

BAB III

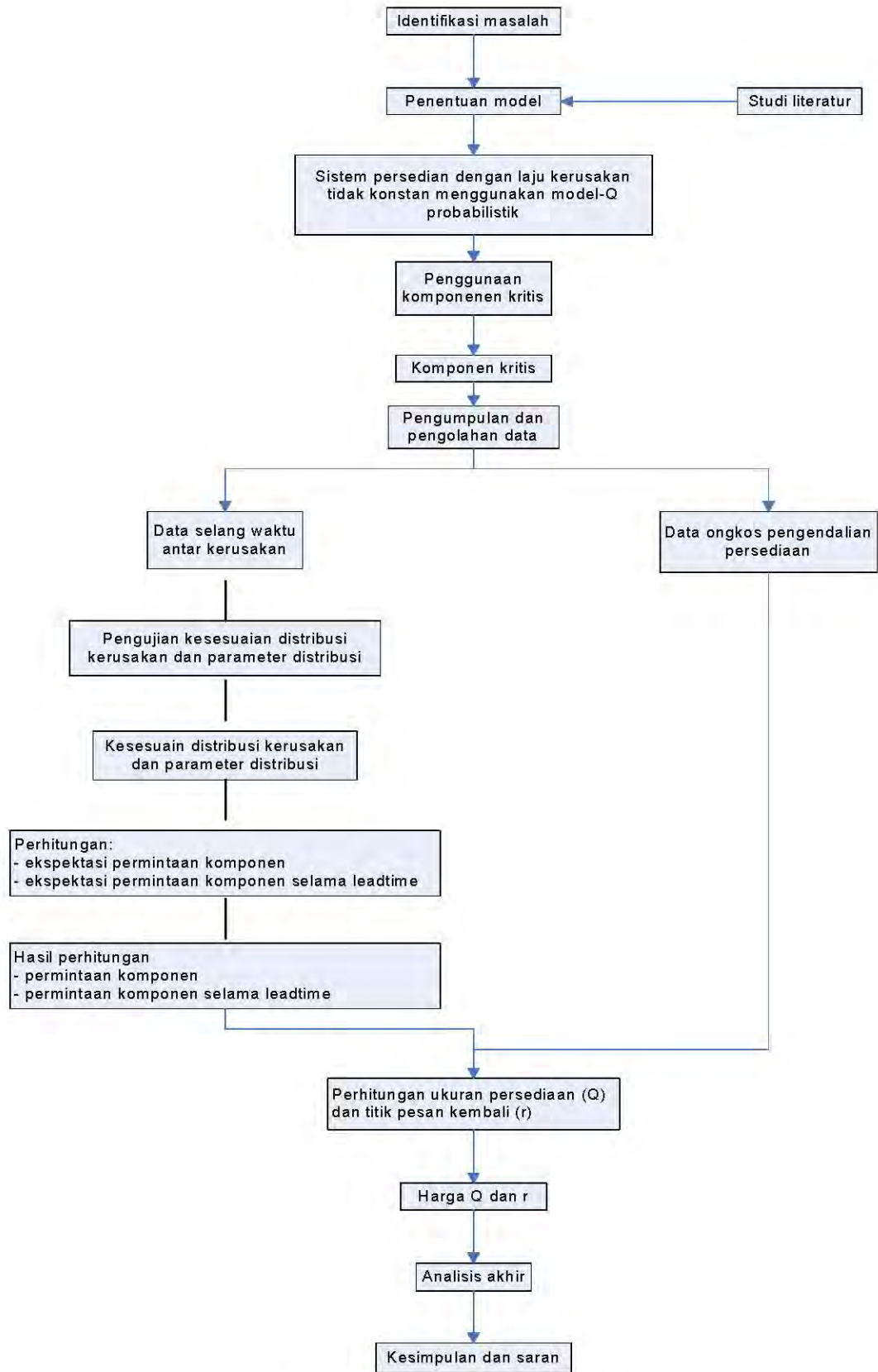
USULAN PEMECAHAN MASALAH

3.1 Identifikasi Masalah

Penyebab bis tidak beroperasi diperusahaan Otobis Darma Sardia adalah karena terjadinya kerusakan suku cadang. Bis dapat beroperasi kembali bila suku cadang yang rusak telah diperbaiki atau diganti. Untuk mengganti suku cadang yang rusak dan tidak dapat diperbaiki diperlukan suku cadang pengganti, sementara perusahaan tidak melakukan persediaan terhadap suku cadang yang diperlukan. Akibatnya bis tidak dapat beroperasi karena harus menunggu tersedianya suku cadang.

Permasalahan tersebut dapat diatasi bila perusahaan lebih intensif dalam melakukan pengendalian persediaan suku cadang. Dengan tersedianya suku cadang pada saat diperlukan diharapkan dapat melancarkan aktivitas perawatan dan memaksimalkan aktivitas bis.

Tahapan – tahapan pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

3.2 Penentuan Model

Model persediaan yang biasa dipergunakan untuk mengendalikan persediaan yang bersifat probabilistik adalah model-Q probabilistik yaitu melakukan pemesanan dengan jumlah tetap dan model-P probabilistik yaitu melakukan pemesanan dengan interval tetap.

Pemilihan model persediaan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi didasarkan pada jumlah persediaan yang dibutuhkan sehingga tingkat persediaan tersebut maksimal dengan memperhatikan ongkos total persediaan yang didapatkan. Berdasarkan hal tersebut maka model-Q probabilistik lebih tepat digunakan, karena model-Q menghasilkan jumlah yang harus dipesan dengan *safety stock* yang minimal, dan tingkat persediaannya mudah diketahui sehingga memudahkan melakukan pemesanan kembali.

Permintaan suku cadang yang dibutuhkan dalam menunjang pemakaian mesin bersifat probabilistik, dimana jumlah permintaannya dipengaruhi oleh laju kerusakannya. Dalam mengembangkan model persediaan yaitu model-Q yang memperhitungkan permintaan berdasarkan laju kerusakannya. Model ini yang akan digunakan pada perhitungan persediaan.

3.3 Pemilihan Komponen Kritis

Dalam penelitian ini bis yang diamati adalah bis dengan trayek Bandung-Cirebon merek Mercedes Benz yang berjumlah 20 unit bis. Bis memiliki komponen-komponen besar, masing-masing memiliki fungsi sesuai dengan sistem kerjanya. Komponen yang diamati ini dipilih berdasarkan kriteria:

1. Komponen yang dipilih adalah komponen yang sering rusak.
2. Apabila rusak komponen tersebut harus diganti, bila tidak akan mengakibatkan bis tidak dapat beroperasi.

Kemudian dilakukan pemilihan komponen kritis berdasarkan analisis *ABC*. Tahap pengolahannya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan suku cadang berdasarkan total biaya dari nilai terbesar ke nilai terkecil.

2. Hitung persentase total biaya dengan mengalihkan total biaya terhadap total biaya keseluruhan kemudian dikumulatiskan.
3. Hitung persentase frekuensi pemakaian item dengan mengalihkan frekuensi pemakaian terhadap frekuensi pemakaian keseluruhan kemudian dikumulatiskan.
4. Tentukan group klasifikasi berdasarkan:
 - Group A adalah item yang sedikit menghasilkan total biaya yang terbesar, atau dengan nilai 20% dari total item dan 80% dari total biaya.
 - Group B adalah item yang lebih banyak dari group A menghasilkan biaya yang lebih sedikit dari group A, atau dengan nilai 20% sampai 30% dari total item dan 15% dari total biaya.
 - Group C adalah item yang paling banyak menghasilkan total biaya yang paling sedikit, atau dengan nilai 30% sampai 60% dari total item dan 5% dari total biaya.

3.4 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan selama penelitian adalah hasil observasi langsung, wawancara, dan hasil pencatatan data masa lalu yang telah diarsipkan. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

3.4.1 Data Antar Kerusakan Komponen

Data antar kerusakan komponen adalah selang waktu yang diperlukan oleh suatu komponen untuk beroperasi sampai dengan rusak dan diganti dengan yang baru. Data kerusakan komponen dibagi menjadi dua macam yaitu komponen yang masih dapat diperbaiki dan komponen yang tidak dapat diperbaiki. Data kerusakan komponen yang dibutuhkan adalah data kerusakan komponen yang tidak dapat diperbaiki lagi.

3.4.2 Data Ongkos Pengendalian Persediaan

Data ongkos yang timbul karena adanya persediaan komponen pengganti adalah sebagai berikut:

- Ongkos pembelian (*Purchase Cost*)

Ongkos pembelian adalah harga beli suku cadang per unit.

- Ongkos pemesanan (*Ondering Cost*)
Ongkos pemesanan adalah ongkos yang berhubungan langsung dengan kegiatan pemesanan keluar.
- Ongkos simpan (*Carrying Cost*)
Ongkos simpan adalah ongkos yang harus ditanggung perusahaan sehubungan dengan barang yang disimpan dalam gudang.
- Ongkos kekurangan persediaan (*Shortage Cost*)
Ongkos kekurangan persediaan adalah ongkos yang terjadi jika terdapat kekurangan bahan dikarenakan persediaan yang ada tidak mencukupi.

3.5 Pengolahan Data

Untuk mengetahui fungsi keandalan dan laju kerusakan komponen diperlukan data waktu antar kerusakan komponen. Data waktu antar kerusakan komponen ini perlu diketahui distribusinya agar dapat digunakan untuk perhitungan laju kerusakan komponen.

3.5.1 Pengujian Distribusi Kerusakan

Setelah data dikumpulkan, maka diperlukan pendekatan distribusi statistik yang diharapkan mempunyai karakteristik yang sama dengan karakteristik data. Distribusi statistik yang paling sering digunakan untuk menaksir keandalan komponen adalah distribusi Weibull. Distribusi Weibull paling cocok digunakan karena sifat fleksibilitas dalam penggunaannya memungkinkan distribusi ini mengikuti distribusi lainnya, tergantung pada nilai parameter β (parameter bentuk).

Untuk mengetahui bahwa distribusi Weibull sesuai dengan pola kerusakan akan dilakukan uji coba kecocokan distribusi dengan menggunakan pengujian Weibull dua parameter, *goodness of fit*. Langkah-langkah pengujian kecocokan distribusi tersebut dapat dilihat pada bab II.

3.5.2 Penentuan Parameter Distribusi Weibull

Setelah Diketahui bahwa pola distribusi kerusakan ini berdistribusi Weibull dua parameter, maka langkah selanjutnya adalah menentukan parameter

distribusi kerusakan, yaitu parameter skala (α) dan parameter bentuk (β) dengan menggunakan regresi linier.

Parameter bentuk dan skala tersebut dapat ditentukan dari nilai konstanta a dan b yang diperoleh dengan metoda *least square*, seperti dijelaskan pada bab II.

3.5.3 Model Sistem Persediaan

Dengan diketahuinya laju kerusakan rata-rata, maka dapat dihitung ekspektasi jumlah kerusakan komponen yang terjadi pada umur komponen t_1 dan t_2 . ekspektasi jumlah kerusakan komponen pada umur tersebut merupakan ekspektasi jumlah komponen yang dibutuhkan pada selang $[t_1, t_2]$ apabila laju kerusakan komponen mempunyai fungsi $\lambda(t)$ maka:

- Laju kerusakan komponen yang berdistribusi Weibull adalah:

$$h(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{a} \right)^{\beta-1}$$

- Ekspektasi permintaan dalam selang perencanaan t_1 sampai t_2 (T) adalah:

$$D = \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

- Ekspektasi permintaan selama *lead time* L adalah:

$$\mu = \frac{L}{T} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

- Ekspektasi kekurangan persediaan adalah:

$$\frac{K}{Q} = \sum_{x=r}^{\infty} (x-r) p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

Maka persamaan ekspektasi ongkos total persediaan pada selang T adalah:

$$OT = c \cdot \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt + \frac{A}{Q} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt + IC \left[\frac{Q}{2} + r - \frac{L}{T} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt \right] + \frac{K}{Q} \sum_{x=r}^{\infty} (x-r) p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

Dengan:

$$\int_{t_1}^{t_2} h(t) dt : \text{Kebutuhan komponen selama sedang perencanaan.}$$

- C : Harga komponen.
 A : Ongkos untuk setiap kali pemesanan.
 Q : Kuantitas ukuran pemesanan.
 I : Persentase ongkos simpan.
 C : Ongkos simpan per unit per perioda perencanaan.
 L : *Lead time*
 T : selang perencanaan.
 k : Ongkos karena terjadinya *stock out*.

$$\sum_{r+1}^{\infty} (x-r)p(x): \text{ekspektasi jumlah kekurangan komponen.}$$

Formulasi diatas digunakan untuk perencanaan persediaan bagi satu komponen. Perencanaan persediaan komponen untuk sejumlah hasil yang identik, harga D dikalikan dengan jumlah mesin (N).

3.5.4 Penentuan Ukuran Pemesanan (Q) dan Titik Pemesanan (r)

Untuk meminimasi ongkos total persediaan maka harus diperoleh harga Q dan r optimal. Untuk mendapatkan Q dan r yang optimal, dilakukan penurunan persamaan ekspektasi OT secara parsial terhadap variabel Q dan r.

- Turunan parsial terhadap variabel Q:

$$\frac{\partial OT}{\partial Q} = 0$$

$$Q^2 = \frac{2A}{h} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt + \frac{2k}{h} \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

$$\frac{\partial OT}{\partial r} = 0$$

- $$Q = \frac{k}{h} \sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

Dengan menggunakan pendekatan Hadlez dan Whitin, maka prosedur perhitungan Q dan r adalah sebagai berikut:

1. Hitung harga Q dengan model Wilson.

$$Q_w = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

2. Masukkan Q_w ke formula 3.6 sehingga didapat harga Γ_1 .
3. Harga Γ_1 yang diperoleh disubstitusikan ke formula (3.5), sehingga diperoleh harga Q_1 .
4. Substitusikan harga Q_1 ke persamaan (3.6), sehingga diperoleh harga Γ_2 .
5. Harga Γ_2 yang diperoleh disubstitusikan ke persamaan (3.5), sehingga diperoleh harga Q_2 .
6. Lakukan langkah-langkah tersebut berulang kali, iterasi dihentikan apabila perbedaan Γ_{lama} dan Γ_{baru} tidak signifikan.
7. Substitusikan harga Q dan r kedalam persamaan (3.4) sehingga diperoleh ongkos total persediaan.

3.5.5 Tingkat Persediaan Komponen

Tingkat ketersediaan komponen ditentukan berdasarkan pada ekspektasi kekurangan persediaannya, yaitu:

- $$TK = 1 - \frac{1}{Q} \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x)$$

Sedangkan besarnya persediaan pengaman adalah:

- $$S = r - \mu$$

3.6 Analisis

Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini didasarkan pada hasil pengolahan data, analisis yang dilakukan meliputi:

Analisis terhadap hasil pemilihan komponen kritis, analisis terhadap kesesuaian distribusi dan nilai parameter, analisis pengendalian persediaan yang diperoleh yaitu harga Q dan r .

3.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan hasil akhir yang memuat kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisis yang diperoleh, serta memberikan saran-saran yang dapat digunakan untuk pengkajian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Umum Perusahaan

Perusahaan Otobis DS berdiri pada tahun 1952. Pada umumnya perusahaan ini tidak bergerak dalam bidang perusahaan otobis tetapi dalam bidang angkutan truk. Pada tahun 1970 barulah PO DS mulai bergerak di bidang usaha bis. Perusahaan otobis DS didirikan oleh bapak H. Basar Darma Sadia. Perusahaan ini berlokasi di jalan sindanglaya. Pada awal pertumbuhannya, perusahaan ini banyak mengalami pasang surut. Sejak berdiri sampai tahun 1990, perusahaan baru mempunyai trayek jurusan Bandung–Cirebon, serta trayek wisata.

Seperti halnya perusahaan lain, perusahaan otobis DS didirikan dengan tujuan untuk memperoleh laba dan juga untuk ikut serta dalam menunjang pembangunan di bidang perhubungan darat, dan untuk meningkatkan mobilitas penduduk, serta pemupukan dana pemerintah melalui pembayaran pajak.

Pada awalnya armada bis yang dimiliki oleh perusahaan sebanyak dua buah, yaitu dengan merek bis *charolet C. 50*, sedangkan dalam perkembangan tahun-tahun berikutnya terdapat beberapa penambahan jumlah armada kendaraan, yaitu tahun 1974 perusahaan membeli lima unit armada, tahun 1978 membeli lagi tujuh unit kendaraan, dan tahun 1980 membeli lagi delapan unit kendaraan. Pada perkembangan selanjutnya sampai dengan tahun 1989, perusahaan telah memiliki armada sebanyak 35 unit kendaraan dengan berbagai merek, seperti merek bis Mercedes – Benz, Fuso tipe 653.

Menjelang akhir tahun 1989 mulai bermunculan para pesaing dari perusahaan lain yang sejenis, sehingga membuat tingkat persaingan semakin tinggi. Oleh karena itu, pimpinan perusahaan mengambil kebijakan untuk tidak menambah kendaraan tetapi lebih fokus kepada peningkatan pelayanan terhadap konsumen pemakai jasa angkutan.

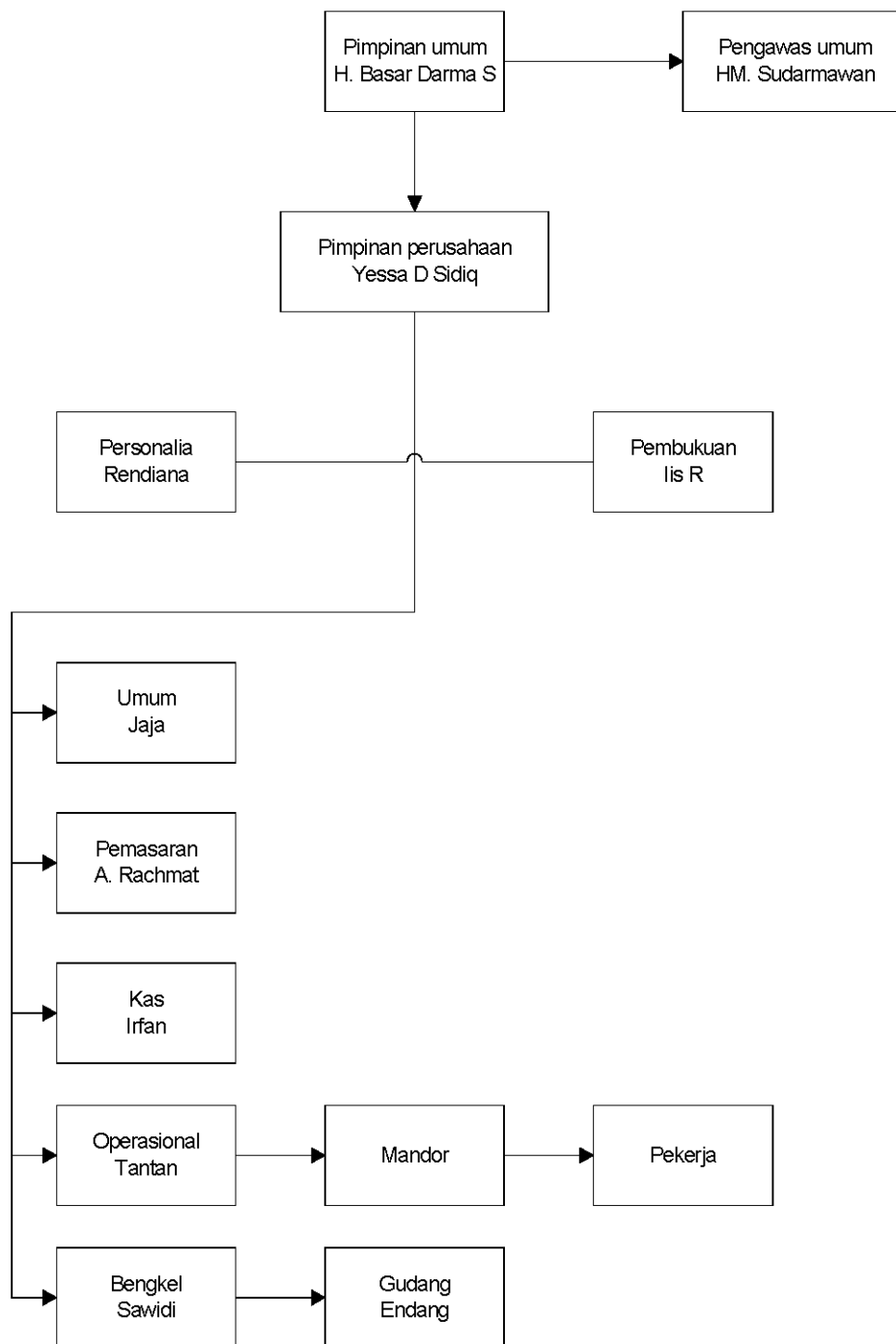
Pada tahun 1991, perusahaan membeli lima unit kendaraan. Armada ini digunakan untuk menambah kendaraan pada trayek Bandung-Cirebon dan juga

kendaraan wisata. Keputusan ini diambil karena pada trayek tersebut terlihat jumlah permintaan layanan angkutan semakin bertambah. Tahun 1992 perusahaan kembali menambah jumlah armadanya dengan membeli lima unit bis 3/4 yang khusus digunakan untuk wisata. Sampai dengan tahun 2003 ini, perusahaan telah membeli dua jenis bis baru yaitu bis dengan jenis *cruiser ganesia*. *Cruiser ganesia* merupakan bis pertama di PO DS yang berjenis bis *executive*. Sampai dengan saat ini PO DS memiliki kurang lebih 60 armada bis.

4.2 Struktur Organisasi

Agar kegiatan operasional dan manajemen di perusahaan berjalan baik dan terstruktur maka dibentuk struktur organisasi perusahaan. Adapun struktur organisasi yang berlaku di perusahaan adalah berbentuk struktur organisasi fungsional, hal ini dilakukan atas pertimbangan penggunaan sumber daya yang efisien, jalur tanggung jawab dan wewenang lebih konsisten dan lebih mudah, sehingga memudahkan koordinasi antar departemen.

Untuk lebih jelasnya struktur organisasi dari Perusahaan Otobis DS dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1
Struktur Organisasi PO DS

4.3 Pemilihan Objek Penelitian

Objek penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah bus untuk trayek Bandung – Cirebon dengan merek Mercedes Benz. Adapun alasan pemilihan tipe tersebut adalah:

1. Jumlah bis merek Mercedes Benz adalah yang terbanyak dimiliki oleh PO DS.
2. Dari data kerusakan bis yang diperoleh dari perusahaan dapat disimpulkan bahwa tipe ini jumlah kerusakannya paling tinggi dibanding merek bis lainnya, untuk bis trayek regular.

4.4 Data – data Yang Diperlukan

Data – data yang diperlukan dibatasi hanya untuk bis merek Mercedes Benz yang berjumlah 20 unit. Data-data yang dikumpulkan digunakan untuk mendapatkan kebijaksanaan pengendalian persediaan suku cadang mesin, adalah sebagai berikut:

1. Data suku cadang.
2. Data waktu antar kerusakan suku cadang.
3. Data persediaan suku cadang dan harganya
4. Data ongkos pengendalian persediaan.

4.4.1 Data Suku Cadang

Data penggunaan suku cadang bis dalam penelitian ini diambil dari data penggunaan suku cadang selama empat tahun, mulai dari bulan November 2003 – bulan November 2007.

Dari satu unit bis merek Mercedes Benz trayek Bandung–Cirebon, dengan asumsi waktu antar kerusakan suku cadang untuk setiap bis adalah sama karena beban kerja setiap bis sama. Adapun data – data penggunaan suku cadang tersebut terlihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Data Frekuensi Kerusakan dan Harga Suku Cadang

No	Komponen	Frekuensi kerusakan	Harga komponen (Rp)	Total biaya (Rp)	% total biaya	Kumulatif % total biaya		% frekuensi kerusakan	Kumulatif %		Kelompok
		(1 bus/4 tahun)							frekuensi kerusakan		
1	Ring piston	8	2200000	17600000	0,2667	0,2667	0,8242	0,1739	0,1739	0,6522	A
2	Turbo	7	2100000	14700000	0,2228	0,4895		0,1522	0,3261		
3	Pegas diafragma	8	1500000	12000000	0,1819	0,6714		0,1739	0,5		
4	Throttle	4	1220000	4880000	0,074	0,7454		0,087	0,587		
5	Fly wheel	1	3000000	3000000	0,0455	0,7909		0,0217	0,6087		
6	Starter	2	1100000	2200000	0,0333	0,8242		0,0435	0,6522		
7	Shockbreaker belakang	6	350000	2100000	0,0318	0,856	0,1257	0,1304	0,7826	0,2172	B
8	Crown wheel pinion	1	1750000	1750000	0,0265	0,8825		0,0217	0,8043		
9	Crank shaft	1	1750000	1750000	0,0265	0,909		0,0217	0,826		
10	Poros gigi susun	1	1500000	1500000	0,0227	0,9317		0,0217	0,8477		
11	pelet gesek	1	1200000	1200000	0,0182	0,9499		0,0217	0,8694		
12	king pen	1	1000000	1000000	0,0152	0,9651	0,0501	0,0217	0,8911	0,1303	C
13	naf	1	1000000	1000000	0,0152	0,9803		0,0217	0,9128		
14	shockbreaker depan	3	275000	825000	0,0125	0,9928		0,0652	0,978		
15	As kopling	1	475000	475000	0,0072	1		0,0217	0,9997		

Berdasarkan hasil analisis *ABC* terdapat komponen yang menghabiskan 80% biaya kerusakan dan 20% item terpenting (komponen kelompok A). Berikut suku cadang kritis berdasarkan hasil analisis *ABC* pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Suku Cadang Kritis

No	Nama suku cadang
1	Ring piston
2	Turbo

4.4.2 Data Waktu Antar Kerusakan Suku Cadang

Data waktu antar kerusakan komponen mesin (dalam hari) terdapat pada Tabel 4.3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Waktu Antar Kerusakan Komponen (dalam hari).

Ring piston	Turbo
205	236
231	124
240	300
97	153
218	221
213	247
136	175
120	

4.4.3 Data Ongkos Pengendalian Persediaan

Adapun ongkos-ongkos yang termasuk dalam pengendalian persediaan terdiri dari tiga bagian:

1. Ongkos pembelian

Besarnya ongkos pembelian didasarkan pada harga suku cadang yang biasa dibeli perusahaan dari dealer. Data harga suku cadang seperti dicantumkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Harga Suku Cadang (dalam Rp)

No	Nama Suku Cadang	Harga Satuan (Rp)
1	Ring Piston	2.200.000
2	Turbo	2.100.000

2. Ongkos pemesanan

Pemesanan terjadi apabila ada komponen yang rusak dan harus diganti, dan komponen pengganti tersedia digudang. Untuk pembelian komponen perusahaan memesan dan membeli langsung dari dealer suku cadang langganan. Besarnya ongkos pesan meliputi ongkos-ongkos yang dikeluarkan untuk pembelian komponen menurut prosedur pemesanan yang berlaku. Menurut informasi dibagian keuangan, ongkos pemesanan komponen tiap satu kali pesan adalah Rp 30.000,00 dengan perincian sebagai berikut:

- Bukti permintaan pesanan dan pengecekan barang : Rp 5.000
- Ongkos telepon : Rp 20.000
- Biaya lain – lain : Rp 5.000

3. Ongkos simpan

Besarnya ongkos simpan didasarkan pada persentase nilai barang yang tersimpan. Berikut penaksiran ongkos simpan disesuaikan dengan kondisi gudang di PO DS.

- Pajak dan Asuransi barang : 1% / tahun
- Bunga atas modal tertanam : 25 % / tahun

Maka besar ongkos simpan suatu komponen adalah 26 % / tahun dari harga komponen itu. Karena seluruh komponen ditempatkan dalam ruang dan fasilitas yang sama, maka besar biaya pemakaian fasilitas gudang dapat dianggap sama.

4. Ongkos kekurangan persediaan

Ongkos kekurangan persediaan adalah ongkos yang terjadi karena tidak dapat beroperasinya kendaraan akibat tidak tersedianya suku cadang. Menurut pihak perusahaan kerugian yang terjadi akibat tidak dapat beroperasinya satu unit bus sama dengan setoran bersih yang diterima bila bus beroperasi. Bis yang diamati adalah bis trayek Bandung–Cirebon.

Setoran bersih bila bis beroperasi yaitu Rp 700.000, maka didapatkan ongkos kekurangan persediaan yaitu sebesar:

Rp 700.000,00 per hari = Rp 2.100.000,00 selama *lead time* (tiga hari)

4.5 Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan telah terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data ini meliputi:

1. Pengujian kecocokan distribusi kerusakan komponen.
2. Penentuan parameter distribusi Weibull.
3. Perhitungan harga Q dan r optimal.

4.5.1 Pengujian Kecocokan Distribusi Weibull

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pola distribusi kerusakan komponen mengikuti distribusi Weibull dua parameter.

Langkah – langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menentukan:

H_0 : Waktu antar kerusakan komponen berdistribusi Weibull dua parameter.

H_1 : Waktu antar kerusakan komponen tidak berdistribusi Weibull dua parameter

2. Menentukan tingkat signifikansi dalam hal ini $\alpha = 5 \%$.

3. Menentukan kriteria keputusan:

- Jika $S_{test} < S$ maka H_0 diterima, artinya distribusi kerusakan mengikuti distribusi Weibull dua parameter.
- Jika $S_{test} > S$ maka H_0 ditolak, artinya distribusi kerusakan tidak mengikuti distribusi Weibull dua parameter

4. Menghitung S_{test} :
$$S = \frac{\sum_{i=\left(\frac{r}{2}\right)+1}^{r-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}{\sum_{i=1}^{r-1} \frac{X_{i+1} + X_i}{M_i}}$$

a. Komponen Ring Piston

Berikut ini perhitungan pengujian distribusi Weibull dua parameter untuk komponen Ring piston terdapat pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Uji Distribusi Weibull Dua Parameter Untuk Komponen Ring Piston

No	Kerusakan (hari)	Rank (ti)	$X_i = \ln t_i$	$X_{i+1} - X_i$	M_i		$(X_{i+1}-X_i)/M_i$
1	205	97	4,574711	0.2128	1,0683		0.1992
2	226	120	4,787492	0.1252	0,5773		0.2168
3	240	136	4,912655	0.4104	0,4229		0.9703
4	97	205	5,32301	0.0383	0,3569		0.1073
5	218	213	5,361292	0.0232	0,3341	0.0694	0.0694
6	213	218	5,384495	0.0360	0,3499	0.1030	0.1030
7	136	226	5,420535	0.0601	0,4493	0.1338	0.1338
8	120	240	5,480639				
						0.3068	1.7998

$$S = \frac{\sum_{i=\left(\frac{r}{2}\right)+1}^{r-1} \frac{X_{i+1}}{M_i}}{\sum_{i=1}^{r-1} \frac{X_{i+1} + X_i}{M_i}} = \frac{0,3062}{1,7992} = 0,17.$$

$S_{test} = 0,17$

$S_{tabel} = 0,71$

- Karena $S_{test} < S_{tabel}$, maka H_0 diterima. Artinya distribusi kerusakan komponen mengikuti distribusi Weibull dua parameter.

b. Komponen Turbo

Berikut ini perhitungan pengujian distribusi Weibull dua parameter untuk komponen turbo terdapat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Uji Distribusi Weibull Dua Parameter Untuk Komponen Turbo.

No	Kerusakan (hari)	Rank (ti)	$X_i = \ln t_i$	$X_{i+1} - X_i$	M_i		$(X_{i+1}-X_i)/M_i$
1	236	124	4,8203	0.2102	1,0791		0.1948
2	124	153	5,0304	0.1343	0.5916		0.2271
3	300	175	5,1648	0.2334	0.4428		0.5270
4	153	221	5,3982	0.0657	0.3873		0.1696
5	221	236	5,4638	0.0456	0.3877	0.1175	0.1175
6	247	247	5,5094	0.1944	0.4806	0.4045	0.4045
7	175	300	5,7038				
						0.5220	1,6404

$$S = \frac{\sum_{i=\left(\frac{r}{2}\right)+1}^{r-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}{\sum_{i=1}^{r-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}} = \frac{0,5220}{1,6404} = 0,31$$

$S_{test} = 0,31$

$S_{tabel} = 0,80$

- Karena $S_{test} < S_{tabel}$, maka H_0 diterima, artinya distribusi kerusakan komponen mengikuti distribusi Weibull dua parameter.

4.5.2 Penentuan Parameter Distribusi Weibull

Setelah distribusi kerusakan komponen diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung parameter-parameter, untuk distribusi Weibull dua parameter, parameternya adalah α dan β . Perhitungannya menggunakan transportasi ganda pendekatan cara regresi. Berikut perhitungan parameter distribusi.

a. Komponen Ring piston

Berikut perhitungan parameter distribusi untuk komponen Ring piston terdapat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Distribusi Komponen Ring Piston

No	Kerusakan (hari)	Rank (ti)	F (ti)	Xi	Yi	Xi ²	XiYi
1	205	97	0.0833	-2,4417	4,5747	5,9620	-11,1701
2	226	120	0.2024	-1,4867	4,7875	2,2102	-7,1174
3	240	136	0.3214	0.9474	4,9127	0.8975	-4,6540
4	97	205	0.4405	0.5436	5,3230	0.2955	-2,8935
5	218	213	0.5595	0.1986	5,3613	.0394	-1,0646
6	213	218	0.6786	0.1266	5,3845	0.0160	0.6818
7	136	226	0.7976	0.4685	5,4205	0.2195	2,5395
8	120	240	0.9167	0.9102	5,4806	0.8285	4,9881

$$\begin{aligned} \sum Xi &= -4,1125 & \sum Xi^2 &= 10,4686 \\ \sum Yi &= 41,2448 & (\sum Xi)^2 &= 16,9129 \\ \sum XiYi &= -18,6897 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perumusan:

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^N XiYi - \sum_{i=1}^N Xi \sum_{i=1}^N Yi}{N \sum_{i=1}^N Xi^2 - \left(\sum_{i=1}^N Xi \right)^2}, \text{ didapatkan nilai } b = 0,3008$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Yi}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N Xi}{N}, \text{ didapat nilai } a = 5,3102$$

Sehingga diperoleh nilai $\alpha = 202,3963$ dan nilai $\beta = 3,3246$

Nilai α didapat dari perhitungan e^x , sedangkan untuk nilai β didapat dari hasil

perhitungan $\frac{1}{b}$.

b. Komponen Turbo

Berikut perhitungan parameter distribusi untuk komponen Turbo terdapat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Distribusi Untuk Komponen Turbo

No	Kerusakan (hari)	Rank (ti)	F (ti)	Xi	Yi	Xi2	XiYi
1	236	124	0.0946	-2,3089	4,8203	5,3309	-11,1295
2	124	153	0.2297	-1,3432	5,0304	1,8041	-6,7568
3	300	175	0.3649	0,7898	5,1648	0.6238	-4,0794
4	153	221	0.5000	0.3665	5,3982	0.1343	-1,9785
5	221	236	0.6351	0.0082	5,4638	0.0001	0.0448
6	247	247	0.7703	0.3858	5,5094	0.1489	2,1258
7	175	300	0.9054	0.8579	5,7038	0.7360	4,8932
				-3,5565	37,0907	8,7781	-16,8804

$$\sum X_i = -3,5565$$

$$\sum X_i^2 = 8,7781$$

$$\sum Y_i = 37,0907$$

$$\left(\sum X_i\right)^2 = 12,6487$$

$$\sum X_i Y_i = -16,8804$$

Dengan menggunakan perumusan didapat nilai:

$$a = 5,4410 \quad b = 0,2818$$

sehingga diperoleh nilai $\alpha = 230,8638$, dan nilai $\beta = 3,5490$

Nilai α didapat dari perhitungan e^x , sedangkan untuk nilai β didapat dari hasil perhitungan $\frac{1}{b}$.

4.5.3 Penentuan Harga Q dan r Optimal

Perhitungan dilakukan untuk umur komponen dengan selang perencanaan 120 hari selama satu tahun, karena berdasarkan data kedua komponen menunjukkan adanya umur komponen yang bervariasi. Maka dibuat selang umur komponen tersebut. Berikut perhitungan untuk harga Q dan r:

a. Komponen Ring piston

- Perhitungan laju kerusakan rata – rata untuk umur komponen 0 – 120 hari adalah:

$$h(t) = \left(\frac{1}{tp}\right) \int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = 0,0015$$

- Perhitungan ekspektasi permintaan untuk umur komponen 0 – 120 hari adalah:

$$\int_{t_1}^{t_2} h(t) dt = 0,0407$$

- Perhitungan ekspektasi permintaan untuk umur komponen 0 – 120 hari untuk 20 unit bus adalah:

$$D = N \cdot \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt = 0,8135 \text{ unit}$$

- Perhitungan ekspektasi permintaan selama *lead time* untuk umur komponen 0 – 120 hari adalah:

$$\mu = \frac{L}{T} * D = 0,0203 \text{ unit}$$

selanjutnya menghitung nilai Q dan r:

Iterasi 1:

- Perhitungan nilai Q₁:

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 * 30000 * 0,81}{(0,26 * 2200000)}} = 0,2915$$

- Perhitungan nilai r₁:

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{hQ}{Dk}$$

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{(0,26 * 2200000) * 0,2915}{0,81 * 2100000} = 0,9020$$

μ = 0,0203, maka didapat nilai r₁ = 0

masukan nilai r₁ kedalam persamaan B (r₁):

$$B(r_1) = \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r) p(x) = \sum_{x=r+1}^{x \max} (1-0) p(1) = 0,0203$$

Iterasi 2:

- Perhitungan nilai Q_2

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A+k*B(r_1))}{h}}$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2*0,81(30000+(2100000*0,0203))}{(0,26*2200000)}} = 0,4535$$

Perhitungan nilai r_2 :

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{(0,26*2200000)*0,4535}{0,81*2100000} = 0,8475$$

$\mu = 0,0203$; maka didapat nilai $r_2 = 0$

perhitungan dihentikan sampai iterasi ke 2, karena nilai r dari iterasi 1 dan 2 tidak mengalami perubahan. Dengan demikian nilai Q dan r optimal masing – masing adalah 1 unit dan 0 unit. Nilai Q dan r optimal selanjutnya digunakan untuk menghitung ongkos total persediaan.

- Perhitungan ongkos total persediaan:

$$OT = c.D + A\frac{D}{Q} + h\left[\frac{Q}{2} + r - \mu\right] + k\frac{D}{Q} \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x)$$

$$OT = 2200000*0,81 + 30000\frac{0,81}{1} + (0,26*2200000)*\left[\frac{1}{2} + 0 - 0,0203\right] + \frac{2100000}{1}*0,0203$$

$$= 2.115.219$$

jadi ongkos total persediaan untuk komponen Ring piston dengan umur 0 – 120 hari adalah Rp 2.115.219,00

- Perhitungan tingkat persediaan:

$$TK = 1 - \frac{1}{Q} \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x) = 1 - \frac{1}{1}*0,0203 = 0,9797$$

jadi tingkat ketersediaan untuk komponen Ring piston dengan umur 0 – 120 hari adalah 97,97 %.

Untuk lebih jelasnya, rekapitulasi perhitungan seperti terdapat pada Tabel 4.9:

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Pengendalian Persediaan

komponen	T	DT	u	r	Q	S	OT(Rp)	TK (%)
Ring piston	0 – 120	0,81	0,0203	0	1	-0,020	2.115.219	97,97%
	120 – 240	11,97	0,2992	2	2	1,701	28.106.168	99,81%
	240 – 360	42,58	1,0645	4	3	2,936	96.805.820	99,81%
Turbo	0 – 120	0,43	0,0108	0	1	-0,011	1.192.756	98,92%
	120 – 240	7,69	0,1925	1	2	0,808	17.390.126	99,14%
	240 - 360	30,78	0,7695	3	3	2,231	67.183.031	99,69%