

# Bab 11

## Analisis Penggantian

Bab sebelumnya kita telah membahas:

- Perbandingan Alternatif yang Saling Berdiri Sendiri
- Penggunaan PW, EAW, IRR dan B/C

Pada bab ini kita akan membahas:

- Analisis Penggantian
- Biaya Peralatan Sepanjang Waktu
- Dua Skenario yang Berbeda:
  - Tetap menggunakan aset yang ada selama  $N$  tahun vs. membeli aset baru dengan umur  $N$  tahun
  - Mencari waktu yang tepat untuk mengganti aset yang ada dengan aset baru yang berumur  $N$  tahun.

## Analisis Penggantian

Membeli peralatan baru untuk digunakan dari pada peralatan yang ada, yang akan dibuang atau digunakan di tempat yang lain.

### I. Biaya Peralatan Sepanjang Waktu

- EAC dari biaya awal
- EAW dari nilai sisa
- Biaya reparasi dan penyusutan
- Biaya energi
- Biaya pemeliharaan tetap
- Biaya keusangan.

Pertimbangan atas biaya-biaya ini mengarah kepada suatu konsep "Umur Ekonomis".

Umur ekonomis - umur dengan biaya terendah

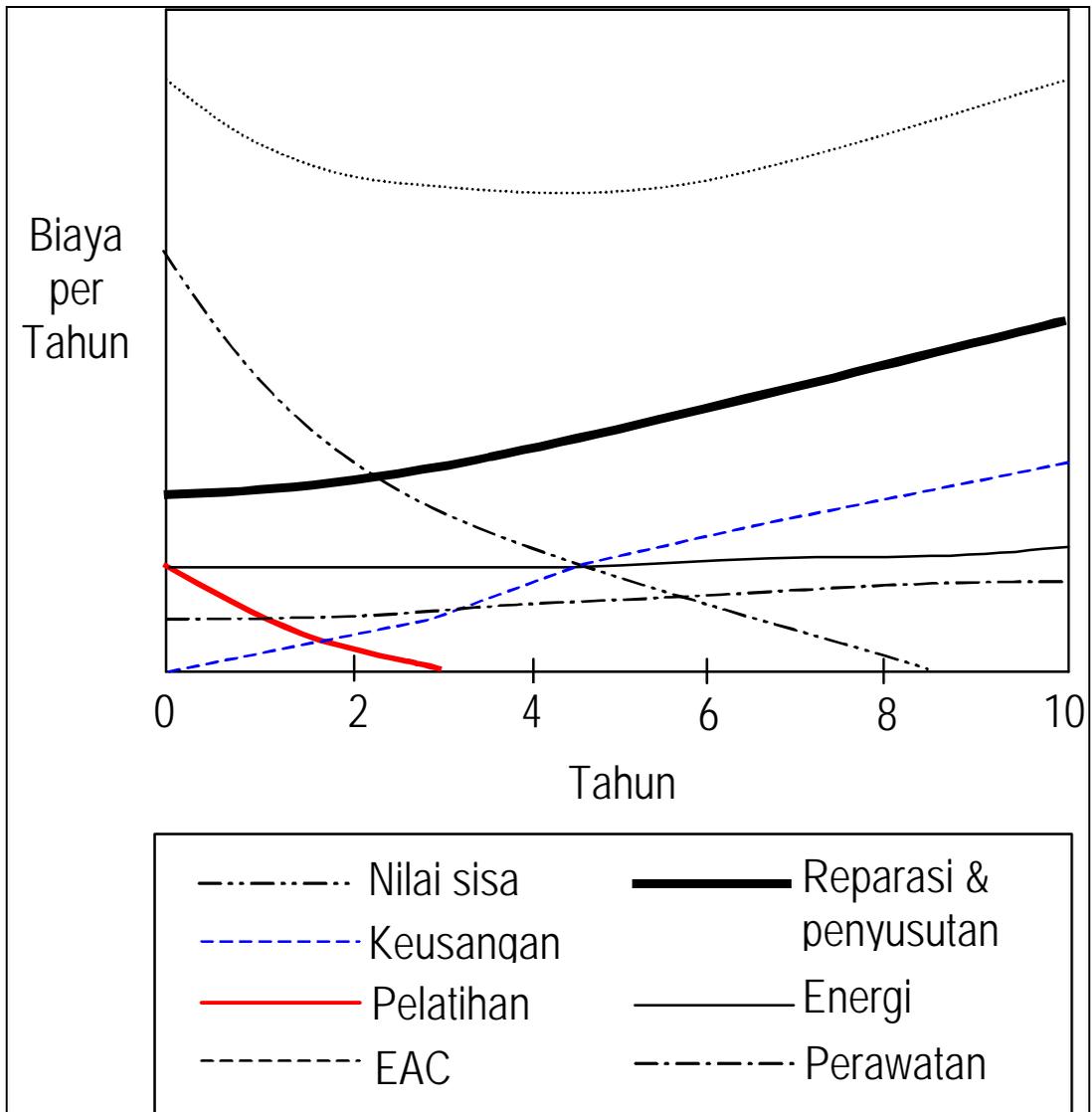
Umur fisik - dari pembuatan sampai pembuangan

Umur akutansi - berdasarkan penurunan nilai (depresiasi)

Umur kepemilikan - dari pembelian sampai dijual

Periode servis - waktu dimana peralatan harus tersedia untuk penggunaan

Perhatikan gambar biaya sepanjang waktu berikut:



Gambar 11.1. Biaya peralatan sepanjang waktu

### Contoh 11.1: Umur ekonomis

Anda dapat membeli kompresor kecil seharga \$1,000. Anda memperkirakan nilai sisanya dapat diabaikan, tanpa memperhatikan kapan akan diganti. Biaya operasi dan perawatan (O&M) selama menggunakan kompresor diharapkan sebesar \$150 per tahun, meningkat sebesar \$75 per tahun. MARR anda adalah 8% per tahun.

$$EUC(N) = 1,000(A/P, 0.08, N) + 150 + 75(A/G, 0.08, N)$$

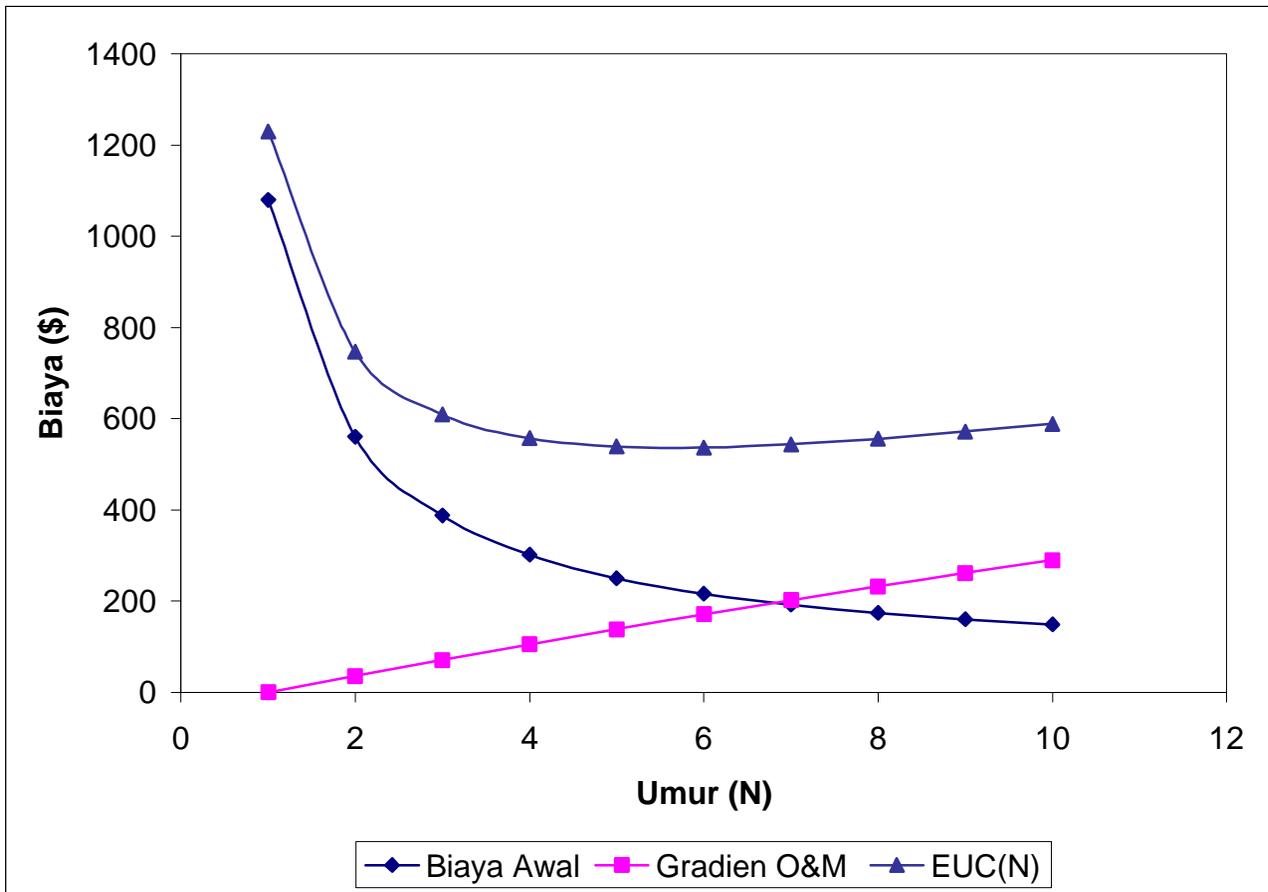
**Tabel 11.1.** Perhitungan Biaya Ekuivalen Seragam fungsi umur peralatan

Umur (N)	Biaya Awal (dijadikan per tahun)	Gradien O&M (dijadikan per tahun)	EUC(N)
1	\$1,080	\$0	\$1,230
2	\$561	\$36	\$747
3	\$388	\$71	\$609
4	\$302	\$105	\$557
5	\$250	\$138	\$539
6	\$216	\$171	\$537
7	\$192	\$202	\$544
8	\$174	\$232	\$556
9	\$160	\$262	\$572
10	\$149	\$290	\$589

Jika kondisi lain ditetapkan sama, kompresor harus diganti setiap 6 tahun – umur ekonomis kompresor tersebut adalah 6 tahun ( $N^* = 6$ ).

**MENGAPA?**

Grafik biaya ekuivalen seragam (EUC) terhadap umur kompresor:



Gambar 11.2. Biaya tahunan ekuivalen (EUC) terhadap umur kompresor (Contoh 11.1)

## Dua Skenario yang Berbeda:

1. Pilihan Anda adalah apakah menggunakan aset yang anda miliki (*defender*) untuk jangka waktu N tahun lagi atau membeli barang baru (*challenger*) yang akan digunakan selama N tahun.
2. Pilihan anda adalah menyimpan aset yang ada (*defender*) untuk satu tahun lagi atau menggantinya dengan barang baru (*challenger*) yang akan bertahan selama N tahun. Jika anda tetap menggunakan aset satu tahun lagi, anda akan menghadapi analisis "menyimpan vs. mengganti" kembali pada awal tahun berikutnya.

Keduanya merupakan perbandingan yang saling berdiri sendiri (*mutually exclusive*).

### Contoh 11.2: Skenario I

Anda telah membeli sebuah pompa setahun yang lalu seharga \$1,925.

Anda dapat menjualnya sekarang seharga \$375. Jika anda menggunakannya sampai 10 tahun, tidak ada nilai sisa. Biaya listrik untuk pompa ini sebesar \$900 per tahun.

Sebuah pompa baru membutuhkan biaya \$1,650, dengan masa pakai selama 10 tahun, dan tidak ada nilai sisa pada akhir tahun ke – 10.

Pompa baru akan mengurangi biaya listrik sebesar \$500 per tahun.

MARR = 15% per tahun.

Pilihan *defender*: Tetap menggunakan pompa lama sampai 10 tahun lagi.

$$EUC(D) = \$900$$

*Challenger*: Membeli pompa baru dan menyimpannya selama 10 tahun.

$$EUC(C) = (\$1,650 - 375) * (A/P, 0.15, 10) + \$400$$

$$UUC(C) = (\$1,275) * (0.1993) + \$400 = \$654.11$$

Pilih *challenger*. Tidak ada konsep baru untuk analisis ini...

Apakah perbandingan ini masuk akal? Mengapa ada pertimbangan untuk tetap menggunakan pompa selama 10 tahun lagi?

Contoh 11.3: **Skenario 2**

Sebuah mesin dibeli setahun yang lalu (*defender*), sekarang memiliki nilai sisa (SV) sebesar \$7,000. Biaya peralatan baru sebesar \$10,000, dan MARR perusahaan = 8% per tahun. Nilai sisa tahunan ( $SV_t$ ) dan biaya operasi dan perawatan ( $O\&M_t$ ) disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 11.2.** Nilai sisa dan biaya operasi dan perawatan (Contoh 11.3)

t	$SV_t$	$O\&M_t$
0	\$7,000	
1	\$5,000	\$750
2	\$3,500	\$1,500
3	\$2,500	\$2,250
4	\$2,000	\$3,000

Lihat biaya perpanjangan umur *defender* setiap 1 tahun.

Biaya Akhir tahun ke t (Biaya Marginal (MC) untuk memperpanjang umur selama 1 tahun):

$$MC_t = SV_{t-1}(1+i) - SV_t + O\&M_t \quad (11.1)$$

= biaya karena tidak menjual aset tahun lalu

– keuntungan dari menjualnya sekarang + biaya operasi tahun ini

Pada setiap tahunnya, biaya awal *defender* adalah nilai sisa pada akhir tahun sebelumnya ( $SV_{t+1}$ ).

$$\begin{aligned} MC_1 &= SV_0(1+i) - SV_1 + O\&M_1 \\ &= 7,000(1.08) - 5,000 + 750 = \$3,310 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MC_2 &= SV_1(1+i) - SV_2 + O\&M_2 \\ &= 5,000(1.08) - 3,500 + 1,500 = \$3,400 \end{aligned}$$

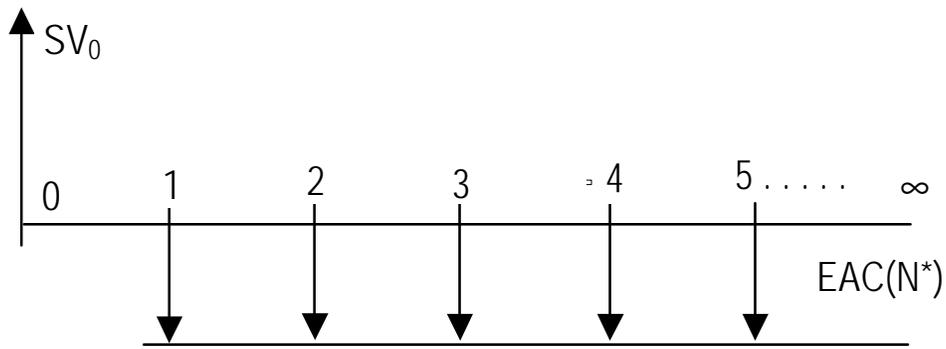
$$\begin{aligned} MC_3 &= SV_2(1+i) - SV_3 + O\&M_3 \\ &= 3,500(1.08) - 2,500 + 2,250 = \$3,530 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MC_4 &= SV_3(1+i) - SV_4 + O\&M_4 \\ &= 2,500(1.08) - 2,000 + 3,000 = \$3,700 \end{aligned}$$

Ini merupakan contoh dari peningkatan Biaya Marginal (MC, meningkat sejalan dengan umur *defender*), yang biasanya diharapkan.

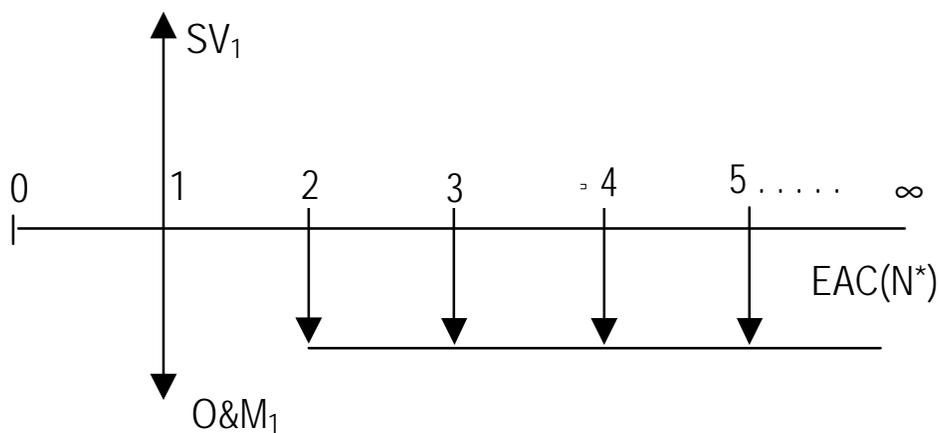
Jika Biaya Marginal (MC) untuk *defender* meningkat, kita dapat membandingkan biaya menggunakan *defender* untuk waktu satu tahun lagi ( $MC_1$ ) dengan biaya pembelian *challenger* dan menyimpannya sampai umur yang optimal. Yaitu membandingkan  $MC_1$  untuk *defender* dengan  $EAC(N^*)$  untuk *challenger*, dimana  $N^*$  adalah umur optimal *challenger*.

Jika  $EAC(N^*) < MC_1$ , pilih *challenger*, bila sebaliknya pilih *defender* (untuk satu tahun lagi).



Gambar 11.3. Arus kas defender (dipertahankan 1 tahun lagi)

versus



Gambar 11.4. Arus kas challenger

Arus kas sama setelah periode kedua, hanya dipertimbangkan sampai pada periode 1.

$$SV_0(1+i) - EAC(N^*) > SV_1 - O\&M_1 \quad \rightarrow \text{pilih untuk menjual sekarang}$$

$$SV_0(1+i) - SV_1 + O\&M_1 > EAC(N^*)$$

$$MC_1 > EAC(N^*) \quad \rightarrow \text{pilih untuk menjual sekarang (terima challenger)}$$

Jika MC untuk *defender* menurun, kita harus menghitung nilai minimum Biaya Ekuivalen Tahunan (EUC) untuk *defender* dan membandingkannya dengan nilai minimum EUC *challenger*.

Contoh 11.4: **Penurunan MC**

Sebuah sistem komunikasi baru berharga \$50,000 4 tahun yang lalu. Nilai sisa sekarang sebesar \$26,000, yang akan berkurang menjadi \$20,000, \$16,500, \$14,000, DAN \$12,000 pada setiap akhir tahun selama empat tahun berikutnya. Biaya operasi dan perawatan sebesar \$6,000 pada tahun ini dan meningkat sebesar \$2,000 per tahun. Jika MARR = 10% per tahun, *challenger* terbaik akan memiliki nilai EAC(N\*) = \$14,200.

Kapan sistem harus diganti ?

$$MC_t = SV_{t-1}(1+i) - SV_t + O\&M_t \tag{11.1}$$

Tabulasikan nilai  $MC_t$ .

**Tabel 11.3.** Perhitungan Biaya Marginal (MC) setiap tahun (Contoh 11.4)

t	SV <sub>t</sub>	SV <sub>t-1</sub>	O&M <sub>t</sub>	MC <sub>t</sub>
0	26			
1	20	26	6	14.6
2	16.25	20	8	13.75
3	14	16.25	10	13.875
4	12.5	14	12	14.9

Karena nilai MC menurun, dan  $MC_1 > EAC(N^*)_{challenger} > \min_t MC_t$  kita harus menghitung sisa umur optimal untuk *defender*.

$$EAC(N^*) = 26 \cdot (A/P, 0.1, N) - SV_{N^*}(A/F, 0.1, N) + 6 + 2(A/G, 0.1, N)$$

**Tabel 11.3.** Perhitungan umur optimal defender (Contoh 11.4)

N	MC(N)	EAC(N)
1	14.6	14.6
2	13.75	14.2
3	13.875	14.1
4	14.9	14.27

$N^* = 3$

Karena  $EAC(3)_{defender} < EAC(N^*)_{challenger}$ , kita berencana untuk menggunakan *defender* selama 3 tahun (menggantinya ketika  $MC_t$  melebihi  $EAC_{challenger}$ .)