



Department of Digital Business

**Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)**

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 8187-8194

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## Analisis Waktu Pelaksanaan berdasarkan Kapasitas Produksi Alat pada Proyek Konstruksi Kereta Layang

Maria Angelica Adriana Kosasih<sup>1</sup>, Muhammad Faizal Ardiansyah Arifin<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang  
[mariaangelica@students.unnes.ac.id](mailto:mariaangelica@students.unnes.ac.id)

### Abstrak

*Meningkatnya kemacetan perkotaan akibat pertumbuhan penduduk dan peningkatan mobilitas menuntut sistem transportasi yang lebih efisien, andal, dan terintegrasi. Salah satu solusi yang dianggap mampu mengatasi masalah ini adalah pembangunan sistem kereta layang, yang mengurangi kemacetan lalu lintas dan juga meningkatkan kapasitas angkutan barang serta waktu tempuh. Dalam proyek pembangunan kereta layang, manajemen waktu sangat penting, karena keterlambatan dapat mengganggu mobilitas publik. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk menganalisis dampak penerapan strategi percepatan proyek melalui peralatan tambahan terhadap waktu penyelesaian proyek kereta layang. Menggunakan metode *network planning*, yang merupakan pendekatan manajemen proyek yang mengorganisir semua aktivitas kerja ke dalam jaringan berdasarkan hubungan antar pekerjaan dan urutan pelaksanaan. Metodologi ini memungkinkan penilaian aktivitas lintasan kritis dan dampak percepatan terhadap durasi proyek secara keseluruhan. Seluruh proses perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek dalam studi ini didukung oleh perangkat lunak Primavera P6 Professional 24, yang digunakan untuk membuat struktur rincian pekerjaan (*Work Breakdown Structure/ WBS*), mendefinisikan hubungan antar aktivitas, memodelkan jaringan kerja, dan menganalisis perubahan durasi akibat implementasi peralatan tambahan. Berdasarkan perhitungan dan visualisasi, strategi percepatan yang dilakukan adalah mengubah alur pekerjaan menjadi paralel. Hal ini memiliki dampak signifikan terhadap waktu penyelesaian proyek. Durasi proyek secara keseluruhan berkurang 372 hari, atau sekitar 31,9% lebih cepat dibandingkan kondisi sebelum percepatan, menunjukkan efektivitas strategi dalam meningkatkan kinerja waktu penyelesaian proyek.*

*Kata kunci: Percepatan, Kereta Layang, Primavera P6, Lintasan Kritis.*

### 1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara terpadat di dunia dengan jumlah kendaraan pribadi yang sudah melampaui 164 juta unit. Tingkat kemacetan yang tinggi di daerah perkotaan, yang disebabkan oleh kepadatan penduduk, menuntut solusi transportasi yang lebih efisien, faktor kunci dalam pengembangan sistem transportasi layang. Pembangunan sistem transportasi layang di Indonesia telah mencapai kemajuan yang signifikan, berdampak pada pengguna kendaraan dan meningkatkan kualitas infrastruktur transportasi, menjadikannya lebih terencana dan efisien dibandingkan dengan penggunaan kendaraan pribadi. Sistem transportasi layang ini merupakan bagian dari upaya untuk mencapai mobilitas perkotaan yang lebih terorganisir.

Secara ekonomi, pembangunan sistem transportasi layang telah mendorong aktivitas ekonomi baru di sepanjang area proyek, terutama di sekitar stasiun dan pusat transit, yang menyebabkan terciptanya kawasan komersial dan pemukiman. Infrastruktur yang lebih layak dan waktu tempuh yang lebih stabil dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas masyarakat dan isu-isu seperti pembiayaan pembangunan dan pendapatan penumpang dapat diatasi, jika diperlukan oleh studi kota.

Secara sosial, keberadaan sistem transportasi layang meningkatkan akses dan memfasilitasi mobilitas masyarakat dengan layanan yang lebih aman dan nyaman. Namun, distribusi layanan yang adil dan penyesuaian tarif sesuai dengan kondisi ekonomi pengguna akan sangat penting. Dari perspektif lingkungan, penggunaan teknologi listrik dan penerapan praktik konstruksi yang lebih efisien berpotensi mengurangi emisi dari sektor transportasi dan mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor sebagai penyebab utama polusi dan kemacetan.

#### 1.1 Perencanaan Proyek

Pada penelitian ini, akan dirumuskan beberapa permasalahan mengenai bagaimana pengaruh strategi penambahan alat pada proyek. Apakah akan ada biaya yang membengkak atau waktu yang akan terpankas? Tujuan dari

penelitian ini sendiri yaitu untuk mengetahui dampak dari penambahan alat yang akan berpengaruh terhadap penjadwalan dan biaya dalam suatu proyek yang sedang berjalan. Simulasi ini sendiri akan dijalankan pada aplikasi " Primavera P6 Professional 24". Aplikasi ini sangat membantu dalam memasukan penjadwalan dengan detail aktivitas dan pengaturan preferensi yang beragam.

## 1.2 Struktur Proyek

Pada proyek pembangunan kereta layang ini, stuktur kereta layang terbagi menjadi 2 yaitu stuktur atas dan struktur bawah. Berikut adalah urutan dalam pengerjaan struktur kereta layang dalam proyek ini:

### Struktur Bawah

- *Bored pile*

Merupakan salah satu jenis pondasi yang umum digunakan dalam pembangunan gedung dan jembatan. Pondasi ini dibangun dengan cara mengebor tanah hingga kedalaman tertentu, diikuti dengan pemasangan baja utama dan tulangan spiral, yang kemudian dilapisi beton dengan kualitas yang telah ditentukan. Pada proyek ini, pondasi *bored pile* yang digunakan dalam proyek ini adalah pondasi *bored pile* berdiameter 600 mm, 1200 mm, 1500 mm, dan 1800 mm dengan kedalaman 28-55 m dari permukaan tanah (*ground level*). Dalam pengerjaan *bored pile*, akan dilakukan penentuan titik bor terlebih dahulu, lalu pengeboran, instalasi pembedian, dan berakhir dengan pengecoran.

- *Pile Cap*

Pada proyek kereta api layang ini, sistem pondasi yang digunakan didasarkan pada *bored pile* dan *pile cap*. Dalam proyek ini, *pile cap* memainkan peran penting sebagai perantara antara struktur *pier* (pilare) yang menopang jalur kereta api dan *bored pile* yang tertanam di dalam tanah. Beban yang diterima oleh *pier* dialihkan ke *pile cap*, yang kemudian mendistribusikannya ke seluruh *bored pile*, sehingga beban dapat dialihkan ke lapisan tanah keras di bawahnya. Dalam pengerjaan *pile cap*, akan dilakukan pemasangan *sheet pile* terlebih dahulu, lalu penggalian tanah, pemasangan *bracing*, dan pemotongan *bored pile*.

- *Pier*

Merupakan struktur utama jembatan, berfungsi untuk mentransfer beban seperti beban hidup, beban mati, beban struktural (balok dan pelat lantai), dan beban konstruksi yang ditransfer ke pondasi (*bored pile*). Pengerjaan *pier* dimulai setelah *pile cap* selesai. *Pier* dalam proyek ini adalah struktur beton bertulang. Proses konstruksi *pier* dimulai dengan pembedian, bekisting, dan pengecoran kolom dalam beberapa segmen atau tahapan. Dan juga setelah pengerjaan *pier* segmen 1 selesai, akan dilakukan penimbunan tanah yang telah diurug dan setelah itu akan dilanjutkan pengerjaan *pier* segmen 2.

- *Pier Head*

Merupakan bagian struktural di atas *pier*, yang berfungsi sebagai elemen pendukung utama untuk girder dalam konstruksi jembatan dan struktur kereta layang. *Pier head* terletak di atas *pier* dan mendistribusikan beban secara merata dari struktur atas, seperti girder, *slab deck*, atau rel, ke struktur di bawahnya. Bentuk dan dimensi *pier head* ditentukan oleh jumlah bentang, jenis girder, dan besarnya beban yang diterimanya, untuk memastikan stabilitas dan keamanan seluruh struktur. Dalam konstruksi kereta layang, *pier head* sering dirancang dengan penampang yang lebih lebar untuk mengakomodasi lebih dari satu jalur girder, sehingga memudahkan pemasangan elemen struktural di lokasi.

### Struktur Atas

- Girder

Adalah elemen struktural utama berupa balok, yang menopang dan mendistribusikan beban dari lantai, *slab deck*, atau rel kereta api ke elemen pendukung di bawahnya. Girder berfungsi untuk menahan beban lentur dan geser, sehingga memainkan peran penting dalam menjaga kekuatan dan stabilitas struktural. Dalam konstruksi jembatan dan kereta api layang, girder umumnya digunakan sebagai penopang utama bentang, baik yang terbuat dari beton bertulang, beton prategang, atau baja. Bentuk, ukuran, dan jenis balok ditentukan oleh panjang bentang, beban yang akan ditanggungnya, dan metode konstruksi yang digunakan. Pada proyek ini, jenis girder yang digunakan ada 3 yaitu, PCU (*Pre-Cast type U*), PCI (*Pre-Cast type I*) dan SBG (*Steel Box Girder*).

- *Slab Deck*

Adalah elemen struktural berupa pelat beton yang berfungsi sebagai lantai atau permukaan utama pada jembatan dan struktur kereta layang. *Slab deck* bertumpu pada girder dan berfungsi untuk mendistribusikan beban operasional secara merata di atasnya. Selain sebagai elemen penahan beban, *slab deck* juga berfungsi sebagai permukaan untuk jalur atau rel kendaraan, sehingga harus dirancang dengan kekakuan dan kekuatan yang memadai. Dalam konstruksi kereta layang, *slab deck* umumnya terbuat dari beton bertulang atau beton prategang, dengan ketebalan dan sistem tulangan yang disesuaikan dengan beban desain, bentang, dan persyaratan keselamatan serta kenyamanan operasional.

- Parapet

Adalah elemen struktural yang berfungsi sebagai penghalang keselamatan di tepi jembatan, jalan layang, atau struktur kereta layang. Parapet dipasang di sepanjang tepi *slab deck* dan berfungsi untuk mencegah kendaraan atau pengguna rel keluar dari rel, sekaligus meningkatkan keselamatan operasional. Selain fungsi keselamatannya, parapet juga dapat berfungsi sebagai pelindung angin dan percikan air, serta sebagai penghalang visual. Dalam konstruksi kereta api layang, parapet biasanya terbuat dari beton bertulang atau material komposit, yang dirancang untuk menahan beban benturan, dengan bentuk dan dimensi yang disesuaikan dengan standar keselamatan dan estetika struktural.

### 1.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan sendiri merupakan proses menentukan urutan aktivitas dan mengalokasikan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek hingga mencapai tujuan akhirnya. Melalui penjadwalan, gambaran umum tentang durasi dan kemajuan proyek yang direncanakan, termasuk penggunaan sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material, dapat diperoleh. Penjadwalan memainkan peran penting sebagai alat kontrol, memungkinkan pemantauan sistematis terhadap kemajuan proyek dan memfasilitasi pengambilan keputusan jika terjadi penyimpangan dari jadwal.

Seiring bertambahnya skala dan kompleksitas proyek, manajemen penjadwalan menjadi semakin kompleks karena kebutuhan anggaran dan sumber daya yang signifikan yang harus dikoordinasikan. Tergantung pada karakteristik aktivitas, penjadwalan proyek dapat diterapkan pada tugas-tugas berulang, seperti pembangunan unit bangunan dengan tipe yang sama, serta pada proyek-proyek tidak berulang, di mana setiap tugas memiliki karakteristik dan persyaratan yang berbeda. Pendekatan penjadwalan yang tepat sangat penting untuk pelaksanaan proyek yang efisien dan kemajuannya sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

### 1.4 Perencanaan Percepatan Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek melibatkan upaya untuk menyelesaikan pekerjaan sebelum durasi yang diperkirakan. Dalam praktiknya, seringkali terdapat perbedaan antara durasi yang diperkirakan dan yang direncanakan. Durasi yang diperkirakan umumnya ditentukan oleh serangkaian aktivitas pada jalur kritis dengan waktu pelaksanaan terlama, sedangkan durasi yang direncanakan ditentukan oleh kebutuhan manajemen, tujuan operasional, atau pertimbangan lain di luar aspek teknis.

Dalam keadaan tertentu, perlu untuk mempercepat jadwal proyek untuk memenuhi tuntutan pemilik proyek atau untuk beradaptasi dengan kondisi pelaksanaan yang berubah. Proses percepatan ini dikenal sebagai pengurangan bertahap dan terdiri dari pengurangan durasi aktivitas hingga jumlah minimum yang secara teknis layak. Tingkat percepatan bergantung pada karakteristik proyek dan kondisi lokasi, tetapi dapat dioptimalisasi melalui berbagai langkah, seperti meningkatkan jumlah pekerja, menerapkan lembur, menggunakan peralatan yang lebih efisien, dan memodifikasi metode konstruksi di lokasi. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mencapai pengurangan waktu pelaksanaan yang efektif, dengan mempertimbangkan kendala biaya dan sumber daya.

### 1.5 Penggunaan Aplikasi *Primavera P6 Professional 24*

*Primavera P6* adalah perangkat lunak manajemen proyek yang umum digunakan untuk mendukung perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek konstruksi dan infrastruktur skala menengah dan besar. Perangkat lunak ini membantu menyusun aktivitas proyek menggunakan struktur rincian pekerjaan (*Work Breakdown Structure/WBS*), yang memungkinkan semua pekerjaan dibagi menjadi kelompok pekerjaan yang lebih mudah dikelola. Setiap aktivitas diurutkan, durasinya ditentukan, dan dihubungkan untuk membentuk jadwal proyek yang sistematis.

Selain manajemen jadwal, *Primavera P6* juga digunakan untuk mengelola sumber daya seperti tenaga kerja, peralatan, dan biaya, serta untuk memantau kemajuan proyek secara berkala. Melalui analisis jalur kritis, perangkat

lunak ini dapat mengidentifikasi urutan aktivitas yang memiliki dampak terbesar pada waktu penyelesaian proyek, sehingga memungkinkan deteksi dini keterlambatan. Informasi ini membantu perencana proyek mengevaluasi opsi percepatan, termasuk menerapkan metode *network planning*, dan mendukung pengambilan keputusan untuk memastikan proyek tetap sesuai jadwal.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode *network planning*. Metode *Network Planning* merupakan metodologi perencanaan dan manajemen proyek yang secara sistematis menggambarkan ketergantungan dan urutan antar aktivitas dalam suatu proyek. Metode ini menyajikan aktivitas proyek dalam format jaringan (*netrowk*) dan menunjukkan hubungan logis antara setiap pekerjaan, sehingga memungkinkan pemahaman yang menyeluruh tentang alur implementasi proyek. *Network planning* tidak hanya memungkinkan analisis durasi setiap aktivitas dan penentuan waktu mulai dan berakhir, tetapi juga mengidentifikasi jalur kritis, yang secara langsung memengaruhi durasi proyek. Oleh karena itu, perencanaan jaringan banyak digunakan dalam proyek konstruksi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam hal penyusunan jadwal, manajemen waktu, dan percepatan atau penyesuaian pelaksanaan pekerjaan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Informasi Umum Proyek

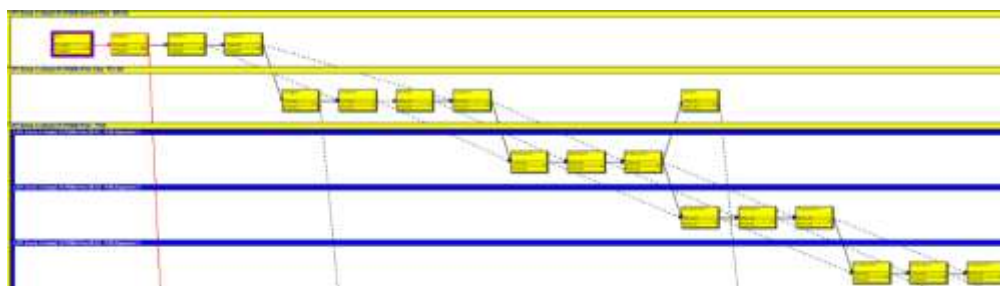
Proyek kereta layang adalah sistem transportasi kereta api yang dirancang untuk beroperasi di atas tanah menggunakan struktur yang ditinggikan. Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas transportasi umum di daerah perkotaan, mengurangi kemacetan, dan menawarkan moda transportasi yang lebih efisien dan terjadwal. Keberlanjutan adalah prinsip utama dalam pengembangannya. Dengan memprioritaskan efisiensi energi, mengurangi dampak lingkungan, dan desain ramah lingkungan, proyek ini diharapkan menjadi model pengembangan transportasi perkotaan yang berkelanjutan.

Proyek ini mencakup pembangunan 91 pier dan tiga stasiun dengan jalur sepanjang 2,86 km, melintasi area padat penduduk yang berfungsi sebagai pusat aktivitas dan mobilitas masyarakat, serta sering mengalami kemacetan lalu lintas. Pembangunan resmi dimulai pada 31 Agustus 2023, dan dirancang untuk meningkatkan kapasitas transportasi dan memperbaiki mobilitas di daerah perkotaan yang dilintasinya. Selama pelaksanaan proyek ini, diterapkan jam kerja yaitu, 8 jam tanpa lembur. Jadwal ini ditetapkan untuk menjaga efisiensi dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meskipun mengakibatkan waktu penyelesaian yang relatif lebih lama.

### 3.2 Lintasan Kritis Proyek

Lintasan kritis adalah urutan aktivitas dengan total durasi terpanjang dan secara langsung menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Aktivitas pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran (*float*), sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan menunda penyelesaian proyek.

Keberadaan jalur kritis merupakan titik acuan penting untuk pengendalian waktu proyek, karena menunjukkan aktivitas mana yang harus diprioritaskan untuk pemantauan dan pengelolaan sumber daya. Dengan mengidentifikasi jalur kritis, perencana proyek dapat menentukan aktivitas mana yang memiliki dampak terbesar pada durasi proyek dan menentukan langkah-langkah percepatan yang efektif. Oleh karena itu, pengendalian proyek dan langkah-langkah percepatan, seperti penerapan metode percepatan, biasanya berfokus pada aktivitas pada jalur kritis untuk mencapai pengurangan waktu yang optimal.



Gambar 1. Lintasan Kritis Proyek

Pada gambar 1, terlihat bahwa pekerjaan pengeboran tiang pancang (*bored pile*) diatur secara berurutan tanpa ruang untuk keterlambatan (*float*), yang mengindikasikan bahwa aktivitas ini tidak mentolerir penundaan. Ini berarti bahwa aktivitas pengeboran merupakan pekerjaan awal, yang sangat penting untuk pengembangan tahap selanjutnya yang tepat waktu, seperti pada *pile cap*, *pier*, *pier head*, dan struktur atas. Oleh karena itu, manajemen waktu dan sumber daya untuk pekerjaan pengeboran tiang pancang memerlukan perhatian khusus, karena penundaan sekecil apa pun dalam aktivitas ini tidak dapat dikompensasi oleh aktivitas lain.

Dengan pengeboran *bored pile* yang terletak pada lintasan kritis, durasi proyek secara keseluruhan hanya dapat dipercepat dengan mempercepat pekerjaan ini, misalnya, dengan menggunakan sumber daya tambahan, mengoptimalkan metode kerja, atau menerapkan metode penenggelaman. Sebaliknya, mempercepat aktivitas di luar jalur kritis tidak akan secara signifikan mengurangi durasi proyek secara keseluruhan.

### 3.3 Hasil Pengolahan Data dengan Aplikasi *Primavera P6 Professional 24*

Dalam melakukan pengolahan data, penulis melakukan survei lapangan dan gambar kerja guna mendapatkan durasi pekerjaan, kebutuhan alat per pekerjaan, volume pekerjaan per bagian struktur, kebutuhan alat per pekerjaan, dan harga satuan per pekerjaan. Dari beberapa hal yang telah disebutkan, didapatkan koefisien dari masing-masing pekerjaan yang berbeda-beda untuk masing-masing tiang (*pier*). Berikut adalah salah satu perhitungan produktivitas alat pada pekerjaan P1 (tiang 1):

Tabel 1. Contoh Analisis Produktivitas Alat pada P1

Nama Alat	Durasi (hari)	Jumlah Alat	Volume Pekerjaan	Volume 1 Alat per Hari	Koefisien Alat per m <sup>3</sup> atau kg
<i>Pekerjaan Bored Pile</i>					
Alat <i>Hydraulic Drilling Rig ZOOMLION</i>	2	1	63 m <sup>3</sup>	31.5	0.03
Alat Pembesian	1	2	10795.36 kg	5397.68	0.00019
Pipa <i>Tremie</i>	1	21	110.055 m <sup>3</sup>	5.24	0.19
Bucket Cor	1	1	110.055 m <sup>3</sup>	110.055	0.01
Excavator (Galian)	11	1	490 m <sup>3</sup>	44.54	0.022
<i>Pekerjaan Pile Cap</i>					
Alat Pembesian	9	2	325639.27 kg	18091.07	0.000055
Talang Cor	1	1	323.08 m <sup>3</sup>	323.08	0.003
Excavator (Timbunan)	3	1	130 m <sup>3</sup>	43.33	0.023
<i>Pekerjaan Pier</i>					
Alat Pembesian	2	2	34728.78 kg	8682.19	0.000115
<i>Crawler Crane</i> (Bekisting)	2	1	152.96 m <sup>2</sup>	76.48	0.013
<i>Crawler Crane</i> (Pengecoran)	2	1	81.056 m <sup>3</sup>	40.52	0.024
Bucker Cor	2	1	81.056	40.52	0.024
<i>Pekerjaan Pier Head</i>					
Alat Pembesian	6	2	147183.25 kg	12265.27	0.000082
<i>Crawler Crane</i> (Bekisting)	1	1	52.68 m <sup>2</sup>	52.68	0.018
<i>Concrete Pump</i>	1	1	34.29 m <sup>3</sup>	34.29	0.029
<i>Pekerjaan PCU Girder</i>					
Alat Perakitan	6	2	12781.46 kg	1065.12	0.00093
<i>Crawler Crane</i> (Bekisting)	1	1	237.19 m <sup>2</sup>	237.19	0.0042
Bucket Cor	1	1	48.031 m <sup>3</sup>	48.031	0.0208
<i>Stressing Equipment Set</i>	1	1	2360 kg	2360	0.000424
<i>Crawler Crane</i> (Stressing)	1	1	2360 kg	2360	0.000424
<i>Crawler Crane</i> (Erection)	1	2	48.031 m <sup>3</sup>	24.015	0.041
<i>Pekerjaan Slab Deck</i>					
Alat Pembesian	1	2	14049.98 kg	7024.99	0.00014
<i>Crawler Crane</i> (Bekisting)	1	1	13.919 m <sup>2</sup>	13.919	0.07
<i>Crawler Crane</i> (Pengecoran)	1	1	41.885 m <sup>3</sup>	41.885	0.023
Bucket Cor	1	1	41.885 m <sup>3</sup>	41.885	0.023
<i>Pekerjaan Parapet</i>					
Alat Pembesian	1	2	3877.49 kg	1938.74	0.00051
<i>Crawler Crane</i> (Bekisting)	1	1	146.64 m <sup>2</sup>	146.64	0.0068
<i>Concrete Pump</i>	1	2	10.882 m <sup>3</sup>	5.441	0.183

Cara perhitungan hingga mendapatkan harga per m<sup>3</sup> atau kg:

$$Volume\ 1\ alat\ per\ hari = \frac{Volume\ pekerjaan\ (m^3\ atau\ kg)}{Durasi\ (hari)} \times Jumlah\ Alat \quad (1)$$

$$Koefisien\ per\ m^3\ atau\ kg = \frac{1}{Volume\ 1\ alat\ per\ hari} \quad (2)$$

Berdasarkan dari cara perhitungan di atas, jika perhitungan dimasukkan ke dalam kolom excel dengan durasi yang didapatkan dari hasil pengamatan proyek sebelumnya, maka akan ditemukan jumlah akhir biaya proyek yang direncanakan. Penelitian ini memfokuskan untuk melihat durasi. Berdasarkan perhitungan dan penjadwalan yang telah dilakukan di dalam aplikasi "Primavera P6 Professional 24", didapatkan durasi pada proyek sebelum dipercepat adalah 1166 hari yaitu mulai dari 31 Agustus 2023 sampai dengan 9 November 2026.

Hasil perencanaan menunjukkan bahwa proyek dapat dilaksanakan tanpa lembur dan dengan menyesuaikan penggunaan peralatan secara berkala di setiap pier berdasarkan kebutuhan pekerjaan. Pendekatan ini memfasilitasi pemanfaatan sumber daya yang efisien dan pengendalian biaya. Namun, jika proyek dilaksanakan menggunakan pola pelaksanaan ini, total waktu penyelesaian cenderung lebih lama dan membutuhkan jangka waktu yang relatif panjang. Situasi ini mendorong penerapan strategi percepatan waktu, seperti network planning method sebagai alternatif untuk mempersingkat durasi proyek sambil mempertimbangkan keseimbangan antara waktu pelaksanaan dan biaya.

### 3.4 Analisis Percepatan Waktu Proyek

Dalam rangka untuk mengoptimalkan durasi pengerjaan proyek, diberlakukan percepatan proyek dengan menggunakan metode *network planning*. Pengoptimalisasi ini dilakukan dengan cara merubah pola perencanaan proyek pada kondisi eksisting dan meningkatkan jumlah peralatan yang digunakan. Pada kondisi sebelum percepatan, pekerjaan dilakukan berurutan mulai dari P1B hingga ke P91B. Peralatan tambahan pada kondisi percepatan difokuskan pada pier terakhir proyek, memungkinkan pekerjaan berjalan secara bersamaan dan mencapai pertengahan proyek untuk menyelesaikan aktivitas yang dimulai pada pier pertama. Pendekatan ini bertujuan untuk mempersingkat waktu implementasi secara keseluruhan dengan meningkatkan produktivitas dan mendistribusikan beban kerja secara merata di seluruh proyek. Berikut adalah hubungan antar pekerjaan setelah diberlakukan percepatan:

Tabel 2. Contoh Hubungan Aktivitas antar Pekerjaan Sebelum dan Setelah Percepatan pada Pekerjaan Bored Pile pada Tiang Awal dan Akhir

Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Sebelum Percepatan				Setelah Percepatan			
		Mulai	Selesai	Nama Pekerjaan Sebelum	Hubungan antar Pekerjaan Sebelum	Mulai	Selesai	Nama Pekerjaan Sebelum	Hubungan antar Pekerjaan Sebelum
Arah Kiri									
<i>Bored Pile P1B</i>									
Pengeboran Bored Pile P1B	18	Hari ke-1	Hari ke-18	Start	Finish to Start (FS)	Hari ke-1	Hari ke-18	Start	Finish to Start (FS)
Pembesian Bored Pile P1B	9	Hari ke-19	Hari ke-27	Pengeboran Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)	Hari ke-19	Hari ke-27	Pengeboran Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)
Pengecoran Bored Pile P1B	9	Hari ke-28	Hari ke-37	Pembesian Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)	Hari ke-28	Hari ke-37	Pembesian Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)
<i>Bored Pile P2B</i>									
Pengeboran Bored Pile P2B	16	Hari ke-18	Hari ke-33	Pengeboran Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)	Hari ke-18	Hari ke-33	Pengeboran Bored Pile P1B	Finish to Start (FS)
Pembesian Bored Pile P2B	8	Hari ke-34	Hari ke-41	Pengeboran Bored Pile P2B	Finish to Start (FS)	Hari ke-34	Hari ke-41	Pengeboran Bored Pile P2B	Finish to Start (FS)
Pengecoran Bored Pile P2B	8	Hari ke-42	Hari ke-49	Pembesian Bored Pile P2B	Finish to Start (FS)	Hari ke-42	Hari ke-49	Pembesian Bored Pile P2B	Finish to Start (FS)

Arah Kanan

<i>Bored Pile P91B</i>									
Pengeboran <i>Bored Pile</i> P91B	12	Hari ke-921	Hari ke-932	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P90B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-2	Hari ke-13	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P1B	<i>Start (SS) +</i> 1
Pembesian <i>Bored Pile</i> P91B	6	Hari ke-933	Hari ke-938	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P91B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-14	Hari ke-19	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P91B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>
Pengecoran <i>Bored Pile</i> P91B	6	Hari ke-939	Hari ke-944	Pembesian <i>Bored Pile</i> P91B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-20	Hari ke-25	Pembesian <i>Bored Pile</i> P91B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>
<i>Bored Pile P90B</i>									
Pengeboran <i>Bored Pile</i> P90B	12	Hari ke-909	Hari ke-920	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P89B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-19	Hari ke-30	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P2B	<i>Start (SS) +</i> 1
Pembesian <i>Bored Pile</i> P90B	6	Hari ke-921	Hari ke-926	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P90B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-31	Hari ke-36	Pengeboran <i>Bored Pile</i> P90B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>
Pengecoran <i>Bored Pile</i> P90B	6	Hari ke-927	Hari ke-932	Pembesian <i>Bored Pile</i> P90B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>	Hari ke-37	Hari ke-42	Pembesian <i>Bored Pile</i> P90B	<i>Finish to</i> <i>Start (FS)</i>

Percepatan pelaksanaan proyek ini didukung oleh penambahan beberapa jenis peralatan utama, seperti alat pengeboran untuk *bored pile*, peralatan penggalian dan penimbunan untuk *pile cap*, dan peralatan yang digunakan dalam proses perakitan hingga pengangkatan girder. Pekerjaan pengeboran pada *bored pile* P1B dihubungkan dengan sesama pekerjaan *bored pile* pada P91B dengan jenis hubungan Start to Start (SS) dengan maksud untuk mengikat pengerjaan *bored pile* dari ujung ke ujung berjalan dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu pada aktivitas selanjutnya seperti penggalian dan penimbunan *pile cap* P91B tidak memerlukan konektivitas dengan penggalian dan penimbunan *pile cap* P1B.

### 3.5 Dampak Percepatan dengan Penambahan Alat

Penerapan strategi percepatan proyek dengan menggunakan peralatan tambahan berdampak signifikan pada jangka waktu proyek. Total durasi proyek, yang awalnya direncanakan selama 1166 hari, dapat dikurangi menjadi 794 hari yaitu berkurang 372 hari atau sekitar 31,9%. Dengan percepatan ini, proyek diperkirakan akan selesai pada tanggal 2 November 2025 dari yang sebelumnya pada 9 November 2026. Penerapan strategi ini tidak meningkatkan biaya pelaksanaan, karena estimasi biaya fase awal didasarkan pada kebutuhan pekerjaan per pier, tanpa memasukkan komponen biaya tidak langsung yang dipengaruhi oleh durasi proyek.

Tabel 3. Perbandingan Jadwal Pelaksanaan Sebelum dan Sesudah Percepatan

Deskripsi	Jadwal Pelaksanaan Sebelum	Jadwal Pelaksanaan Sesudah
Total Durasi	1166 hari	794 hari
Perkiraan Selesai	9 November 2026	2 November 2025
Urutan Pengerjaan	P1B → P91B	P1 ↔ P91B

## 4. Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada *Aplikasi Primavera P6 Professional 24*, didapatkan percepatan durasi dari yang sebelumnya selama 1166 hari menjadi 794 hari. Percepatan ini berdampak kepada durasi proyek yang di mana dapat dioptimalisasikan hingga berkurang 372 hari atau sekitar 31,9% dari durasi proyek sebelum dipercepat. Hal ini dilakukan dengan melakukan penambahan alat dari masing-masing ujung pier dengan menjadikan pengeboran *bored pile* menjadi acuan agar pelaksanaannya dimulai secara bersamaan dan hubungan pekerjaan antar masing-masing pier dihubungkan dengan *start to start* (SS). Tidak ada perubahan pada nominal proyek dikarenakan dalam perencanaan kebutuhan alat proyek kereta layang ini, dilakukan dengan mengkalkulasi kebutuhan dari masing-masing pier. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengkaji alternatif percepatan lainnya, seperti penerapan lembur bagi tenaga kerja, untuk menilai dampaknya terhadap waktu implementasi, biaya proyek, dan efisiensi sumber daya secara keseluruhan.

## Referensi

- [1] K. Qi, E. K. Owusu, M.-F. Francis Siu, and P.-C. Albert Chan, "A systematic review of construction labor productivity studies: Clustering and analysis through hierarchical latent dirichlet allocation," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 15, no. 9, p. 102896, Sep. 2024, doi: [10.1016/j.asej.2024.102896](https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102896).
- [2] Sugeng Sutikno, Endang Setiadi, and Sahur Ar, "Analisis Percepatan Proyek Dengan Metode Pertukaran Waktu Dan Biaya," *jupti*, vol. 2, no. 2, pp. 127–148, May 2023, doi: [10.55606/jupti.v2i2.1931](https://doi.org/10.55606/jupti.v2i2.1931).
- [3] R. P. Utari, Samin, M. N. Hadad, and S. Wahyudiono, "Analisis Percepatan Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Pada Gedung Student Center UIN Datokrama Palu)," *JMTS*, vol. 20, no. 1, pp. 7–13, Feb. 2022, doi: [10.22219/jmts.v20i1.35607](https://doi.org/10.22219/jmts.v20i1.35607).
- [4] Z. R. Wardana and I. N. D. P. Putra, "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Fast Track dan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat," *CIVED*, vol. 10, no. 2, pp. 491–500, Jun. 2023, doi: [10.24036/cived.v10i2.405](https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.405).
- [5] A. S. Nuranto, W. Hartono, and M. Rifai, "Analisis Percepatan Waktu Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Konsep Nilai Hasil Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus : Proyek Pelebaran Jalan, Banten)," *MATEKSI JTS UNS*, vol. 10, no. 1, p. 39, Mar. 2022, doi: [10.20961/mateksi.v10i1.55321](https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i1.55321).
- [6] Pratik Bhikhubhai Panchal, "Application of lean construction and last planner system in metro station excavation and construction," *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 23, no. 1, pp. 3173–3187, Jul. 2024, doi: [10.30574/wjarr.2024.23.1.2116](https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2116).
- [7] N. J. Mohammed, "BIM and Primavera Integration in Structural Project Planning: A Simulation Based Study," *Journal of Innovative Construction and Petrochemical Technologies*, vol. 2, Jun. 2025, doi: <https://doi.org/10.71285/icpt.v2i1.10>.
- [8] Department of management, Faculty of Business and Economics, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim, Surabaya, Indonesia and W. Handayani, "Construction Project Planning and Scheduling: A Case of Inlet Separator Fabrication," *jefms*, vol. 04, no. 11, Nov. 2021, doi: [10.47191/jefms/v4-i11-14](https://doi.org/10.47191/jefms/v4-i11-14).
- [9] S. K. Mishra, "CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING USING PRIMAVERA," vol. 07, no. 05, May 2025, doi: <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS78302>.
- [10] V. Z. Velichkin, M. V. Petrochenko, E. B. Zavodnova, and A. Y. Gorodishenina, "Construction schedule planning for railway station facilities," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1151, no. 1, p. 012012, May 2021, doi: [10.1088/1757-899X/1151/1/012012](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1151/1/012012).
- [11] M. S. Khan, T. Peng, S. M. Ali, F. U. Rehman, and Y. Wu, "Cost Optimization of Prestressed U-Shaped Simply Supported Girder Using Box Complex Method," *Sustainability*, vol. 15, no. 14, p. 11457, Jul. 2023, doi: [10.3390/su151411457](https://doi.org/10.3390/su151411457).
- [12] F. Jian, Q. Liu, C. Feng, Q. Hu, Q. Yu, and Q. Guo, "Critical Factors Affecting Construction Labor Productivity: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Buildings*, vol. 15, no. 14, p. 2463, Jul. 2025, doi: [10.3390/buildings15142463](https://doi.org/10.3390/buildings15142463).
- [13] F. Untermauzner, J. Kollegger, M. Rath, K. Gaßner, and T. Huber, "Deck Slab Elements for the Accelerated Construction of Steel-Concrete Composite Bridges," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 13, p. 7825, Jul. 2023, doi: [10.3390/app13137825](https://doi.org/10.3390/app13137825).
- [14] Q. Amarkhil and E. Elwakil, "Enhanced planning and scheduling in building construction projects: an innovative approach to overcome scheduling challenges," *International Journal of Construction Management*, vol. 24, no. 16, pp. 1719–1729, Dec. 2024, doi: [10.1080/15623599.2023.2286888](https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2286888).
- [15] R. Rodiyasanti and S. Susanto, "Evaluasi Alternatif RAB Rumah Tinggal Menggunakan Decision Analysis Berbasis Probabilitas Harga Material," *Jurnal Konstruksi*, vol. 23, no. 2, Nov. 2025, doi: [10.33364/konstruksi.v.23-2.2777](https://doi.org/10.33364/konstruksi.v.23-2.2777).
- [16] J. Silva *et al.*, "Improvement of planning and time control in the project management of a metalworking industry - case study," *Procedia Computer Science*, vol. 196, pp. 288–295, 2022, doi: [10.1016/j.procs.2021.12.016](https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.016).
- [17] N. Hidayati, D. Rochmanto, S. Aninda, and M. Qomaruddin, "Kajian Perbandingan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Terhadap Output Upah Dan Bahan Di Lapangan (Studi Kasus Pembangunan Pasar Di Jepara)," *teknika*, vol. 18, no. 1, pp. 37–42, Mar. 2023, doi: [10.26623/teknika.v18i1.6315](https://doi.org/10.26623/teknika.v18i1.6315).
- [18] R. Lenggo Geni and A. Munandar, "Pentingnya Sistem Informasi Primavera P6 Untuk Membantu Manajemen Mengefisiensi Waktu dan Biaya di Perusahaan Konstruksi," *JOEB*, vol. 14, no. 6, pp. 1707–1718, Dec. 2025, doi: [10.52644/jfrjs572](https://doi.org/10.52644/jfrjs572).
- [19] B. S. R. Gopal, V. S. Reddy, M. V. S. Rao, T. Sujatha, A. H. R. Alawadi, and T. Anthwal, "Planning, scheduling, & allocation of resources for short-span bridge using Primavera P6," *E3S Web Conf.*, vol. 391, p. 01216, 2023, doi: [10.1051/e3sconf/202339101216](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339101216).
- [20] Manjunatha, V. K. Rayabharapu, M. Abhay, and B. Tharun Gangadhar, "Project Management Analysis for a Multi-storey building using Analytical data and Primavera - A Comparison," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 2779, no. 1, p. 012053, Jun. 2024, doi: [10.1088/1742-6596/2779/1/012053](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2779/1/012053).