

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sejarah Perusahaan

PT Perkebunan Nusantara II merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Sebelumnya perusahaan ini di kuasai oleh *Verenigde Dely My* (VDM) yang merupakan salah satu maskapai milik Belanda yang terbatas pada sektor perkebunan Tembakau Deli dan setelah terjadi peralihan kekuasaan Belanda kepada Indonesia perusahaan ini di kenal dengan nama NV Deli Maskapai (MODTCHAPPY) yang berkantor pusat di Medan. Kemudian berdasarkan peraturan pemerintah, perusahaan ini di beri nama Perusahaan Perkebunan Negara Tembakau Deli (PPNTD-I).

Pada awal berdirinya Perkebunan Nasional Pagar Merbau adalah di bawah naungan PTPN IX. Akan tetapi, di dalam perkembangannya PTPN IX bergabung bersama PTPN II. Awalnya perkebunan PTPN IX hanya menanam tembakau sebagai hasil utama. Namun sesuai izin diversifikasi usaha dari Menteri Pertanian dengan Surat Keputusan No.393/KPTS/UM/1970 tanggal 6 Agustus 1970 untuk Pagar Merbau dan Kuala Namu maka kebun tembakau dikonversikan menjadi kebun kelapa sawit. Kebun – kebun tembakau yang dikonversikan adalah kebun dengan jenis tanah yang digolongkan kelas tiga untuk tembakau yang produksinya rendah di sebabkan derajat penyakit layu yang tinggi. Dengan kata lain jika perkebunan tersebut di pertahankan untuk penanaman tembakau akan menimbulkan kerugian terus – menerus.

Realisasi diversifikasi usaha dimulai dengan penanaman kelapa sawit secara bertahap yaitu :

**Tabel 2.1. Luas Penanaman Kelapa Sawit**

<b>Tahun</b>	<b>Luas Penanaman Kelapa Sawit (Ha)</b>
1971	325
1972	1000
1973	1175
1974	1000
1975	1000
1976	1000
<b>Total</b>	<b>5500</b>

Sumber : PKSPagar Merbau PTPN II

Pembiayaan penanaman kelapa sawit dari tahun 1971 sampai dengan 1973 seluruh dari PTPN IX. Untuk penanaman seterusnya beserta pembangunan pabrik diperoleh dari Departemen Keuangan. Untuk tahun – tahun selanjutnya perluasan tanaman juga dilakukan di beberapa kebun lainnya sehingga jumlah keseluruhan tanaman terdapat pada Tabel 2.2 di bawah ini :

**Tabel 2.2. Nama Kebun dan Luas Areal**

<b>Kebun</b>	<b>Luas (Ha)</b>
Pagar Merbau	7693,34
Batang Kuis	680,89
Klumpang	601,47
Bandar Klippa	32
Sampali	44
Saentis	14
Helvetia	146
<b>Jumlah</b>	<b>9211,70</b>

Sumber : PKS Pagar Merbau PTPN II

PKS (Pabrik Kelapa Sawit) Pagar Merbau direncanakan pada tahun 1974 oleh Direksi PTPN IX. Pada tahun 1975 pembangunan pabrik dimulai dengan

kapasitas produksi awal 30 ton TBS (Tandan Buah Segar) per jam dari yang direncanakan 60 ton TBS per jam. Sebagai supplier adalah *USINE DE WECKER, LUXEMBURG* (UDW) dan dalam hal ini menunjukkan PT. Atmindo Medan sebagai sub – kontraktor yang melakukan fabrikasi. Sedangkan pekerjaan lain di luar menyuplai seperti *water treatment plant*, Laboratorium, *workshop*, *incenerator*, kantor, *drainage* dan lain – lain dikerjakan oleh pemborong lokal. Untuk menjamin produk yang disuplai berkualitas baik, PT. Narada Consultant Bandung ditunjuk sebagai konsultan PTPN IX.

Penyelesaian pembangunan pabrik berakhir pada November 1976 dan kemudian dilakukan individual test , pemasaran perlahan – lahan, pembersihan dan trial run. Pada awal Januari 1977 pabrik mulai beroperasi secara berangsur – angsur untuk kemudian mencapai kapasitas penuh (30 ton TBS per jam) pada awal Februari 1977 dan dilanjutkan dengan *commisioning* pada akhir Februari 1977.

Pabrik Kelapa sawit Pagar Merbau diresmikan secara simbolis oleh Bapak Presiden Republik Indonesia Soeharto pada tanggal 4 April 1977 dengan penandatanganan prasasti di perkebunan Adolina PTPN IV. Pada awalnya PKS Pagar Merbau dipimpin oleh seorang administrator, namun pada perkembangan selanjutnya dilakukan pemisahan antara kebun dan pabrik, dimana kebun dipimpin oleh administrator dan pabrik dipimpin oleh seorang manager pabrik sesuai dengan SKPTS Direksi PTPN II No. 11/KPTS/R.3/1999 tanggal 30 April 1999. Walau terjadi pemisahan antara pabrik dengan kebun namun keduanya saling mendukung karena pengadaan persediaan bahan baku dioalah setiap harinya sebagian besar berasal dari kebun sendiri.

## 2.2. Umur Ekonomis Peralatan

Salah satu kemampuan perusahaan untuk memenuhi target dalam mengolah produk sangat erat kaitannya dengan perkembangan usia pakai mesin dan kemajuan dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Banyak sudah kita lihat perusahaan industri didalam melaksanakan programnya selalu saja di jumpai berbagai persoalan, tentu semua persoalan itu harus bisa dipecahkan dengan bijaksana. Maka untuk dapat memecahkan masalah itu dibutuhkan seorang pimpinan yang bijaksana pula dalam mengambil keputusan bagi perusahaan. Satu dari berbagai persoalan itu di antaranya adalah dalam hal penggunaan mesin, apakah mesin yang lama akan tetap digunakan dengan melakukan berbagai perbaikan atau lebih baik menggantinya dengan mesin yang baru. Agar masalah itu benar-benar dapat diselesaikan dan disimpulkan maka ketelitian mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi suatu masalah sangat penting dalam pengambilan keputusan.

Pada umumnya yang dimaksud dengan umur ekonomis mesin/peralatan adalah jangka waktu dimana suatu peralatan masih memberikan keuntungan. Kemampuan dari mesin ataupun peralatan yang digunakan akan menurun secara perlahan-lahan tetapi pasti. Kenyataannya umur ekonomis suatu mesin akan tergantung pada beberapa faktor antara lain rencana teknis mesin dibuat, frekwensi penggunaan maupun pemeliharaan mesin.

Bila umur ekonomis suatu mesin sudah dilampaui, mesin tersebut umumnya mengalami gangguan seperti frekwensi kerusakan bertambah tinggi yang mengakibatkan naiknya ongkos pemeliharaan mesin, menurunnya kapasitas produksi dan bahkan kemungkinan kualitas produksi menjadi diluar standar.

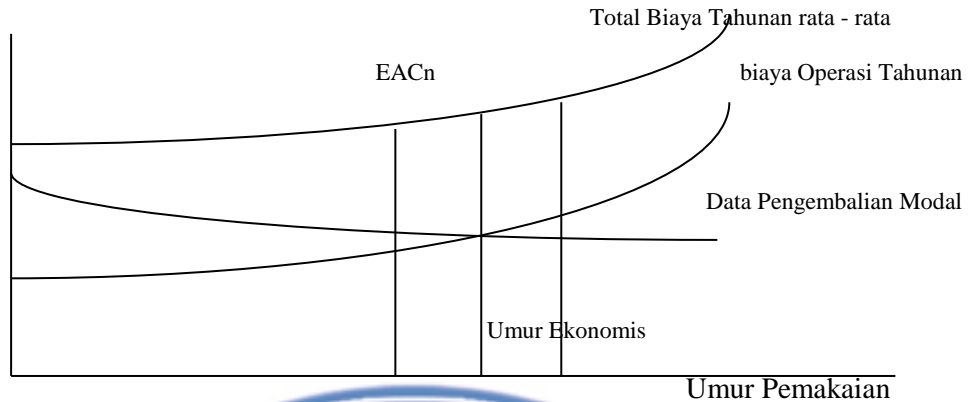
Bertambahnya umur mesin dan peralatan, maka biaya yang di keluarkan semakin bertambah. Kondisi ini akan menyebabkan keuntungan yang diperoleh perusahaan akan berkurang. Namun ada beberapa pengertian lain tentang umur ekonomis peralatan.

Banyak para ahli memberikan penilaian yang berbeda dari pengertian umur ekonomis mesin dengan maksud yang sama walaupun dengan ungkapan kata yang berbeda, yaitu sebagai berikut.:

- A. Umur ekonomis suatu asset adalah jangka waktu dimana asset dapat dioperasikan dan memberikan keuntungan.
- B. Umur sampai batas mana sistem masih ekonomis untuk dioperasikan.
- C. Umur ekonomis suatu asset adalah jangka waktu yang diberikan asset tersebut, dimana asset memiliki *ekivalensi* tahunan rata-rata kecil.
- D. Umur ekonomis suatu asset adalah jangka *ekivalansi* tahunan rata-rata atau memperbesar *ekivalensi* keuntungan bersih tahunan.

Keempat argumen para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa umur ekonomis suatu mesin adalah merupakan jangka waktu pemakaian mesin dimana mesin tersebut memiliki biaya tahunan rata-rata terkecil dan memberikan keuntungan. Umur ekonomis tidak sama dengan umur teknis suatu peralatan. Umur teknis berakhir pada saat alat tidak lagi memberikan prestasi, sedangkan umur ekonomis berakhir pada saat nilai prestasinya menurun. Dapat dilihat grafik umur ekonomis dibawah ini apabila pembahasannya dilakukan dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata pada gambar 2.1.

Biaya Tahunan rata - rata



**Gambar 2.1. Hubungan antara biaya tahunan dengan umur**

Dari gambar dapat dilihat umur ekonomis dapat diperoleh pada saat :

$$EAC_{n-1} > EAC_n < EAC_{n+1} \dots(1)$$

Penentuan waktu umur ekonomis dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata diperoleh dengan rumus :

$$EAC = CR + EAO \dots(2)$$

Dimana : EAC = Ekuivalen Annual Cost

CR = Capital Recovery

EAO = Ekuivalen Annual Operating Cost

### 2.3. Metode-metode Yang Digunakan

Pedoman dasar yang dilakukan dalam melakukan evaluasi umur ekonomis terhadap mesin adalah dengan mengikuti perkembangan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk mesin yang digunakan. Biaya-biaya yang sangat perlu diperhitungkan dalam hal ini antara lain biaya investasi, operasi, perawatan, depresiasi, pajak, asuransi dan lain-lain. Dalam perhitungan ekonomi teknik, secara teoritis ada beberapa metode yang dapat digunakan sebagai pedoman atau petunjuk dalam membuat studi ekonomi.

Metode-metode yang digunakan adalah:

- Metode *Annual Worth Analysis*
- Metode *Present Worth Analysis*
- Metode *Future Worth Analysis*
- Metode *Rate of Return Analysis*

### 2.3.1. Metode *Annual Worth Analysis*

Annual Worth Analysis (Analisis Nilai Tahunan) didasarkan pada konsep ekuivalensi dimana semua arus kas masuk dan arus kas keluar diperhitungkan dalam sederetan nilai uang yang sama besar pada suatu tingkat pengembalian minimum yang diinginkan (minimum attractive rate of return – MARR).

Hasil AW alternatif sama dengan PW dan FW , dimana  $AW = PW (A/P, i, n)$  dan  $AW = FW (A/F, i, n)$ . Dengan demikian, AW dari setiap alternatif dapat dihitung juga dari nilai – nilai ekuivalen lainnya.

Nilai AW alternatif diperoleh dari persamaan :

$$AW = R - E - CR \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : R = revenues (penghasilan atau penghematan ekuivalen tahunan)  
 E = expenses (pengeluaran ekuivalen tahunan)  
 CR = capital recovery (pengembalian modal)

Capital Recovery suatu alternatif adalah nilai seragam tahunan yang ekuivalen dengan modal yang diinvestasikan.

$$CR = (I - S) (A/P, i, n) + S(i) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana : I = investasi awal alternatif  
 S = nilai sisa di akhir usia pakai  
 n = usia pakai alternatif

### 2.3.2. Metode *Present Worth Analysis*

Present worth analysis (analisis nilai sekarang) didasarkan pada konsep ekuivalensi, dimana semua arus kas masuk dan arus kas keluar diperhitungkan terhadap titik waktu sekarang pada suatu tingkat pengembalian minimum yang diinginkan (minimum attractive rate of return – MARR).

Usia pakai berbagai alternatif yang akan dibandingkan dan periode analisis yang akan digunakan bisa berada dalam situasi :

1. Usia pakai sama dengan periode analisis
2. Usia pakai berbeda dengan periode analisis
3. Periode analisis tak terhingga

Analisa dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung net present value (NPV) dari masing – masing alternatif. NPV diperoleh menggunakan persamaan :

$$NPV = PW_{pendapatan} - PW_{pengeluaran} \dots \dots \dots (5)$$

Untuk alternatif tunggal, jika diperoleh nilai  $NPV \geq 0$ , maka alternatif tersebut layak diterima. Sementara untuk situasi dimana terdapat lebih dari satu alternatif, maka alternatif dengan nilai NPV terbesar merupakan alternatif yang paling menarik untuk dipilih. Pada situasi dimana alternatif yang ada bersifat independent, dipilih semua alternatif yang memiliki nilai  $NPV \geq 0$ .

### 2.3.3. Metode *Rate of Return Analysis*

Metode ini digunakan untuk mencari tingkat suku bunga tahunan yaitu dalam hal ini mencari tingkat suku bunga investasi mesin. Apabila kita melakukan suatu investasi maka ada saat tertentu dimana terjadi keseimbangan antara semua pengeluaran dan yang terjadi dengan semua pendapatan yang diperoleh dari



investasi tersebut. Keseimbangan ini akan terjadi pada tingkat pengembalian tertentu. Tingkat bunga yang menyebabkan terjadinya keseimbangan antara semua pengeluaran dan semua pemasukan pada saat satu. periode tertentu disebut dengan *rate of return* yang biasa disingkat dengan ROR. Dengan kata lain, ROR adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai NPW ( *Net Present Worth* ) dari suatu investasi sama dengan nol.

Secara matematis hal ini bisa dinyatakan:

$$NPW = \sum_{t=0}^N F_t (1+i)^{-t} = 0 \dots (6)$$

Dimana:

NPW = *net present worth*

F<sub>t</sub> = aliran kas pada periode t

N = umur proyek atau periode studi dari proyek tersebut

I = nilai ROR dari proyek atau investasi tersebut

Karena F<sub>t</sub> bisa bernilai positif maupun negatif maka persamaan ROR dapat juga dinyatakan:

$$NPW = PWR - PWE = 0$$

Atau

$$\sum_{t=0}^n R_t (P/F, i\%, t) - \sum_{t=0}^n E_t (P/F, i\%, t) = 0 \dots (7)$$

dimana:

PW<sub>R</sub> = nilai present worth dari semua pemasukan (aliran kas positif)

PW<sub>E</sub> = nilai present worth dari semua pengeluaran ( aliran kas negatif)

R<sub>t</sub> = penerimaan netto yang terjadi pada periode ke-t

E<sub>t</sub> = pengeluaran netto yang terjadi pada periode ke-t termasuk investasi awal (P)

### 2.3.4 Metode Future Worth Analysis

Future worth analysis (analisis nilai masa depan) didasarkan pada nilai ekuivalensi semua arus kas masuk dan arus kas keluar di akhir periode analisis pada suatu tingkat pengembalian minimum yang diinginkan (MARR).

Oleh karena tujuan utama dari konsep time value of money adalah untuk memaksimalkan laba masa depan, informasi ekonomis yang diperoleh analisis itu sangat berguna dalam situasi – situasi keputusan investasi modal.

Hasil FW alternatif sama dengan PW, dimana  $FW = PW (F/P, i\%, n)$ . Perbedaan dalam nilai ekonomis yang dihasilkan bersifat relatif terhadap acuan waktu yang digunakan saat ini atau dimasa depan.

Untuk alternatif tunggal, jika diperoleh nilai  $FW \geq 0$ , maka alternatif tersebut layak diterima. Sementara untuk situasi dimana terdapat lebih dari satu alternatif, alternatif dengan nilai FW terbesar merupakan alternatif yang paling menarik untuk dipilih. Pada situasi dimana alternatif yang ada bersifat independent, dipilih semua alternatif yang memiliki nilai  $FW \geq 0$ .

## 2.4. Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Untuk dapat memecahkan masalah dalam penelitian diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

### 2.4.1. Pengelompokkan Biaya

Untuk mendapatkan saat yang terbaik dalam mengganti peralatan, diharapkan adanya pencatatan biaya yang telah dikeluarkan selama penggunaan peralatan tersebut. Untuk pemecahan masalah tersebut di atas, maka biaya-biaya dikelompokkan diatas :

## A. Depresiasi

Sebuah peralatan yang digunakan secara bertahap akan mengalami penyusutan dalam nilainya, yang pada akhirnya tidak bernilai sama sekali (*worthlessness*). Pengurangan nilai yang terjadi selama periode kerjanya tersebut harus dikeluarkan sejumlah biaya yang disebut biaya depresiasi. Metode pengalokasian biaya atas penyusutan nilai suatu asset disebut dengan Metode depresiasi.

### a. Metode garis Lurus (*Straight Line Method*)

Pada metode ini besarnya depresiasi berbanding langsung dengan umur mesin/peralatan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$d = \frac{(P-L)}{N} \dots (9)$$

dimana :

d = Depresiasi tahunan

P = Harga awal mesin/peralatan

L = Harga akhir mesin/peralatan

N = Umur mesin/peralatan

### b. Metode Presentase Tetap (*Declining Balance Method*)

Metode ini sering juga diberi notasi *Metheson Formula*. Perbandingan nilai *depresiasi* setiap tahun terhadap nilai buku pada awal tahun tersebut adalah konstan sepanjang umurnya. Perbandingan diberi notasi k.

- Besarnya *depresiasi* untuk tahun pertama adalah :

$$d1 = P.K$$

- Besarnya *depresiasi* untuk tahun ke-x adalah :

$$dx = (BV_{x-1}) \cdot k$$

- Harga akhir pada umur n tahun adalah :

$$L_n = P \cdot (1-k)^n$$

- *Book value* pada tahun ke-x adalah :

$$BV_x = P - x \cdot d$$

$$k = 1 - \sqrt[n]{\frac{BV_x}{P}} \dots (10)$$

Cara yang lebih sederhana yang sering digunakan juga adalah dengan Double Declining Balance Method of Depretiation. Dengan metode ini, suatu aset yang diestimasi berumur n tahun, diberi maximum rate dengan nilai :

$$k = 2/n$$

c. Metode Jumlah Digit (*The Sum of Year Digits Method*)

Metode ini biasanya diberi notasi metode SYD. Jumlah angka-angka umur mesin/peralatan tersebut merupakan penyebut dari faktor *depresiasi*, sedangkan pembilangnya adalah kebalikan urutan umurnya.

Perhitungan dilakukan dengan persamaan berikut :

$$d_N = (P - L) \left[ \frac{2(n-N+1)}{n(n+1)} \right] \dots (11)$$

dimana :

dN = Depresiasi tahunan

P = Harga awal mesin/peralatan

L = Harga akhir mesin/peralatan

n = Umur mesin/peralatan

$N$  = Umur pakai tahunan ke- $N$

d. Metode Sinking Fund (*The Sinking Method*)

Pada metode ini dana yang di depresiasikan pada tahun pertama lebih kecil dari pada tahun berikutnya. Perhitungan dilakukan dengan persamaan berikut :

$$D = (P - L) (A/F, i \%, n) \dots (12)$$

Dimana :

$D$  = Depresiasi tahunan

$P$  = Harga awal mesin

$L$  = Harga akhir mesin/peralatan

$(A/F, i \%, n)$  = *Sinking Fund Factor*

$i$  = Umur pakai mesin/peralatan

**B. Biaya Investasi**

Biaya *Investasi* adalah biaya pembelian mesin dan biaya pemasangan sampai mesin tersebut dapat beroperasi.

$$\frac{(P-L)}{N} (i\%) \dots (13)$$

Bila  $P$  merupakan harga awal sedangkan  $L$  merupakan harga akhir dan  $N$  umur mesin, dengan bunga uang yang berlaku  $i$  %, maka rata-rata investasi adalah gabungan dari biaya rata-rata antara biaya depresiasi secara *straight line* dengan kenaikan, harga dan biaya investasi adalah sama dengan perolehan modal (*capital recovery*)

**C. Biaya Perawatan**

Biaya perawatan cenderung meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya umur mesin/peralatan. Biaya ini meliputi penggantian sparepart

yang rusak, pemakaian minyak pelumas, biaya tenaga kerja yang merawat mesin/peralatan.

#### **D. Biaya Bahan Bakar**

Pemakaian bahan bakar cenderung meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya umur peralatan. Besarnya tergantung pada jenis bahan bakar, jam operasi, besar mesin, karakteristik mesin.

#### **E. Biaya Tenaga Kerja**

Biaya Tenaga Kerja tergantung jumlah tenaga kerja yang melayani mesin. Biaya tenaga kerja ini tidak merata setiap tahun dan tidak mempengaruhi umur ekonomis.

#### **F. Kerugian Akibat Berhentinya Mesin (Down Time)**

Biaya ini tergantung pada besarnya jam perawatan setiap tahunnya yang meningkat dengan bertambahnya umur mesin.

#### **G. Pemakaian Suku Cadang dan Minyak Pelumas**

Pemakaian suku cadang dan minyak pelumas cenderung meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya umur peralatan dan harga dipasaran. Besarnya tergantung pada jenis suku cadang dan minyak pelumas, jam operasi, karakteristik mesin.

### **2.4.2. Peramalan**

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangkas memenuhi permintaan barang ataupun jasa.

Secara garis besar metode peramalan di bedakan atas 2 (dua) kelompok yaitu :

1. Metode Peramalan Kualitatif.
2. Metode Peramalan Kuantitatif.

Pada peramalan kualitatif tidak dibutuhkan identifikasi yang jelas terhadap pola dasar, hal ini karena hasil dari peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan si peramal serta pengalaman si peramal. Sedangkan peramalan kuantitatif dibutuhkan identifikasi yang jelas tentang tipe dari pola dasar. Hasil peramalan tersebut sangat tergantung pada metode yang digunakan. Peramalan kuantitatif hanya digunakan apabila 3 (tiga) kondisi sebagai berikut :

1. Adanya informasi masa lalu yang dapat di gunakan.
2. Informasi tersebut dapat di kuantifikasikan ke dalam bentuk angka.
3. Dapat di asumsikan bahwa beberapa aspek dan pola yang akan berkelanjutan pada masa yang akan datang.

Peramalan harus dilakukan karena total biaya tahunan rata-rata mesin boiler belum diperoleh. Peramalan beberapa tahun kedepan dilakukan terhadap nilai konstan biaya operasi, biaya down time dan Capital Recovery (CR). Metode yang dipakai untuk peramalan biaya – biaya adalah metode linier sehingga dapat ditentukan MSE (Mean Square Error).

Alasan pemilihan metode peramalan linier karena data biaya operasi, biaya down time mesin boiler membentuk pola linier ( garis lurus ).

Persamaan linier yaitu :  $Y_i' = a + b.X_i$

Dimana:

$Y_i'$  = Nilai peramalan

$X_i$  = Waktu

a dan b = Konstanta

Persamaan Mean Square Error yaitu :

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \dots\dots( 14 )$$

Dimana :

Y<sub>i</sub> = Nilai data sebenarnya

n = Banyak data

Peramalan harus dilakukan karena total biaya tahunan rata-rata mesin Boiler belum diperoleh. Peramalan beberapa tahun kedepan dilakukan terhadap : nilai konstan biaya operasi, biaya *down time* dan *Capital Recovery* (CR). Metode yang dipakai untuk peramalan biaya – biaya adalah metode linier sehingga dapat ditentukan MSE (*Mean Square Error*).

Alasan pemilihan metode peramalan linier karena data biaya operasi, biaya *down time*, dan depresiasi (*Capital Recovery*) mesin boiler membentuk pola linier (garis lurus ).

Persamaan linier yaitu :  $Y_i = a + b \cdot X_i$

Dimana: Y<sub>i</sub> = Nilai peramalan

X<sub>i</sub> = Waktu

a dan b = Konstanta

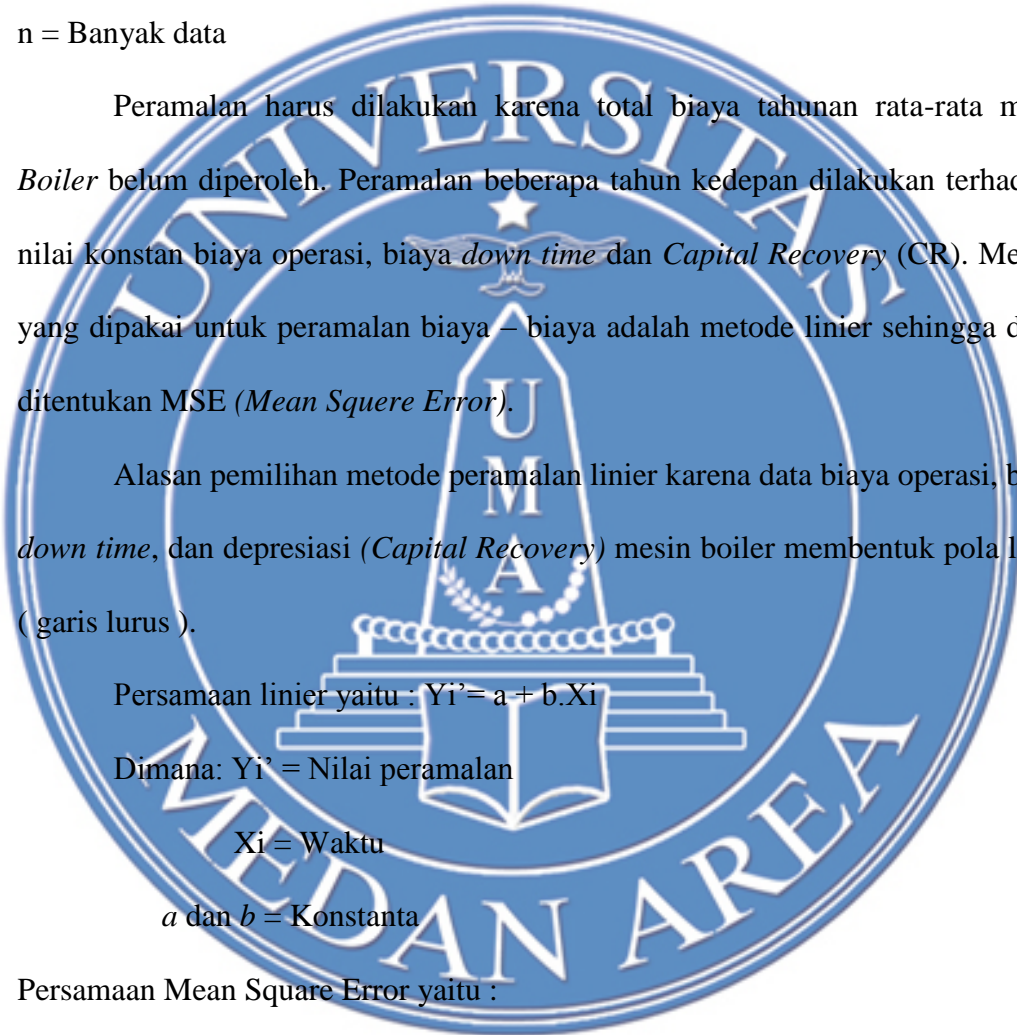
Persamaan Mean Square Error yaitu :

$$\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \dots\dots( 15 )$$

Dimana :

Y<sub>i</sub> = Nilai data sebenarnya

n = Banyak data



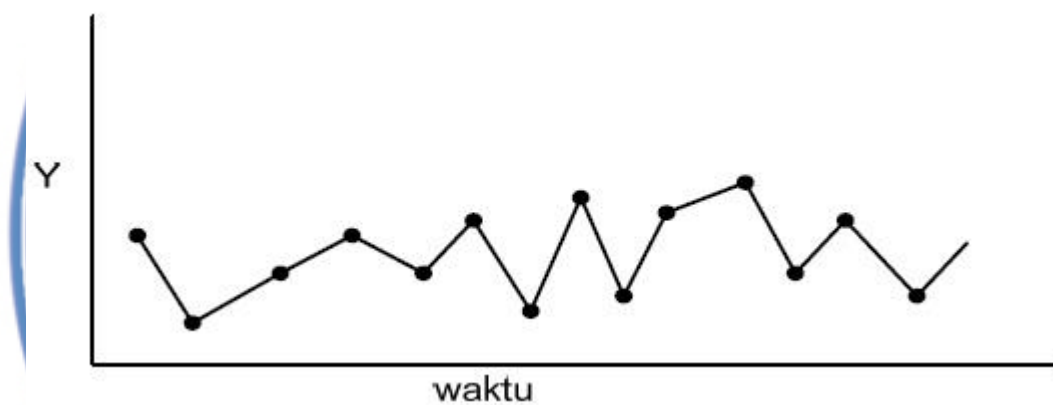


Dalam hal ini peramalan di lakukan untuk memenuhi kebutuhan data mengenai biaya-biaya pengoperasian mesin/peralatan. Adapun model peramalan yang digunakan adalah model deret berkala, dimana deret berkala tersebut adalah merupakan serangkaian data-data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu kejadian.

Dari model deret berkala di kenal 4 (empat) pola data sebagai berikut :

1. Pola Horizontal

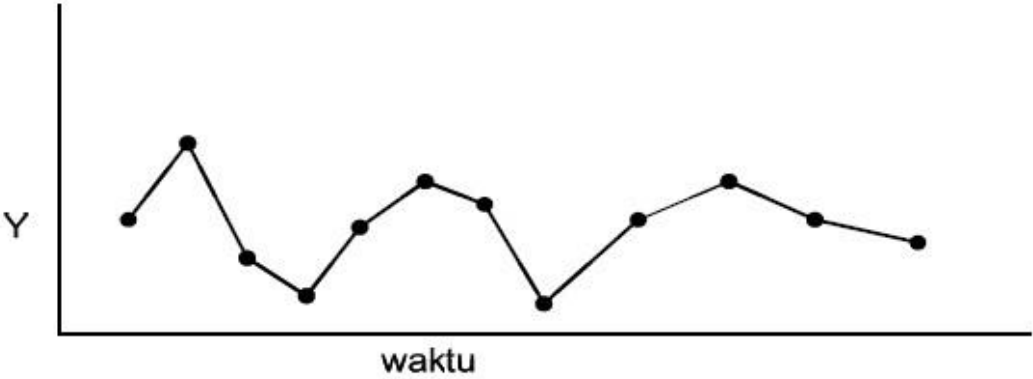
Pola data ini terjadi apabila harga data berfluktuasi sekitar harga rata-rata, dan dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Pola Horizontal**

2. Pola Musiman

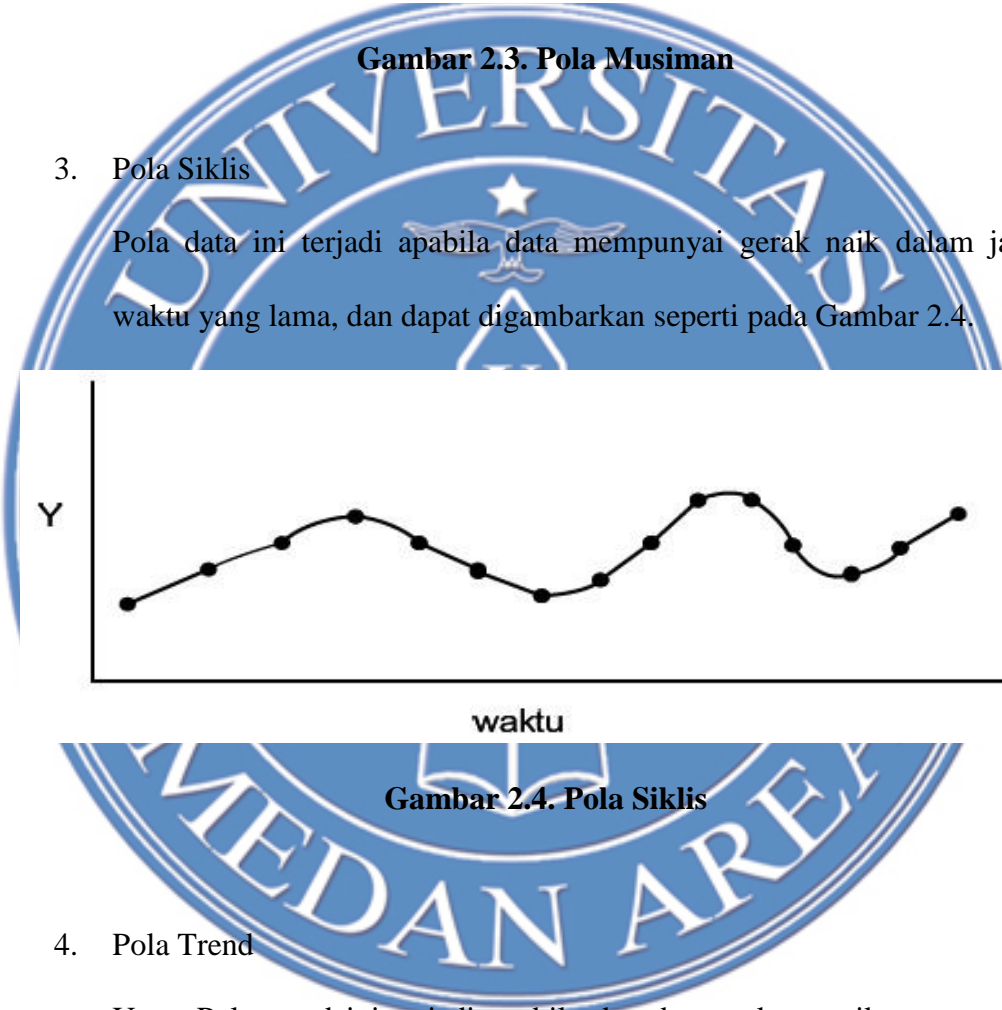
Pola data ini terjadi bila data sangat dipengaruhi oleh musiman, dan dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pola Musiman

3. Pola Siklis

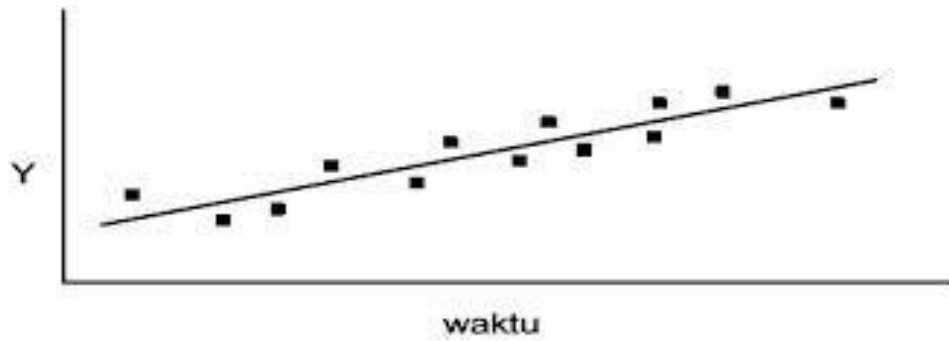
Pola data ini terjadi apabila data mempunyai gerak naik dalam jangka waktu yang lama, dan dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pola Siklis

4. Pola Trend

Utara Pola trend ini terjadi apabila data bergerak menaik atau menurun dalam jangka waktu yang panjang, dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5. Pola Trend**

Pemilihan teknik peramalan ini didasarkan atas bentuk pola data. Untuk peramalan pada laporan ini digunakan Pola trend. Dimana pola trend ini terdiri dari :

a. Trend Linier

$$Y_i = a + bX_i$$

Dimana :

$Y_i$  = Nilai Peramalan

$X_i$  = Waktu

$a$  dan  $b$  = konstan

Harga  $a$  dan  $b$  dapat diperoleh dengan rumus :

$$a = \frac{\sum Y_i - b \sum X_i}{n} \dots (16)$$

$$b = \frac{n[\sum_{i=1}^n X_i Y_i] - [\sum_{i=1}^n X_i] - [\sum_{i=1}^n Y_i]}{n [\sum_{i=1}^n X_i] - [\sum_{i=1}^n X_i]} \dots (17)$$

b. Trend Kuadratis

Bentuk persamaannya adalah :

$$Y_i = a + bX_i + cX_i^2$$

Dimana :

$Y_i$  = Nilai dari ramalan

$X_i$  = Waktu

a dan b = Konstan

Harga a, b dan c diperoleh dengan persamaan :

$$\sum_{i=1}^n Y_i = n.a + b[\sum_{i=1}^n X_i] + c[\sum_{i=1}^n X_i^2] \dots( 18 )$$

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i = a[\sum_{i=1}^n X_i] + b[\sum_{i=1}^n X_i^2] + c [\sum_{i=1}^n X_i^3] \dots( 19 )$$

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 Y_i = a[\sum_{i=1}^n X_i^2] + b[\sum_{i=1}^n X_i^3] + c[\sum_{i=1}^n X_i^4] \dots(20)$$

### c. Trend Eksponensial

Bentuk persamaannya adalah :

$$Y_i = a ( e )^{bx}$$

Dimana :

$Y_i$  = Nilai dari ramalan

$X$  = Waktu

a, b dan c = Konstan

Harga-harga konstanta a dan b adalah diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$$b = \frac{n \sum X_1 n Y - \sum X \sum 1 n Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots( 21 )$$

$$\ln a = \frac{\sum 1 n Y - b \sum t}{n} \dots( 22 )$$

Dari ketiga trend peramalan diatas dapat dipilih trend yang lebih sesuai, berdasarkan jumlah SEE ( *Standard Error Estimation* ) terkecil dan koefisien korelasi yang terbesar. dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-f}} \dots( 23 )$$

Dimana :

SEE = *Standard Error Estimation*

$Y_i$  = Nilai dari persamaan

$Y_i^{\wedge}$  = Nilai data sebenarnya

n = Banyak data

f = Derajat kebebasan

### 2.4.3. Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-rata

Untuk biaya-biaya yang berfluktuasi setiap tahun, biaya-biaya tersebut dihitung dengan cara sebagai berikut :

#### a. Menghitung *Capital Recovery* (CR)

- Hitung harga akhir mesin tiap tahun (*Book Value*).

- Hitung CR dengan persamaan :

$$CR = (I - S) (A/P, i \%, n) + Si \dots (24)$$

Dimana :

CR = *Capital Recovery*

I = Harga Awal

S = Harga Akhir

i = Suku Bunga

n = Umur Pakai Mesin/Peralatan

$(A/P, i \%, n)$  = *Capita Recovery Factor*

#### b. Menghitung biaya *down time*

- Hitung *down time* mesin tiap tahun

- Hitung rata-ratanya tiap tahun dengan persamaan :

$$rd = \Sigma d / n \dots (25)$$

Dimana :

rd = Rata-rata *down time* mesin setiap tahun

$\Sigma d$  = Jumlah *down time* mesin sampai tahun ke- n.

$n$  = Jumlah tahun

- Hitung biaya *down time* dengan persamaan :

$$Bd = rd / jk \times CR \times MARR \dots(26)$$

Dimana :

$Bd$  = Biaya *down time*.

$rd$  = Rata-rata *down time*.

$jk$  = Jam kerja per tahun

$CR$  = *Capital Recovery*

$MARR$  = Tingkat bunga yang dipakai.

- Hitung biaya *down time* mesin untuk masa 5 tahun yang akan datang dihitung dengan persamaan yang dipilih.

c. Menghitung biaya operasi tahunan rata-rata

- Hitung biaya operasi setiap tahun.
- Hitung biaya operasi tahunan yang akan datang (10 tahun yang akan datang) dengan persamaan yang dipilih.
- Tentukan *Present Value* dari total biaya tiap tahun ke tahun nol yaitu dengan cara mengalikan biaya dengan faktor *Present Worth* ( $P/F, i \%, n$ ).
- Hitung komulatif biaya *Present Value* diatas.
- Untuk mendapatkan biaya tahunan rata-rata kalikan komulatif biaya tiap tahun dengan factor *Capital Recovery* ( $A/P, i \%, n$ ).
- Hasil yang diperoleh merupakan ekivalen dari biaya operasi tahunan rata-rata tiap tahunnya.

d. Menghitung total biaya tahunan rata-rata

- Jumlahkan semua elemen biaya di atas ( *Capital Recovery* ), biaya *Down Time* dan biaya operasi tahunan rata-rata.
- e. Memilih total biaya tahunan rata-rata yang terkecil
- Diambil nilai yang terkecil dari total biaya tahunan rata-rata.

