

# PENENTUAN UMUR EKONOMIS BUS MAKMUR MERCEDES BENZ OH1256 TRAYEK MEDAN-SIBOLGA DENGAN METODE BIAYA TAHUNAN RATA-RATA

**Ir. Bungaran Tambun, M.Si**

Dosen Institut Sains Dan Teknologi TD. Pardede Medan

*Email bungarant@gmail.com*

## ABSTRAK

Suatu alat akan menjadi buruk sejalan dengan waktu yang ditandai oleh oleh efisiensi dan produktivitas alat yang semakin menurun dan sering melakukan perbaikan-perbaikan, disisi lain dalam kurun waktu yang bersamaan biaya-biaya operasionalnya mengalami peningkatan, sehingga akan mempengaruhi menurunnya pendapatan perusahaan. Demikian halnya dengan Pengoperasian Bus Makmur trayek Medan- Sibolga telah melebihi perkiraan umur teknisnya (perkiraan umur teknisnya 10 tahun, sedangkan Bus semenjak dioperasikan tahun 2009 telah berumur 12 tahun). Hal tersebut mengakibatkan biaya pengoperasian Bus yang terus mengalami peningkatan, sementara performa bus tersebut semakin berkurang yang mengakibatkan nilai pengembalian modal semakin berkurang. Penelitian ini ditujukan untuk menentukan umur ekonomis Bus Makmur trayek Medan-Sibolga berdasarkan biaya tahunan rata-ratanya, semenjak dioerasikan tahun 2009

Untuk menentukan total biaya tahunan rata-rata minimum pada saat umur ekonomisnya. Setelah data dikumpulkan dan di analisis, maka hasilnya adalah sebagai berikut: (a) Untuk perhitungan umur ekonomis pada Bus Makmur Trayek Medan-Sibolga terdapat pada tahun ke-4 tepatnya pada tahun 2012 sejak pembelian tahun 2009. (b) Total biaya tahunan rata-rata minimum pada saat umur ekonomis bus Makmur trayek Medan-Sibolga adalah Rp 973.346.718. (c) Semakin lama umur pengoperasian Bus, maka biaya operasional akan semakin meningkat (tinggi

Kata kunci: Penggantian

## ABSTRACT

*A tool will become bad over time which is marked by the decreasing efficiency and productivity of the tool and often makes improvements, on the other hand, in the same period of time operating costs have increased, so that it will affect the decline in company revenue. The operation of the Makmur Bus on the Medan-Sibolga route has exceeded its estimated technical life (the estimated technical age is 10 years, while the bus has been 12 years since its operation in 2009). This results in the operating costs of the Bus which continue to increase, while the performance of the bus is decreasing which results in a reduced return on capital. This study aims to determine the economic age of the Medan-Sibolga Bus Makmur route based on its average annual cost, since it was operational in 2009. To determine the minimum average total annual cost at the time of its economic life. After the data is collected and analyzed, the results are as follows: (a) For the calculation of the economic age on the Medan-Sibolga Bus Makmur Route, there is in the 4th year to be precise in 2012 since the purchase in 2009. (b) The minimum average age for the Makmur bus on the Medan-Sibolga route is Rp. 973,346,718. (c) The longer the bus operating life, the higher the operational costs*

*Keywords: Replacement*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

CV Makmur merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa transportasi yang berasal dari kota Medan Sumut. Bus makmur memiliki beberapa kelas yang disediakan mulai dari kelas non AC kelas AC sampai dengan kelas Super Executive yang membuat para penumpang lebih merasa nyaman ketika menggunakan jasa bus makmur. Harga tiket bus makmur ini pun dapat dijangkau oleh semua kalangan masyarakat. Pada umumnya trayek CV.

Makmur adalah kota-kota yang ada didaerah Riau, seperti: Pekanbaru, Dumai, Duri, Pangkalan Kerinci, Rengat, Kota Baru, Teluk Kuantan, dan satu satunya trayek Makmur di Sumatera Utara adalah Medan-Sibolga. Yang menjadi objek penelitian dalam tugas akhir ini adalah Bus Makmur trayek Medan-Sibolga. Untuk trayek Medan-Sibolga, semenjak tahun 2009 hingga sampai sekarang CV. Makmur mengoperasikan armada jenis Mercedes Benz OH1256, karoseri Rahayu Santosa sebanyak 4 unit dengan jadwal pemberangkatan sebagai berikut:

Medan-Sibolga dengan waktu pemberangkatan jam 08,00 pagi satu unit dan pada jam 17.00 Sore 1 unit. Demikian juga dari Sibolga-Medan dengan jadwal operasi/pemberangkatan yang sama dengan bus yang berbeda, yaitu 1 unit pagi dan 1 unit sore. Dalam pengoperasiannya sehari-hari, armada bus Makmur ini tidak lepas dari biaya-biaya, seperti biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya suku cadang, biaya perawatan, dan biaya operator bus seperti sopir dan kernet serta biaya-biaya operasional lainnya. Dalam keadaan baru, bus-bus makmur ini tidak membutuhkan biaya banyak untuk perawatan rutinnya, namun seiring berjalannya waktu, biaya-biaya operasional dari bus tersebut terus mengalami peningkatan karena performanya yang semakin berkurang, dimana bus-bus tersebut sejak dioperasikan tahun 2009 hingga sekarang (tahun 2020) telah berumur 12 tahun pada hal perkiraan umur teknisnya adalah 10 tahun. Untuk mengatasi bus yang semakin berkurang performanya, perlu perhatian ekstra agar pengoperasiannya sehari-hari tetap lancar, maka perlu diketahui perkiraan umur ekonomis yaitu; umur dari suatu aset yang berakhir hingga secara ekonomi penggunaan aset tersebut tidak menguntungkan lagi secara ekonomi, walaupun secara teknis aset tersebut masih bisa di pakai.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalahnya dapat di identifikasikan sebagai berikut:

### 2.1. Pengertian Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik merupakan salah satu alat ampuh untuk menentukan pilihan tersebut dimana aspek teknis dan aspek ekonomis dikaji secara bersamaan. Studi ekonomi teknik dilaksanakan untuk menemukan dan mengevaluasi pilihan yang tersedia. Studi ini menjelaskan ada sejumlah alternatif yang lebih ekonomis disbanding alternatif yang ada (Giatman, 2006).

Studi ekonomi teknik dapat didefinisikan sebagai sebuah perbandingan antara alternatif-alternatif dimana perbedaan diantara alternatif itu dinyatakan dalam bentuk uang. Persoalan pokok yang dibicarakan dalam ekonomi teknik adalah bagaimana kita bisa menilai apakah tindakan yang diusulkan itu akan terbukti ekonomis untuk jangka panjang jika dibandingkan dengan alternatif alternatif yang mungkin. Penilaian tersebut tidak bisa didasarkan pada perasaan, hal ini harus dipecahkan dengan sebuah studi ekonomi teknik (Giatman, 2006).

### 2.2. Umur Dari Suatu Aset

Analisis penggantian adalah salah satu yang amat penting dan merupakan topik yang menantang

1. Pengoperasian Bus Makmur trayek Medan-Sibolga telah melebihi perkiraan umur teknisnya (perkiraan umur teknisnya 10 tahun, sedangkan Bus semenjak dioperasikan tahun 2009 telah berumur 12 tahun)
2. Biaya pengoperasian Bus yang terus mengalami peningkatan, sementara performa bus tersebut semakin berkurang yang mengakibatkan nilai pengembalian modal semakin berkurang.

### 1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka dirumuskanlah permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa tahunkah umur ekonomis Bus Makmur trayek Medan-Sibolga berdasarkan biaya tahunan rata-ratanya, semenjak dioerasikan tahun 2009 ?
2. Berapakah total biaya tahunan rata-rata minimum pada umur saat ekonomisnya sejak tahun pegoperasian (tahun 2009) ?

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan umur ekonomis Bus Makmur trayek Medan-Sibolga berdasarkan biaya tahunan rata-ratanya, semenjak dioerasikan tahun 2009
2. Untuk menentukan total biaya tahunan rata-rata minimum pada saat umur ekonomisnya.

## II LANDASAN TEORI

dalam analisis ekonomi. Suatu aset untuk dukungan dalam analisis adalah berarti dan memerlukan komitmen dari modal yang memiliki batas relatif sesuai dengan kontribusinya dalam mencapai keuntungan. Suatu aset memiliki umur layanan yang bervariasi dimana jika didefinisikan, menggambarkan fungsinya, (Waldiyono, 2008):

1. Umur pelayanan adalah periode produksi untuk mana aset dikehendaki.
2. Umur fisik termasuk keseluruhan umur dari asset dari awal dibuat sampai tidak dapat dipakai dan menjadi barang bekas.
3. Umur ekonomis dari aset adalah periode pelayanan dari pemasangan sampai penggantian untuk mana biaya produksi, untuk tingkat layanan tertentu, minimum asset masih memberikan keuntungan.

### 2.3. Alasan-Alasan Analisis Penggantian

Penggantian mesin/peralatan tidak selamanya dilakukan semata-mata disebabkan karena mesin/peralatan yang ada sudah benar-benar usang, tetapi bisa juga karena faktor-faktor lainnya. Adapun alasan-alasan suatu mesin/peralatan perlu diganti antara lain, (Pujawan, 2008) :

1. Adanya keuntungan potensial dari penggunaan mesin baru.  
Misalnya penggunaan bahan dan tenaga kerja yang lebih efektif, sehingga harga pokok produk menjadi lebih rendah atau memberikan penghematan yang terbesar.
2. Oleh karena mesin yang dipergunakan sering rusak sehingga tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.
3. Mesin/peralatan yang rusak ini perlu diganti, karena apabila mesin ini tidak diganti dan terus dipergunakan maka akan menimbulkan kerugian-kerugian, seperti: Waktu pengerjaan (*operation time*) dari produk di mesin tersebut bertambah, Produksi perusahaan menurun, karena waktu produksi per satuan bertambah, Kualitas produk menurun, Biaya tenaga kerja akan bertambah besar, Biaya *maintenance* juga akan bertambah besar.
4. Karena mesin/peralatan yang digunakan telah kuno/tua atau ketinggalan zaman.  
Walaupun mesin/peralatan yang kuno ini masih dapat berfungsi, tetapi tidak memenuhi tuntutan kemajuan teknologi yang modern (dalam arti ekonomis), sehingga produk yang dihasilkan tidak dapat bersaing dengan produk lain di pasar, yang diproduksi dengan baru yang lebih efisien.
5. Karena mesin peralatan yang lama tidak dapat lagi memproduksi sesuai dengan kapasitas yang direncanakan.
6. Kemungkinan penyewaan (*rental or lease possibilities*)

#### 2.4. Metode Penggantian Peralatan Biaya Tahunan Rata-Rata

Dengan metode ini dihitung total ekuivalensi biaya tahunan. Setiap biaya dihitung ekuivalensinya selama umur pemakaiannya. Dengan mempertimbangkan bunga uang, umur ekonomis dapat dicapai pada saat total *ekivalensi* biaya tahunan rata-rata minimum. Untuk menghitung total tahunan digunakan persamaan sebagai berikut :

EUAC = Capital Recovery + Equivalent Annual Operating Cost

EUAC =  $(P-L)(A/P, i, n) + Li + FW$  (Operating Cost for N Year)  $(A/F, i, N)$

Atau

EUAC =  $(P-L)(A/P, i, n) + Li + PW$  (Operating Cost for N Year)  $(A/P, i, N)$

Dimana ;

EUAC = Ekuivalensi Uniform Annual Cost

CR = Capital Recovery

EAOC = Equivalent Annual Operating Cost

FW = Future Worth

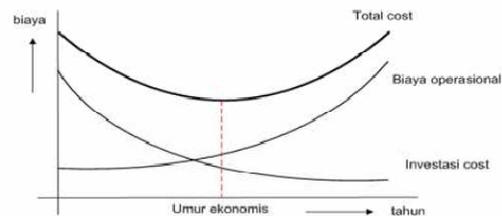
PW = Present Worth

Dengan demikian maka pemecahan masalah *Replacement* ini didasarkan pada evaluasi umur ekonomis mesin/peralatan dengan metode biaya tahunan rata-rata.

#### 2.5. Replacement Cycle Evaluation

Menurut (Grant, 1994) Siklus penggantian mesin/peralatan dengan tipe yang sama disebut peremajaan, mempunyai cara pembahasan tersendiri dari sudut evaluasi ekonomi. Total dari pengembalian modal dan biaya operasi merupakan penelitian dasar dalam pembahasan ini. Dimana biaya pengembalian modal cenderung menurun, sementara biaya operasi dan perawatan naik sejalan dengan pertambahan umur mesin/peralatan tersebut. Tujuan pembahasan siklus peremajaan ini adalah untuk mendapatkan usia pergantian saat biaya tahunannya minimum, dimana disebut sebagai umur ekonomis mesin/peralatan. Dengan demikian umur ekonomis dapat diartikan sebagai jangka waktu penggunaan ekonomis, dimana jangka waktu yang dicapai pada biaya rata-rata per satuan waktu mempunyai harga rendah.

Apabila pembahasannya dilakukan dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata maka saat peremajaan yang tepat secara matematis dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Hubungan antara biaya tahunan dengan umur (Sumber: Giatman, 2006)

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

EUAC = CR + EAOC

Dimana :

EUAC = Ekuivalen Uniform Annual Cost

CR = Capital Recovery

EAOC = Ekuivalen Annual Operating Cost

#### 2.6. Depresiasi Metode Jumlah Digit (Sum Of Year Digit)

Pada metode ini depresiasi dibebankan lebih besar pada tahun-tahun pertama dan berangsur turun pada tahun ke-n. Adapun bentuk persamaan metode jumlah digit atau Sum Of Year Digit (SOYD), adalah sebagai berikut: Metode Jumlah Digit Sum Of Year Digit) adalah sebagai berikut: (Pujawan, 2008)

$$D_T = \frac{N-T-1}{SOYD} (P - S)$$

Dimana:

Dt = Depresiasi tahun ke  
 N = Taksiran Umur Alat  
 T = Tahun Ke  
 SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N  
 P = Harga Awal Mesin  
 S = Harga nilai sisa mesin  
 Untuk perhitungan depresiasi dan nilai buku (BV) digunakan rumus :

$$BV = P - \frac{t \left( \frac{N}{2} + 0.5 \right)}{SOYD} (P - S)$$

BV = Nilai Buku Pada Tahun Ke  
 N = Taksiran Umur Alat  
 T = Tahun Ke  
 SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N  
 P = Harga Awal Mesin  
 S = Harga nilai sisa mesin

### 2.7. Peramalan Metode Trend Linier

Model analisa garis kecenderungan yang paling sederhana adalah menggunakan persamaan sebagai berikut:  $Y = a + b(x)$ , dimana Y adalah Variabel respon (dependent), X adalah variable factor penyebab (Independent), a adalah konstanta dan b adalah koefisien regresi (kemiringan); besaran Response yang ditimbulkan oleh predictor. Dimana harga a dan b dapat dihitung dengan dengan persamaan/rumus sebagai berikut;

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$



Gambar 2.2 Contoh Pola Trend (Sumber: Aulia Ishak,2010)

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek yang diteliti adalah Bus Makmur Trayek Medan-Sibolga bermesin Mercedesbenz OH1256 Single Decker.

### 2.2.Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua variable yang akan diteliti, yaitu variable terikat (dependent) dan variable bebas (independent). Yang menjadi variable terikat (variable dependen), adalah: Umur Ekonomis Bus Makmur trayek Medan-Sibolga. Sedangkan variable bebasnya adalah biaya-biaya operasional, harga awal dan harga akhir bus, depresiasi dan tingkat suku bunga, dimana variabel terikat ini memiliki hubungan sebab akibat terhadap variable-variabel bebas.

### 2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi Langsung  
 Yaitu pengumpulan data dengan cara mengadakan peninjauan secara langsung ke lapangan untuk mendapatkan data yang berkenaan dengan :
2. Wawancara Langsung  
 Disini penulis melakukan wawancara langsung dengan pihak manajemen PT. Makmur trayek Medan-Sibolga, terutama mengenai jadwal pengoperasian Bus, perkiraan umur teknis, perkiraan harga akhir bus setelah umur teknisnya, tentang bagaimana perawatan bus, sejarah perusahaan.

### 2.4. Studi Kepustakaan

Dalam studi kepustakaan ini, penulis membaca beberapa buku literature yang berkaitan dengan umur ekonomis suatu alat, bagaimana bentuk-bentuk penyusutan dari sebuah asset, juga mengumpulkan dokumen, arsip, maupun catatan penting lainnya, yang berhubungan dengan permasalahan penulisan skripsi ini.

### 2.5. Data Penelitian

Data dari hasil penelitian dapat dibedakan menjadi dua bagian, diantaranya adalah:

1. Data Primer  
 Data primer adalah data hasil observasi yang akan digunakan untuk penelitian ini yang berasal dari dari pihak internal perusahaan. Contohnya; spesifikasi bus, data biaya operasional.
2. Data Sekunder  
 Data sekunder adalah data yang berasal dari pihak eksternal perusahaan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Contohnya; tingkat suku bunga investasi dan tingkat inflasi.

## 2.6. Metode Pengolahan Dan Analisis Data

Hasil pengumpulan data, selanjutnya diolah dan dianalisis, antara lain menyangkut: perhitungan depresiasi tahunan Bus Makmur dengan metode Sum Of Year Dgit Depreciation, penentuan MARR dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga investasi dan tingkat inflasi, menghitung biaya operasional tahunan rata-rata dengan metode EUAC= Equivalensi Uniform Annual Cost, peramalan biaya operasional selama 4 tahun sampai umur teknisnya dengan metode peramalan tren linier, menghitung biaya pengembalian modal (Capital Recoveri), serta menghitung total biaya tahunan rata-rata dan menentukan umur ekonomis serta total biaya tahunan rata-rata hasil penjumlahan dari biaya operasional rata-rata dan biaya pengembalian modal (capital recovery).

### 4.1. Pengolahan Data

#### 4.1.1. Perhitungan Depresiasi

Depresiasi adalah alokasi dana yang dibuat secara sistematis untuk menyusutkan atau mengurangi jumlah suatu aset selama umur manfaatnya. Metoda depresiasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode penyusutan angka di dalam setiap tahun atau Sum of the Year Depreciation Digits of Method (SOYD).

Dalam metode ini, beban (pengeluaran) tertinggi akan dikeluarkan di tahun-tahun awal kedatangan aset. Lebih lanjut, masa umur aset juga bisa dihitung apabila dengan menggunakan metode ini. Maksudnya, bisa menentukan seberapa lama aset tersebut bisa bertahan sebagai salah satu bagian dari bisnis yang di kelola. Mtode (SOYD), menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D_t = \frac{N-t+1}{SOYD} (P-S)$$

Dimana:

Dt = Depresiasi tahun ke-t

N = Taksiran Umur Alat

T = Tahun Ke

SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N

P = Harga Awal Mesin

S = Harga nilai sisa mesin

$$D_1 = \frac{10-1+1}{55} (1.200.000.000-300.000.000)$$

$$D_1 = \frac{10}{55} (900.000.000)$$

$$D_1 = 179.636.364$$

Nilai depresiasi untuk tahun pertama adalah 179.636.364, dengan cara perhitungan yang sama, untuk tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel 4.11

**Tabel 4.1** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Depresiasi Metode SOYD

Tahun	Tahun Ke n	Nilai Asset	Nilai Depresiasi SOYD	Jumlah Depresiasi
2009	0	1.200.000.000	0	0
2010	1	1.036.363.636	163.636.364	163.636.364
2011	2	889.090.909	147.272.727	310.909.091
2012	3	758.181.818	130.909.091	441.818.182
2013	4	643.636.364	114.545.455	556.363.636
2014	5	545.454.545	98.181.818	654.545.455
2015	6	463.636.364	81.818.182	736.363.636
2016	7	398.181.818	65.454.545	801.818.182
2017	8	349.090.909	49.090.909	850.909.091
2018	9	316.363.636	32.727.273	883.636.364
2019	10	300.000.000	16.363.636	900.000.000

#### 4.1.2. Perhitungan MARR

Tingkat suku bunga yang dipertimbangkan adalah tingkat suku bunga minimum dengan mempertimbangkan factor resiko, diantaranya ; tingkat inflasi, biaya lain untuk mendapatkan investasi. Tingkat suku bunga MARR sudah mempertimbangkan hal diatas. Besarnya tingkat suku bunga MARR, dapat dihitung dengan:  $MARR = i + Cc + \alpha$

Dimana i adalah tingkat suku bunga, yaitu sebesar 9%, Cc biaya untuk mendapatkan investasi sama dengan 0, dan  $\alpha$  adalah tingkat inflasi yaitu sebesar 1%. Maka bearnya tingkat suku bunga MARR, adalah:

$$MARR = i + Cc + \alpha$$

$$MARR = 9\% + 0 + 1\% = 10\%$$

#### 4.1.3. Perhitungan Biaya Tahunan Rata-Rata

Biaya operasional dihitung ekivalensinya selama umur pemakaiannya. Dengan mempertimbangkan bunga uang, umur ekonomis dapat dicapai pada saat total *ekivalensi* biaya tahunan rata-rata minimum. Perhitungan biaya EAOC Operasional dihitung dengan persamaan :

$$EAOC = PW \text{ (Operating Cost for n Year)} \\ (A/P. i. n)$$

Dimana :

EAOC = Equivalent Annual Operating Cost

PW = Present Worth (P/F;10%.n)

(Operating Cost for N Year) = Total Biaya

Operasional

(A/P;10%.n) = Capital Recovery Factor

Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata untuk tahun 2009 adalah sebagai berikut:

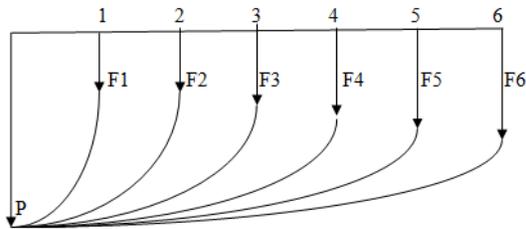
$$PW \text{ factor (P/F;10\%,1)} = 0.9091$$

$$\text{(Operating Cost for N Year)} = 713.838.400$$

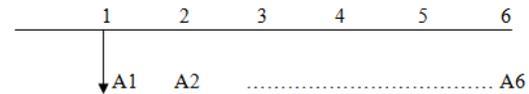
$$\text{(A/P;10\%.n)} = 1.100$$

Nilai sekarang dari biaya operasional F1 (PW

(Operating Cost for n Year)



$P1 = F1 (P/F; 10\%, 1)$   
 $P1 = 713.838.400 (0,9091)$   
 $P1 = 648.950.489$   
 Equivalent Annual Operating Cost P1



$A1 = P1 (A/P; 10\%, 1)$   
 $A1 = 648.950.489 (1,100)$   
 $A1 = 713.845.538$

Untuk Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata tahun selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata Tahun 2009 s/d Tahun 2014

Thn	Biaya Operasional	PW F P/F;10%.n	PV Biaya Operasional	Σ PV Biaya Operasional	A/P;10%.n	EAOC Operasional
2009	713.838.400	0.9091	648.950.489	648.950.489	1.10000	713.845.538
2010	725.454.400	0.8264	599.515.516	1.248.466.005	0.57619	719.353.628
2011	741.092.000	0.7513	556.782.420	1.805.248.425	0.40211	725.908.444
2012	760.980.000	0.6830	519.749.340	2.324.997.765	0.31547	733.467.045
2013	812.592.000	0.6209	504.538.373	2.829.636.138	0.26380	746.431.633
2014	852.676.000	0.5645	481.335.602	3.310.871.740	0.22961	760.209.260

Karena biaya operasional dari perusahaan hanya diperoleh selama 6 tahun, yaitu biaya operasional dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2014, sedangkan umur teknis kendaraan menurut perkiraan adalah 10 tahun, maka untuk perhitungan umur ekonomis ini, biaya operasional harus dihitung sesuai dengan perkiraan umur teknisnya yaitu 10 tahun. Dengan demikian biaya operasional harus

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Tabel 4.3. Perhitungan Biaya Operasional

Tahun	Biaya Operasional (Y)	X	X <sup>2</sup>	XY
2009	713.838.400	1	1	713.838.400
2010	725.454.400	2	4	1.450.908.800
2011	741.092.000	3	9	2.223.276.000
2012	760.980.000	4	16	3.043.920.000
2013	812.592.000	5	25	4.062.960.000
2014	852.676.000	6	36	5.116.056.000
	4.606.632.800	21	91	16.610.959.200

dihitung sampai dengan tahun 2018, Untuk mengetahui atau menentukan biaya operasional mulai dari tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018, akan digunakan metode peramalan dengan metode tren linier: **Y = a + bX**.

Dimana harga a dan b dapat dihitung dengan dengan persamaan/rumus sebagai berikut;

$$a = \frac{(4.606.632.800)(91) - (21)(16.610.959.200)}{6(91) - (21)^2}$$

$$a = \frac{(419.203.584.800) - (348.830.143.200)}{546 - 441}$$

$$a = \frac{70.373.441.600}{105}$$

$$a = 670.223.253$$

$$b = \frac{6(16.610.959.200) - (21)(4.606.632.800)}{99.665.755.200 - 96.739.288.800}$$

$$b = \frac{2.926.466.400}{105}$$

$$b = 27.871.109$$

$Y = a + bX$   
 $Y = 670.223.253 + 27.871.109 X$   
 Jadi biaya operasional tahun ke 7 atau tahun 2015, adalah

$$Y = 670.223.253 + 27.871.109 (7)$$

$$Y = 865.321.013$$

Biaya operasional tahun ke 8 atau tahun 2016, adalah;

$$Y = 670.223.253 + 27.871.109 (8)$$

$$Y = 893.192.122$$

Dengan cara perhitungan yang sama dengan pernitungan diatas, maka biaya operasional tahun 2015 sampai dengan tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 4.4

Tahun	2015	2016	2017	2018
Biaya Operasional (Rp)	865.321.013	893.192.122	921.063.230	948.934.339

Dengan demikian Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata selama umur teknis (10 tahun) mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.4. Biaya Operasional Tahun 2015 s/d 2018 Hasil Peramalan

Tabel 4.5. Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata Tahun 2009 s/d Tahun 2018

Thn	Biaya Operasional	PW F (P/F;10%.n)	PV Biaya Operasional	Σ PV Biaya Operasional	(A/P;10%.n)	EADC Operasional
2009	713.838.400	0,9091	648.950.489	648.950.489	1,10000	713.845.538
2010	725.454.400	0,8264	599.515.516	1.248.466.005	0,57619	719.353.628
2011	741.092.000	0,7513	556.782.420	1.805.248.425	0,40211	725.908.444
2012	760.980.000	0,6830	519.749.340	2.324.997.765	0,31547	733.467.045
2013	812.592.000	0,6209	504.538.373	2.829.636.138	0,26380	746.431.633
2014	852.676.000	0,5645	481.335.602	3.310.871.740	0,22961	760.209.260
2015	865.321.013	0,5132	444.082.744	3.754.954.484	0,20541	771.305.200
2016	893.192.122	0,4665	414.674.125	4.171.628.608	0,18744	781.930.066
2017	921.063.230	0,4241	390.622.916	4.562.251.525	0,17364	792.189.355
2018	948.934.339	0,3855	365.814.188	4.928.065.712	0,16265	802.042.695

**4.1.4. Perhitungan Pengembalian Modal (Capital Recovery=CR)**

CR adalah Nilai merata tahunan yang ekuivalen dengan modal yang diinvestasikan. Untuk menghitung besarnya pengembalian modal setiap tahun digunakan metode Capital Recovery dengan perumusan :

$$CR = (P - L)(A/P, i, n) + Li$$

dimana :

CR= Capital Recovery

P= Harga awal mesin

L= Harga akhir mesin

i= Bunga uang

n= Umur pakai mesin

(A/P;10%.1) = Capital Recovery Factor

Dalam perhitungan ini untuk mencari besarnya pengembalian modal. bunga uang yang digunakan

adalah sebesar i = 10% disesuaikan dengan suku bunga bank Contoh perhitungan dana pengembalian modal (CR) mesin untuk tahun pertama adalah sebagai berikut :

$$P = Rp 1.200.000.000$$

$$L = Rp 1.036.363.636$$

$$i = 10 \%, (A/P;10\%.1) = 1.100$$

$$CR = (1.200.000.000 - 1.036.363.636) (1.100) + (1.036.363.636) (0.10)$$

$$CR = Rp 283.636.364$$

Demikian seterusnya untuk perhitungan dana pengembalian modal tahun berikutnya. yaitu untuk umur pemakaian selama n tahun. dilakukan dengan cara yang sama. sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Perhitungan Pengembalian Modal (Capital Recovery)

Thn	Thn Ke- n	(A/P;10%.n)	Bunga i%	Harga Akhir (L)	Harga Awal (P)	CR
2009	1	1,10000	10%	1.108.363.636	1.200.000.000	283.636.364
2010	2	0,57619	10%	889.090.909	1.200.000.000	268.051.500
2011	3	0,40211	10%	758.181.818	1.200.000.000	253.477.691
2012	4	0,31547	10%	643.636.364	1.200.000.000	239.879.673
2013	5	0,26380	10%	545.454.545	1.200.000.000	227.214.545
2014	6	0,22961	10%	463.636.364	1.200.000.000	215.440.091
2015	7	0,20541	10%	398.181.818	1.200.000.000	204.519.655
2016	8	0,18744	10%	349.090.909	1.200.000.000	194.403.491
2017	9	0,17364	10%	316.363.636	1.200.000.000	185.070.982
2018	10	0,16275	10%	300.000.000	1.200.000.000	176.475.000

#### 4.1.5. Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC)

Total biaya tahunan rata-rata atau Equivalent Uniform Annual Cost dapat dihitung dengan cara menjumlahkan biaya operasional tahunan rata-rata (Equivalent Annual Operating Cost = EAOC) dengan pengembalian modal (Capital Recovery), atau dengan rumus:  $EUAC = EAOC + CR$ . Dimana EUAC adalah Equivalent Uniform Annual Cost, EAOC adalah Equivalent Annual Operating Cost dan CR adalah Capital Recovery

Umur ekonomis bus diperoleh jika total biaya tahunan rata-rata bus mencapai minimum, dan selanjutnya terjadi biaya fluktuatif naik. Jika belum diperoleh biaya tahunan rata-rata minimum maka dilakukan peramalan sampai diperoleh biaya tahunan rata-rata minimum. Perhitungan umur ekonomis bus dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasi setiap tahunnya meningkat. Tdan nilai pengembalian modal setiap tahunnya mengalami penurunan, penjumlahan kedua biaya tersebut menghasilkan total biaya tahunan rata-rata pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 mengalami penurunan, kemudian dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2018 mengalami kenaikan, pada saat biaya tahunan rata-rata mencapai nilai terendah sebelum mengalami kenaikan kembali maka pada saat itulah umur ekonomisnya. Jadi umur ekonomis bus makmur Medan-Sibolga yang dioerasikan pada tahun 2009, mempunyai umur ekonomis 4 tahun yaitu pada tahun 2012. Atau dengan kata lain, dari perhitungan total biaya tahunan rata-rata Bus Makmur Medan - Sibolga diperoleh total biaya tahunan rata-rata minimum pada tahun 2012 sejak tahun pembelian (tahun 2009) sebesar Rp. **973.346.718**

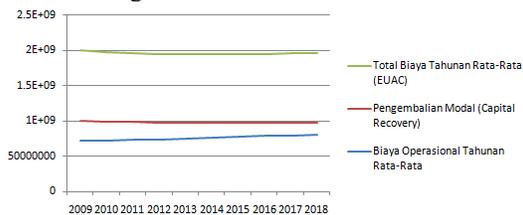
#### 4.2. Analisa

Berdasarkan analisa, tahun 2009 total biaya tahunan rata-rata Bus Makmur sebesar Rp 997.481.902, lalu terjadi penurunan biaya tahunan rata-rata sampai tahun 2012 sebesar Rp 973.346.718, Tahun 2013 sampai tahun 2018 biaya operasi tahunan rata-rata naik. Total biaya tahunan rata-rata minimum bus Makmur trayek Medan-Sibolga pada tahun 2012 adalah Rp 973.346.718, sehingga pada tahun 2012 adalah umur ekonomis Bus Makmur trayek Medan-Sibolga. Semakin lama umur pengoperasian Bus, maka akan meningkatkan total biaya,

Tabel 4.7. Perhitungan Umur Ekonomis Bus Makmur Medan – Sibolga

Tahun	Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata	Pengembalian Modal (Capital Recovery)	Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC)
2009	713.845.538	283.636.364	997.481.902
2010	719.353.628	268.051.500	987.405.428
2011	725.908.444	253.477.691	979.386.135
<b>2012</b>	<b>733.467.045</b>	<b>239.879.673</b>	<b>973.346.718</b>
2013	746.431.633	227.214.545	973.646.179
2014	760.209.260	215.440.091	975.646.351
2015	771.305.200	204.519.655	975.824.855
2016	781.930.066	194.403.491	976.333.557
2017	792.189.355	185.070.982	977.260.377
2018	802.042.695	176.475.000	978.517.695

Gambar 4.3. Grafik Umur Ekonomis Bus Makmur Medan-Sibolga



Dari perhitungan umur ekonomis yang dilakukan terhadap Bus Makmur trayek Medan-Sibolga, dapat diketahui bahwa umur ekonomis bahwa umur ekonomis Bus Makmur tersebut adalah tahun 2012 artinya sampai dengan tahun 2011 masih menguntungkan saat dioperasikan, maka dari itu perlu dipertimbangkan untuk pergantian Bus tahun 2013.

#### KESIMPULAN

Setelah perhitungan dan analisa dilakukan terhadap permasalahan, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk perhitungan umur ekonomis pada Bus Makmur Trayek Medan-Sibolga terdapat pada tahun ke-4 tepatnya pada tahun 2012 sejak pembelian tahun 2009.
2. Total biaya tahunan rata-rata minimum pada saat umur ekonomis bus Makmur trayek Medan-Sibolga adalah Rp 973.346.718
3. Semakin lama umur pengoperasian Bus, maka biaya operasional akan semakin meningkat (tinggi).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Dadan Harun Kurniawan, **“Prinsip-Prinsip Ekonomi Teknik”** PT. Rosida Jaya Putra. Jakarta, 1994
2. De Garmo, E.P. **“Ekonomi Teknik”**, Edisis Kesepuluh, PT. Prenhallindo, Jakarta, 1999
3. E. L. Grant, **“Dasar-dasar Ekonomi Teknik”** Bina Aksara, Jakarta 1994

4. Eugene L. Grant, W. Grant ireson, Richard s. Leavenworth, **"Dasar-dasar Ekonomi."** PT Bina Aksar. Jakarta, 2004
5. Giatman, m. **"Ekonomi Teknik."** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta: 2006
6. Kartasapoera G, Bambang S, **"Kalkulasi Dan Pengendalian Biaya Produksi"** PT Rimeka Cipta. Jakarta 1992
7. Pujawan, Nyoman. **"Ekonomi Teknik"**, Guna Widya, Surabaya, 2004.
8. Thuensen, G.J. **"Ekonomi teknik"**, PT. Ikrar mandiri abadi, jakarta, 2001
9. Taylor G.A. **"Prinsip-prinsip Ekonomi Teknik"**, Bina Aksara; Jakarta , 1995
10. Waldiyono, **"Ekonomi Teknik Konsepsi, Teori dan Aplikasi Terjemahan"**, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 2008.