



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: 13524-13536

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

Percepatan Biaya dan Waktu dengan Metode Crashing pada Proyek Rumah Susun dan Prasarana Mabesad Jakarta Pusat

Didiek Pramono

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma, Indonesia

didiekpramono09@gmail.com

Abstrak

Keterlambatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat memberikan dampak signifikan terhadap pembengkakan biaya dan perpanjangan waktu penyelesaian. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian yang efektif, salah satunya melalui penerapan metode crashing. Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan berupa fleksibilitas dalam pelaksanaan percepatan secara bertahap, sehingga memungkinkan penyesuaian terhadap biaya dan hasil yang diperoleh tanpa memerlukan investasi besar di awal seperti metode percepatan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas pada lintasan kritis, menganalisis perubahan biaya dan durasi proyek sebelum dan sesudah percepatan, serta menentukan kombinasi waktu dan biaya yang paling optimal. Data penelitian diperoleh melalui data sekunder dan studi literatur yang relevan dengan lokasi proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas pada lintasan kritis meliputi pekerjaan persiapan dan pekerjaan struktur lantai 1 hingga lantai 8. Alternatif percepatan yang paling efisien adalah penambahan waktu kerja lembur selama 1 jam pada aktivitas kritis. Penerapan strategi ini menyebabkan peningkatan biaya proyek dari Rp66.044.958.000 menjadi Rp66.517.764.847, namun mampu mengurangi durasi pelaksanaan dari 329 hari menjadi 278 hari. Dengan demikian, terjadi percepatan waktu sebesar 51 hari dibandingkan kondisi aktual, serta 32 hari lebih cepat dari rencana awal selama 310 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode crashing melalui penambahan jam kerja lembur efektif dalam mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek dengan peningkatan biaya yang masih dapat dikendalikan.

Kata kunci: Crashing, Biaya, Waktu, Lintasan Kritis

1. Latar Belakang

Dalam industri konstruksi, manajemen waktu merupakan faktor kritis yang mempengaruhi keberhasilan sebuah proyek. Proyek-proyek konstruksi kompleks seperti pembangunan Rusun Type 57 dengan 8 lantai dan 58 unit KK serta prasarana Mabesad memerlukan perencanaan waktu yang cermat dan pengelolaan yang efisien untuk memastikan penyelesaian tepat waktu dan menghindari peningkatan biaya yang tidak terduga. Dalam konteks ini, metode crashing menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk mempercepat jadwal proyek dengan menambahkan sumber daya tambahan atau mengalokasikan ulang sumber daya yang ada. Metode ini telah terbukti efektif dalam mengatasi keterlambatan proyek dan memenuhi tenggat waktu yang ketat.

Menurut Anbari (2003), metode crashing melibatkan identifikasi kegiatan kritis dalam jadwal proyek yang memiliki dampak paling signifikan terhadap keseluruhan waktu penyelesaian proyek. Selanjutnya, sumber daya tambahan diperkenalkan ke dalam kegiatan-kegiatan tersebut untuk mempercepat waktu penyelesaian. Pendekatan ini memungkinkan manajer proyek untuk memperkirakan waktu dan biaya tambahan yang diperlukan untuk memenuhi tenggat waktu yang ditetapkan.

Stuckenbruck dan Wallace (2016) menyatakan bahwa penggunaan metode crashing dalam proyek konstruksi dapat menghasilkan manfaat seperti peningkatan efisiensi waktu, pengurangan biaya, dan peningkatan kepuasan pelanggan. Namun, keberhasilan penerapan metode ini tergantung pada pemahaman yang mendalam tentang karakteristik proyek, ketersediaan sumber daya, dan keterampilan manajerial tim proyek.

Pada minggu ke-12 hingga minggu ke-19 dalam proyek pembangunan Rusun Type 57 8 LT 58 KK dan Prasarana Mabesad, terjadi keterlambatan yang disebabkan oleh keterlambatan material yang sering terjadi dan kurang tenaga kerja. Sumber daya manusia yang terbatas dapat menjadi hambatan serius dalam kemajuan proyek, terutama

Percepatan Biaya dan Waktu dengan Metode Crashing pada Proyek Rumah Susun dan Prasarana Mabesad
Jakarta Pusat

jika permintaan tenaga kerja melebihi pasokan yang tersedia. Keterbatasan jumlah pekerja dapat mengakibatkan beban kerja yang berlebihan pada tim konstruksi, memperlambat proses pembangunan, dan menyebabkan penundaan dalam pemenuhan tenggat waktu. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode *crashing* ini di harapkan bisa memberi solusi untuk proyek pembangunan lain kedepannya.

2. Metode Penelitian

Identifikasi masalah adalah langkah awal dalam proses penelitian. Menentukan identifikasi masalah sangat penting dalam proses penelitian dan penyelesaian masalah tersebut. Penulis melakukan identifikasi masalah dengan menentukan lokasi studi kasus yang akan dijadikan subjek penelitian. Tahap awal penelitian akan melibatkan studi literatur menyeluruh tentang konsep manajemen proyek konstruksi, metode *crashing*, manajemen waktu proyek, analisis jadwal proyek, dan perencanaan percepatan proyek. Studi literatur ini akan membantu memperoleh pemahaman yang mendalam tentang teori-teori yang terkait dengan topik penelitian.

Data sekunder yang diperoleh dari proyek pembangunan Rusun Type 57 8 LT 58 KK dan Prasarana Mabasad akan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik proyek, jadwal yang telah ada, dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyelesaian proyek. Berdasarkan hasil analisis, skenario perencanaan percepatan akan dirancang menggunakan metode *crashing*. Hal ini melibatkan identifikasi kegiatan-kegiatan yang dapat dipercepat, alokasi sumber daya tambahan, dan penentuan strategi implementasi.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

3. Hasil dan Diskusi

Percepatan Proyek dengan Penambahan Jam Kerja

Dalam tahapan metode *crashing*, percepatan durasi proyek dapat dilakukan melalui penambahan jam kerja (lembur). Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses percepatan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan lintasan kritis yang diperoleh dari program Microsoft Project 2016. Data proyek diinput ke dalam aplikasi, kemudian setiap kegiatan dihubungkan sesuai dengan ketergantungan pekerjaan di lapangan. Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk *Gantt chart* dan *network diagram*.

2. Menentukan pekerjaan yang akan dilakukan *crashing*, yaitu pekerjaan yang berada pada jalur kritis serta memiliki sumber daya tenaga kerja dan peralatan yang memungkinkan untuk dipercepat.
3. Menghitung produktivitas harian untuk setiap jenis pekerjaan.
4. Menghitung produktivitas per jam kerja.
5. Menentukan produktivitas pada saat lembur.
6. Menghitung durasi percepatan sebagai akibat dari penambahan jam kerja.

Selanjutnya, dari proses kompresi durasi tersebut dilakukan analisis biaya percepatan akibat penambahan jam kerja. Tahapan analisis biaya percepatan meliputi:

1. Menentukan *crash cost*.
2. Menghitung perbandingan biaya akibat proses *crashing*.
3. Melakukan analisis hasil percepatan proyek.
4. Menghitung kembali perbandingan biaya sebelum dan sesudah *crashing*.
5. Menyimpulkan hasil analisis percepatan.

Analisis Jalur Kritis

Pada tahap penjadwalan, terlebih dahulu ditentukan durasi setiap pekerjaan dalam proyek. Dalam penelitian ini, durasi pekerjaan diperoleh dari *schedule* rencana proyek. Setelah durasi masing-masing pekerjaan diketahui, langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan antar pekerjaan. Hubungan tersebut kemudian dimodelkan menggunakan Microsoft Project sehingga dapat diidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis. Adapun pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pekerjaan yang Berada pada Jalur Kritis

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	37
2	Lantai Satu	243
3	Lantai Dua	128
4	Lantai Tiga	98
5	Lantai Empat	97
6	Lantai Lima	95
7	Lantai Enam	95
8	Lantai Tujuh	93
9	Lantai Delapan	103
10	Lantai Atap	45
11	Pekerjaan Facade Eksterior	1

Produktivitas Harian dan Per Jam

Perhitungan produktivitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satuan waktu tertentu.

a. Produktivitas harian

Produktivitas harian dihitung dengan membandingkan volume pekerjaan terhadap durasi normal:

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas harian} &= \text{Volume} / \text{Durasi normal} \\ &= 11.303,83 / 37 \\ &= 305,50 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

b. Produktivitas per jam

Produktivitas per jam dihitung dengan membagi produktivitas harian dengan jumlah jam kerja efektif per hari (8 jam):

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per jam} &= 305,50 / 8 \\ &= 38,18 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Produktivitas Tiap Pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	Volume	Produktivitas Harian	Produktivitas Per Jam
1	Pekerjaan Persiapan	11.303,83	305,51	38,19
2	Lantai 1	29.035,46	119,49	14,94
3	Lantai 2	18.338,70	143,27	17,91
4	Lantai 3	14.486,70	147,82	18,48
5	Lantai 4	13.165,00	135,72	16,97
6	Lantai 5	13.109,40	137,99	17,25
7	Lantai 6	13.115,40	138,06	17,26
8	Lantai 7	13.115,40	141,03	17,63
9	Lantai 8	15.622,90	151,68	18,96
10	Lantai Atap	4.407,58	97,95	12,24
11	Pekerjaan Facade Eksterior	98,00	98,00	12,25

Produktivitas Lembur

Produktivitas lembur dihitung berdasarkan koefisien penurunan efisiensi kerja pada setiap jam lembur. Semakin lama waktu lembur, maka tingkat produktivitas cenderung menurun.

a. Lembur 1 jam

Produktivitas lembur dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur} &= 1 \times 0,9 \times \text{produktivitas per jam} \\ &= 1 \times 0,9 \times 38,19 \\ &= 34,37 \text{ kg/hari} \approx 34 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

b. Lembur 2 jam

Produktivitas lembur dihitung dengan menjumlahkan kontribusi tiap jam lembur

$$\begin{aligned} &= (1 \times 0,9 \times \text{produktivitas per jam}) + (1 \times 0,8 \times \text{produktivitas per jam}) \\ &= (1 \times 0,9 \times 38,19) + (1 \times 0,8 \times 38,19) \\ &= 65 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

c. Lembur 3 jam

Produktivitas lembur dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= (1 \times 0,9 \times \text{produktivitas per jam}) + (1 \times 0,8 \times \text{produktivitas per jam}) + (1 \times 0,7 \times \text{produktivitas per jam}) \\ &= (1 \times 0,9 \times 38,19) + (1 \times 0,8 \times 38,19) + (1 \times 0,7 \times 38,19) \\ &= 92 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Produktivitas Lembur

No	Nama Pekerjaan	1 Jam	2 Jam	3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	34,37	64,92	91,65
2	Lantai 1	13,44	25,39	35,85
3	Lantai 2	16,12	30,45	42,98
4	Lantai 3	16,63	31,41	44,35
5	Lantai 4	15,27	28,84	40,72
6	Lantai 5	15,52	29,32	41,40

7	Lantai 6	15,53	29,34	41,42
8	Lantai 7	15,87	29,97	42,31
9	Lantai 8	17,06	32,23	45,50
10	Lantai Atap	11,02	20,81	29,38
11	Pekerjaan Facade Eksterior	11,03	20,83	29,40

Durasi Percepatan

Durasi percepatan dihitung berdasarkan perbandingan antara volume pekerjaan dengan total produktivitas, yaitu penjumlahan produktivitas harian dan produktivitas lembur. Secara umum, rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Durasi percepatan} = \text{Volume} / (\text{Produktivitas harian} + \text{Produktivitas lembur})$$

Sebagai contoh perhitungan pada pekerjaan persiapan:

- Lembur 1 jam
= $11.303,83 / (305,51 + 34,37)$
= 33 hari
- Lembur 2 jam
= $11.303,83 / (305,51 + 64,92)$
= 30,52 hari \approx 31 hari
- Lembur 3 jam
= $11.303,83 / (305,51 + 91,65)$
= 28,46 hari \approx 28 hari

Tabel 4. Hasil Perhitungan Durasi Percepatan

No	Nama Pekerjaan	Durasi (Hari)	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	37	33	31	28
2	Lantai 1	243	218	200	187
3	Lantai 2	128	115	106	98
4	Lantai 3	98	88	81	75
5	Lantai 4	97	87	80	75
6	Lantai 5	95	85	78	73
7	Lantai 6	95	85	78	73
8	Lantai 7	93	84	77	72
9	Lantai 8	103	93	85	79
10	Lantai Atap	45	40	37	35
11	Pekerjaan Facade Eksterior	1	1	1	1

Perhitungan Crash Cost

Perhitungan *crash cost* dilakukan untuk mengetahui besarnya biaya tambahan akibat percepatan durasi proyek, khususnya yang berasal dari upah lembur tenaga kerja. Biaya lembur dihitung berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021.

Sebagai contoh, perhitungan biaya lembur untuk tenaga kerja (*resources: pekerja*) adalah sebagai berikut:

- Biaya normal pekerja per jam = Rp 24.182

Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung total biaya lembur sesuai dengan jumlah jam lembur yang diterapkan pada setiap pekerjaan dalam proses *crashing*.

Perhitungan Biaya Lembur

Perhitungan biaya lembur tenaga kerja didasarkan pada ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021, yaitu dengan pemberian koefisien upah lembur berdasarkan jumlah jam kerja tambahan.

Adapun perhitungan biaya lembur adalah sebagai berikut:

- **Lembur 1 jam (L1)**
= $1,5 \times \text{Rp } 24.182$
= Rp 36.273
- **Lembur 2 jam (L2)**
= $(1,5 + 2) \times \text{Rp } 24.182$
= Rp 84.637
- **Lembur 3 jam (L3)**
= $(1,5 + 4) \times \text{Rp } 24.182$
= Rp 133.001

Tabel 5. Hasil Perhitungan Biaya Lembur Upah Tenaga Kerja

Jenis Pekerja dan Alat	Biaya Normal/Jam	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
Pekerja / Kenek	Rp 24.182	Rp 36.273	Rp 84.637	Rp 133.001
Tukang Gali	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920
Kepala Tukang Batu	Rp 27.647	Rp 41.471	Rp 96.765	Rp 152.059
Tukang Batu	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920
Kepala Tukang Kayu	Rp 27.647	Rp 41.471	Rp 96.765	Rp 152.059
Tukang Kayu	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920
Kepala Tukang Besi	Rp 27.647	Rp 41.471	Rp 96.765	Rp 152.059
Tukang Besi	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920
Mandor	Rp 29.252	Rp 43.878	Rp 102.382	Rp 160.886
Operator Alat Berat	Rp 29.252	Rp 43.878	Rp 102.382	Rp 160.886
Pembantu Operator Alat Berat	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920
Tukang Las	Rp 25.440	Rp 38.160	Rp 89.040	Rp 139.920

Perhitungan Upah Tenaga Kerja (Normal Cost)

Perhitungan upah tenaga kerja mencakup upah kerja normal berdasarkan jumlah tenaga kerja dan durasi pekerjaan. Sebagai contoh pada pekerjaan persiapan:

- Durasi pekerjaan = 37 hari

Perhitungan upah:

- Pekerja/Kenek
= $(\text{Rp } 193.459 \times 15) \times 37$
= Rp 107.369.745
- Tukang Gali
= $(\text{Rp } 203.519 \times 10) \times 37$
= Rp 75.302.030
- Mandor
= $(\text{Rp } 234.012 \times 1) \times 37$
= Rp 8.658.444

Keterangan:

UHN = Upah Harian Kerja

JTK = Jumlah Tenaga Kerja

Berdasarkan perhitungan tersebut, total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan persiapan adalah:

Total upah normal = Rp 107.369.745 + Rp 75.302.030 + Rp 8.658.444 = **Rp 191.330.219**

Tabel 6. Hasil Perhitungan Normal Cost pada Item Lintasan Kritis

No	Nama Pekerjaan	Normal Cost
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 191.330.219
2	Lantai 1	Rp 1.771.489.926
3	Lantai 2	Rp 933.130.496
4	Lantai 3	Rp 714.428.036
5	Lantai 4	Rp 707.137.954
6	Lantai 5	Rp 692.557.790
7	Lantai 6	Rp 692.557.790
8	Lantai 7	Rp 677.977.626
9	Lantai 8	Rp 750.878.446
10	Lantai Atap	Rp 419.637.240
11	Pekerjaan Facade Eksterior	Rp 2.168.602
Total		Rp 7.131.488.283

Perhitungan Lembur 1 Jam

Perhitungan upah tenaga kerja dengan penambahan 1 jam lembur pada pekerjaan persiapan dilakukan dengan rumus: Upah setelah percepatan = (Upah normal/hari + upah lembur) × jumlah tenaga kerja × *crash duration*

Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Pekerja/Kenek
= (Rp 193.459 + Rp 36.273) × 15 × 33
= Rp 113.717.340
- Tukang Gali
= (Rp 203.519 + Rp 38.160) × 10 × 33
= Rp 79.754.070
- Mandor
= (Rp 234.012 + Rp 43.878) × 1 × 33
= Rp 9.170.370

Total biaya upah tenaga kerja setelah penambahan 1 jam lembur adalah:

= Rp 113.717.340 + Rp 79.754.070 + Rp 9.170.370
= Rp 202.641.780

Selanjutnya, perhitungan *cost slope* dilakukan dengan rumus: $Cost\ slope = (Crash\ cost - Normal\ cost) / (Normal\ duration - Crash\ duration)$

= (Rp 202.641.780 - Rp 191.330.219) / (37 - 33)
= Rp 11.311.561 / 4
= Rp 2.827.890 per hari

Berdasarkan hasil tersebut, tambahan biaya akibat lembur 1 jam adalah sebesar Rp 11.311.561, dengan nilai *cost slope* sebesar Rp 2.827.890 per hari.

Perhitungan Lembur 2 Jam

Perhitungan upah tenaga kerja dengan penambahan 2 jam lembur pada pekerjaan persiapan adalah sebagai berikut:

- Pekerja/Kenek
= (Rp 193.459 + Rp 36.273 + Rp 84.637) × 15 × 31
= Rp 146.181.585
- Tukang Gali
= (Rp 203.519 + Rp 38.160 + Rp 50.880) × 10 × 31
= Rp 102.522.890
- Mandor
= (Rp 234.012 + Rp 43.878 + Rp 89.049) × 1 × 31
= Rp 11.788.432

Total biaya upah tenaga kerja setelah penambahan 2 jam lembur adalah:

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 146.181.585 + \text{Rp } 102.522.890 + \text{Rp } 11.788.432 \\ &= \text{Rp } 260.492.907 \end{aligned}$$

Selanjutnya, perhitungan *cost slope* dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= (\text{Crash cost} - \text{Normal cost}) / (\text{Normal duration} - \text{Crash duration}) \\ &= (\text{Rp } 260.492.907 - \text{Rp } 191.330.219) / (37 - 31) \\ &= \text{Rp } 69.162.688 / 6 \\ &= \text{Rp } 11.527.115 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Perhitungan Cost Slope Lembur 2 Jam

Perhitungan *cost slope* dilakukan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= (\text{Crash cost} - \text{Normal cost}) / (\text{Normal duration} - \text{Crash duration}) \\ &= (\text{Rp } 260.492.907 - \text{Rp } 191.330.219) / (37 - 31) \\ &= \text{Rp } 69.162.688 / 6 \\ &= \text{Rp } 11.527.114 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Selanjutnya, *cost slope total* dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} &= \text{CS} \times (\text{ND} - \text{CD}) \\ &= \text{Rp } 11.527.114 \times (37 - 31) \\ &= \text{Rp } 69.162.688 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, tambahan **biaya akibat lembur 2 jam adalah sebesar Rp 69.162.688, dengan nilai *cost slope* sebesar Rp 11.527.114 per hari.**

Perhitungan Lembur 3 Jam

Perhitungan upah tenaga kerja dengan penambahan 3 jam lembur pada pekerjaan persiapan dilakukan sebagai berikut:

- Pekerja/Kenek
= (Rp 193.459 + Rp 36.273 + Rp 84.637 + Rp 133.001) × 15 × 28
= Rp 187.895.400
- Tukang Gali
= (Rp 203.519 + Rp 38.160 + Rp 89.040 + Rp 139.920) × 10 × 28
= Rp 131.778.920
- Mandor
= (Rp 234.012 + Rp 43.878 + Rp 102.382 + Rp 160.886) × 1 × 28
= Rp 15.152.424

Total biaya upah tenaga kerja setelah penambahan 3 jam lembur adalah:

$$= \text{Rp } 187.895.400 + \text{Rp } 131.778.920 + \text{Rp } 15.152.424$$

$$= \text{Rp } 334.826.744$$

Perhitungan Cost Slope Lembur 3 Jam

Cost slope dihitung dengan rumus:

$$\text{Cost slope} = (\text{Crash cost} - \text{Normal cost}) / (\text{Normal duration} - \text{Crash duration})$$

$$= (\text{Rp } 334.826.744 - \text{Rp } 191.330.219) / (37 - 28)$$

$$= \text{Rp } 143.496.525 / 9$$

$$= \text{Rp } 15.944.058 \text{ per hari}$$

Selanjutnya, *cost slope total* adalah:

$$\text{Cost slope total} = \text{CS} \times (\text{ND} - \text{CD})$$

$$= \text{Rp } 15.944.058 \times (37 - 28)$$

$$= \text{Rp } 143.496.525$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Crash Cost pada Item Lintasan Kritis

No	Nama Pekerjaan	Normal Cost	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 191.330.219	Rp 202.641.780	Rp 260.492.907	Rp 334.826.744
2	Lantai 1	Rp 1.771.489.926	Rp 2.414.065.401	Rp 3.030.669.400	Rp 4.032.510.917
3	Lantai 2	Rp 933.130.496	Rp 1.273.474.868	Rp 1.606.254.782	Rp 2.113.294.491
4	Lantai 3	Rp 714.428.036	Rp 974.485.116	Rp 1.227.421.107	Rp 1.617.317.213
5	Lantai 4	Rp 707.137.954	Rp 963.411.422	Rp 1.212.267.760	Rp 1.617.317.213
6	Lantai 5	Rp 692.557.790	Rp 941.264.033	Rp 1.181.961.066	Rp 1.574.188.754
7	Lantai 6	Rp 692.557.790	Rp 941.264.033	Rp 1.181.961.066	Rp 1.574.188.754
8	Lantai 7	Rp 677.977.626	Rp 930.190.338	Rp 1.166.807.719	Rp 1.552.624.524
9	Lantai 8	Rp 750.878.446	Rp 1.029.853.589	Rp 1.288.034.495	Rp 1.703.574.131
10	Lantai Atap	Rp 419.637.240	Rp 442.947.780	Rp 560.673.839	Rp 752.884.808
11	Pekerjaan Facade Eksterior	Rp 2.168.602	Rp 2.575.210	Rp 3.523.962	Rp 5.014.858
	Total	Rp 7.553.294.125	Rp 10.116.173.568	Rp 12.720.068.103	Rp 16.877.742.404

Durasi (hari):

Normal = 315 hari | Lembur 1 jam = 287 hari | Lembur 2 jam = 268 hari | Lembur 3 jam = 252 hari

Tabel di atas menunjukkan hasil rekapitulasi dari beberapa skenario percepatan proyek melalui penambahan jam kerja (lembur). Penambahan 1 jam kerja pada item pekerjaan lintasan kritis menghasilkan durasi proyek selama 287 hari dengan total biaya sebesar Rp 10.116.173.568. Sementara itu, penambahan 2 jam kerja menghasilkan durasi 268 hari dengan biaya Rp 12.720.068.103. Adapun penambahan 3 jam kerja menghasilkan durasi tercepat yaitu 252 hari, namun dengan konsekuensi biaya yang jauh lebih besar, yaitu Rp 16.877.742.404.

Perbandingan Harga Akibat *Crashing*

Berdasarkan hasil perhitungan *crash cost* dan *cost slope*, diperoleh perbandingan biaya tambahan akibat percepatan proyek pada masing-masing alternatif jam lembur. Perbandingan ini disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada Item Lintasan Kritis

No	Nama Pekerjaan	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 11.311.561	Rp 69.162.688	Rp 143.496.525
2	Lantai 1	Rp 642.575.475	Rp 1.259.179.474	Rp 2.261.020.991
3	Lantai 2	Rp 340.344.372	Rp 673.124.286	Rp 1.180.163.995
4	Lantai 3	Rp 260.057.080	Rp 512.993.071	Rp 902.889.177
5	Lantai 4	Rp 256.273.468	Rp 505.129.806	Rp 910.179.259
6	Lantai 5	Rp 248.706.243	Rp 489.403.276	Rp 881.630.964
7	Lantai 6	Rp 248.706.243	Rp 489.403.276	Rp 881.630.964
8	Lantai 7	Rp 252.212.712	Rp 488.830.093	Rp 874.646.898
9	Lantai 8	Rp 278.975.143	Rp 537.156.049	Rp 952.695.685
10	Lantai Atap	Rp 23.310.540	Rp 141.036.599	Rp 333.247.568
11	Pekerjaan Facade Eksterior	Rp 406.608	Rp 1.355.360	Rp 2.337.996
	Total	Rp 2.562.879.443	Rp 5.166.773.978	Rp 9.323.940.019

Cost slope per hari:

- Lembur 1 jam = Rp 20.438.278
- Lembur 2 jam = Rp 23.643.928
- Lembur 3 jam = Rp 34.660.891

Berdasarkan hasil analisis, proyek mengalami keterlambatan selama 19 hari dari jadwal rencana. Oleh karena itu, dilakukan percepatan menggunakan metode *crashing*. Alternatif penambahan 1 jam lembur pada pekerjaan lintasan kritis mampu mengatasi keterlambatan tersebut dengan mengurangi durasi proyek hingga 51 hari. Biaya tambahan yang diperlukan sebesar Rp 23.556.300 per hari, dengan total tambahan biaya sebesar Rp 2.539.162.295.

Hasil Analisis Percepatan Proyek

Hasil akhir analisis percepatan proyek dengan metode *crashing* adalah sebagai berikut:

- Rencana waktu proyek = 310 hari
- Waktu pelaksanaan aktual = 329 hari
- Keterlambatan = 19 hari

Persentase keterlambatan:

$$= (329 - 310) / 310 \times 100\% \\ = 6,1\%$$

Secara keseluruhan, metode *crashing* dengan penambahan 1 jam lembur merupakan alternatif yang paling efisien, karena mampu mengatasi keterlambatan dengan tambahan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan alternatif lainnya.

Hasil Perhitungan Percepatan Proyek

Crash duration yang diperoleh dari skenario percepatan dengan penambahan 1 jam lembur adalah selama **287 hari**. Dengan demikian, durasi yang berhasil dihemat dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Durasi yang dihemat} &= \text{Durasi normal} - \text{Crash duration} \\ &= 329 - 287 \\ &= \mathbf{42 \text{ hari}} \end{aligned}$$

Biaya pelaksanaan proyek semula adalah sebesar **Rp 66.044.958.000**. Adapun penambahan biaya akibat percepatan (*crashing*) sebesar **Rp 2.562.879.443**. Dengan demikian, total biaya setelah percepatan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya percepatan} &= \text{Biaya pelaksanaan} + \text{kenaikan biaya} \\ &= \text{Rp } 66.044.958.000 + \text{Rp } 2.562.879.443 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 68.607.837.443} \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil Perhitungan Percepatan dengan Penambahan Jam Lembur

No	Nama Pekerjaan	Jenis Percepatan	Durasi Normal	Durasi Dipercepat	Pengurangan (hari)	Biaya Normal	Biaya Dipercepat
1	Pekerjaan Persiapan	1 jam	37	33	4	Rp 191.330.219	Rp 202.641.780
		2 jam	37	31	6		Rp 260.492.907
		3 jam	37	28	9		Rp 334.826.744
2	Lantai 1	1 jam	243	218	25	Rp 1.771.489.926	Rp 2.414.065.401
		2 jam	243	200	43		Rp 3.030.669.400
		3 jam	243	187	56		Rp 4.032.510.917
3	Lantai 2	1 jam	128	115	13	Rp 933.130.496	Rp 1.273.474.868
		2 jam	128	106	22		Rp 1.606.254.782
		3 jam	128	98	30		Rp 2.113.294.491
4	Lantai 3	1 jam	98	88	10	Rp 714.428.036	Rp 974.485.116
		2 jam	98	81	17		Rp 1.227.421.107
		3 jam	98	75	23		Rp 1.617.317.213
5	Lantai 4	1 jam	97	87	10	Rp 707.137.954	Rp 963.411.422
		2 jam	97	80	17		Rp 1.212.267.760
		3 jam	97	75	22		Rp 1.617.317.213
6	Lantai 5	1 jam	95	85	10	Rp 692.557.790	Rp 941.264.033
		2 jam	95	78	17		Rp 1.181.961.066
		3 jam	95	73	22		Rp 1.574.188.754

7	Lantai 6	1 jam	95	85	10	Rp 692.557.790	Rp 941.264.033
		2 jam	95	78	17		Rp 1.181.961.066
		3 jam	95	73	22		Rp 1.574.188.754
8	Lantai 7	1 jam	93	84	9	Rp 677.977.626	Rp 930.190.338
		2 jam	93	77	16		Rp 1.166.807.719
		3 jam	93	73	20		Rp 1.552.624.524
9	Lantai 8	1 jam	103	93	10	Rp 750.878.446	Rp 1.029.853.589
		2 jam	103	85	18		Rp 1.288.034.495
		3 jam	103	79	24		Rp 1.703.574.131
10	Lantai Atap	1 jam	45	40	5	Rp 419.637.240	Rp 442.947.780
		2 jam	45	37	8		Rp 560.673.839
		3 jam	45	35	10		Rp 752.884.808

Tabel 10. Hasil Perhitungan Percepatan pada Proyek

No	Jenis Percepatan	Durasi Normal	Durasi Dipercepat	Pengurangan (hari)	Biaya Normal	Biaya Dipercepat
1	1 Jam Lembur	329	287	42	Rp 66.044.958.000	Rp 68.607.837.443
2	2 Jam Lembur	329	268	61	Rp 66.044.958.000	Rp 71.211.731.978
3	3 Jam Lembur	329	252	77	Rp 66.044.958.000	Rp 75.368.898.019

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan jam lembur memberikan dampak signifikan terhadap percepatan durasi proyek, namun juga diikuti dengan peningkatan biaya yang cukup besar. Alternatif 1 jam lembur menjadi pilihan yang paling efisien karena mampu mengurangi durasi secara signifikan dengan tambahan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan alternatif lainnya.

Berdasarkan rekapitulasi di atas, dampak dari setiap alternatif percepatan yang telah dianalisis, yaitu penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam kerja lembur, dapat diketahui. Proyek Pembangunan Rusun Type 57 8 KK dan Prasarana Mabasad mengalami keterlambatan 19 hari dari durasi normal yang direncanakan, yaitu 329 hari. Dari hasil analisis, percepatan paling efektif adalah dengan menambahkan 1 jam lembur. Alternatif ini mampu menghemat durasi proyek sehingga dapat diselesaikan sesuai jadwal normal dengan biaya tambahan sebesar Rp 2,562,879,443 dari total biaya normal sebesar Rp 68,607,837,443. Proyek ini awalnya direncanakan selesai dalam 310 hari. Namun, dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan selama 19 hari. Setelah dilakukan percepatan dengan menambahkan 1 jam kerja lembur, proyek ini berhasil diselesaikan dalam 287 hari, lebih cepat dari jadwal yang telah direncanakan.

4. Kesimpulan

Hasil analisis biaya dan waktu pada proyek pembangunan Rusun Type 57 8 Lantai dengan kapasitas 58 KK beserta Prasarana MABESAD menunjukkan bahwa pekerjaan yang termasuk dalam lintasan kritis meliputi pekerjaan persiapan serta pekerjaan struktur lantai 1 sampai dengan lantai 8. Identifikasi lintasan kritis tersebut diperoleh melalui analisis menggunakan aplikasi Microsoft Project sehingga dapat diketahui aktivitas-aktivitas yang

memiliki pengaruh langsung terhadap durasi total proyek. Setelah dilakukan percepatan pekerjaan, terjadi perubahan baik dari sisi biaya maupun waktu pelaksanaan. Biaya proyek yang semula sebesar Rp66.044.958.000 mengalami peningkatan menjadi Rp66.517.764.847, sehingga terdapat penambahan biaya sebesar Rp472.806.847. Sementara itu, durasi pelaksanaan proyek yang awalnya direncanakan selama 329 hari berhasil dipersingkat menjadi 278 hari. Percepatan ini dilakukan melalui penambahan waktu kerja berupa lembur selama 1 jam pada aktivitas-aktivitas tertentu yang berada pada lintasan kritis. Berdasarkan analisis kurva S setelah dilakukan percepatan, terlihat bahwa pelaksanaan proyek menunjukkan kemajuan yang lebih cepat dibandingkan dengan rencana awal. Hal ini mengindikasikan bahwa strategi percepatan yang diterapkan berjalan efektif, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih awal dari jadwal yang telah direncanakan tanpa mengabaikan pengendalian biaya dan waktu.

Referensi

1. Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
2. Heizer, J., & Render, B. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
3. Hendrickson, C. (1998). *Project management for construction: Fundamental concepts for owners, engineers, architects, and builders*. Prentice Hall.
4. Amin, A., & Mohamad, H. (2019). Optimal time-cost trade-off analysis using project crashing techniques in construction projects. *International Journal of Project Management*, 37(3), 211–220.
5. Prasetyo, R., & Sutrisno. (2021). Aplikasi metode crashing dalam percepatan waktu proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 10(2), 157–165.
6. Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (7th ed.). <https://www.pmi.org>
7. Tomczyk, A. (2020). Understanding the basics of project crashing and its implementation. Diakses dari <https://www.projectmanagement.com>
8. Suryani, L. (2020). *Optimalisasi waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode crashing* (Skripsi). Universitas Gadjah Mada.
9. Wardana, A. F. (2018). *Studi analisis time-cost trade-off dalam proyek konstruksi dengan menambahkan jam lembur* (Skripsi). Universitas Indonesia.
10. Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021*.
11. Soeharto, I. (1999). *Manajemen proyek: Dari konseptual sampai operasional*. Erlangga.
12. Gray, C. F., & Larson, E. W. (2021). *Project management: The managerial process* (8th ed.). McGraw-Hill.
13. Shtub, A., Bard, J. F., & Globerson, S. (2005). *Project management: Engineering, technology, and implementation* (2nd ed.). Prentice Hall.
14. Moder, J. J., Phillips, C. R., & Davis, E. W. (1983). *Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming*. Van Nostrand Reinhold.
15. Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
16. Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (1997). Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. *Construction Management and Economics*, 15(1), 83–94.