

## #11

MANAJEMEN PROYEK (*CRASHING PROJECT*)

Dapat diartikan sebagai akselerasi proyek. Akselerasi merupakan pengurangan waktu normal aktivitas. Akselerasi diperoleh dengan menyediakan lebih banyak sumber daya (diukur dalam satuan mata uang), bagi aktivitas yang akan dikurangi waktunya.

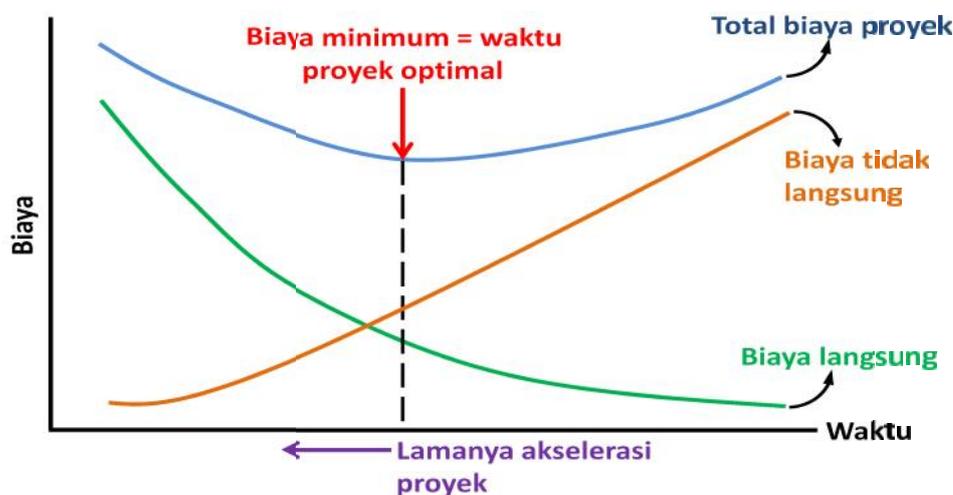
*Crashing Project* merupakan suatu metode untuk mempersingkat lamanya waktu proyek dengan mengurangi waktu dari satu atau lebih aktivitas proyek yang penting menjadi kurang dari waktu normal aktivitas.

*Crashing Project* merupakan tindakan untuk mengurangi durasi keseluruhan proyek setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada (dari jaringan kerja). Bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah.

Seringkali dalam *crashing* terjadi “*trade-off*”, yaitu pertukaran waktu dengan biaya.

### Pertukaran (*Trade-Off*) Waktu dan Biaya

Dapat digambarkan dalam bentuk grafik waktu–biaya (seperti pada Gambar 1). Digunakan untuk **membandingkan alternatif** tambahan biaya untuk manfaatnya. Yang paling sulit untuk membuat grafik ini adalah mencari total biaya langsung untuk lama proyek tertentu dalam jangka waktu yang relevan.



Gambar 1. Grafik Waktu–Biaya

Terdapat 3 (tiga) langkah yang diperlukan untuk mengkonstruksikan grafik waktu–biaya, yaitu:

- 1) Cari **total biaya langsung** untuk lama proyek yang telah dipilih, contoh: biaya pegawai dan peralatan.
- 2) Cari **total biaya tidak langsung** untuk lama proyek yang telah dipilih, contoh: biaya konsultasi dan administrasi.
- 3) Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk lama proyek yang telah dipilih tersebut.

## Komponen Waktu

Dalam *crashing project*, terdapat dua komponen waktu, yaitu:

- **Waktu Normal (*Normal Time*)**, yaitu penyelesaian aktivitas dalam kondisi normal.
- **Waktu Akselerasi (*Crash Time*)**, yaitu waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas.

Dari dua komponen tersebut dapat diperoleh Total Waktu Akselerasi, dengan persamaan:

## Komponen Biaya

Dalam *crashing project*, terdapat tiga komponen biaya, yaitu:

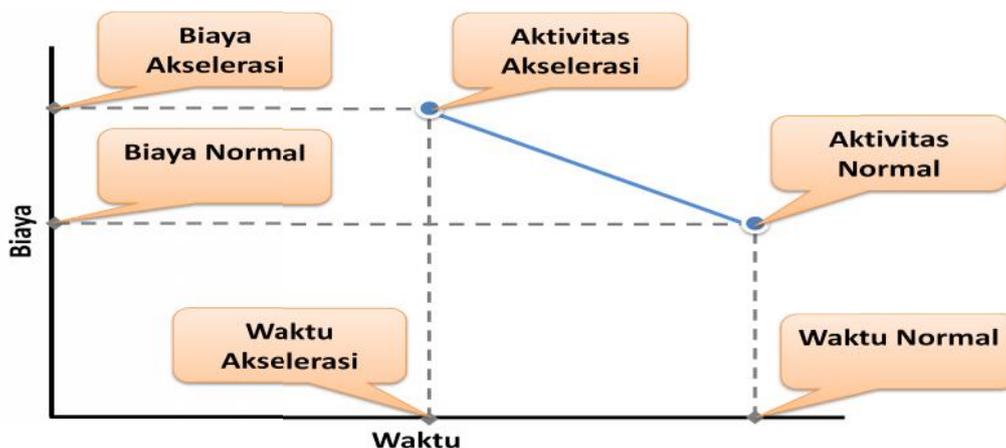
- **Biaya Normal (*Normal Cost*)**, yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi normal.
- **Biaya Akselerasi (*Crash Cost*)**, yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*crash* (pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas).

Dari dua komponen tersebut dapat diperoleh Total Biaya Akselerasi, dengan persamaan:

- **Biaya Akselerasi per Unit Waktu (*Slope*)**, yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*crash* (pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas) dalam satuan waktu terkecil yang ditentukan, dengan menggunakan persamaan:

## Grafik Linear Waktu–Biaya

Dari komponen waktu dan biaya tersebut terdapat hubungan linear seperti yang digambarkan dalam grafik berikut ini.



Gambar 2. Grafik Linear Waktu–Biaya

### Langkah *Crashing Project*

Untuk melakukan *crashing* pada sebuah proyek, terdapat langkah-langkah untuk menyelesaikannya, yaitu:

- 1) Gambar diagram jaringan untuk setiap kejadian
- 2) Hitung total waktu akselerasi, total biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu untuk setiap kejadian.
- 3) Tentukan garis edar kritis dan lamanya waktu proyek.
- 4) Pilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi minimal, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin.

#### Catatan:

- ✓ Jika hanya ada satu jalur kritis, pilihlah aktivitas yang:
    - a) Masih bisa dilakukan *crash*, dan
    - b) Mempunyai biaya *crash* terkecil per satuan waktu.
  - ✓ Jika terdapat lebih dari satu jalur kritis, maka pilih satu aktivitas sedemikian rupa sehingga:
    - a) Setiap aktivitas yang dipilih masih bisa dilakukan *crash*, dan
    - b) Biaya crash total per satuan waktu dari semua aktivitas yang dipilih merupakan yang terkecil.
- 5) Perbaharui semua waktu kegiatan, jika batas waktu yang di inginkan telah tercapai, maka berhenti. Jika tidak, ulangi langkah 3

### Contoh

Tabel 1. Soal Crashing Project

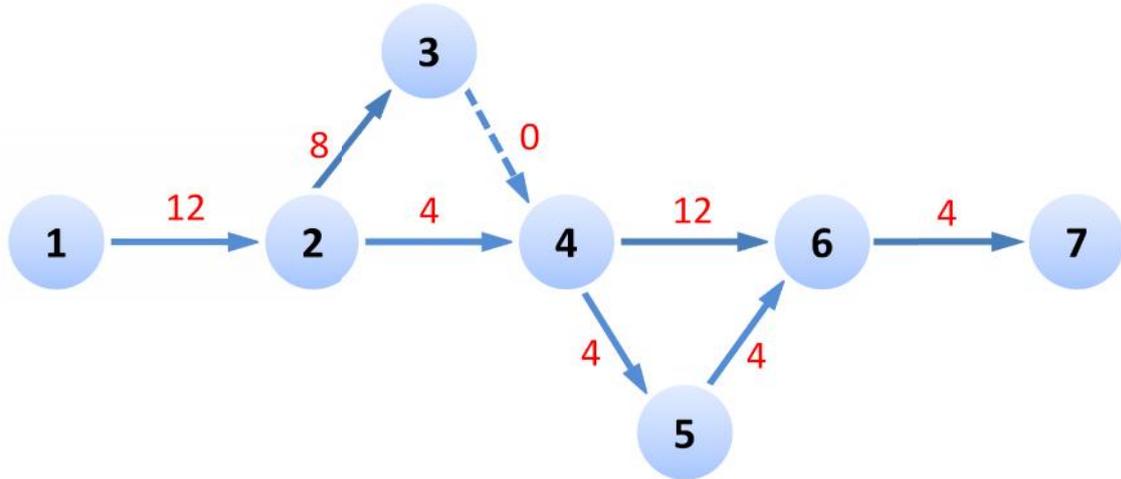
Aktivitas	Waktu Normal (Minggu)	Waktu Akselerasi (Minggu)	Biaya Normal (\$)	Biaya Akselerasi (\$)
1 → 2	12	7	3.000	5.000
2 → 3	8	5	2.000	3.500
2 → 4	4	3	4.000	7.000
3 → 4	0	0	0	0
4 → 5	4	1	500	1.100
4 → 6	12	9	50.000	71.000
5 → 6	4	1	500	1.100
6 → 7	4	3	15.000	22.000
			75.000	110.700

Sesuai tabel di atas (Tabel 1), tentukan biaya tambahan jika ingin proyek selesai dalam waktu 30 minggu.

Jawaban

### Gambar Diagram Jaringan

Dari Tabel 1, diagram jaringan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Jaringan Untuk Tabel 1

### Penentuan Total Waktu Akselerasi, Total Biaya Akselerasi, dan Biaya Akselerasi Per Unit Waktu

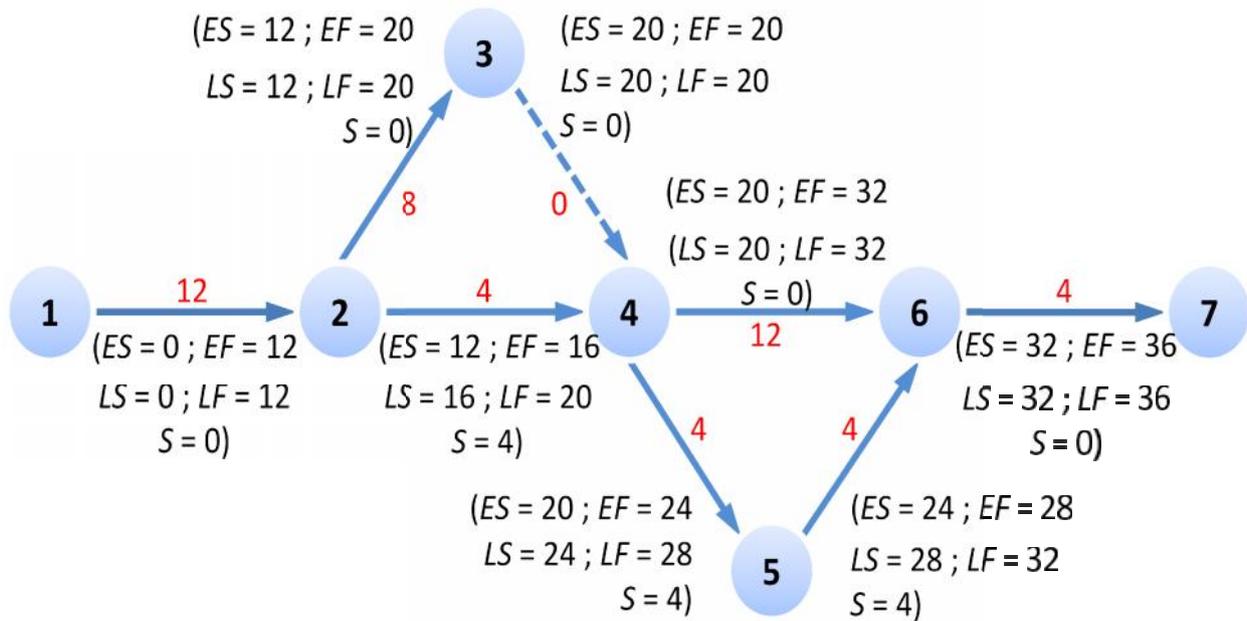
Hasil perhitungan total waktu akselerasi, total biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Akselerasi

Aktivitas	Total Waktu Akselerasi (Minggu)	Total Biaya Akselerasi (\$)	Biaya Akselerasi per Minggu (\$)
1 → 2	5	2.000	400
2 → 3	3	1.500	500
2 → 4	1	3.000	3000
3 → 4	0	0	0
4 → 5	3	600	200
4 → 6	3	21.000	7.000
5 → 6	3	600	200
6 → 7	1	7.000	7.000
		35.700	18.300

### Penentuan Garis Edar Kritis Dan Lama Waktu Proyek

Dengan menggunakan CPM, garis edar dan waktu proyek dapat diketahui. Hasil perhitungan CPM dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Hasil Perhitungan CPM

Dari Gambar 4 dapat diketahui garis edar kritis terjadi pada kejadian 1-2-3-4-6-7, dengan lama waktu proyek adalah 36 minggu.

### Penentuan Aktivitas Yang Akan di Crash

Sebelum kita melakukan pemilihan pada aktivitas yang akan di *crash*, terlebih dahulu kita kelompokkan perhitungan akselerasi dari aktivitas pada garis edar kritis, yang hasilnya terdapat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Akselerasi Garis Edar Kritis

Aktivitas	Total Waktu Akselerasi (Minggu)	Total Biaya Akselerasi (\$)	Biaya Akselerasi per Minggu (\$)
1 → 2	5	2.000	400
2 → 3	3	1.500	500
3 → 4	0	0	0
4 → 6	3	21.000	7.000
6 → 7	1	7.000	7.000
	12	31.500	14.900

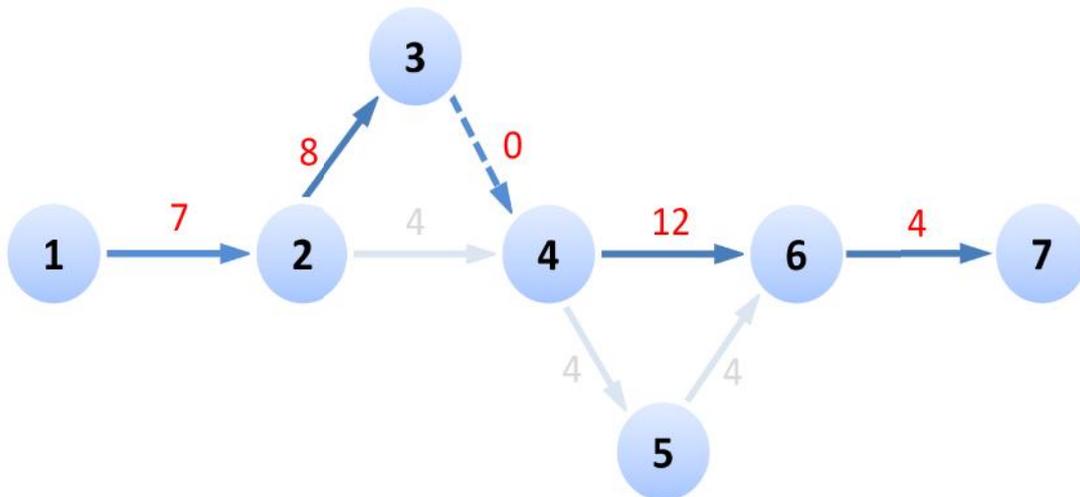
Untuk penentuan aktivitas yang akan dilakukan *crash*, pilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi minimal, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin.

Dari Tabel 3, aktivitas 1-2 merupakan aktivitas yang memiliki biaya akselerasi per minggu terkecil, sehingga akan dilakukan *crash* pada aktivitas ini, dengan rincian perhitungan sebagai berikut.

- Dengan biaya akselerasi per unit waktu sebesar **\$400**, sehingga merupakan aktivitas dengan biaya paling minimal.
- Dapat dipercepat dengan total waktu **5 minggu**, sehingga:
  - Waktu aktivitas setelah akselerasi  
= Waktu normal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $12 - 5 = 7$  minggu
  - Lama waktu proyek setelah akselerasi  
= Waktu proyek awal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $36 - 5 = 31$  minggu
  - Biaya tambahan setelah akselerasi  
= Biaya akselerasi per minggu x Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $400 \times 5 = \$2.000$

### Perbaharui Waktu Kegiatan

Dengan telah dilakukan *crash* pada aktivitas 1-2, maka waktu aktivitas 1-2 mengalami perubahan dari 12 minggu menjadi 7 minggu. Sehingga diagram jaringan akan menjadi seperti gambar berikut.

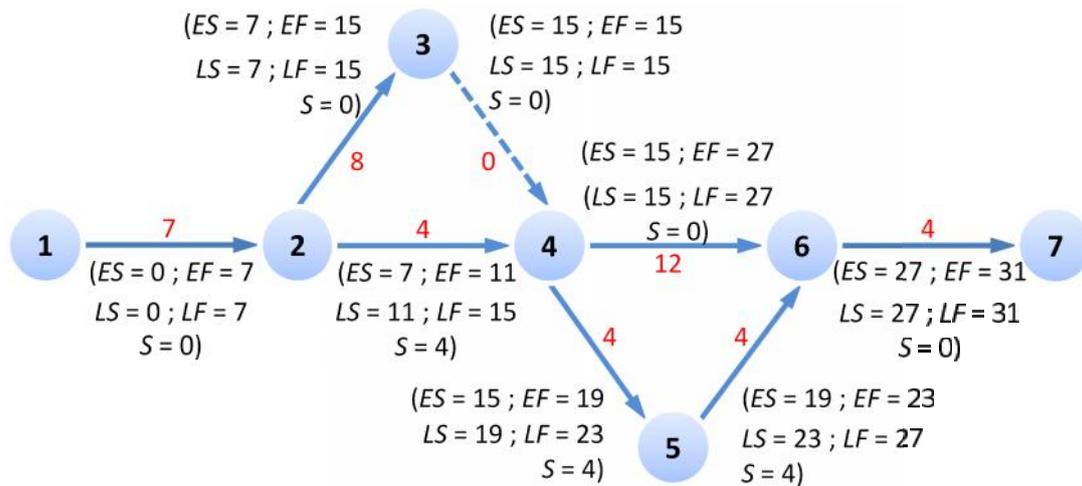


Gambar 5. Diagram Jaringan Setelah *Crash* 1-2

Lama waktu proyek juga mengalami perubahan, dari 36 minggu menjadi 31 minggu. Karena waktu proyek yang diharapkan adalah 30 minggu, maka akan dilakukan *crash* kembali.

### Penentuan Kembali Garis Edar Kritis Dan Lama Waktu Proyek

Hasil perhitungan CPM dengan menggunakan waktu aktivitas 1-2 yang baru dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Hasil Perhitungan CPM Dengan Aktivitas 1–2 Yang Baru

Dari Gambar 6 dapat diketahui garis edar kritis terjadi pada kejadian 1–2–3–4–6–7, dengan lama waktu proyek adalah 31 minggu.

### Penentuan Kembali Aktivitas Yang Akan di Crash

Dengan menggunakan Tabel 3, pilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi minimal, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin terkecuali untuk aktivitas 1–2 yang telah dilakukan *crash*.

Dari Tabel 3, aktivitas 2–3 merupakan aktivitas berikutnya yang memiliki biaya akselerasi per minggu terkecil, sehingga akan dilakukan *crash* pada aktivitas ini, dengan rincian perhitungan sebagai berikut.

- Dengan biaya akselerasi per unit waktu sebesar **\$500**, sehingga merupakan aktivitas ke-2 dengan biaya paling minimal.
- Dapat dipercepat dengan total waktu **3 minggu**, sehingga:
  - Waktu aktivitas setelah akselerasi  
= Waktu normal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $8 - 3 = 5$  minggu
  - Lama waktu proyek setelah akselerasi  
= Waktu proyek awal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $31 - 3 = 28$  minggu
- Jika waktu akselerasi 2–3 digunakan secara maksimal (3 minggu), maka lama waktu proyek menjadi 28 minggu, lebih cepat dari waktu proyek yang diharapkan yaitu 30 minggu. Berarti waktu akselerasi dapat dikurangi (tidak digunakan secara maksimal).
- Jika aktivitas 2–3 dipercepat hanya 1 minggu, maka:
  - Waktu aktivitas setelah akselerasi  
= Waktu normal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $8 - 1 = 7$  minggu

- Lama waktu proyek setelah akselerasi  
= Waktu proyek awal – Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $31 - 1 = 30$  minggu (sesuai dengan waktu yang diharapkan)
- Biaya tambahan setelah akselerasi  
= Biaya akselerasi per minggu x Waktu Akselerasi Digunakan  
=  $500 \times 1 = \$500$

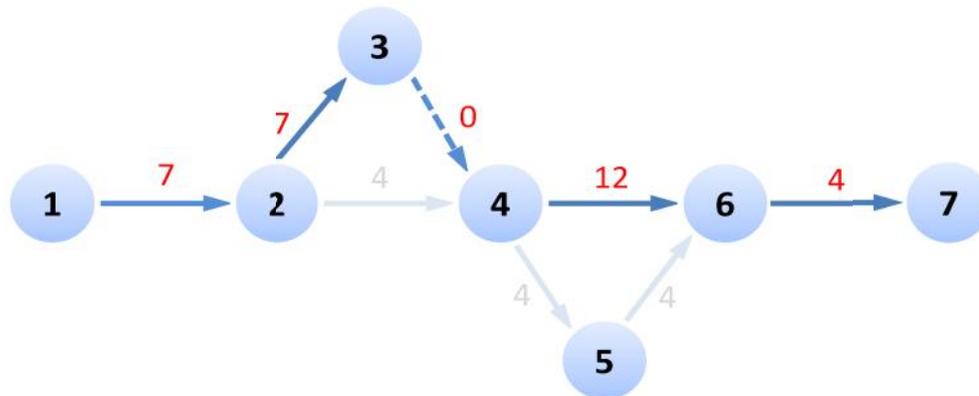
### Perbaharui Kembali Waktu Kegiatan

Dengan telah dilakukan *crash* pada dua aktivitas, maka waktu aktivitas mengalami perubahan sebagai berikut.

Tabel 4. Waktu Aktivitas Setelah *Crash*

Kejadian	Waktu Normal	Waktu Akselerasi Yang Digunakan	Waktu Sekarang
1-2	12	5	7
2-3	8	1	7

Sehingga diagram jaringan akan menjadi seperti gambar berikut.



Gambar 7. Diagram Jaringan Setelah *Crash* 1-2 dan 2-3

Untuk lama waktu proyek juga mengalami perubahan seperti pada tabel berikut.

Tabel 5. Waktu Proyek Setelah *Crash* (Waktu proyek Awal = 36)

Kejadian	Waktu Akselerasi Yang Digunakan	Waktu Proyek Setelah Akselerasi
1-2	5	31
2-3	1	30

Karena waktu proyek sudah sama dengan waktu yang diharapkan maka *crash* berhenti.

Sehingga total biaya tambahan untuk mempercepat waktu menjadi 30 minggu adalah sebesar \$2.500, seperti diuraikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Biaya Tambahan Setelah *Crash* Manjadi 30 Minggu**

Kejadian	Waktu Akselerasi Yang Digunakan (Minggu)	Biaya Akselerasi per Minggu (\$)	Jumlah Biaya Akselerasi (\$)
1-2	5	400	2.000
2-3	1	500	500
<b>Total Biaya Tambahan Setelah Akselerasi =</b>			<b>2.500</b>

### Referensi

Jay Heizer and Barry Render, *Operation Management*, 10th Ed., Pearson Prentice Hall, 2011

Roger G. Schroeder and Susan Meyer Goldstein, *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*, McGraw Hill, 2011

Taylor III, Bernard W. *"Intorduction to Management Sicience (Sains Manajemen)"*. Edisi Delapan. Salemba Empat. 2008

Sobarsa Kosasih, *Manajemen Operasi*, Mitra Wacana Media, 2009

Pangestu Subagyo, *Manajemen Operasi*, BPFE Yogyakarta, 2000

Lena Ellitan dan Lina Anatan, *Manajemen Operasi: Konsep dan Aplikasi*, Refika Aditama, 2008