

VARIABILITAS – CRASHING PROYEK

Teknik Kimia S1

Ir. Harini Agusta, MM



Ada tiga perkiraan waktu yang diberikan pada setiap kegiatan:

Waktu Optimis (*Optimistic Time*) (a):

Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai rencana

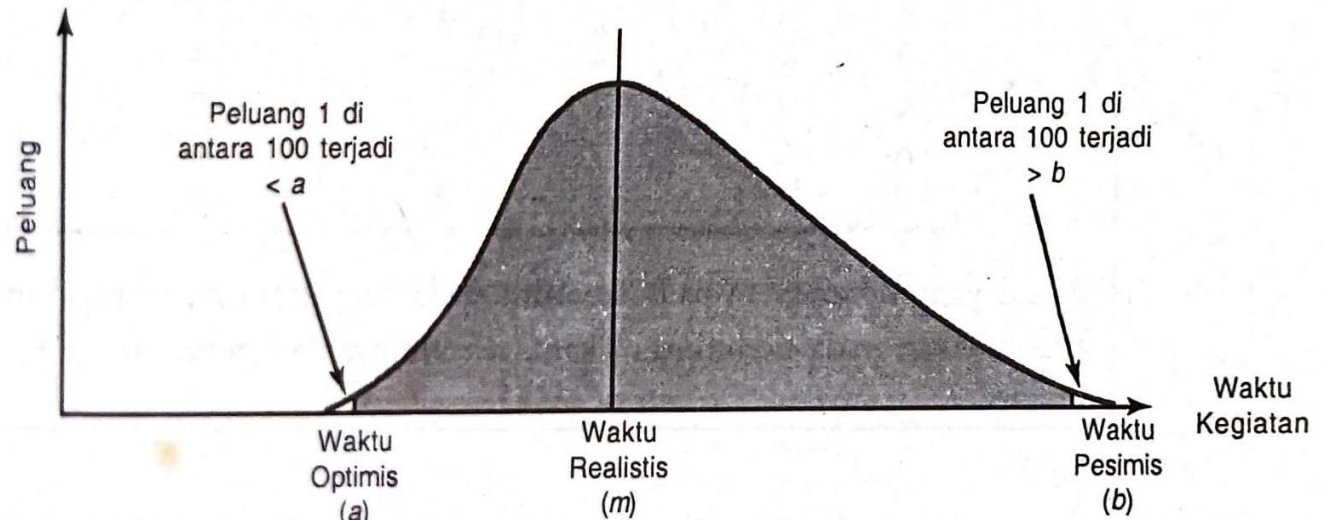
Waktu Pesimis (*Pesimistic Time*) (b):

Waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan

Waktu Realistis (*Most Likely Time*) (m):

Perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah kegiatan yang paling realistis

Untuk menemukan waktu kegiatan yang diharapkan (Expected Activity Time), t , distribusi beta memberikan bobot perkiraan ketiga waktu sebagai berikut:



Untuk menghitung dispersi atau varians waktu penyelesaian kegiatan (*Varians of Activity Completion Time*) digunakan rumus:

$$\text{Varians} = \{(b-a)/6\}^2$$

Contoh:

Dalam pembangunan rumah sakit untuk kegiatan F (memasang sistem pengendali polusi):

a = 1 minggu

m = 2 minggu

b = 9 minggu

1. Tentukan waktu yang diharapkan dan varians kegiatan F
2. Hitunglah waktu yang diharapkan dan varians untuk semua kegiatan lain dalam proyek seperti pada tabel berikut.

Tabel

Kegiatan	Optimis	Realistis	Pesimis
	a	m	b
A	1	2	3
B	2	3	4
C	1	2	3
D	2	4	6
E	1	4	7
F	1	2	9
G	3	4	11
H	1	2	3

Jawaban

Waktu yang diharapkan untuk kegiatan F:

$$\begin{aligned}t &= (a + 4m + b)/6 \\&= (1 + 4(2) + 9)/6 \\&= 3 \text{ minggu}\end{aligned}$$

Varians kegiatan F adalah:

$$\begin{aligned}\text{Varians} &= \{(b-a)/6\}^2 \\&= \{(9-1)/6\}^2 \\&= 1,78\end{aligned}$$

Kegiatan	Waktu yang diharapkan $t = (a + 4m + b)/6$	Varians $\{(b-a)/6\}^2$
A	2	0,11
B	3	0,11
C	2	0,11
D	4	0,44
E	4	1,00
F	3	1,78
G	5	1,78
H	2	0,11

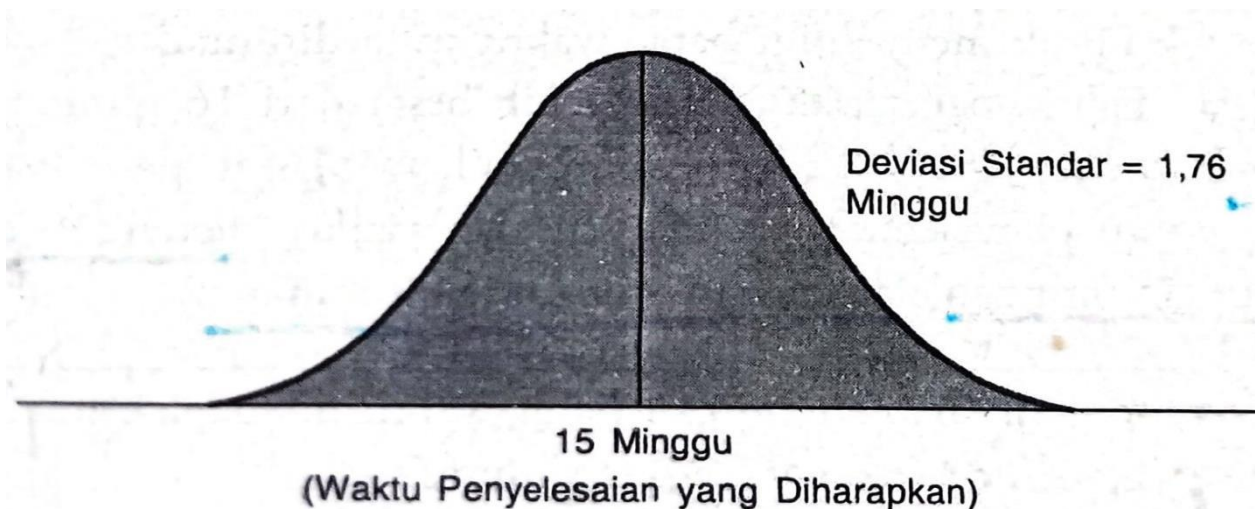
Peluang Penyelesaian Proyek

Varians proyek dihitung dengan menjumlahkan varians kegiatan kritis

Varians proyek $= \Sigma (\text{Varians Kegiatan Pada Jalur Kritis})$

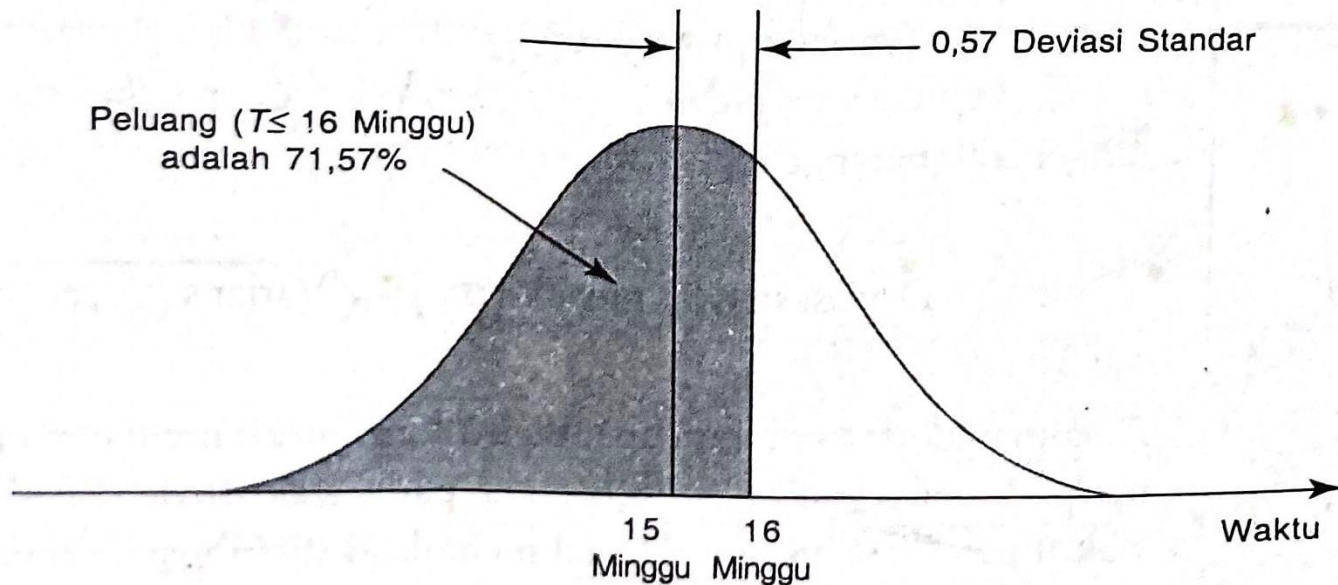
Varians Proyek $= 0,11 + 0,11 + 1 + 1,78 + 0,11 = 3,11$

Deviasi Standar Proyek $= \sqrt{\text{Varians Proyek}} = \sqrt{3,11} = 1,76 \text{ Minggu}$



Apabila pihak manajemen ingin mengetahui peluang proyeknya akan diselesaikan pada waktunya atau sebelum batas waktu 16 minggu, untuk itu perlu menjelaskan daerah yang sesuai dibawah kurva normal. Persamaan normal standar dapat ditetapkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= (\text{Batas Waktu} - \text{Waktu Penyelesaian Yang Diharapkan}) / \text{Deviasi Standar Proyek} \\ &= (16 \text{ minggu} - 15 \text{ minggu}) / 1,76 \text{ minggu} \\ &= 0,57 \end{aligned}$$



Tabel Area Kurva Normal

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7518	0.7549
0.7	0.7580	0.7612	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99897	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99988	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997
4.0	0.99996832									
4.5	0.99999660									
5.0	0.99999971									
5.5	0.99999998									
6.0	0.99999999									

Apabila pihak manajemen ingin memiliki peluang 99% dalam menyelesaikan proyek tepat pada waktunya. Kembali merujuk pada tabel normal untuk nilai $Z = 2,33$ yang paling dekat dengan peluang 0,99.

Batas waktu = Waktu Penyelesaian Yang Diharapkan + $Z \times$ Deviasi

Standar Proyek

$$= 15 + 2,33 \times 1,76$$

$$= 19,1 \text{ Minggu}$$

Dengan waktu di atas (19,1 Minggu) pihak manajemen yakin 99% dapat diselesaikan tepat waktunya.



Ketika mengelola suatu proyek seorang manajer lazim menghadapi situasi berikut:

1. Proyek tertinggal dari jadwal
2. Waktu penyelesaian proyek yang sudah dijadwalkan dimajukan

Dalam situasi manapun beberapa atau semua kegiatan yang ada harus dipercepat untuk menyelesaikan proyek pada batas waktu yang diberikan. Crashing proyek adalah memendekkan waktu kegiatan dalam jaringan untuk mengurangi waktu pada jalur kritis sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi. Biasanya, kita dapat memendekkan sebuah kegiatan dengan cara menambah sumber daya (contoh: peralatan, karyawan) pada kegiatan tersebut. Karenanya sangat logis biaya crash sebuah kegiatan lebih mahal dari biaya normalnya.



Crashing sebuah proyek melibatkan 4 langkah sebagai berikut:

Langkah 1

Hitung biaya crash per minggu (atau satuan waktu lain) untuk setiap kegiatan dalam jaringan. Jika biaya crash linear menurut waktu, maka rumus berikut dapat digunakan.

Biaya crash per periode = $(\text{Biaya crash} - \text{biaya normal}) / (\text{waktu normal} - \text{waktu crash})$

Langkah 2

Dengan menggunakan waktu kegiatan sekarang, temukan jalur kritis pada jaringan proyek. Kenali kegiatan kritis.

Langkah 3

Jika hanya ada satu jalur kritis, pilihlah kegiatan pada jalur ini yang (a) masih bisa dilakukan dan (b) mempunyai biaya crash terkecil per periode. Kegiatan crash ini satu periode.

Jika terdapat lebih dari satu jalur kritis, maka pilih satu kegiatan dari setiap jalur kritis sedemikian rupa sehingga (a) setiap kegiatan yang dipilih masih bisa dilakukan crash dan (b) biaya crash total per periode dari semua kegiatan yang dipilih merupakan yang terkecil.

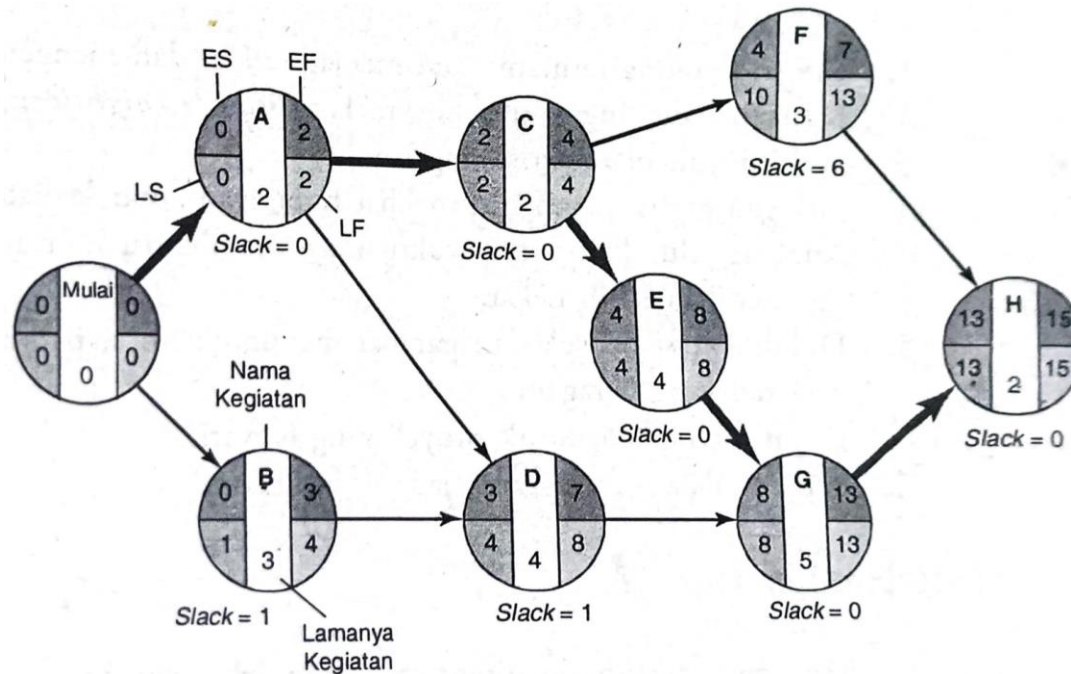
Crash setiap kegiatan dengan satu periode. Perhatikan bahwa kegiatan yang sama mungkin terjadi pada lebih dari satu jalur kritis.

Langkah 4

Perbaharui semua waktu kegiatan. Jika batas waktu yang diinginkan telah tercapai, berhenti. Jika tidak, kembali ke langkah 2

Contoh

Jika pembangunan rumah sakit hanya diberi waktu 13 minggu padahal panjang jalur kritis adalah 15 minggu kegiatan mana yang harus dilakukan crash oleh seorang manajer dan berapa banyak agar dapat memenuhi batas waktu 13 minggu?

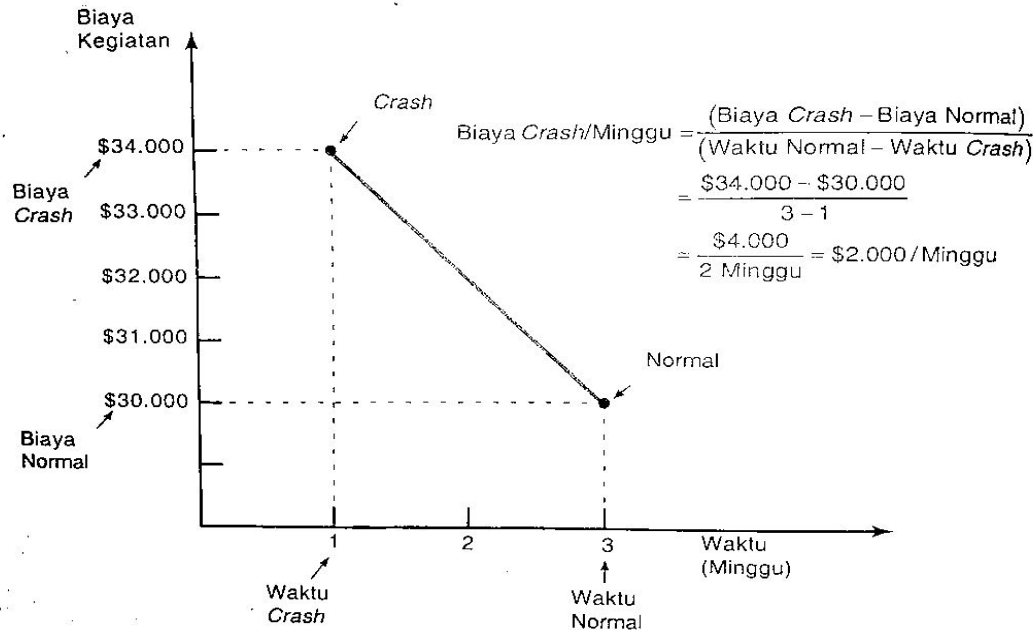


Jawab


Seorang manajer dapat mempercepat proyek 2 minggu dengan memberikan biaya tambahan yang paling kecil. Jika diasumsikan biaya crash linear menurut waktu (biaya sama pada setiap minggu) apabila data normal dan crash dapat disusun sebagai berikut:

kegiatan	waktu (minggu)		biaya		biaya crash per minggu	jalur kritis?
	normal	crash	normal	crash		
A	2	1	22,000	22,750	750	Ya
B	3	1	30,000	34,000	2,000	Tidak
C	2	1	26,000	27,000	1,000	Ya
D	4	3	48,000	49,000	1,000	Tidak
E	4	2	56,000	58,000	1,000	Ya
F	3	2	30,000	30,500	500	Tidak
G	5	2	80,000	84,500	1,500	Ya
H	2	1	16,000	19,000	3,000	Ya

Menghitung biaya crash per minggu contoh kegiatan B



Apabila seorang manajer membuat crash kegiatan A 1 minggu maka waktu penyelesaian proyek menjadi 14 minggu. Biaya tambahan adalah 750\$. Kegiatan A tidak bisa lagi dilakukan crash karena telah mencapai batas waktu crash 1 minggu. Jalur baru B-D-G-H juga kritis dengan waktu penyelesaian 14 minggu. Karenanya crashing lebih jauh harus dilakukan pada kedua jalur kritis ini.



Apabila dipilih kegiatan C dan D dari jalur kritis pertama dan jalur kritis kedua maka biaya crash total menjadi 2000\$.

Namun dengan crashing kegiatan G yang dilewati oleh kedua jalur ini dapat mengurangi waktu penyelesaian kedua jalur secara bersamaan. Walaupun biaya crash sebesar 1500\$ pada kegiatan G lebih tinggi dari kegiatan C dan D maka akan dipilih untuk melakukan crash pada G karena biaya total sekarang hanya 1500\$ (dibandingkan dengan 2000\$ jika crash C dan D).

Oleh karena itu untuk waktu proyek menjadi 13 minggu seorang manajer akan melakukan crash kegiatan A sebesar 1 minggu dan kegiatan G sebesar 1 minggu. Biaya tambahan total adalah 2250\$ ($=750\$ + 1500\$$). Crashing sangat penting terutama saat kontrak proyek memasukkan bonus atau penalti untuk penyelesaian lebih awal atau lambat.

THANK you