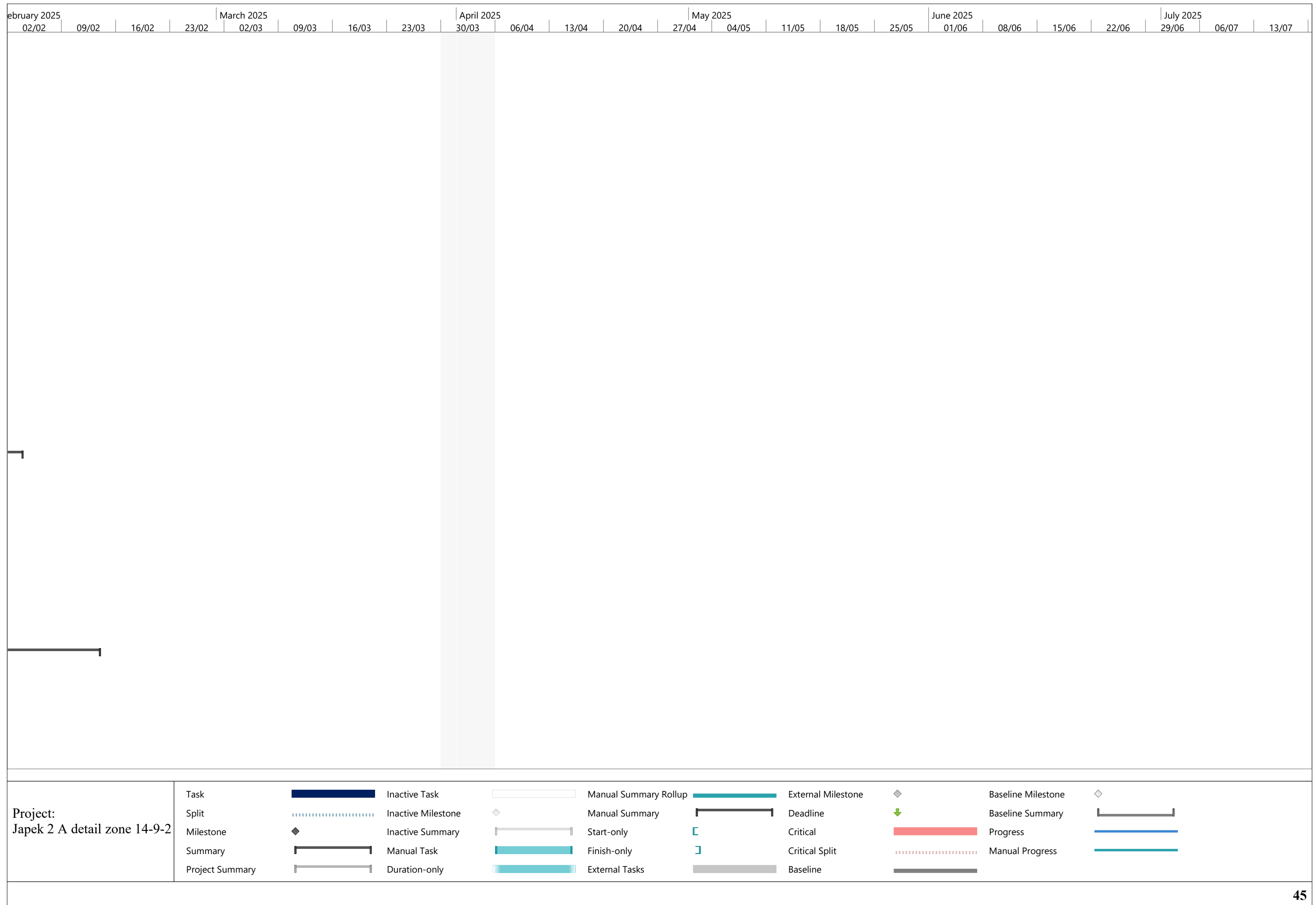


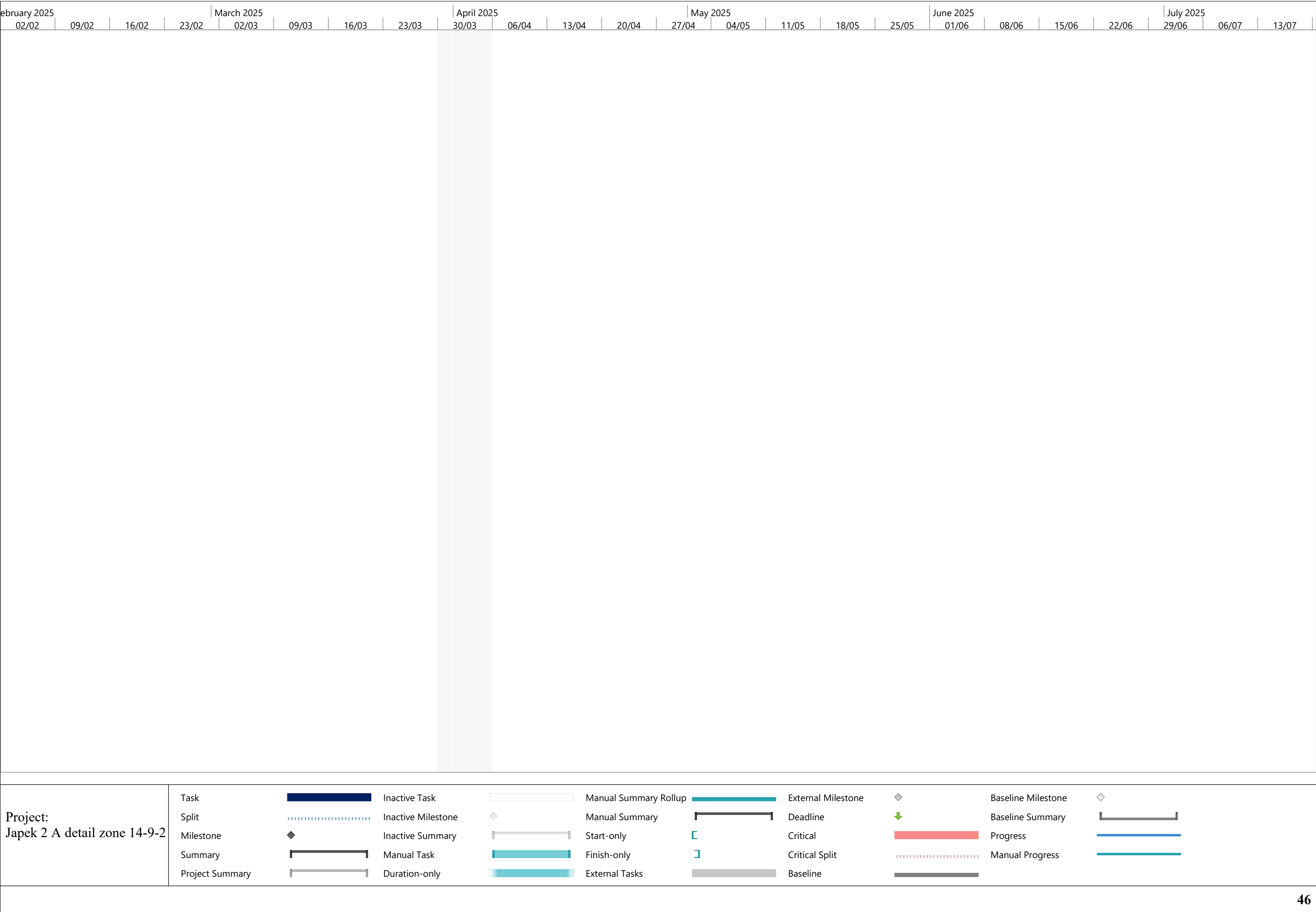


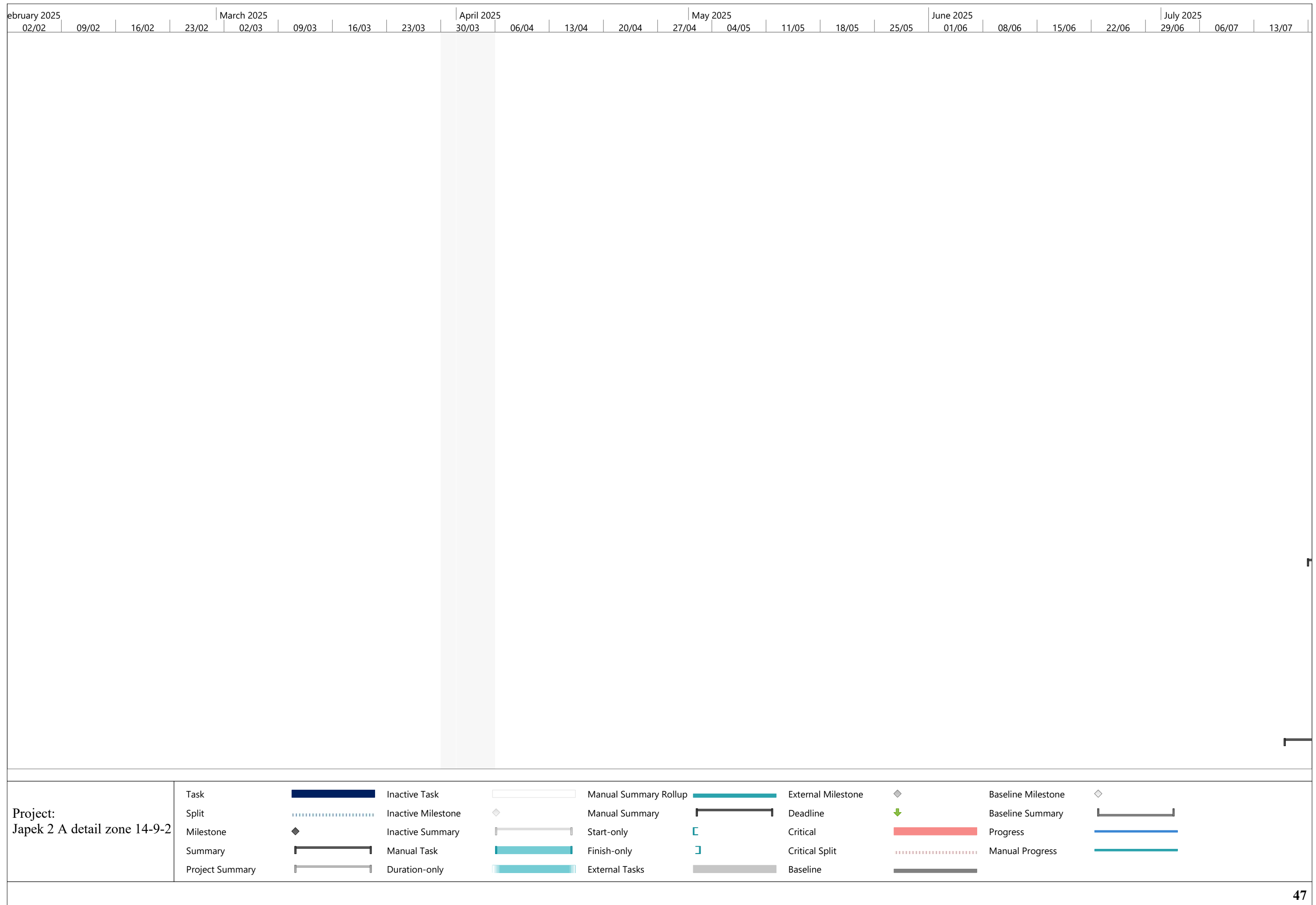


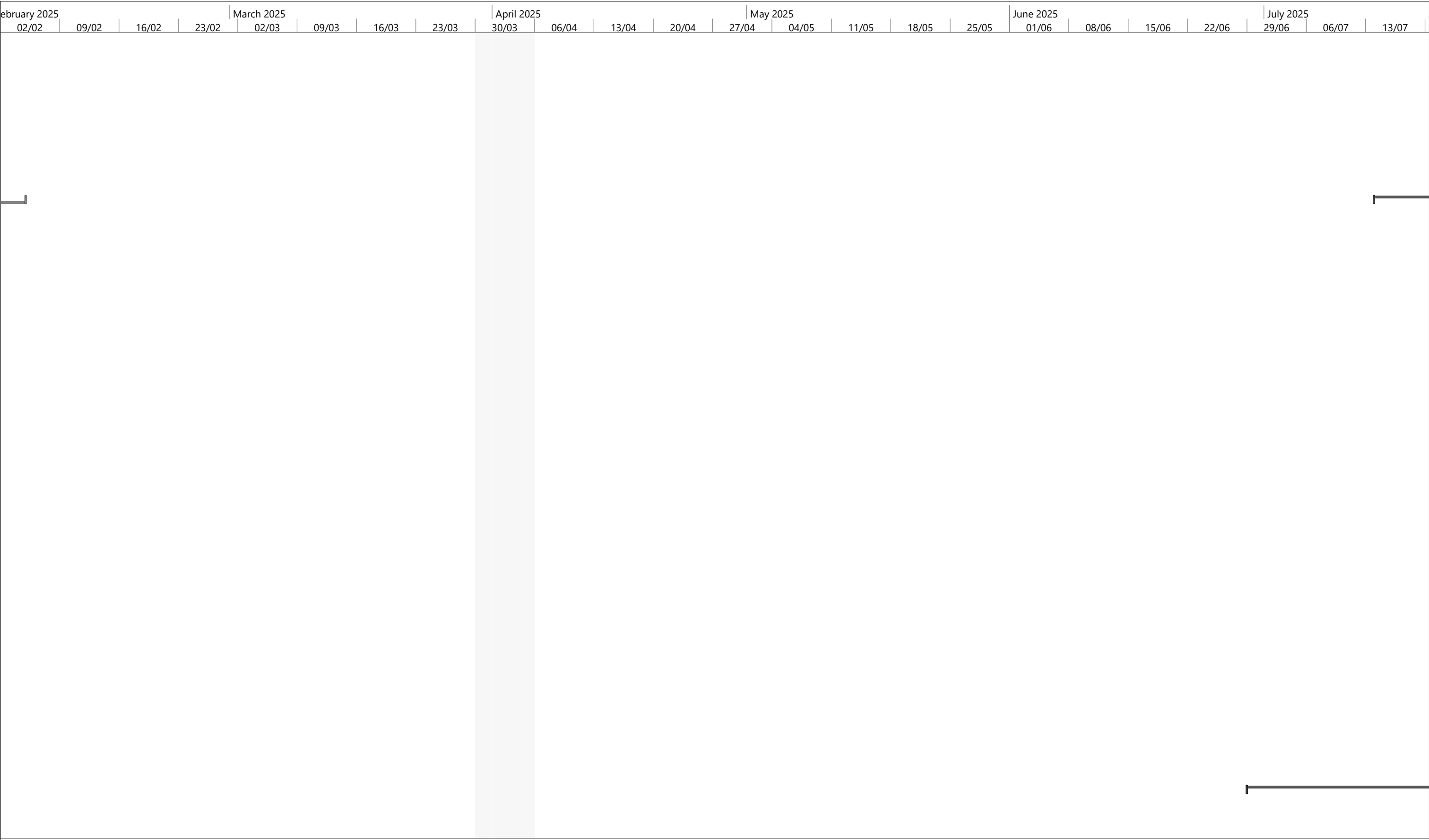


44

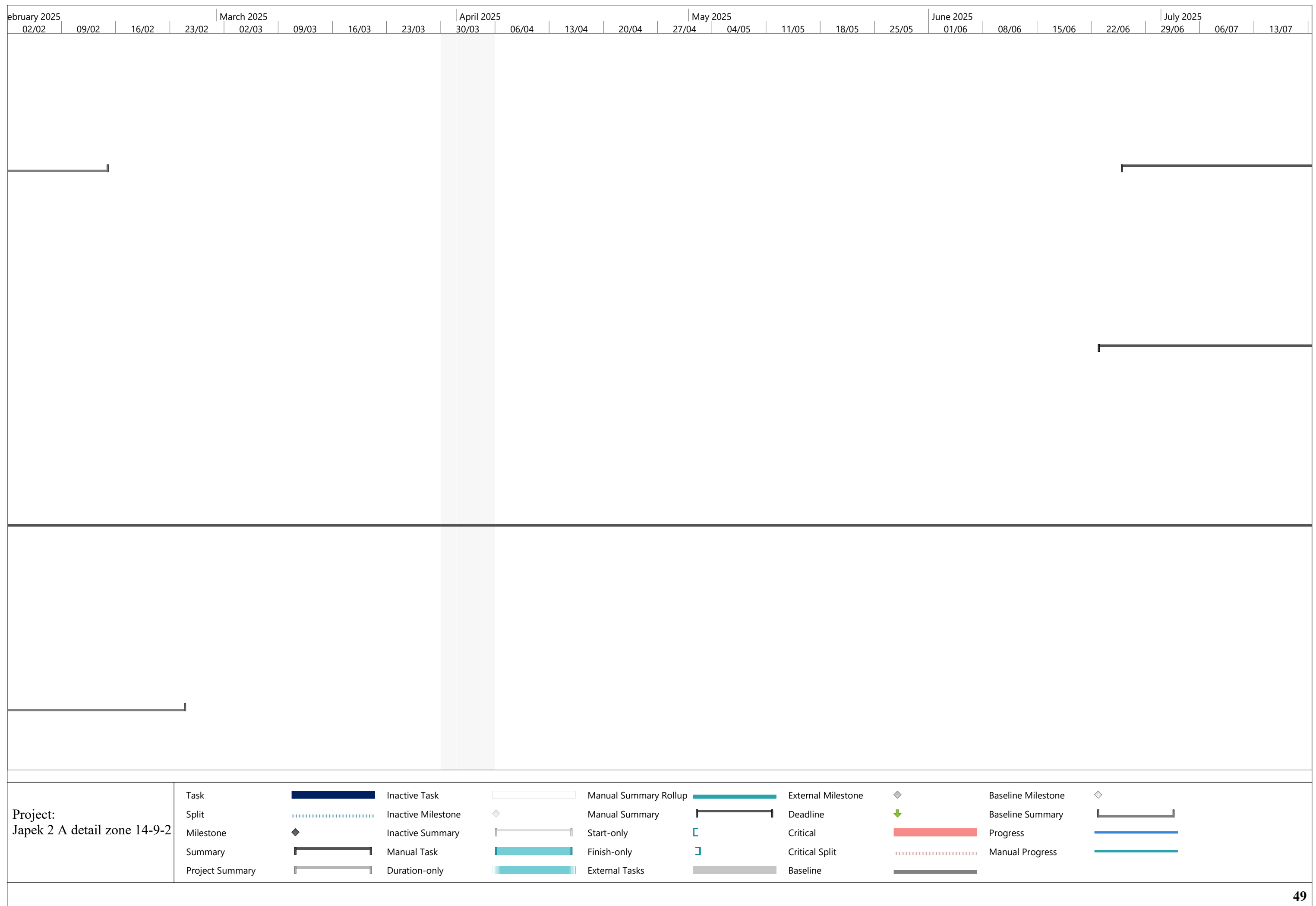


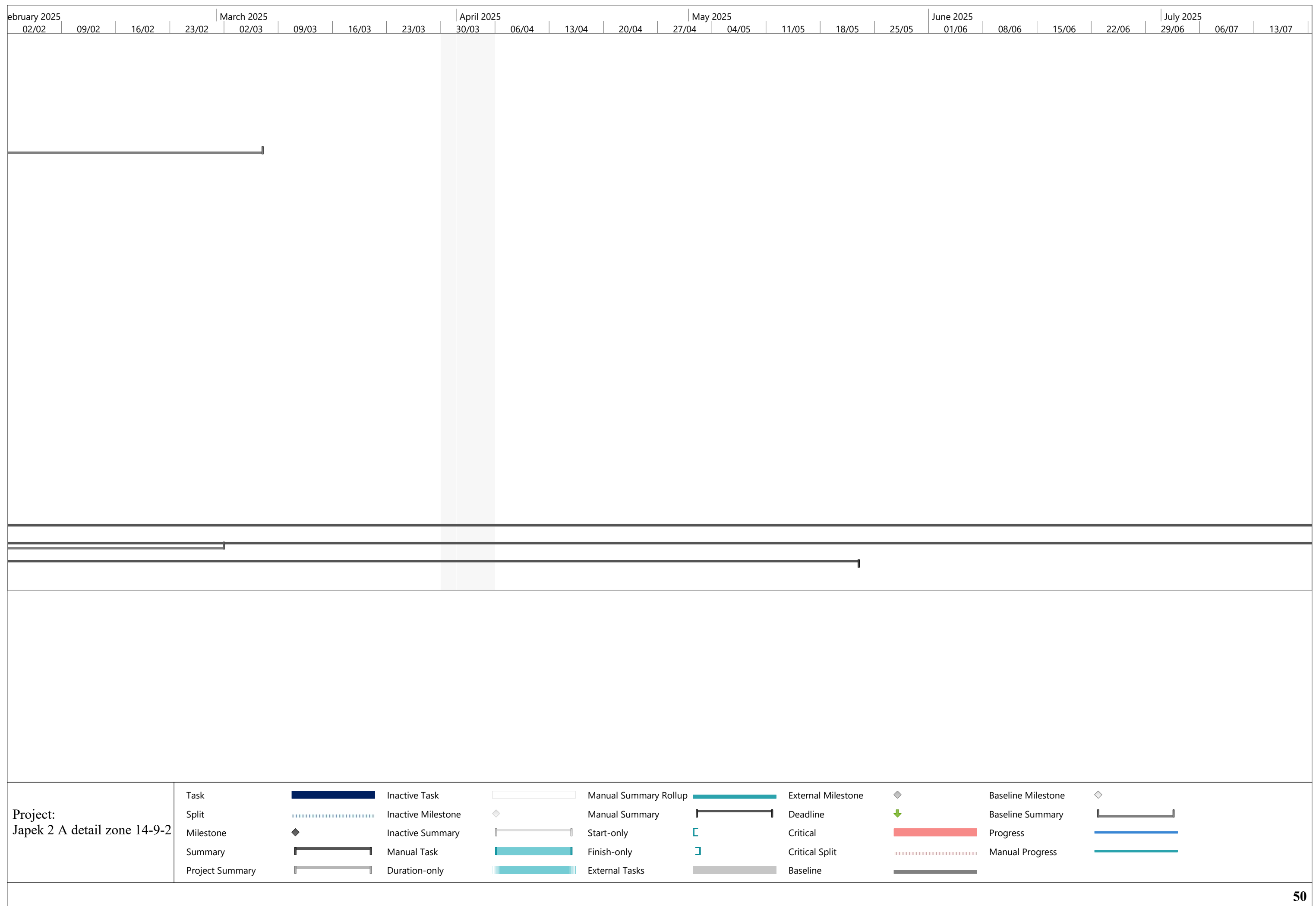


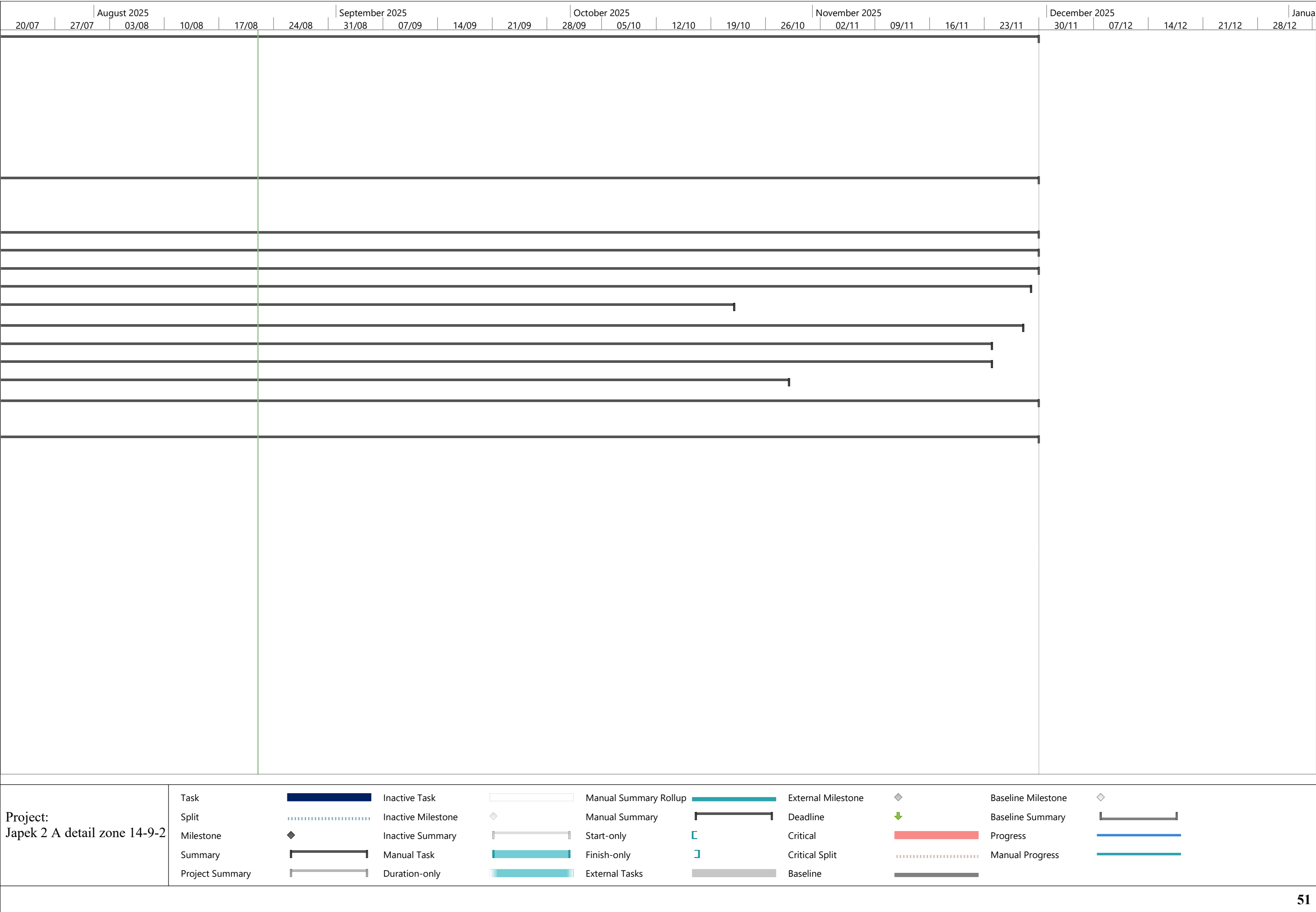




Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			









52



Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



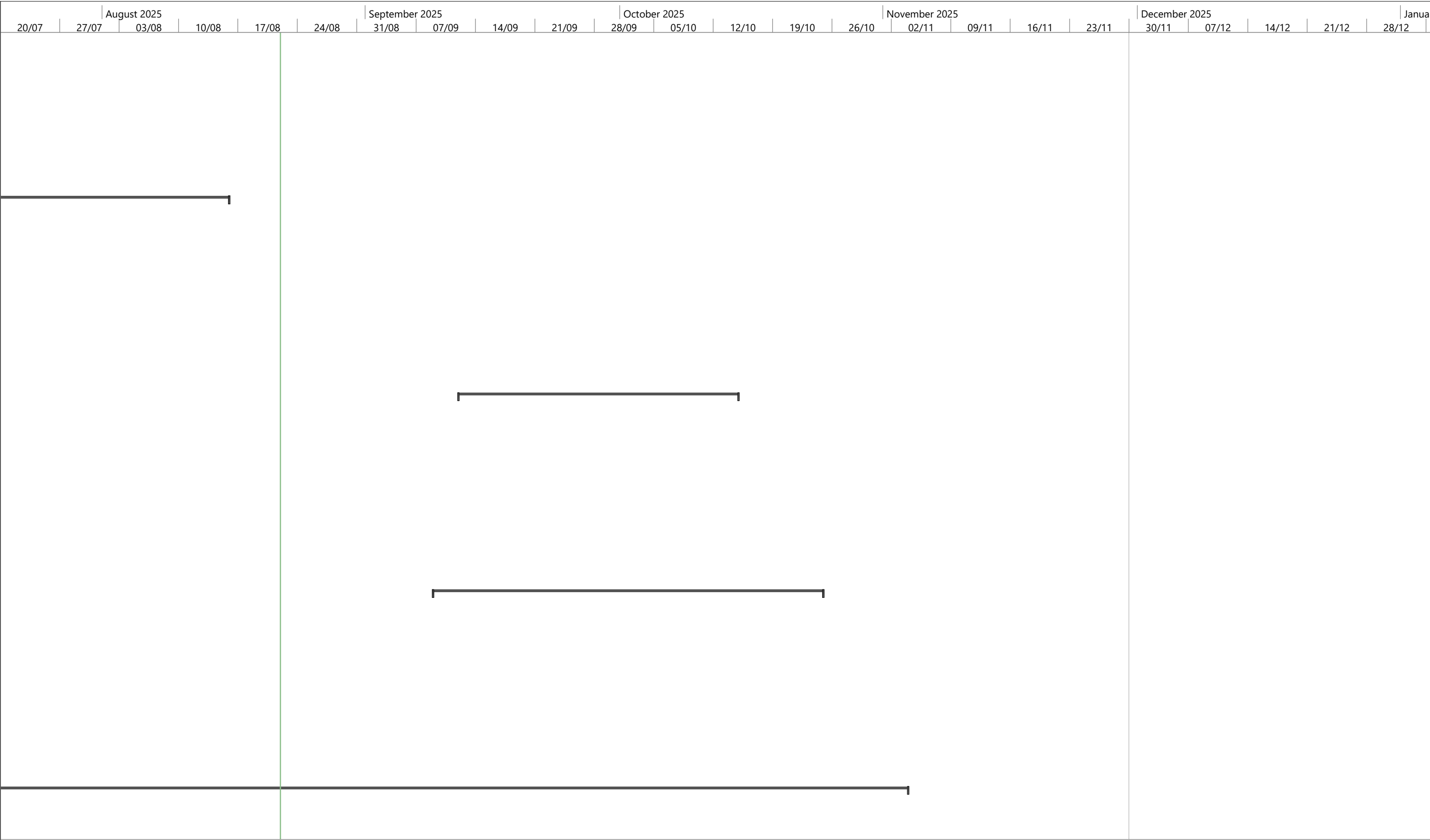
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



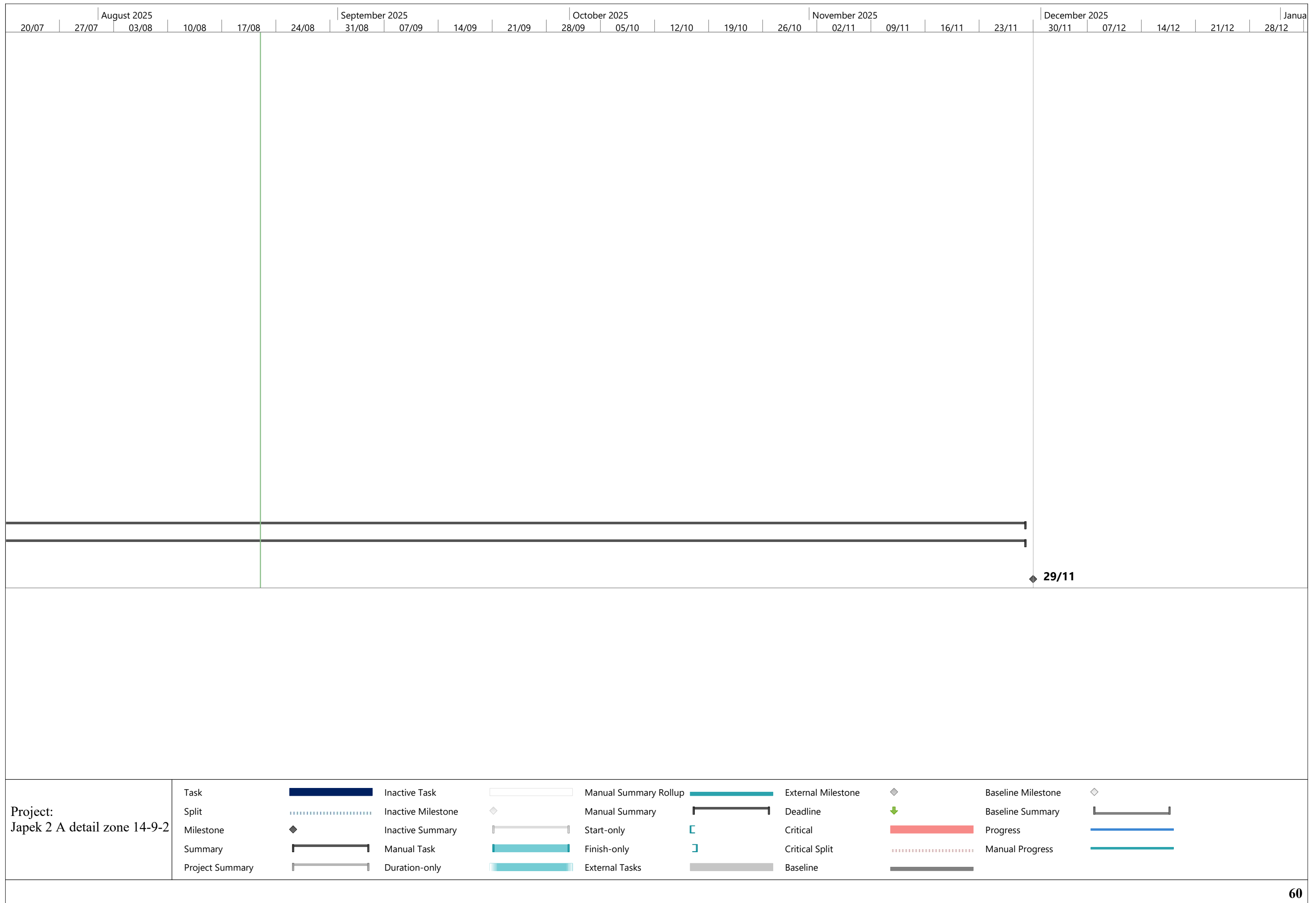
Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



Project:
Japek 2 A detail zone 14-9-2



Project: Japek 2 A detail zone 14-9-2	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Baseline Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline		Baseline Summary	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks		Baseline			



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Baseline Duration	Baseline Start	Baseline Finish	Cost	Baseline Cost	Predecessors	10 Sep '23							17 Sep '23						
											S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	
174	Instalikasi Pipa Tremi	4 days	Wed 15/11/23	Sat 18/11/23	7 days	Thu 16/11/23	Wed 22/11/23	Rp0	Rp0	173SS														
175	Pengecoran	4 days	Wed 15/11/23	Sat 18/11/23	7 days	Thu 16/11/23	Wed 22/11/23	Rp371.002.706	Rp369.367.124	174SS														
176	Pencabutan Casing	4 days	Wed 15/11/23	Sat 18/11/23	7 days	Thu 16/11/23	Wed 22/11/23	Rp0	Rp0	175SS														
177	Borepile Pier 26	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	7 days	Tue 14/11/23	Mon 20/11/23	Rp1.310.918.724	Rp1.663.453.500	170SS+1 day														
178	Pengeboran	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp742.005.412	Rp154.342.630															
179	Pengujian Kodan	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp14.400.000	Rp18.900.000	178SS														
180	Instalikasi Tulangan Borepile	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp183.510.606	Rp1.120.843.746	179SS														
181	Instalikasi Pipa Tremi	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp0	Rp0	180SS														
182	Pengecoran	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp371.002.706	Rp369.367.124	181SS														
183	Pencabutan Casing	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	5 days	Thu 16/11/23	Mon 20/11/23	Rp0	Rp0	182SS														
184	Borepile Pier 27	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	9 days	Sun 03/12/23	Mon 11/12/23	Rp1.652.953.489	Rp1.638.085.210	177FS-1 day														
185	Pengeboran	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp989.340.549	Rp205.792.883															
186	Pengujian Kodan	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp19.200.000	Rp25.200.000	185SS														
187	Instalikasi Tulangan Borepile	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp149.742.665	Rp914.596.345	186SS														
188	Instalikasi Pipa Tremi	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp0	Rp0	187SS														
189	Pengecoran	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp494.670.275	Rp492.495.982	188SS														
190	Pencabutan Casing	6 days	Thu 23/11/23	Tue 28/11/23	6 days	Wed 06/12/23	Mon 11/12/23	Rp0	Rp0	189SS														
191	Borepile Pier 28	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	9 days	Wed 29/11/23	Thu 07/12/23	Rp1.638.085.210	Rp1.638.085.210	149SS+1 day														
192	Pengeboran	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp205.792.883	Rp205.792.883															
193	Pengujian Kodan	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp25.200.000	Rp25.200.000	192SS														
194	Instalikasi Tulangan Bor	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp914.596.345	Rp914.596.345	193SS														
195	Instalikasi Pipa Tremi	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp0	Rp0	194SS														
196	Pengecoran	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp492.495.982	Rp492.495.982	195SS														
197	Pencabutan Casing	7 days	Mon 13/05/24	Sun 19/05/24	7 days	Fri 01/12/23	Thu 07/12/23	Rp0	Rp0	196SS														
198	Borepile Pier 29	4 days	Sun 17/12/23	Wed 20/12/23	7 days	Sun 03/12/23	Sat 09/12/23	Rp1.223.188.745	Rp1.127.617.451	184SS														
199	Pengeboran	4 days	Sun 17/12/23	Wed 20/12/23	5 days	Tue 05/12/23	Sat 09/12/23	Rp742.005.412	Rp154.342.630															
200	Pengujian Kodan	4 days	Sun 17/12/23	Wed 20/12/23	5 days	Tue 05/12/23	Sat 09/12/23	Rp14.400.000	Rp18.900.000	199SS														
201	Instalikasi Tulangan Borepile	4 days	Sun 17/12/23	Wed 20/12/23	5 days	Tue 05/12/23	Sat 09/12/23	Rp95.780.627	Rp585.007.696	200SS														
202	Instalikasi Pipa Tremi	4 days	Sun 17/12/23	Wed 20/12/23	5 days	Tue 05/12/23	Sat 09/12/23	Rp0	Rp0	201SS														

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

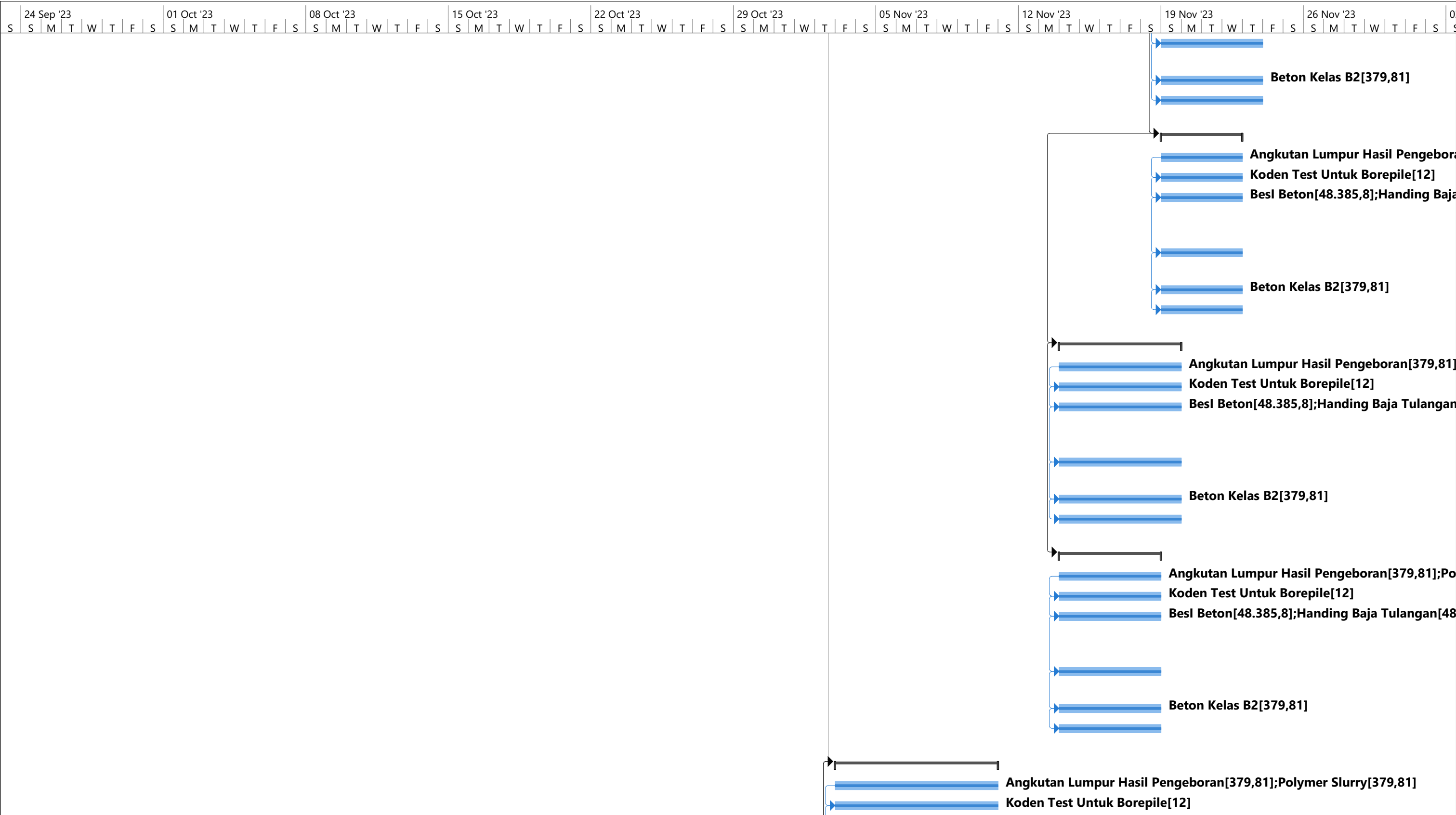
Manual Progress



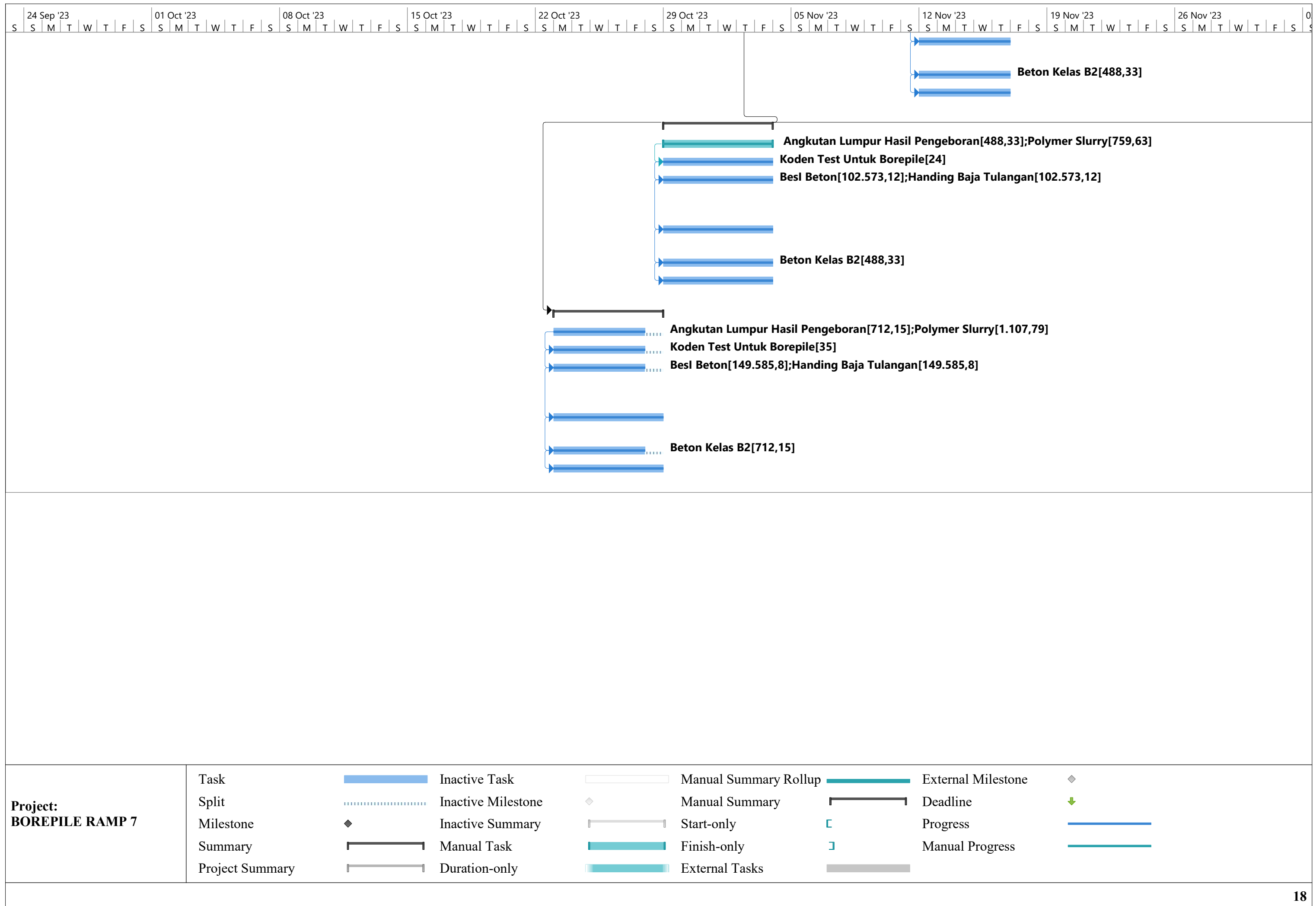
Project: BOREPILE RAMP 7	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks			

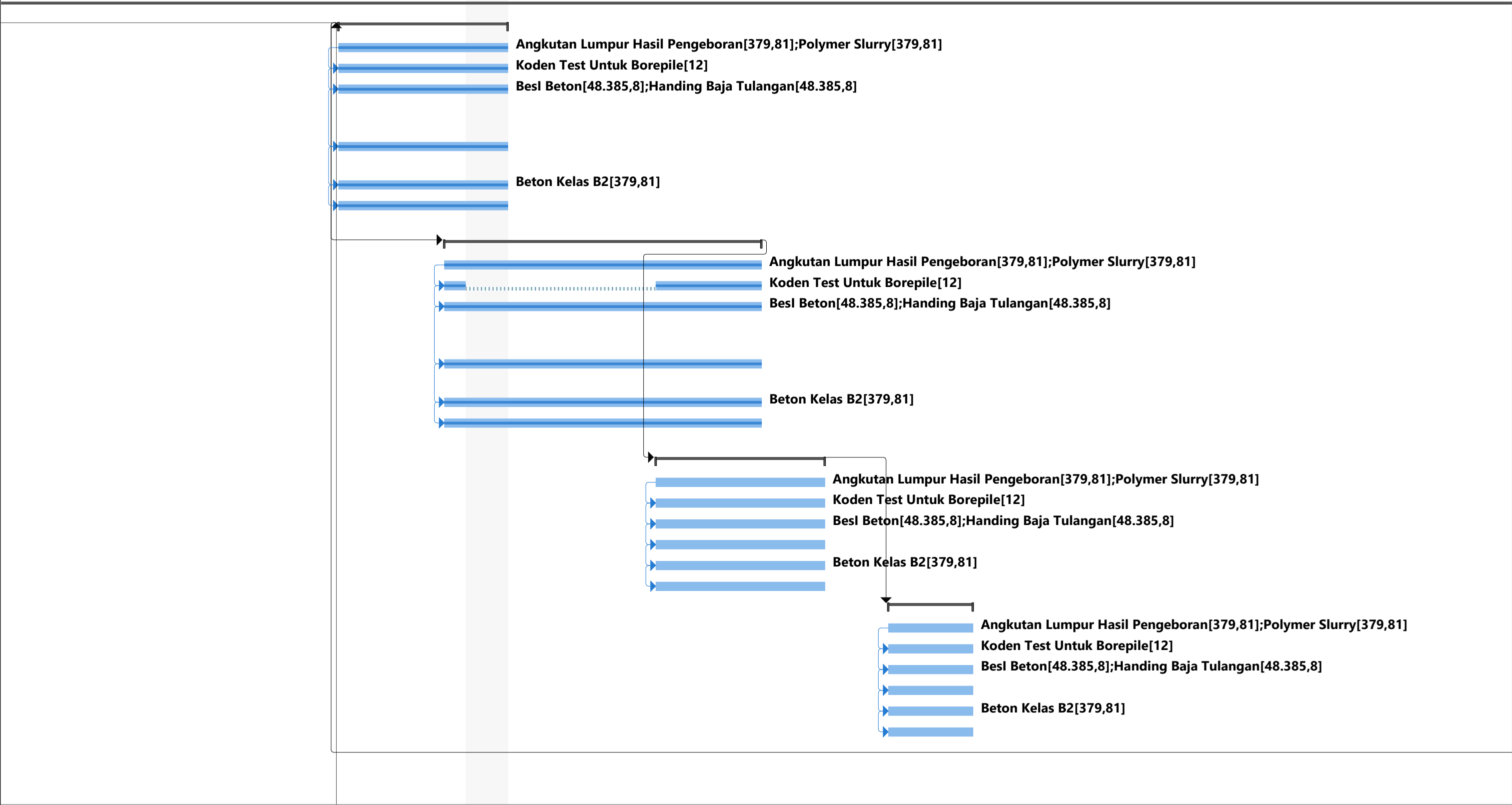
[illegible]

[illegible]

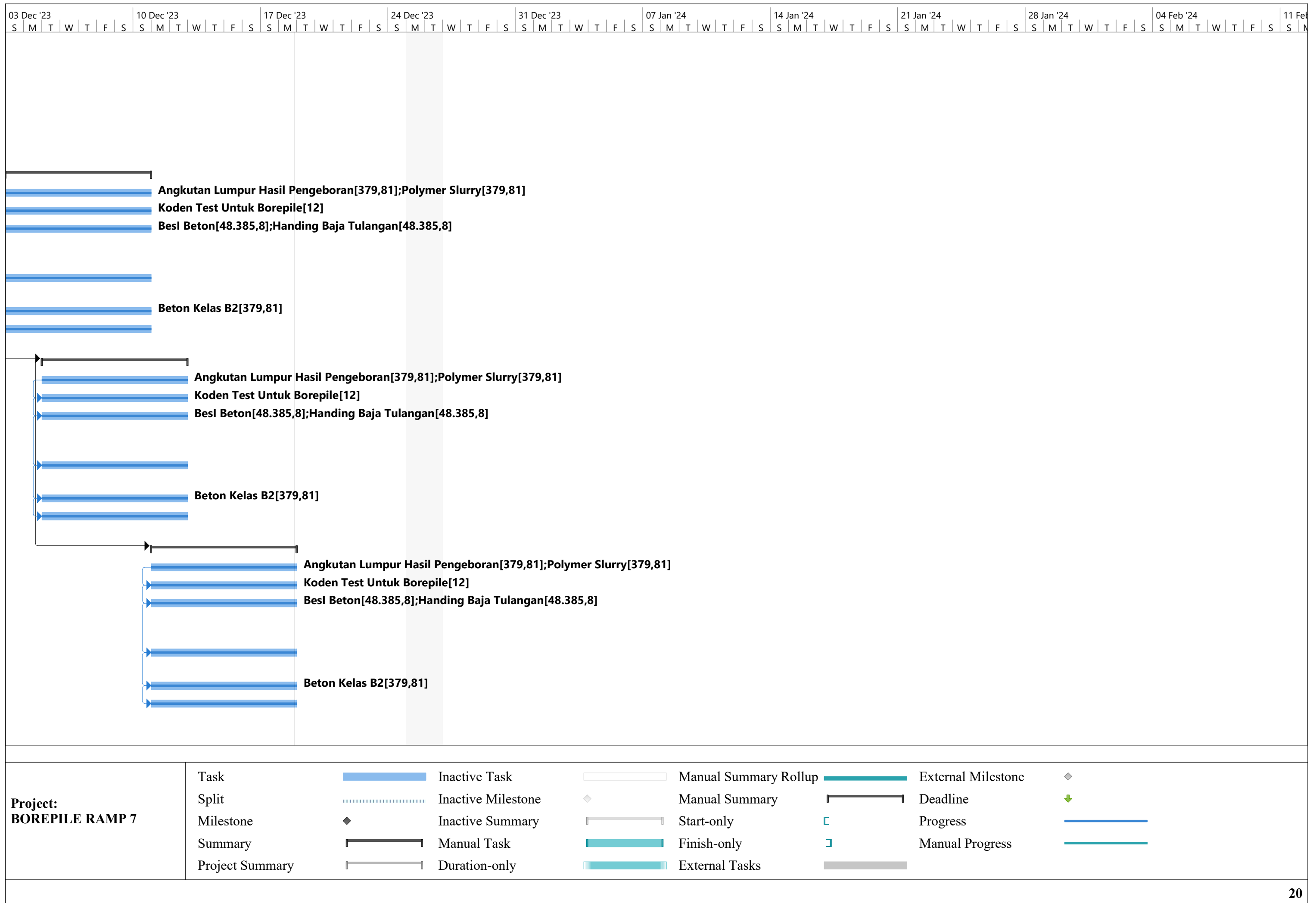


Project: BOREPILE RAMP 7	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks			





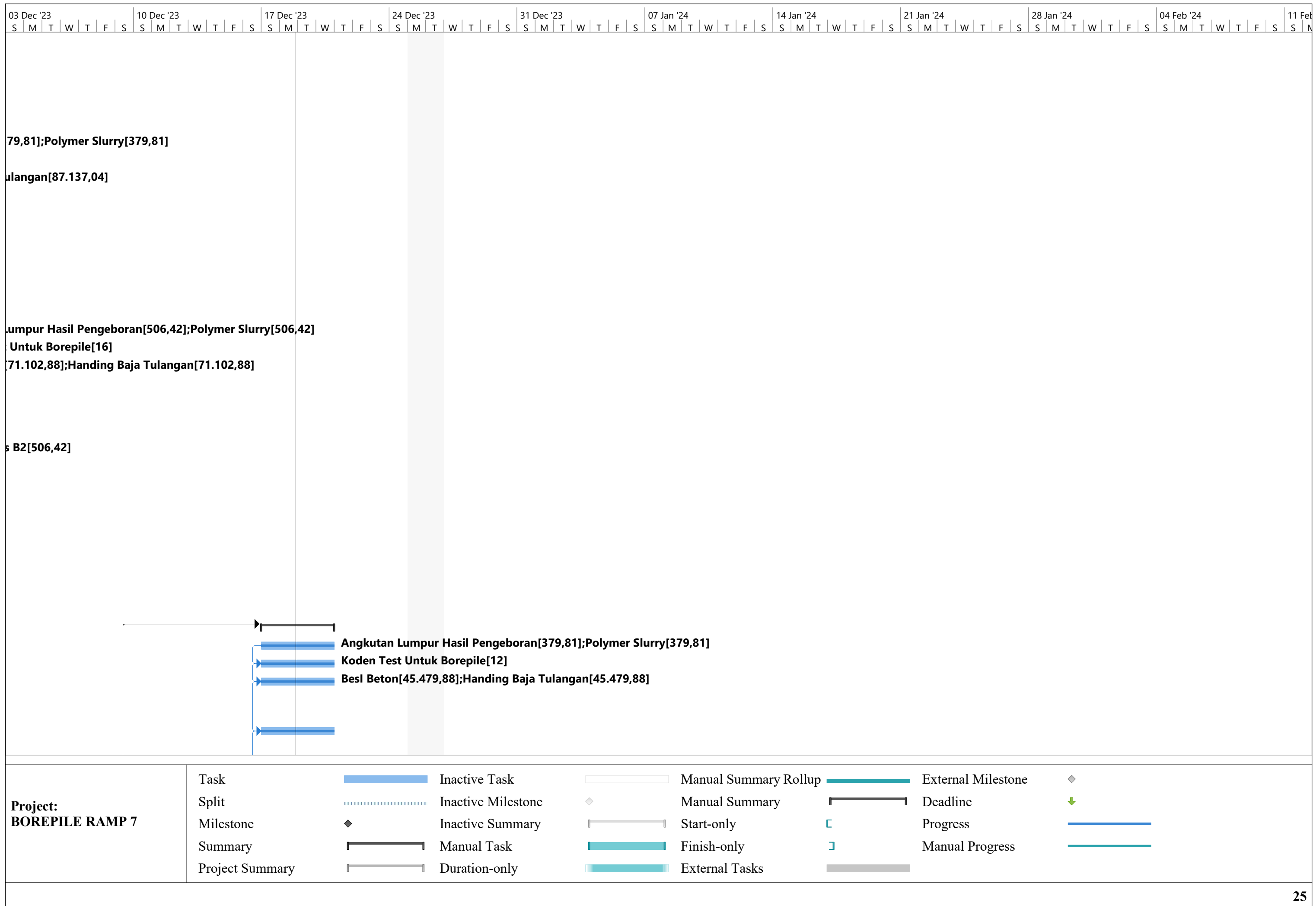
Project: BOREPILE RAMP 7	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone	
	Split		Inactive Milestone			Manual Summary		Deadline
	Milestone		Inactive Summary			Start-only		Progress
	Summary		Manual Task			Finish-only		Manual Progress
	Project Summary		Duration-only			External Tasks		

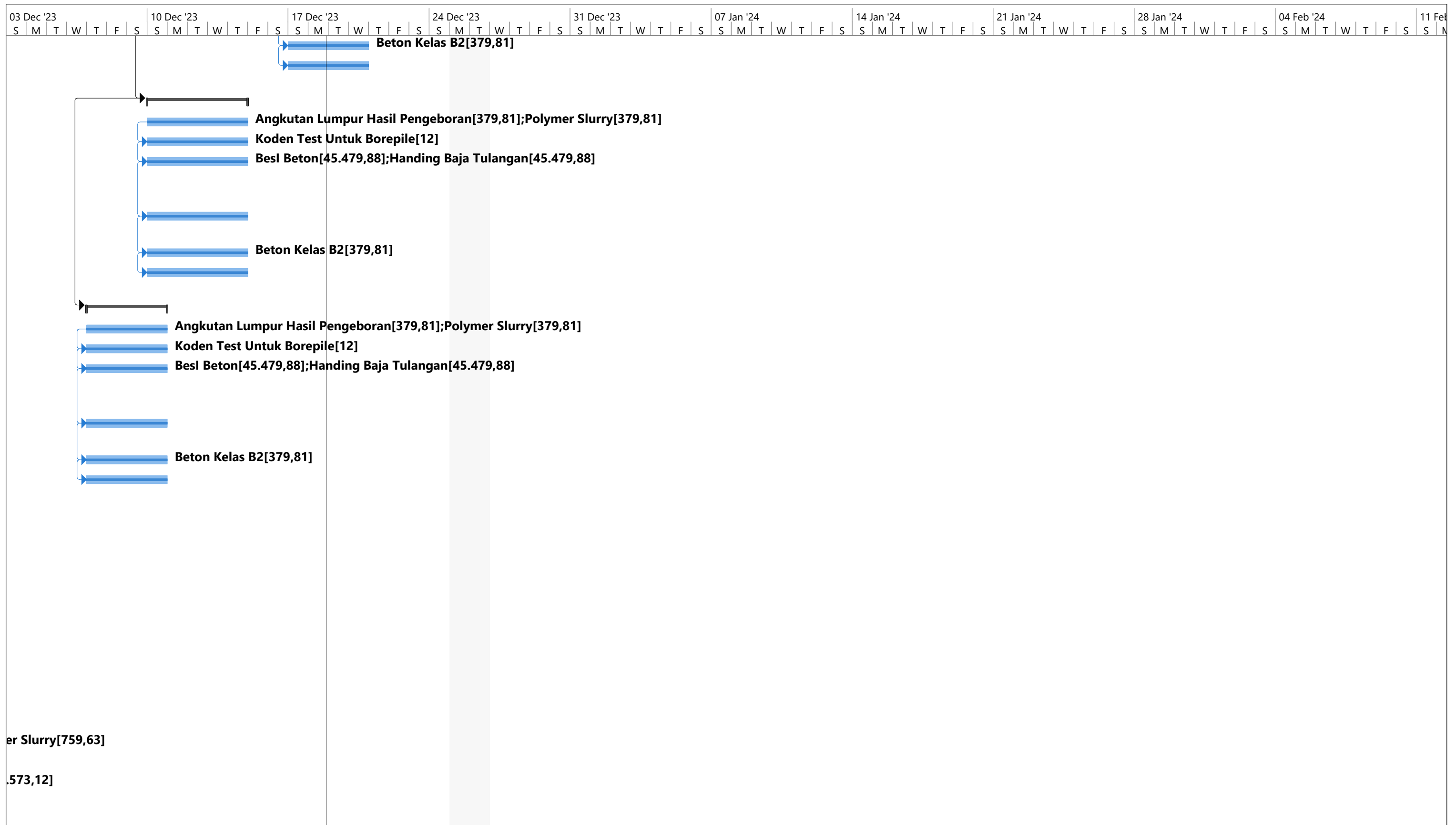


[illegible]

[illegible]

03 Dec '23							10 Dec '23							17 Dec '23							24 Dec '23							31 Dec '23							07 Jan '24							14 Jan '24							21 Jan '24							28 Jan '24							04 Feb '24							11 Feb '24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	





Project: BOREPILE RAMP 7	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks			

03 Dec '23

S

M

T

W

T

F

S

10 Dec '23

S

M

T

W

T

F

S

17 Dec '23

S

M

T

W

T

F

S

24 Dec '23

S

M

T

W

T

F

S

31 Dec '23

S

M

T

W

T

F

S

07 Jan '24

S

M

T

W

T

F

S

14 Jan '24

S

M

T

W

T

F

S

21 Jan '24

S

M

T

W

T

F

S

28 Jan '24

S

M

T

W

T

F

S

04 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

11 Feb '24

S

S

N

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

27

[illegible]

Feb '24

M

T

W

T

F

S

18 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

25 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

03 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

10 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

17 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

24 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

31 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

07 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

14 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

21 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

29

Feb '24

M

T

W

T

F

S

18 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

25 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

03 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

10 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

17 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

24 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

31 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

07 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

14 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

21 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

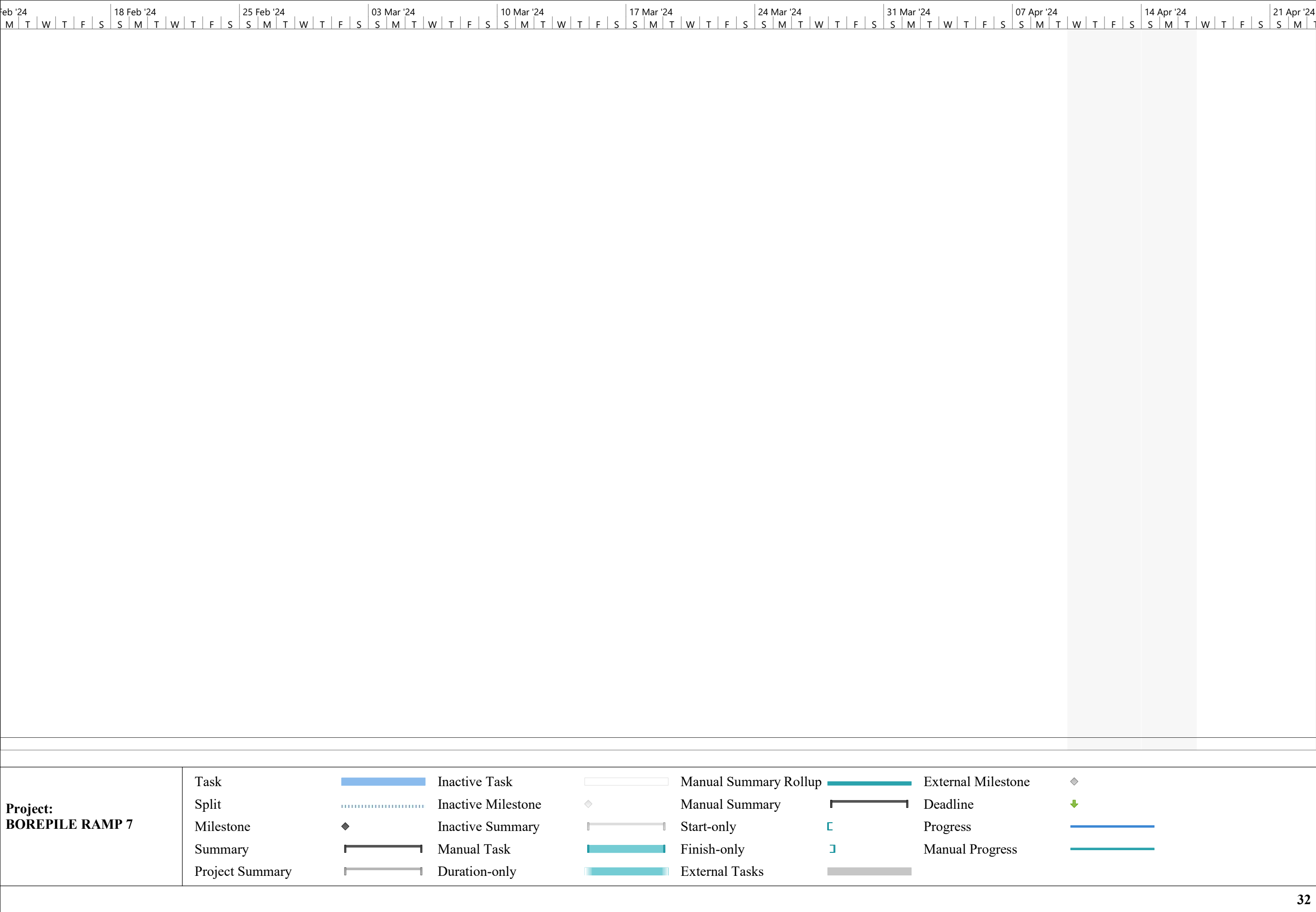
External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

31



Feb '24

M

T

W

T

F

S

18 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

25 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

03 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

10 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

17 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

24 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

31 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

07 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

14 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

21 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

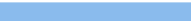
Deadline

Progress

Manual Progress

33



Project: BOREPILE RAMP 7	Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone	
	Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline	
	Milestone		Inactive Summary		Start-only		Progress	
	Summary		Manual Task		Finish-only		Manual Progress	
	Project Summary		Duration-only		External Tasks			

Feb '24

M T W T F S

18 Feb '24

S M T W T F S

25 Feb '24

S M T W T F S

03 Mar '24

S M T W T F S

10 Mar '24

S M T W T F S

17 Mar '24

S M T W T F S

24 Mar '24

S M T W T F S

31 Mar '24

S M T W T F S

07 Apr '24

S M T W T F S

14 Apr '24

S M T W T F S

21 Apr '24

S M T

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

35

Feb '24

M

T

W

T

F

S

18 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

25 Feb '24

S

M

T

W

T

F

S

03 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

10 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

17 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

24 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

31 Mar '24

S

M

T

W

T

F

S

07 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

14 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

21 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

36

[illegible]

24

T

W

T

F

S

28 Apr '24

S

M

T

W

T

F

S

05 May '24

S

M

T

W

T

F

S

12 May '24

S

M

T

W

T

F

S

19 May '24

S

M

T

W

T

F

S

26 May '24

S

M

T

W

T

F

S

02 Jun '24

S

M

T

W

T

F

S

09 Jun '24

S

M

T

W

T

F

S

16 Jun '24

S

M

T

W

T

F

S

23 Jun '24

S

M

T

W

T

F

S

30 Jun '24

S

M

T

W

T

F

S

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

41

24

TWTFSS

28 Apr '24

SMTWTFSS

05 May '24

SMTWTFSS

12 May '24

SMTWTFSS

19 May '24

SMTWTFSS

26 May '24

SMTWTFSS

02 Jun '24

SMTWTFSS

09 Jun '24

SMTWTFSS

16 Jun '24

SMTWTFSS

23 Jun '24

SMTWTFSS

30 Jun '24

SV

Project:
BOREPILE RAMP 7

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

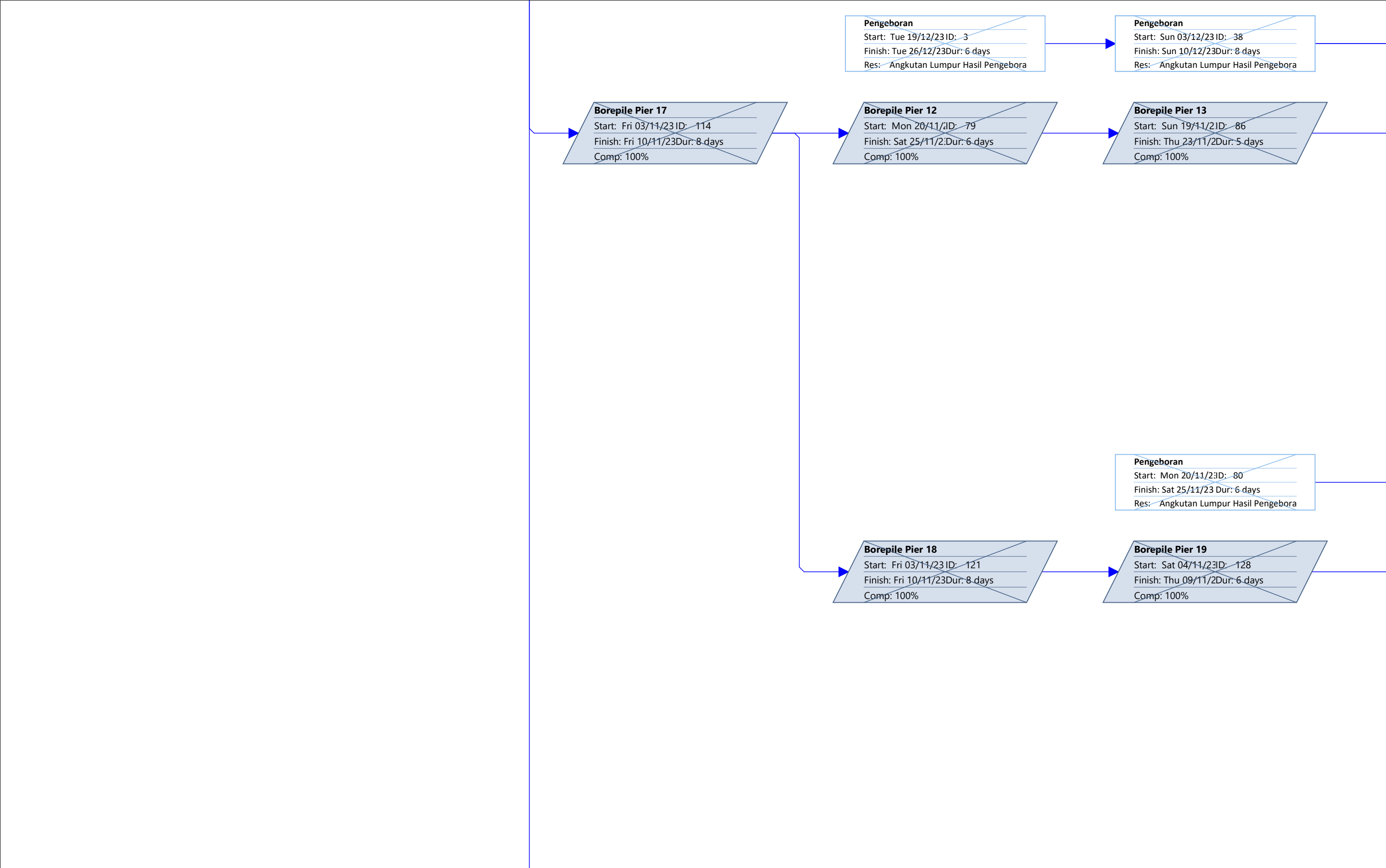
Deadline

Progress

Manual Progress

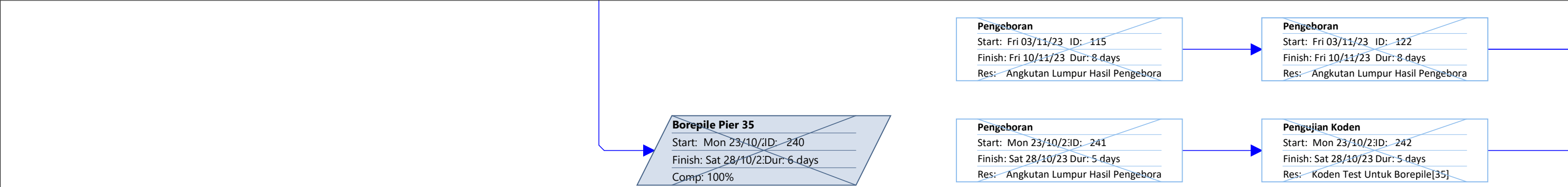
44

[illegible]

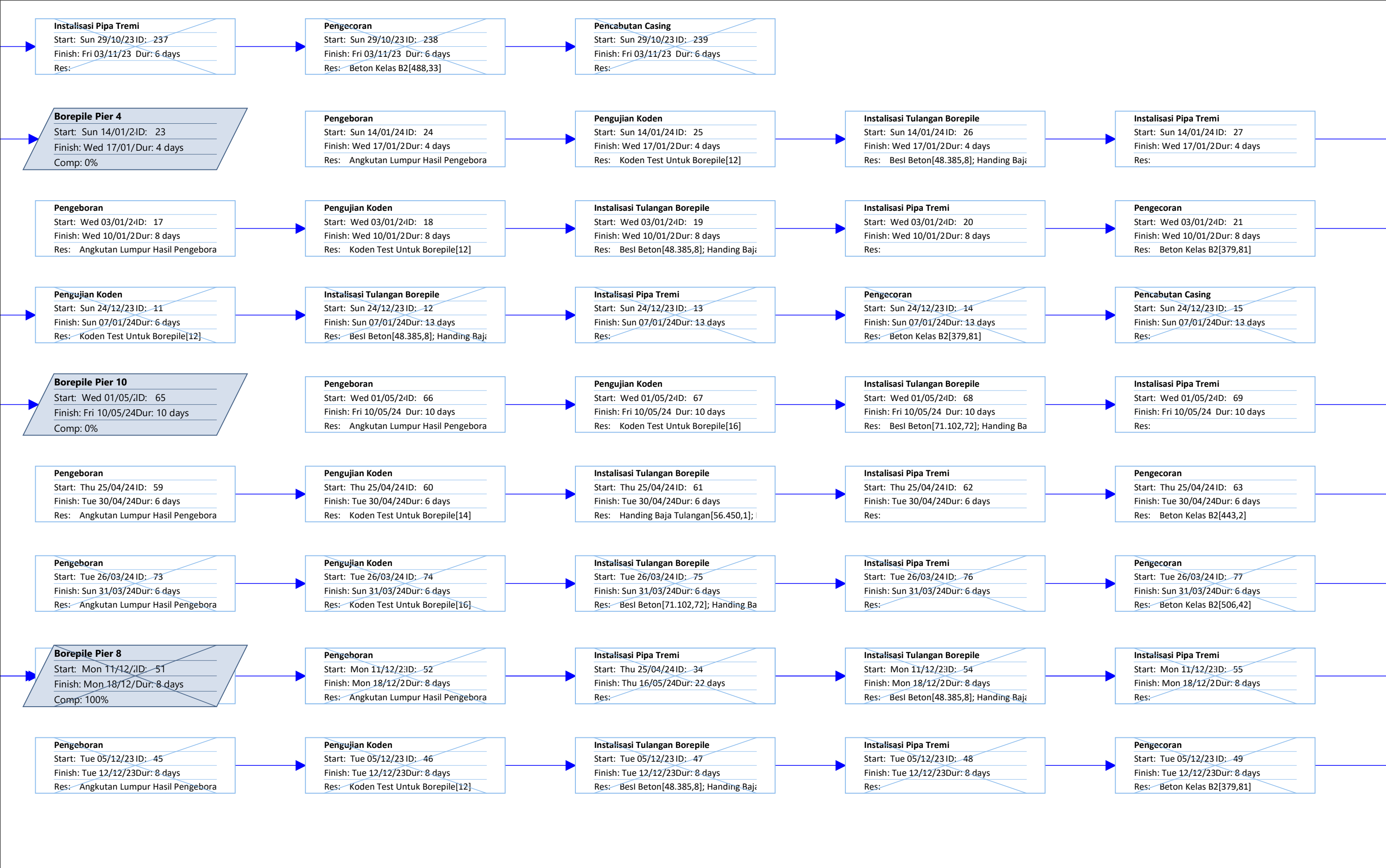


Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

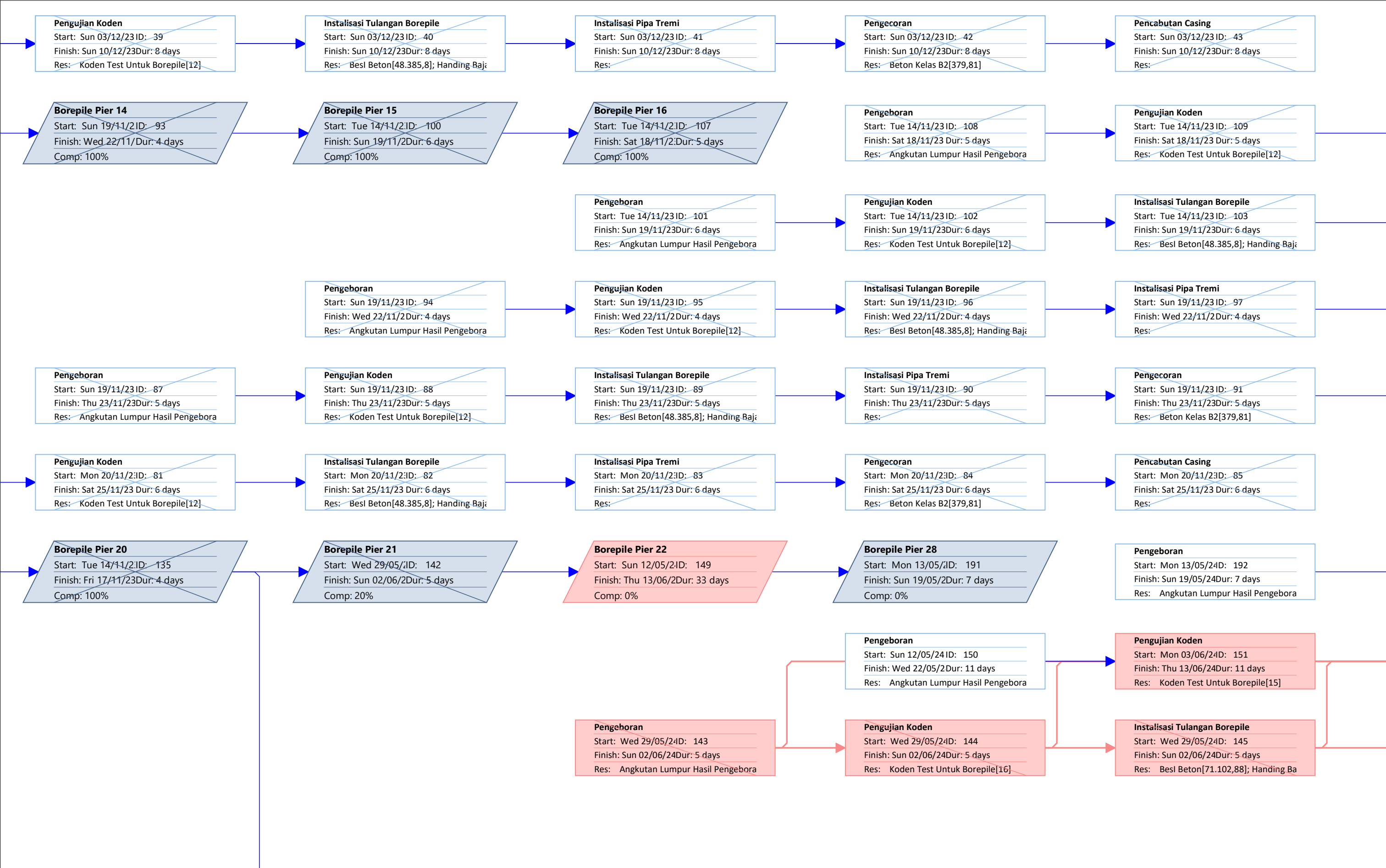
Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary		
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical		
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical		
3											



Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	



Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	



Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

Borepile Pier 23
Start: Sat 11/11/23 ID: 156
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 8 days
Comp: 0%

Borepile Pier 24
Start: Wed 15/11/23 ID: 163
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 4 days
Comp: 100%

Borepile Pier 25
Start: Wed 15/11/23 ID: 170
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 4 days
Comp: 100%

Borepile Pier 26
Start: Thu 16/11/23 ID: 177
Finish: Mon 20/11/23 Dur: 5 days
Comp: 100%

Pengeboran
Start: Wed 15/11/23 ID: 171
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 4 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengeboran
Start: Wed 15/11/23 ID: 164
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 4 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengujian Kodan
Start: Wed 15/11/23 ID: 165
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 4 days
Res: Kodan Test Untuk Borepile[12]

Borepile Pier 32
Start: Tue 07/11/23 ID: 219
Finish: Fri 10/11/23 Dur: 4 days
Comp: 100%

Borepile Pier 33
Start: Sun 12/11/23 ID: 226
Finish: Thu 16/11/23 Dur: 5 days
Comp: 100%

Pengeboran
Start: Sun 12/11/23 ID: 227
Finish: Thu 16/11/23 Dur: 5 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengeboran
Start: Tue 14/11/23 ID: 136
Finish: Fri 17/11/23 Dur: 4 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengeboran
Start: Sat 11/11/23 ID: 157
Finish: Sat 18/11/23 Dur: 8 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengeboran
Start: Tue 07/11/23 ID: 220
Finish: Fri 10/11/23 Dur: 4 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

Pengujian Kodan
Start: Tue 07/11/23 ID: 221
Finish: Fri 10/11/23 Dur: 4 days
Res: Kodan Test Untuk Borepile[12]

Pengeboran
Start: Sat 04/11/23 ID: 129
Finish: Thu 09/11/23 Dur: 6 days
Res: Angkutan Lumpur Hasil Pengebora

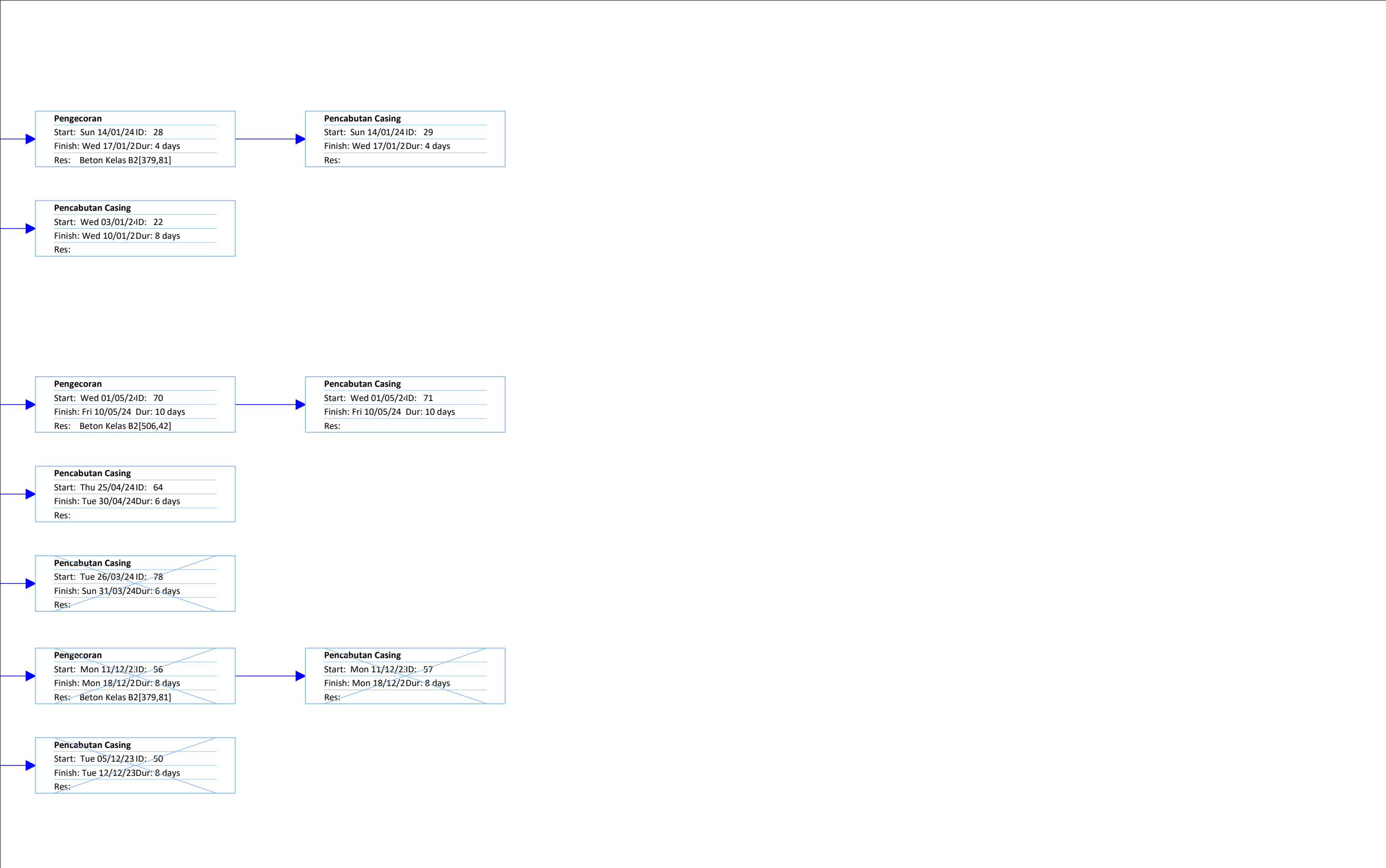
Pengujian Kodan
Start: Sat 04/11/23 ID: 130
Finish: Thu 09/11/23 Dur: 6 days
Res: Kodan Test Untuk Borepile[12]

Instalasi Tulangan Borepile
Start: Sat 04/11/23 ID: 131
Finish: Thu 09/11/23 Dur: 6 days
Res: Besi Beton[48.385,8]; Handing Baja

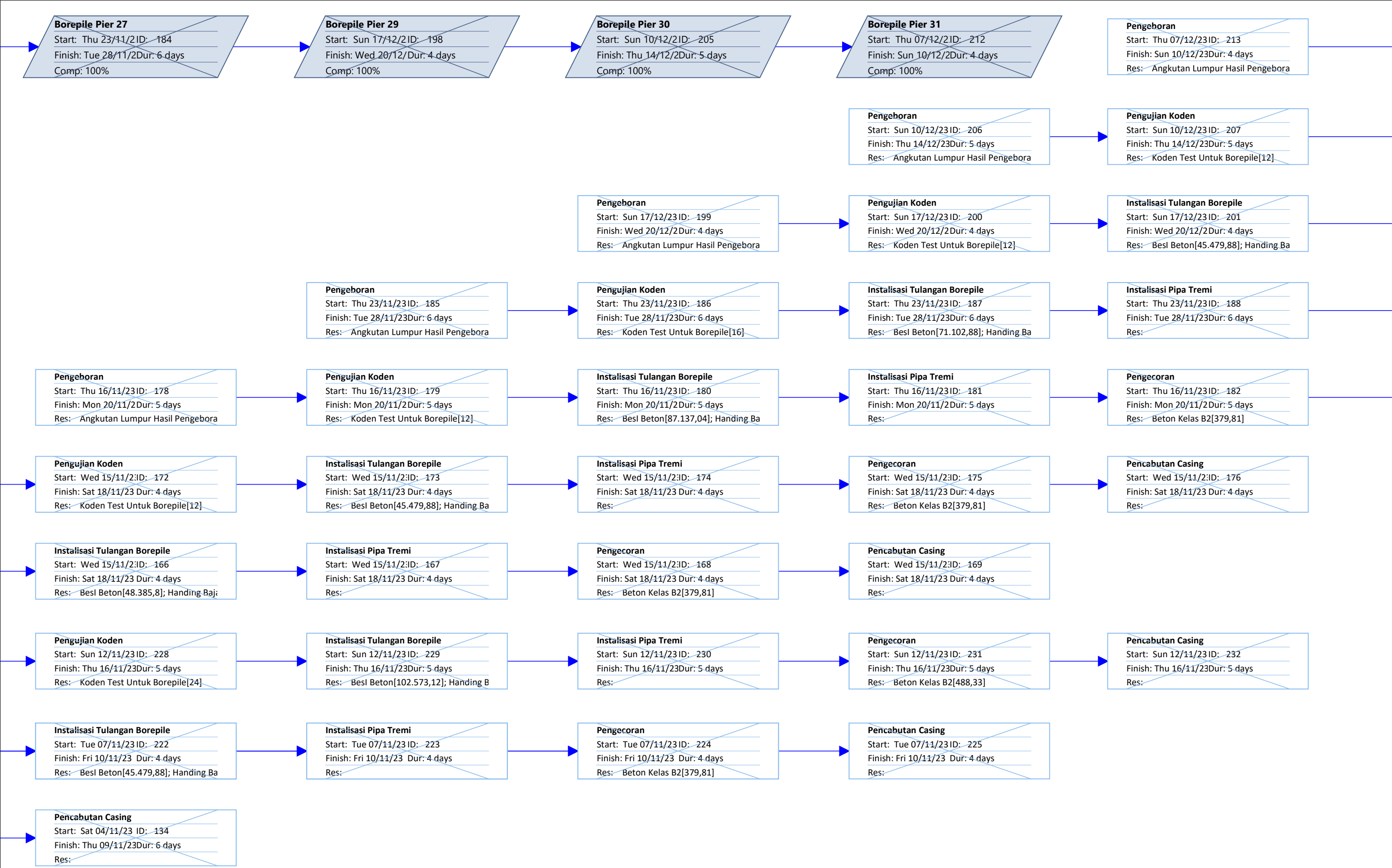
Instalasi Pipa Tremi
Start: Sat 04/11/23 ID: 132
Finish: Thu 09/11/23 Dur: 6 days
Res:

Pengecoran
Start: Sat 04/11/23 ID: 133
Finish: Thu 09/11/23 Dur: 6 days
Res: Beton Kelas B2[379,81]

Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	



Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	



Project:
BOREPILE RAMP 7

Critical

Noncritical

Critical Milestone

Milestone

Critical Summary

Summary

Critical Inserted

Inserted

Critical Marked

Marked

Critical External

External

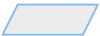
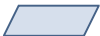
Project Summary

Highlighted Critical

Highlighted Noncritical

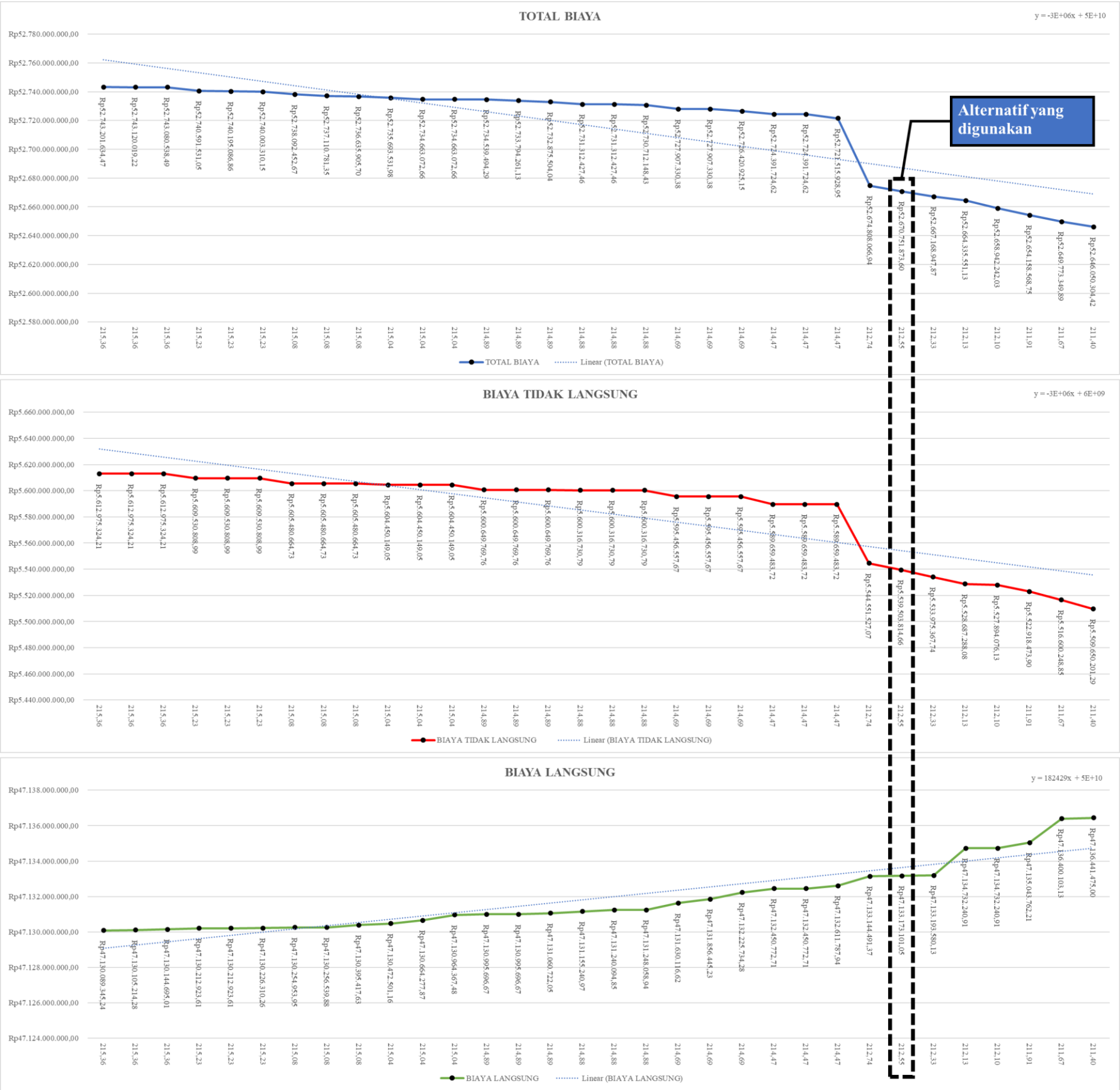
Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

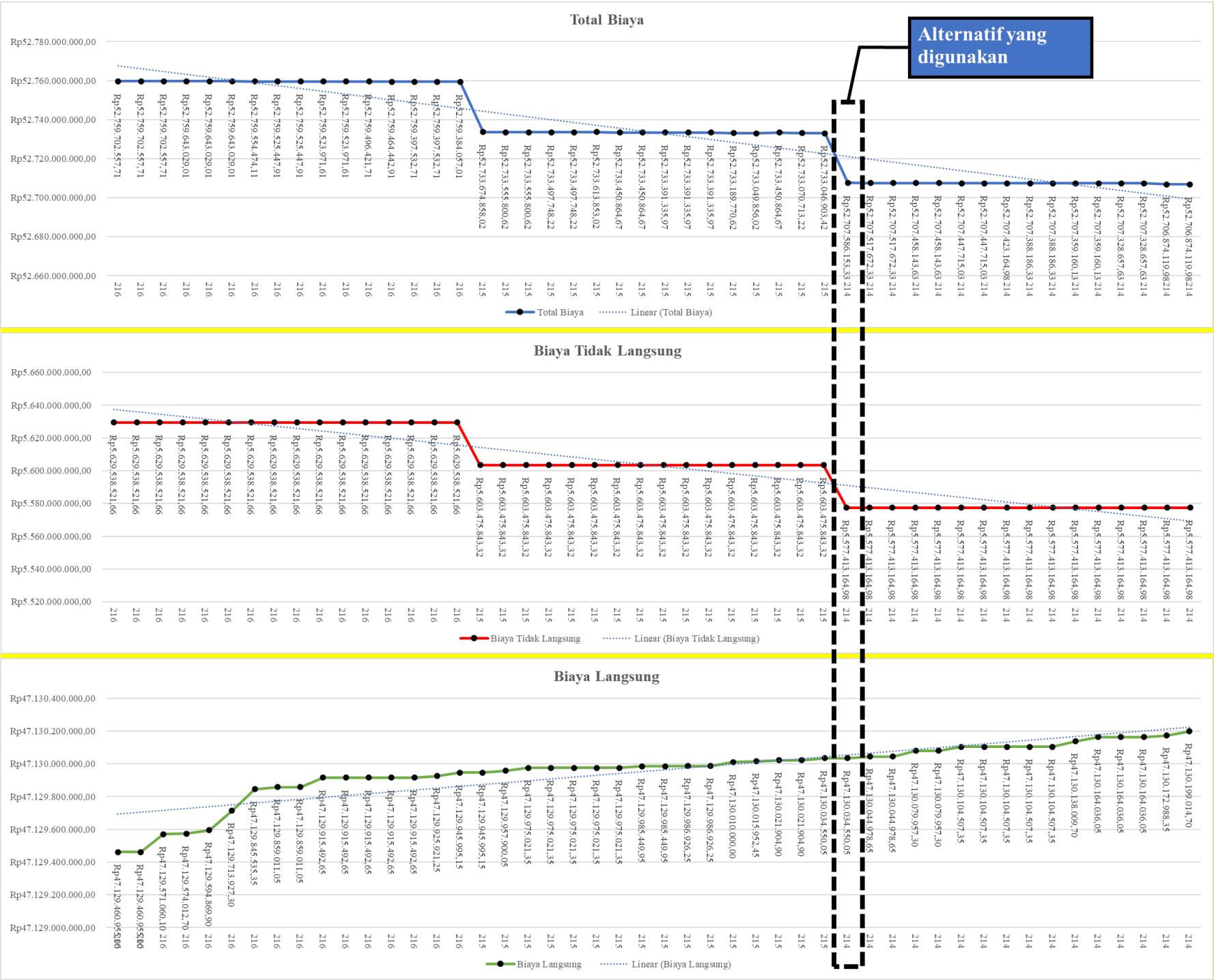
Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

Project: BOREPILE RAMP 7	Critical		Milestone		Critical Inserted		Marked		Project Summary	
	Noncritical		Critical Summary		Inserted		Critical External		Highlighted Critical	
	Critical Milestone		Summary		Critical Marked		External		Highlighted Noncritical	

Lampiran 5. Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)



Lampiran 5. Grafik Hubungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Akibat Penambahan Tenaga Kerja



Lampiran 6. Kondisi Proyek Saat Pengambilan Data



Gambar L-6. 1 Simpang Susun Sukaragam



Gambar L-6. 2 Pekerjaan Penggalian *Boredpile*



Gambar L-6. 3 Pekerjaan *Borepile* Dalam Loop CCT



Gambar L-6. 4 Dokumentasi Penerbangan Drone



Gambar L-6. 5 Lokasi Pekerjaan *Pier 21* dan *Pier 22 Ramp 7*



Gambar L-6. 6 Lokasi Pekerjaan *Pier 21 Ramp 7*