

**PENENTUAN TINGKAT PERSEDIAAN *SPARE PART* DENGAN  
PENDEKATAN SISTEM *INVENTORY* PROBABILISTIK  
(Studi Kasus PT UNILEVER Indonesia Tbk)**

**Makalah Proposal**  
Konsentrasi Manajemen Industri

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**ANES WEDARING N**  
**NIM. 0510670006-62**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
MALANG  
2009**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya dengan anugerah-Nya lah skripsi yang berjudul : “Pendekatan Sistem *Inventory* Probabilistik Untuk Menentukan Tingkat Persediaan *Spare Parts* (Studi Kasus Pada PT. Unilever Indonesia Tbk.)” ini terselesaikan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S-1) di Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yaitu :

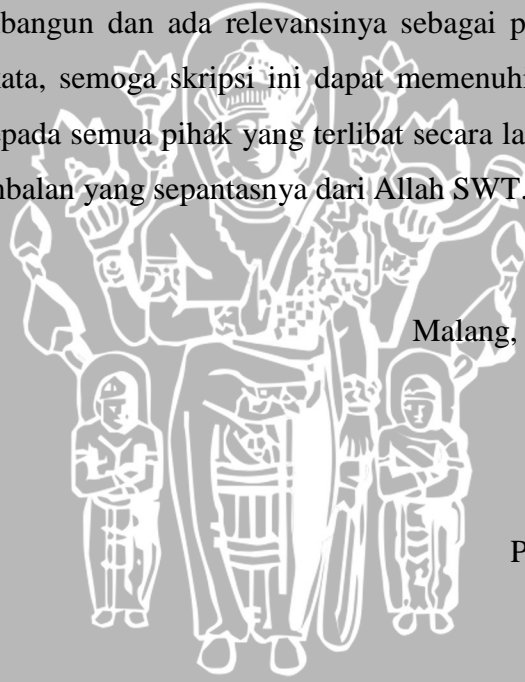
1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Bapak Nasir Widha Setyanto, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri
2. Ibu Dra. Murti Astuti MSIE selaku Dosen Pembimbing Skripsi Pertama sekaligus sebagai Ketua Konsentrasi Manajemen Industri, yang telah berkenan mengarahkan dan membimbing sampai tersusunya skripsi ini.
3. Bapak Taufiq Basjry Tuhepaly ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Kedua yang memberikan arahan dan bimbingan selama proses penulisan.
4. Bapak Ir. Pratikto MMT selaku dosen wali yang telah membimbing saya sejak awal pendidikan saya di Teknik Industri.
5. Bapak Ir. Bambang Indrayadi, MT. selaku Dosen wali dan penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Marsoedi Wirohardjo, M.MT. sebagai penguji skripsi 1 serta Bapak Ir. Mochamad Choiri MT. sebagai penguji skripsi 2 atas kritik dan saran sehingga saya dapat menyempurnakan penelitian ini.
7. Bapak Arif Rahman, ST. MT. selaku Kepala Laboratorium Perancangan Kerja & Ergonomi yang telah banyak memberikan masukan pada skripsi ini.
8. Pembimbing Lapangan di PT. Unilever Indonesia Tbk Bapak M. Zaenal Yamani, Bapak Bekti dan Ibu Rini Andriani yang telah membimbing kami selama berada di PT Unilever Indonesia Tbk.

9. Seluruh staf di PT. Unilever Indonesia Tbk yang telah membantu dan mengajarkan banyak hal pada kami selama proses pengerjaan skripsi ini.
10. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Pak Parmono dan Mas Reza yang sering saya buat repot.
11. Ibunda dan Ayahanda serta adik-adikku tercinta yang telah memberikan dorongan, semangat dan selalu mendoakanku.
12. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Industri dan Teknik Mesin khususnya teman-teman angkatan 2005 yang telah banyak membantu semenjak awal perkuliahan.

Dengan keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis, tentunya skripsi ini banyak membutuhkan kritik dan saran. Untuk itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dan ada relevansinya sebagai pijakan untuk ke arah yang lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memenuhi sebagian kebutuhan referensi yang ada dan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung mendapatkan imbalan yang sepatutnya dari Allah SWT.

Malang, Agustus 2009

Penulis



DAFTAR ISI

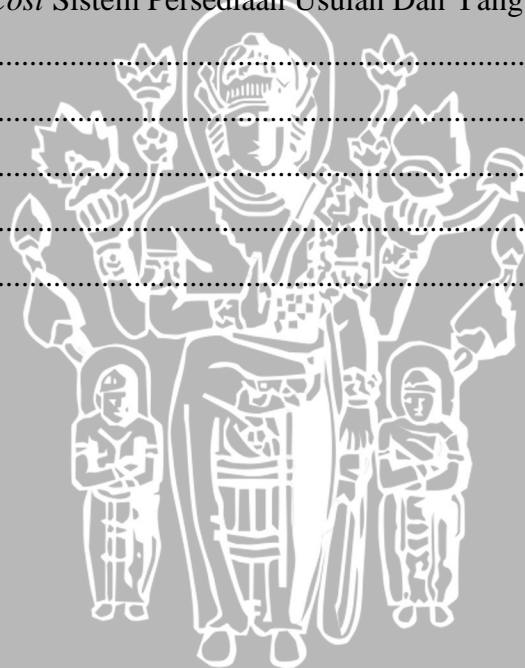
Halaman

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
1.7 Asumsi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 <i>Maintenance</i> .....	7
2.3 Tujuan <i>Maintenance</i> .....	7
2.4 Tipe-tipe Aktivitas <i>Maintenance</i> .....	8
2.5 Elemen-Elemen Yang Mempengaruhi Efektivitas Manajemen <i>Maintenance</i> ...	9
2.5.1 Kebijakan <i>maintenance</i> .....	9
2.5.2 <i>Work order</i> .....	9
2.5.3 <i>Equipment record</i> .....	9
2.5.4 <i>Preventive and corective maintenance</i> .....	10
2.5.5 <i>Job planning and scheduling</i> .....	10
2.5.6 <i>Performance measurement</i> .....	11
2.5.5 <i>Material control</i> .....	11
2.6 Persediaan .....	11



2.7 Tipe Persediaan.....	12
2.8 Fungsi Persediaan .....	13
2.9 Biaya-Biaya Persediaan .....	14
2.10 Hal-hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Sistem Persediaan .....	16
2.11 Karakteristik Permintaan Dan Model-Model Permintaan .....	17
2.12 Model Persediaan Probabilistik .....	18
2.12.1 Pertimbangan statistik.....	18
2.12.2 <i>Backorder case</i> .....	19
2.12.3 <i>Lotsale case</i> .....	20
2.12.4 Langkah-langkah perhitungan .....	20
2.13 Fungsi Distribusi Probabilitas.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
3.1 Metode Penelitian .....	26
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	26
3.3 Jenis Dan Sumber Data.....	26
3.4 Tahapan Metodologi Penulisan .....	27
3.4.1 Survey pendahuluan.....	27
3.4.2 Studi literatur .....	29
3.4.3 Identifikasi dan perumusan masalah.....	29
3.4.4 Penetapan tujuan penelitian.....	29
3.4.5 Pengumpulan data konsumsi <i>spare parts</i> .....	29
3.4.6 Penentuan <i>spare parts</i> yang akan dianalisa.....	29
3.4.7 Pengumpulan data biaya-biaya persediaan.....	30
3.4.8 Analisis distribusi dari <i>spare parts</i> .....	30
3.4.9 Analisis sistem persediaan dengan pendekatan persediaan probabilistik.....	30
3.4.10Kesimpulan dan saran.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Sejarah Umum PT.Unilever Indonesia Tbk.....	31
4.2 Pengumpulan Data.....	32
4.2.1 Data konsumsi <i>spare parts</i> .....	32
4.3 Penentuan <i>Spare Parts</i> Yang Akan Diteliti.....	33

4.4 Analisis Distribusi Probabilitas .....	34
4.5 Biaya-Biaya <i>Inventory</i> .....	36
4.5.1 Biaya pembelian .....	36
4.5.2 Biaya pemesanan .....	37
4.5.3 Biaya penyimpanan .....	37
4.5.4 Biaya kekurangan persediaan ( <i>shortage/stockout cost</i> ).....	37
4.6 Kebijakan Persediaan <i>Spare Parts</i> Yang Sekarang Berlaku di Perusahaan .....	37
4.7 Analisis Persediaan <i>Probabilistik</i> .....	38
4.7.1 Perhitungan menggunakan mathcad .....	38
4.7.2 Perhitungan <i>spare parts</i> menggunakan distribusi empiris.....	76
4.8 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Persediaan Usulan Dan Yang Sudah Berlaku	95
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	98
5.1 Kesimpulan .....	98
5.2 Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	99
<b>LAMPIRAN</b> .....	100



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Grafik jumlah permintaan <i>spare part ring - seal, type:saw-45/35x8.5</i>	3
Gambar 2.1	Bagan jenis persediaan	13
Gambar 2.2	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Uniform	21
Gambar 2.3	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Eksponensial	22
Gambar 2.4	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Gamma	22
Gambar 2.5	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Weibull	23
Gambar 2.6	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Normal	24
Gambar 2.7	Grafik Fungsi Kepadatan Distribusi Lognormal	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1	Diagram pareto konsumsi <i>spare parts</i>	33



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data permintaan <i>spare part</i> setiap minggu	100
Lampiran 2	Uji distribusi	101





## RINGKASAN

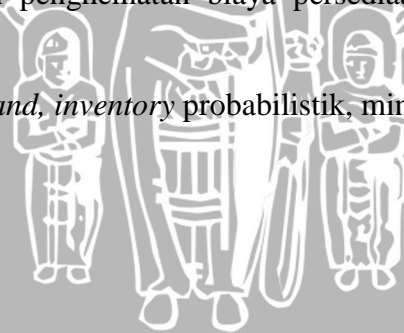
**ANES WEDARING N**, Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2009, *Pendekatan Sistem Inventory Probabilistik Untuk Menentukan Tingkat Persediaan Spare Parts*, Dosen Pembimbing : Murti Astuti dan Taufiq Basjry Tuhepaly.

Pada PT Unilever Indonesia Tbk. masih sering kali dijumpai masalah *breakdown* pada mesin-mesin produksi dan *packaging* yang menyebabkan terganggunya proses produksi. Salah satu jenis penyebab *breakdown* yang terjadi di PT Unilever Indonesia adalah disebabkan oleh ketidaktersediaan *spare parts* saat dibutuhkan, yang menyebabkan *maintenance* tidak dapat dilakukan. Hal ini tentu saja menyebabkan kerugian yang tidak sedikit terhadap PT Unilever Indonesia. Salah satu alasan terjadinya kekurangan *spare parts* adalah karena sifat permintaannya yang tidak menentu, sehingga sulit untuk dilakukan perencanaan yang baik.

Dalam menanggapi permasalahan ini maka perusahaan harus dapat membuat suatu sistem *inventory* yang dapat mengatasi permintaan *spare parts* yang tidak menentu. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah sistem *inventory probabilistik*. Kelebihan pada sistem *inventory probabilistik* adalah pada sistem ini diperhitungkan pula probabilitas dari setiap permintaan. Sehingga sistem ini sangatlah sesuai dengan keadaan permintaan yang tidak menentu dan sulit diramalkan. Diharapkan dengan sistem *inventory* probabilistik dapat mengurangi terjadinya kekurangan *spare part* sehingga dapat meminimumkan biaya yang harus dikeluarkan.

Dari hasil analisa yang dilakukan didapat bahwa dengan menggunakan sistem *inventory* probabilistik, kemungkinan terjadinya kekurangan *spare parts* hanya berkisar antara 0,00023 sampai 0,00456. Selain itu dengan menggunakan sistem *inventory* probabilistik dapat dilakukan penghematan biaya persediaan rata-rata 3,58% setiap *spare parts*.

Kata Kunci : *uncertainty demand*, *inventory* probabilistik, minimasi biaya.



## ABSTRACT

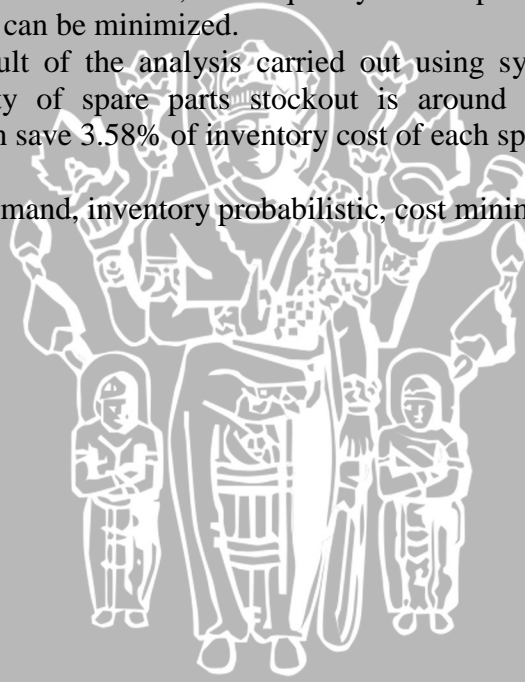
**ANES WEDARING N**, Industrial Engineering Study Program, Department of Engineering, Faculty of Techniques of Brawijaya University, August 2009, *Adopting an Approach of Probabilistic Inventory System to Determine the Stock Rates of Spare Parts*, Advisor: Murti Astuti dan Taufiq Basjry Tuhepaly.

PT Unilever Indonesia Tbk frequently has a breakdown in the packaging and producing engines which causes interference in the production process. One of the causes of this breakdown is the inability to do the maintenance due to the unavailability of the spare parts when they are needed. Consequently, it results in a considerable loss to PT Unilever Indonesia. In addition, it is difficult to apply an appropriate planning because the demand of the spare parts is not predictable.

In order to deal with the unpredicted demand of spare parts, the company has to be able to develop a good inventory system. One of the applicable methods is the system of probabilistic inventory. This system is appropriate since it calculates the probability of each demand. As a result, the frequency of the spare parts scarcity can be reduced and the expenses can be minimized.

Based on the result of the analysis carried out using system of probabilistic inventory, the probability of spare parts stockout is around 0.00023 to 0.00456. Moreover, this system can save 3.58% of inventory cost of each spare part.

Keywords: uncertainty demand, inventory probabilistic, cost minimizing



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dunia industri semakin ketat persaingannya pada era globalisasi dan setiap perusahaan dituntut untuk dapat lebih kompetitif serta dapat lebih beradaptasi dengan keadaan yang cepat berubah serta tidak pasti. Untuk mengatasi ketidakpastian tersebut, salah satu solusi yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah dengan menggunakan sistem persediaan (*inventory*). Jika suatu perusahaan telah memiliki sistem persediaan maka perusahaan tersebut akan lebih siap dalam menghadapi ketidakpastian serta perubahan-perubahan yang ada. Tersine (1994:3) berpendapat bahwa mengontrol dan menjaga agar suatu sistem persediaan tetap baik adalah masalah yang sering kali ditemui oleh banyak organisasi di berbagai sektor ekonomi. Untuk itu dibutuhkan suatu metode yang tepat guna menentukan sistem persediaan yang baik khususnya untuk menghadapi perubahan yang semakin cepat.

Persediaan didefinisikan sebagai sumber daya menganggur yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud proses lebih lanjut disini adalah berupa kegiatan produksi, pemasaran, ataupun proses konsumsi (Nasution, 1999:95). Dari proses-proses tersebut sebetulnya dapat diketahui bahwa persediaan memiliki beberapa jenis yaitu *supplies*, *raw-material*, *in-process goods*, dan *finished goods*.

*Supplies* adalah salah satu bentuk persediaan yang bertujuan untuk dikonsumsi dan bukan menjadi bagian dari produk akhir (Tersine, 1994:3). Salah satu bentuk persediaan yang termasuk dalam jenis ini adalah *spare parts*. Persediaan *spare parts* sangat berpengaruh pada proses *maintenance* suatu perusahaan. Karena tanpa didukung oleh suatu sistem persediaan *spare parts* yang baik maka akan sulit melakukan *maintenance* yang baik.

Keluhan yang sering muncul dari bagian-bagian yang berhubungan dengan *maintenance* adalah tidak tersedianya material dan *spare part* saat dibutuhkan (Dhilon, 2002:101). Untuk mencegah hal tersebut, perlu dibuat suatu sistem persediaan yang baik. Akan tetapi, berbeda dengan sistem persediaan yang lain, sistem persediaan *spare parts* sulit direncanakan karena jumlah permintaan *spare parts* tidak pasti dan berfluktuasi. Oleh karena itu sistem persediaan *spare part* yang baik harus dapat mengatasi ketidakpastian tersebut. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah sistem persediaan probabilistik yang memang dirancang

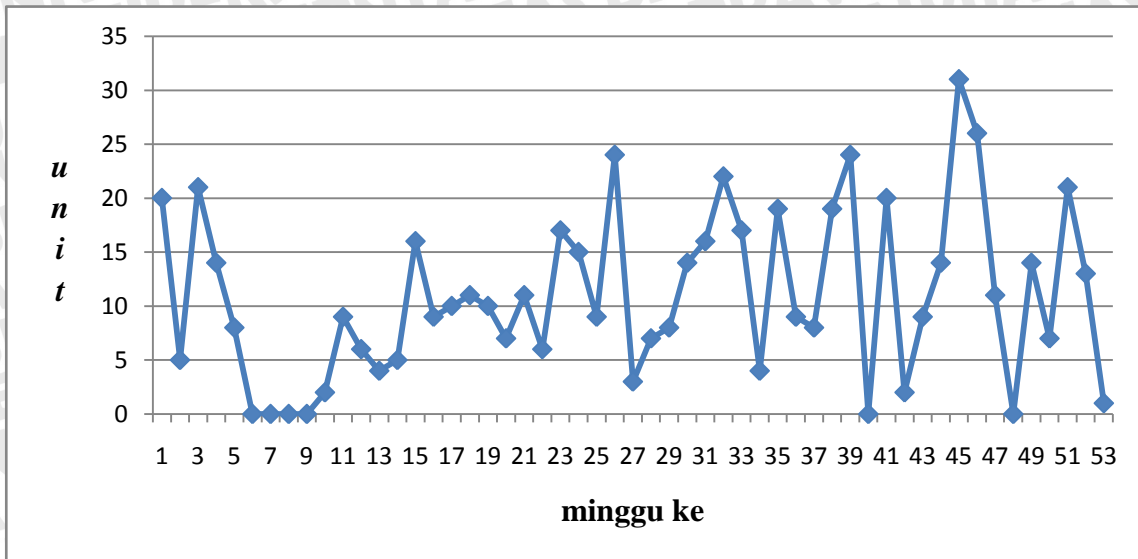
untuk dapat mengatasi jumlah permintaan yang tidak pasti. Sehingga diharapkan dapat membantu menentukan jumlah *spare parts* yang harus dipesan serta waktu pemesanan yang optimal.

PT UNILEVER Indonesia Tbk yang selanjutnya disingkat ULI merupakan perusahaan penanaman modal asing yang beroperasi berdasarkan UU No 1 tahun 1967 dan merupakan bagian UNILEVER dunia. Perusahaan ini mulai beroperasi di Indonesia pada tahun 1934 dan pada saat itu bergerak di bidang produksi, pemasaran dan penjualan barang-barang konsumsi terutama detergen, produk makanan, dan kosmetika serta sabun. Aneka ragam produk ini dihasilkan di pabrik yang berlokasi di Surabaya dan Cikarang. Perusahaan ini mempunyai posisi yang memimpin dalam pemasaran (*market leader*) di bidang sabun mandi, sabun cuci, margarin, pasta gigi, dan shampoo. Produk-produk perusahaan dijual di seluruh nusantara melalui jaringan yang terdiri lebih dari 300 distributor yang bersifat independen.

ULI sebagai *market leader* tentu saja harus bekerja ekstra keras mempertahankan posisinya di pasar. Hal tersebut tentu saja tidak terlepas dari ketersediaan barang di pasar yang didukung dengan sistem produksi. Akan tetapi, walaupun ULI telah menjadi *market leader*, ULI juga tidak lepas dari masalah-masalah yang terkait dengan sistem produksi seperti *breakdown*.

Untuk mengurangi *breakdown* dibutuhkan suatu sistem perawatan yang baik. Akan tetapi sistem perawatan yang baik harus pula didukung oleh ketersediaan *spare parts*. Untuk menjaga ketersediaan *spare parts* dibutuhkan sebuah manajemen persediaan yang baik. Dalam pembuatan sistem persediaan harus disesuaikan dengan keadaan dimana sistem persediaan itu dipakai, dalam hal ini *spare parts*. Pada sistem persediaan *spare parts* permintaan yang ada sangatlah berfluktuasi. Gambar 1.1 adalah grafik konsumsi dari salah satu *spare part*

Dari grafik pada gambar 1.1 dapat dilihat bahwa kebutuhan *spare parts* sangat berfluktuatif. Hal inilah yang menyebabkan sulitnya melakukan perencanaan *spare parts* yang tepat. Ketidakmampuan merencanakan persediaan *spare parts* akan menyebabkan terganggunya proses produksi dan *maintenance*. Sementara itu tabel 1.1 menunjukkan lama waktu *breakdown* yang disebabkan oleh kekurangan *spare parts* setiap minggunya.



Gambar 1.1 Grafik jumlah permintaan *spare part* ring - seal, type:saw-45/35x8.5

Tabel 1.1 Lama *breakdown* akibat kekurangan *spare parts*

Minggu	Lama waktu <i>breakdown</i> yang disebabkan kekurangan <i>spare parts</i> (menit)
Minggu ke 1	0
Minggu ke 2	1040
Minggu ke 3	1440
Minggu ke 4	0
Minggu ke 5	305
Minggu ke 6	1700
Minggu ke 7	285
Minggu ke 8	2045
Minggu ke 9	1920
Minggu ke 10	1620
Minggu ke 11	1010
Minggu ke 12	280
Minggu ke 13	1695
Minggu ke 14	2080
Minggu ke 15	5415

Sumber : PT UNILEVER Indonesia

Salah satu penyebab kejadian kekurangan *spare parts* adalah jumlah permintaan yang berfluktuasi seperti yang terlihat pada grafik 1.1. Karena oleh karena itu sistem persediaan yang sebaiknya dipakai adalah sistem persediaan probabilistik. Dengan sistem persediaan probabilistik dapat lebih memudahkan menentukan jumlah

pemesanan dan waktu yang tepat sehingga dapat menjaga ketersediaan *spare parts*. Diharapkan dengan adanya sistem persediaan yang baik maka dapat mengurangi *breakdown* yang dikarenakan kekurangan *spare parts* dan mengoptimalkan fungsi dari *maintenance* sehingga produktivitas dapat meningkat.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi. Masalah-masalah tersebut antara lain :

1. Kebutuhan akan *spare parts* yang fluktuatif (probabilistik) menyebabkan sulitnya menentukan waktu pemesanan dan jumlah *spare parts* yang harus dipesan.
2. Diperlukannya sistem persediaan yang baik untuk mencegah ketidakterediaan *spare parts* yang menyebabkan terganggunya proses perawatan dan produksi.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: Bagaimana merencanakan sistem persediaan dari kebutuhan *spare parts* yang fluktuatif dengan pendekatan persediaan probabilistik?

### 1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan yang dipakai agar pembahasan yang dilakukan dapat lebih terfokus. Batasan-batasan tersebut antara lain:

1. Pembahasan hanya membahas *spare parts* yang masuk dalam kategori *fast moving* untuk mesin-mesin pada *packing line*.
2. Pembahasan dilakukan berdasarkan data tahun 2008.
3. Tidak membahas sistem perawatan yang ada.
4. Tidak membahas tentang spesifikasi mesin dan spesifikasi *spare parts* secara detail.
5. Perhitungan persediaan probabilistik menggunakan bantuan *software* mathcad 2001.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan sistem persediaan probabilistik dengan menentukan *reorder point* serta jumlah pemesanan yang optimal dari *spare parts*.

2. Menghitung persentase penghematan yang dapat dilakukan jika menggunakan sistem persediaan probabilistik.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat memberikan masukan dalam menentukan *reorder point* dan jumlah pemesanan *spare parts* yang tepat.
2. Menghitung penghematan biaya yang dapat dilakukan jika menggunakan sistem persediaan probabilistik.

### 1.7 Asumsi

Asumsi-asumsi dipergunakan dalam penelitian ini yaitu

1. *Lead time* yang dibutuhkan oleh setiap *spare parts* adalah konstan yaitu 2 minggu.
2. Tidak terdapat diskon pada pembelian *spare parts* dan harga *spare parts* tetap.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pendahuluan

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang membahas topik yang berkaitan, antara lain:

1. Moh. Abil Waras (2004)

Penelitian ini berjudul “Penentuan Tingkat Persediaan *Spare Part* Forklift Merk Hitachi Dengan Variasi *Demand* Selama *Lead Time*”. Penelitian ini menganalisa penetapan tingkat persediaan *spare part* yang optimal, yang meliputi kapan harus memesan dan berapa jumlah pemesanan yang harus dilakukan agar mampu mengatasi variasi *demand* selama *lead time*.

Pada penelitian ini digunakan analisa ABC untuk mengelompokan *spare part* berdasarkan distribusi total *demand* dan harga. Kemudian dilakukan uji kolmogorof smirnof terhadap *demand* selama *lead time* untuk mengetahui pola distribusi masing-masing *spare part*. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *quantity order* dan *reorder point* berdasarkan distribusinya. Dari simulasi montecarlo didapatkan bahwa metode usulan dapat melakukan penghematan sebesar 12,08% (Rp. 1.593.136,00). Penghematan sebesar ini berasal dari penurunan jumlah rata-rata tingkat *inventory* dari 10,66 unit menjadi 8,46 unit (20,68%)

2. Paulus Edi Pranoto (2004)

Penelitian ini berjudul “Evaluasi Pengendalian persediaan *part brake* pesawat fokker F28 dengan menggunakan model probabilistik”. Penelitian ini mengevaluasi sistem *inventory* perusahaan dan membandingkannya dengan *continous review model* dan *priodic review model*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem *inventory* yang memiliki *total cost* dan *service level* yang optimal. Permintaan yang digunakan pada sistem ini diperoleh dari nilai *mean time to failure* dari *part*. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa *continous review model* sesuai untuk sebagian besar *part*.



### 3. Abraham Adrianus Kranenburg (2006)

Penelitian ini berjudul “*Spare Parts Inventory Control under System Availability Constraints*”. Penelitian ini membahas tentang *inventory spare parts* yang mempunyai batasan-batasan. Batasan-batasan tersebut menyangkut beberapa bidang antara lain kesamaan fungsi, perbedaan service level tiap *parts*, transportasi lateral, struktur 2 *echelon*, 2 moda transportasi. Penelitian ini bertujuan mencari heuristik yang tepat untuk dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan dari beberapa sifat tersebut. Pada akhirnya penelitian ini menyimpulkan bahwa dengan sifat-sifat tersebut dapat mengurangi biaya sampai 6-7%. Akan tetapi sistem ini baru bisa berjalan jika terdapat batasan yang sangat ketat dalam pelaksanaannya dilapangan.

#### 2.2. *Maintenance*

Perawatan (*maintenance*) sebagai salah satu kegiatan pendukung yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi (peralatan, mesin dan fasilitas lainnya), sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai dengan kondisi yang diharapkan (Blanchard, 1992:18). Blanchard menambahkan bahwa kondisi di atas dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya dengan kriteria minimasi biaya. Tujuan utama dilakukannya manajemen perawatan yang efektif adalah untuk mempertahankan sistem operasi atau produksi agar dapat beroperasi pada kondisi yang optimum, artinya bahwa perawatan dapat memberikan kepuasan terhadap permintaan yang diekspektasikan pada ongkos yang minimum.

#### 2.3. *Tujuan Maintenance*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa secara keseluruhan tujuan dari *maintenance* adalah untuk menjaga kapabilitas dari suatu sistem dengan juga mempertimbangkan masalah biaya. Pada fasilitas manufaktur tujuan *maintenance* adalah sebagai berikut (Stephen, 2004:7) :

- a. Merawat sistem yang telah ada. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *Preventive* dan *corective maintenance*. *Preventive* dan *corective maintenance* dapat menurunkan waktu *downtime* serta meningkatkan ketersediaan peralatan.

- b. Inspeksi peralatan, pembersihan dan pelumasan. Hal ini selain merupakan salah satu perawatan yang harus dilakukan juga bertujuan untuk dapat mendekteksi permasalahan lebih awal sebelum masalah tersebut terjadi.
- c. Modifikasi dan instalasi peralatan. Hal ini adalah kegiatan yang tidak rutin dilakukan, hal tersebut dapat dilakukan pada waktu yang senggang yang bertujuan untuk dapat meningkatkan efisiensi dan utilitas dari personel *maintenance*.
- d. Menjaga bangunan yang telah ada. Hal ini termasuk perbaikan bangunan, pengecatan serta hal-hal serupa.
- e. Modifikasi bangunan. Pengembangan *plant* dan perubahan proses akan membutuhkan perubahan-perubahan bagian-bagian yang berkaitan.
- f. Mengganti peralatan yang telah kadaluarsa serta membuang barang sisa.
- g. Mengontrol polusi dan kebisingan.

#### 2.4. Tipe-tipe Aktivitas *Maintenance*

Terdapat beberapa tipe *maintenance* yaitu (Stephen, 2002:11) :

- a. *Brakdown* atau *corective maintenance*

Sesuai dengan namanya *corective maintenance* adalah *maintenance* yang dilakukan pada saat kerusakan pada suatu peralatan terjadi. Meskipun kerusakan-kerusakan tidak menimbulkan kerugian yang cukup besar terhadap komponen yang lain tetapi dapat menyebabkan kerugian berupa *shutdown* dan keterlambatan produksi. Selain itu tipe ini merupakan tipe yang paling menghabiskan biaya dari pada tipe yang lainnya.

- b. *Preventive maintenance* (PM)

Berbeda dengan *reactive maintenace*, *preventive maintenance* mempunyai tujuan utama untuk mencegah serta memperbaiki kerusakan sebelum masalah tersebut terjadi. Langkah ini termasuk merancang desain serta dan instalasi peralatan yang sesuai, melakukan pencatatan performa serta perbaikan peralatan yang akurat dan melakukan penjadwalan perawatan yang baik. Karena *maintenance* yang dilakukan telah direncanakan sebelumnya maka diharapkan *shutdown* yang dilakukan tidak mengganggu sistem produksi yang berjalan.

c. *Predictive maintenance* (PDM)

Perhitungan-perhitungan statistik serta beberapa instrumen serta pengujian dapat digunakan untuk memperkirakan (*predict*) kemungkinan suatu peralatan rusak. *Preventive maintenance* yang baik dapat direncanakan berdasarkan analisa serta data yang telah dikumpulkan sebelumnya.

## 2.5. Elemen-Elemen Yang Mempengaruhi Efektivitas Manajemen *Maintenance*

Menurut Dhillon (2002:29), terdapat banyak elemen yang mempengaruhi manajemen *maintenance* yang efektif, dimana efektivitas tersebut adalah kunci kesuksesan dari seluruh aktivitas *maintenance*. Beberapa elemen tersebut antara lain :

### 2.5.1. Kebijakan *Maintenance*

Kebijakan *maintenance* merupakan salah satu elemen paling penting. Hal ini sangatlah mendasar untuk keberlanjutan serta kesamaan pemahaman dalam suatu manajemen *maintenance*. Biasanya suatu organisasi memiliki *manual* yang berisi kebijaksanaan, progam, tujuan-tujuan, dan tanggung jawab dari setiap level *supervisor*. Jika dokumen-dokumen tersebut tidak ada, maka suatu kebijaksanaan *maintenance* diharapkan dapat menampung segala hal tersebut (Dhillon, 2002:29).

### 2.5.2. *Work Order*

*Work order* memberikan wewenang serta arahan kepada individu atau kelompok untuk melakukan tugas yang diberikan. *Work order* yang dibuat dengan baik seharusnya dapat mengatasi segala pekerjaan *maintenance* yang diberikan, baik pekerjaan rutin ataupun *one-time jobs*. Sistem *work order* sangat berguna bagi para manajemen dalam mengontrol biaya yang dikeluarkan serta mengevaluasi performa dari pekerjaan *maintenance* yang dilakukan. *Work order* minimal harus berisikan informasi seperti tanggal mulai dan penyelesaian perawatan, deskripsi pekerjaan dan alasannya, biaya karyawan dan material, serta yang terakhir surat persetujuan pengerjaan (Dhillon, 2002:30)

### 2.5.3. *Equipment Record*

*Equipment record* memegang peranan yang penting dalam menjaga efektivitas serta efisiensi dari suatu organisasi *maintenance*. Biasanya *equipment record* digolongkan menjadi 4 macam, yaitu (Dhillon, 2002:30):

- Pekerjaan *maintenance* yang telah dilakukan  
Kategori ini berisikan data kronologis dari seluruh perbaikan dan *preventive maintenance* yang dilakukan selama *life time* suatu *items*.
- Biaya *maintenance*  
Berisi catatan riwayat serta akumulasi dari biaya-biaya material dan tenaga kerja
- *Persediaan*  
Berisi informasi-informasi seperti jumlah, ukuran dan tipe suatu barang, biaya pembelian, tanggal dibuat atau dibeli.
- *Files*  
Berisi tentang *manuals* untuk operasi dan perbaikan, gambar, asuransi dan lain-lain.

#### **2.5.4. Preventive And Corective Maintenance**

Menurut Dhillon (2002:30) Tujuan mendasar diadakannya *preventive maintenance* (PM) adalah untuk menjaga peralatan ataupun suatu fasilitas tetap berada pada kondisi yang memuaskan dengan inspeksi dan perbaikan.

Proporsi terbesar yang dilakukan suatu organisasi *maintenance* dihabiskan pada *corective maintenance* (CM). PM dan CM inilah yang menjaga efektivitas pada organisasi *maintenance*.

#### **2.5.5. Job Planning And Scheduling**

*Job planning* merupakan salah satu bagian penting dalam organisasi *maintenance*. Beberapa pekerjaan mungkin harus dilakukan terlebih dahulu sebelum dapat dilakukan *maintenance* contohnya: pembelian *parts*, peralatan, dan material, mengidentifikasi metode yang digunakan, ataupun berkoordinasi dengan departeman lain.

Penjadwalan *maintenance* tidak kalah penting dengan *job planing*. Efektivitas dari penjadwalan berdasarkan pada keandalan dari fungsi *planning* itu sendiri. Dalam pekerjaan yang berskala besar, perlu melakukan koordinasi dari beberapa tim ahli, selain itu untuk lebih lanjutnya dapat digunakan bantuan metode-metode penjadwalan (Dhillon, 2002:31).

### 2.5.6. Performance Measurement

Suatu organisasi *maintenance* yang sukses pastilah melakukan suatu pengukuran kinerja yang telah mereka lakukan secara rutin. Pengukuran kinerja ini berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dari departemen tersebut dan yang lebih penting dengan pengukuran kinerja dapat diketahui *downtime* dari suatu peralatan serta kejanggalan dalam suatu operasi yang ditangani oleh departemen tersebut. Selain itu pengukuran kinerja juga dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat rencana *maintenance* di masa yang akan datang (Dhilon, 2002:31).

### 2.5.7. Material control

Pengalaman-pengalaman di masa lalu menunjukkan bahwa *spare parts* menyumbang hampir 30 – 40% dari total biaya langsung *maintenance*. Permasalahan pada pengadaan *spare parts* bisa menyebabkan waktu transportasi yang lama, tidak dapat memenuhi *due date* yang ditetapkan, dan lain-lain. Untuk itu perlu dilakukan suatu sistem *persediaan* yang lebih baik sehingga dapat ditentukan apakah suatu *spare parts* disimpan atau tidak, serta berapa banyak yang harus disimpan untuk menghindari hal-hal di atas (Dhilon, 2009:22).

## 2.6. Persediaan

Keluhan yang sering muncul ketika seseorang berhubungan dengan *maintenance* adalah ketidaktersediaan material dan *spare parts* saat dibutuhkan. Sekarang, saat peralatan modern semakin kompleks, biaya persediaan telah meningkat dengan drastis (Dhilon, 2002: 101).

Mengontrol dan menjaga persediaan adalah masalah umum yang ditemukan pada hampir semua organisasi di sektor ekonomi. Sebenarnya masalah persediaan tidak hanya ada pada institusi yang mencari keuntungan saja, tetapi juga pada organisasi-organisasi sosial dan *nonprofit*.

Nasution (1995:95) mendefinisikan persediaan sebagai sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan produksi, pemasaran ataupun konsumsi.

## 2.7. Tipe Persediaan

Terdapat beberapa jenis persediaan, antara lain:

1. *Working stock (lot size stock)*

Adalah persediaan yang berfungsi untuk memenuhi keperluan di masa yang akan datang. Hal ini bertujuan untuk meminimasi biaya pemesanan dan penyimpanan atau untuk mendapatkan diskon.

2. *Safety stock (buffer)*

Adalah persediaan yang berfungsi untuk menjaga akan ketidakpastian permintaan ataupun suplai. *Safety stock* juga diartikan sebagai rata-rata stok yang ada selama suatu periode pemesanan yang digunakan sebagai pelindung agar tidak terjadi *stockout*.

3. *Anticipation stock (stabilization stock)*

Adalah persediaan yang berfungsi untuk memenuhi permintaan pada saat permintaan mencapai puncak, seperti pada musim-musim tertentu seperti liburan atau hari besar. Hal ini bertujuan untuk menstabilkan *stock* serta tenaga kerja yang digunakan.

4. *Pipeline stock (work in process)*

Adalah persediaan yang bertujuan untuk menyediakan waktu untuk suatu barang sebelum barang tersebut dilanjutkan ke proses berikutnya. Pada dasarnya *pipeline stock* adalah barang yang menunggu untuk proses selanjutnya ataupun masih dalam transportasi.

5. *Decoupling stock*

Adalah persediaan yang berasal dari akumulasi *item* yang dihasilkan oleh bagian-bagian yang terpisah yang bertujuan untuk menyamakan operasi-operasi yang ada. Sehingga persediaan menyebabkan setiap bagian dari sistem dapat berdiri independen, hal ini sangat penting untuk mencegah konflik antara produksi dan distribusi.

6. *Psychic stock*

Adalah persediaan yang dipergunakan sebagai *display*. Persediaan ini berfungsi sebagai penarik konsumen (permintaan). Selain itu juga bertujuan agar barang tersebut dapat dilihat oleh pembeli. Berbeda dengan persediaan yang lain dimana persediaan yang lain menghabiskan biaya, persediaan ini dapat menghasilkan uang dengan menghasilkan permintaan (*demand*).

Menurut tipe barang yang disimpan terdapat beberapa jenis persediaan seperti yang tampak pada gambar 2.1, yaitu (Tersine,1994: 3):

1. *Supplies*

*Supplies* adalah barang-barang pada persediaan yang dikonsumsi pada suatu organisasi yang tidak menjadi bagian pada produk akhir.

2. *Raw material* (bahan baku)

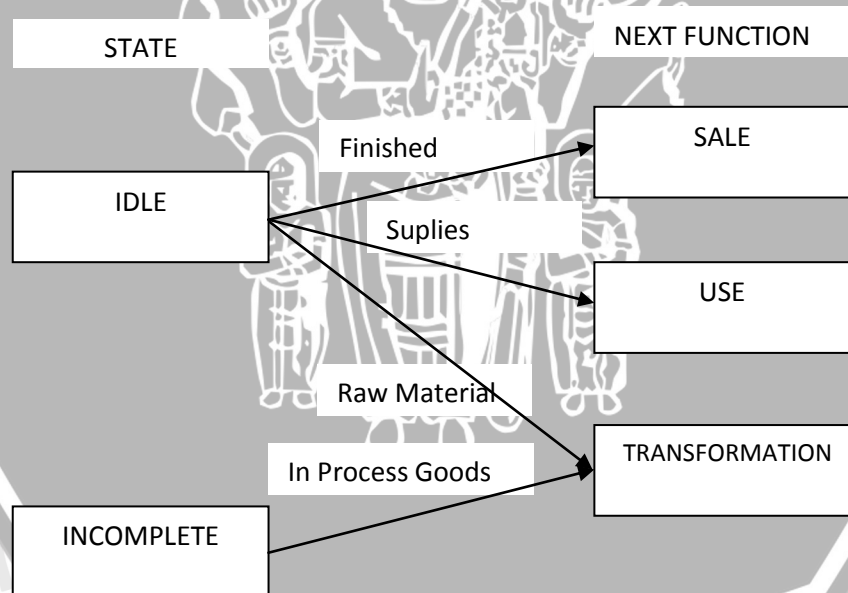
Bahan baku adalah barang-barang yang dibeli yang nantinya akan dijadikan sebagai *input* pada proses produksi. Bahan baku inilah yang nantinya akan ditransfomasi menjadi barang jadi.

3. *In process goods* (barang setengah jadi)

Barang setengah jadi adalah bagian-bagian dari barang jadi yang masih dalam proses. Barang setengah jadi terdiri dari barang setengah jadi dan barang-barang yang masih mengantri yang menunggu proses lebih lanjut.

4. *Finished goods* (barang jadi)

*Finished goods* adalah barang jadi yang siap untuk dipasarkan, didistribusikan ataupun disimpan.



Gambar 2.1 Bagan jenis persediaan menurut barang yang disimpan

**2.8. Fungsi Persediaan**

Persediaan timbul karena sulitnya untuk mensinkronisasikan antara suplai dengan permintaan yang ada. Dalam beberapa kasus bahkan terdapat perbedaan antara laju permintaan dengan laju suplai. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan stok. Berikut ini adalah beberapa faktor yang menyebabkan persediaan dibutuhkan (Tersine,1994:6) :

### 1. Faktor waktu

Faktor waktu ini berkaitan dengan panjangnya proses distribusi dan produksi sebelum suatu barang sampai kepada konsumen. Beberapa konsumen bersedia untuk menunggu sampai batas waktu tertentu, akan tetapi tentu saja ketersediaan barang yang ada di pasar dapat sangat mempengaruhi reputasi suatu perusahaan yang pada akhirnya akan mempengaruhi keuntungan dari perusahaan tersebut.

### 2. Faktor *discontinuity*

Dengan faktor ini membuat proses-proses yang ada (pembelian, manufaktur, distribusi, pemasaran) dapat berdiri sendiri. Persediaan dapat mengurangi ketergantungan antara satu proses ke proses lainnya, sehingga dapat membuat sistem yang ada bekerja lebih ekonomis. Selain itu faktor *discontinuity* menyebabkan pihak perusahaan dapat membuat jadwal yang lebih fleksibel dan sesuai dengan yang diinginkan.

### 3. Faktor ketidakpastian

Faktor ini memperhatikan tentang hal-hal yang tidak diramalkan sebelumnya dan dapat merubah rencana yang telah dibuat sebelumnya. Hal-hal tersebut antara lain kesalahan pada peramalan permintaan, kerusakan mesin, bencana alam, dan keterlambatan pengiriman. Saat terdapat persediaan, perusahaan dapat berjaga-jaga terhadap hal-hal yang tidak diduga sebelumnya.

### 4. Faktor ekonomis

Dengan adanya persediaan perusahaan dapat mengambil keuntungan dengan mengambil alternatif-alternatif yang lebih ekonomis. Dengan persediaan perusahaan mampu membeli atau memproduksi suatu *item* dalam jumlah yang ekonomis.

## 2.9. Biaya-biaya Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul akibat adanya ataupun tidak tersediannya persediaan.



Biaya pada sistem persediaan terdiri dari (Tersine, 1994:13):

1. Biaya pembelian (*purchasing cost*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang atau jika barang tersebut diproduksi sendiri maka disebut biaya produksi jika barang tersebut diproduksi sendiri. Besarnya biaya ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Harga pembelian menjadi penting ketika harga barang yang dibeli tergantung ukuran pembelian. Situasi ini diistilahkan sebagai *quantity discount* dimana harga barang per *unit* akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat

2. Biaya pengadaan (*procurement cost*)

Biaya pengadaan dibedakan menjadi dua jenis sesuai asal-usul barang yaitu:

a. Biaya pemesanan (*ordering cost*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar

b. Biaya pengaturan (*setup cost*)

Biaya yang timbul saat melakukan persiapan sebelum melakukan proses produksi. Biaya tersebut muncul saat suatu barang diproduksi sendiri.

3. Biaya penyimpanan (*holding/carrying cost*)

Biaya penyimpanan diartikan sebagai segala biaya yang dibutuhkan untuk menyimpan suatu barang dan menjaga suatu barang dalam persediaan. Yang termasuk dalam biaya penyimpanan antara lain:

a. *Opportunity cost*

Merupakan biaya yang timbul karena hilangnya kesempatan menghasilkan dari sejumlah dana yang tertanam dalam barang.

b. Ongkos gudang

Merupakan biaya yang timbul karena barang disimpan di dalam gudang, meliputi biaya sewa gudang, upah dan gaji tenaga pengawas, biaya peralatan *material handling* di gudang, biaya administrasi gudang, dan biaya lainnya.

c. Biaya asuransi

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengantisipasi kejadian yang tidak diinginkan.

#### 4. Biaya kekurangan persediaan (*shortage/stockout cost*)

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang dikeluarkan saat tidak tersediannya barang di persediaan. Biaya-biaya tersebut antara lain berasal dari hilangnya kepercayaan konsumen, keterlambatan produksi, ataupun segala hal yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

### 2.10. Hal-Hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Sistem Persediaan

Beberapa hal dibawah ini merupakan hal-hal yang perlu diperhatikan yang nantinya akan memberi pengaruh pada sistem persediaan yang akan digunakan. Hal-hal tersebut antara lain (Nahmias,2001: 197):

#### 1. *Lead time*

Jika sebuah barang dipesan dari luar maka *lead time* diartikan sebagai banyaknya waktu yang diperlukan sejak barang dipesan sampai barang tersebut sampai atau terpenuhi. Jika suatu barang diproduksi sendiri maka *lead time* diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk memproduksi sejumlah barang tersebut. *Lead time* dapat bersifat deterministik maupun probabilistik.

#### 2. *Reorder level*

*Reorder level* adalah *level* dimana harus dilakukan pemesanan untuk mengisi kembali persediaan.

#### 3. *Excess demand*

Salah faktor penting yang juga perlu diperhatikan adalah bagaimana sebuah sistem persediaan bereaksi pada *excess demand* (permintaan yang tidak dapat segera dipenuhi oleh stok yang ada). Terdapat dua asumsi yang biasa digunakan jika terjadi *excess demand* yaitu *back order* yaitu permintaan akan menunggu untuk dipenuhi pada jangka waktu yang akan datang atau *lost sale* yaitu permintaan tersebut akan hilang dan akan diambil oleh sistem yang lain. Selain kedua asumsi yang bisa digunakan di atas kadang juga dimungkinkan *partial back ordering* yaitu sebagian permintaan bersifat *back order* dan sebagian lainnya *lost sale* atau *customer impatience* yaitu jika permintaan dari *customer* tidak dipenuhi pada jangka waktu tertentu maka permintaan tersebut akan dibatalkan.

#### 4. *Changing inventory*

Pada kasus-kasus tertentu barang dalam persediaan dapat berubah jika melewati rentang waktu tertentu, perubahan tersebut akan menyebabkan penurunan utilitas yang dimiliki barang tersebut. Beberapa barang mempunyai umur yang pendek, seperti makanan.

#### 5. *Demand*

Keputusan dalam persediaan sangat bergantung pada *demand* yang ada. Asumsi dari pola dan karakteristik *demand* (permintaan) seringkali menjadi dasar yang utama dalam menentukan model matematis yang akan dipakai.

#### 6. *Safety stock*

*Safety stock* adalah stok dalam persediaan yang digunakan untuk mencegah terjadinya *excess demand* atau *stockout* saat terjadi ketidakpastian pada permintaan.

### 2.11. Karakteristik Permintaan dan Model-Model Persediaan

Permintaan dan *lead time* merupakan salah satu sumber utama penyebab ketidakpastian dalam sistem persediaan.

Model persediaan dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis permintaan sebagai berikut (Elsayed,1994:69) :

#### 1. *Static deterministic inventory models*

Pada model ini permintaan bersifat deterministik yaitu total permintaan selama periode tertentu telah diketahui dan konstan, selain itu tingkat konsumsinya juga konstan.

#### 2. *Dynamic deterministic inventory models*

Pada model ini jumlah permintaan setiap periode diketahui dan konstan tetapi tingkat konsumsinya berbeda setiap periode.

#### 3. *Static probabilistic inventory models*

Pada model ini jumlah permintaan dalam suatu periode tak tentu dan mengikuti distribusi probabilitas tertentu. Akan tetapi distribusi probabilitas setiap periode tetap atau sama.

#### 4. *Dynamics probabilistic inventory models*

Model ini hampir sama dengan model ketiga hanya saja pada model ini distribusi yang dimiliki oleh setiap periode dapat berbeda dengan periode yang lain.

## 2.12. Model Persediaan Probabilistik

Pada model persediaan klasik selalu diasumsikan bahwa segala permintaan diketahui secara pasti. Akan tetapi pada kenyataannya seringkali parameter-parameter tersebut tidak diketahui, seperti contohnya dalam hal permintaan. Seringkali permintaan bersifat probabilistik (Elsayed, 87:1994).

### 2.12.1. Pertimbangan Statistik

Terdapat dua hal yang sering digunakan dalam mendeskripsikan distribusi dari permintaan yaitu, rata-rata ( $\bar{M}$ ) dan standar deviasi. Berikut ini rumusan rata-rata permintaan selama *lead time* jika mengikuti distribusi kontinu (Tersine, 1994:210).

$$\bar{M} = \int_0^{\infty} Mf(M)dM \quad (2-1)$$

Serta standar deviasi ( $\sigma$ ) yang merupakan akar dari variansi yang mempunyai rumus sebagai berikut

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} (M - \bar{M})^2 P(M)dM \quad (2-2)$$

Untuk data yang berdistribusi diskrit memakai rumus-rumus di bawah ini

$$\bar{M} = \sum_{M=0}^{M_{max}} MP(M) \quad (2-3)$$

$$\sigma^2 = \sum_{M=0}^{M_{max}} (M - \bar{M})^2 P(M) \quad (2-4)$$

Dimana

M = permintaan selama *lead time* (*unit*)

$\sigma$  = standar deviasi dari permintaan selama *lead time*

f(M) = *probability density function* dari permintaan selama *lead time*

P(M) = probabilitas permintaan sebesar M *unit* selama *lead time*

M<sub>max</sub> = permintaan maksimum selama *lead time*

Sedangkan rumusan probabilitas *stockout* dan jumlah perkiraan *stockout*

$$P(M > B) = \int_B^{\infty} f(M)dM \quad (2-5)$$

$$E(M > B) = \int_B^{\infty} (M - B)f(M)dM \quad (2-6)$$

Sedangkan jika distribusi yang dipakai diskrit maka rumusan yang digunakan

$$P(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{max}} P(M) \quad (2-7)$$

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{max}} (M - B)P(M) \quad (2-8)$$

Dimana

B = *reorder point* (*units*)

- $f(M)$  = *probability density function* permintaan selama *lead time*
- $P(M > B)$  = probabilitas *stockout*
- $E(M > B)$  = perkiraan jumlah *stockout* selama *lead time*

**2.12.2. Backorder Case**

*Backorder* adalah salah satu contoh kasus dari *stockout* (kekurangan persediaan). Dalam kasus *backorder* konsumen akan menunggu sampai terpenuhinya permintaan yang ada. Berikut ini adalah rumusan-rumusan yang digunakan dalam menyelesaikan kasus ini (Tersine , 1994:267).

$TC = \text{biaya pembelian} + \text{biaya pemesanan} + \text{biaya penyimpanan} + \text{biaya } stockout$

$$TC = RP + \frac{RC}{Q} + H \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M)dM \right] + \frac{AR}{Q} \int_B^{\infty} (M - B)f(M)dM \quad (2-9)$$

Dimana

- R = rata-rata *demand* per priode
- P = biaya pembelian
- C = biaya pemesanan
- Q = jumlah pemesanan
- H = biaya penyimpanan per *unit* per periode
- B = *reorder point*
- M = permintaan selama *lead time*
- A = jumlah *stockout*
- $f(M)$  = *probability density function* dari permintaan selama *lead time*
- S =  $B - \bar{M}$   
 $= \int_0^{\infty} (B - M)f(M)dM$   
 = Perkiraan jumlah *safety stock*
- $E(M > B)$  =  $\int_0^{\infty} (M - B)f(M)dM$   
 = Perkiraan jumlah *stockout* selama *lead time*
- A  $E(M > B)$  = Biaya *stockout*

Rumusan di atas dapat disederhanakan sebagai berikut

$$TC = RP + \frac{R}{Q} [C + A E(M > B)] + H \left[ \frac{Q}{2} + B - \bar{M} \right] \quad (2-10)$$

Dengan menurunkan persamaan (2-10) di atas terhadap B dan Q serta membuatnya sama dengan 0 maka akan didapatkan persamaan

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = - \frac{R}{Q^2} [C + A E(M > B)] + \frac{H}{2} = 0$$



$$Q^* = \sqrt{\frac{2R[C+AE(M>B)]}{H}} \quad (2-11)$$

$$= \text{EOQ}$$

$$\frac{\partial TC}{\partial B} = -\frac{RAP(M>B)}{Q} + H = 0$$

$$P(M > B) = P(s) = \frac{HQ}{AR} \quad (2-12)$$

= probabilitas *stockout* optimal

### 2.12.3. Lost Sale Case

Saat *stockout* yang terjadi diasumsikan sebagai *lost sale* maka rumusan yang dipakai menjadi (Tersine, 1994:269) :

$$TC = RP + \frac{R}{Q} [C + AE(M > B)] + H \left[ \frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) + E(M > B) \right] \quad (2-13)$$

Dengan menurunkan persamaan diatas maka didapatkan

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = -\frac{R}{Q^2} [C + AE(M > B)] + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2R[C+AE(M>B)]}{H}} \quad (2-14)$$

$$\frac{\partial TC}{\partial B} = -\frac{RAP(M>B)}{Q} + H - HP(M > B) = 0$$

$$P(M > B) = P(s) = \frac{HQ}{AR+HQ} \quad (2-15)$$

Persamaan di atas dapat diaplikasikan baik terhadap probabilitas yang bersifat *discrete* maupun *continous*.

### 2.12.4. Langkah-langkah perhitungan

Dari rumusan-rumusan yang telah didapat diatas, terdapat beberapa langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mencari hasilnya yang lebih optimum yaitu (Tersine, 1994:270):

1. Cocokkan kasus yang akan ditangani (*backorder* atau *lost sales*).
2. Hitung Q dengan asumsi  $E(M > B) = 0$
3. Gunakan Q yang telah didapat untuk mencari  $P(M > B)$  dan B.
4. Gunakan B yang telah didapat diatas untuk mencari nilai dari  $E(M > B)$ .
5. Perbarui Q yang telah didapat dengan  $Q^*$  dengan memperhitungkan  $E(M > B)$ .

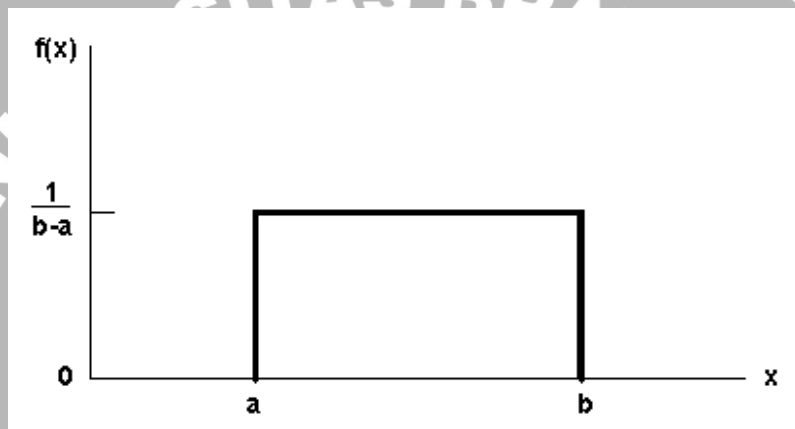
6. Ulangi langkah 3, 4, dan 5 sampai hasil tidak berubah secara signifikan.

### 2.13. Fungsi Distribusi Probabilitas

Terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas yang digunakan, antara lain (Kelton, 2003:506) :

a. Distribusi Uniform (a,b)

Distribusi ini penting dalam upaya pembangkitan nilai bilangan acak untuk semua distribusi variabel acak. Distribusi ini mempunyai 2 parameter yaitu nilai minimum (a) dan nilai maksimum (b). Bentuk umum fungsi kepadatan dan fungsi kumulatifnya adalah:



Gambar 2.2 Grafik fungsi kepadatan distribusi uniform

$$F(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{Untuk } a \leq x < b \\ 0 & \text{Untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2-16)$$

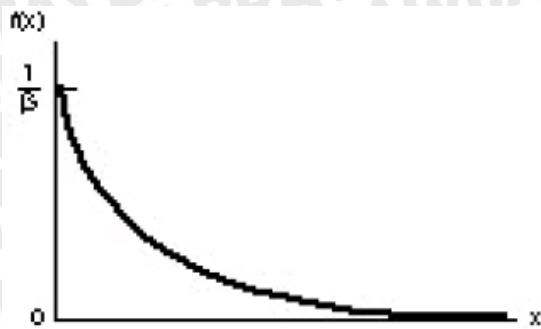
Dengan *mean* dan varian sebagai berikut

$$\text{Mean} = (a + b)/2 \quad (2-17)$$

$$\text{Varian} = (b - a)^2/12 \quad (2-18)$$

b. Distribusi Eksponensial ( $\beta$ )

Distribusi eksponensial ( $\beta$ ) seringkali dikaitkan dengan waktu antar kedatangan pelanggan ke suatu sistem layanan yang terjadi pada laju kedatangan yang random dan waktu *breakdown*. Bentuk umum fungsi kepadatan adalah:



Gambar 2.3 Grafik fungsi kepadatan distribusi eksponensial

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta} e^{-x/\beta} & \text{Untuk } 0 \leq x \\ 0 & \text{Untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2-19)$$

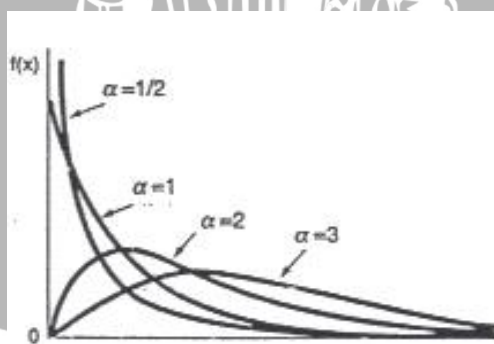
Dengan *mean* dan varian sebagai berikut

$$\text{Mean} = \beta \quad (2-20)$$

$$\text{Varian} = \beta^2 \quad (2-21)$$

c. Distribusi Gamma ( $\alpha, \beta$ )

Distribusi ini sering kali cocok pada persoalan lama waktu layanan misal di loket layanan pelanggan, layanan perbaikan mesin dan lain sebagainya. Distribusi gamma mempunyai 2 parameter distribusi yaitu  $\alpha$  sebagai parameter bentuk (*shape parameter*) dan  $\beta$  sebagai parameter skala (*scale parameter*) Bentuk umum fungsi kepadatan distribusi ini adalah:



Gambar 2.4 Grafik fungsi kepadatan distribusi gamma

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)} e^{-x/\beta} & \text{Untuk } 0 < x \\ 0 & \text{Untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2-22)$$



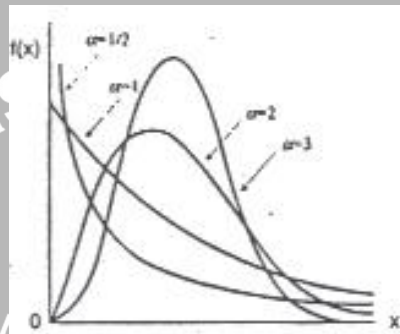
Dengan *mean* dan varian sebagai berikut

$$\text{Mean} = \alpha\beta \tag{2-23}$$

$$\text{Varian} = \alpha\beta^2 \tag{2-24}$$

d. Distribusi Weibull ( $\alpha, \beta$ )

Distribusi ini sering terkait dengan waktu layanan seperti pada distribusi Gamma ( $\alpha, \beta$ ). Disamping itu juga sering terkait dengan waktu kerusakan sebuah komponen dalam masalah perawatan. Bentuk fungsi kepadatannya adalah:



Gambar 2.5 Grafik fungsi kepadatan distribusi weibull

$$f(x) = \begin{cases} \alpha\beta^{-\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha} & \text{Untuk } 0 < x \\ 0 & \text{Untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \tag{2-25}$$

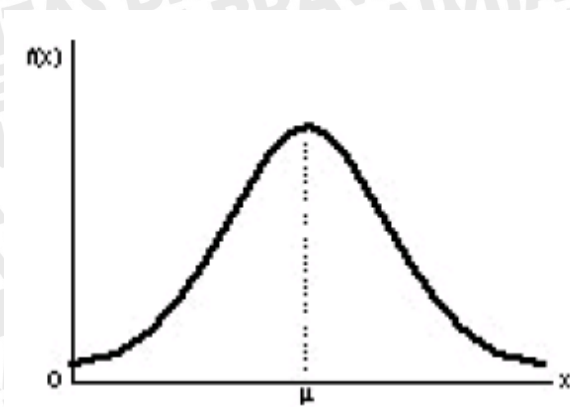
Dengan *mean* dan varian sebagai berikut

$$\text{Mean} = \frac{\alpha}{\beta} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \tag{2-26}$$

$$\text{Varian} = \frac{\beta^2}{\alpha} \left\{ 2\Gamma\left(\frac{2}{\alpha}\right) - \frac{1}{\alpha} \left[ \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \right]^2 \right\} \tag{2-27}$$

e. Distribusi Normal ( $\mu, \sigma^2$ )

Distribusi ini dapat dijumpai pada hampir semua kejadian, misal pada hasil inspeksi produk cacat, penyebaran nilai ujian mahasiswa, tingkat pertumbuhan tanaman, dan lain sebagainya. Bentuk fungsi kepadatannya adalah:



Gambar 2.6 Grafik fungsi kepadatan distribusi normal

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \text{ untuk semua bilangan riil } x \quad (2-28)$$

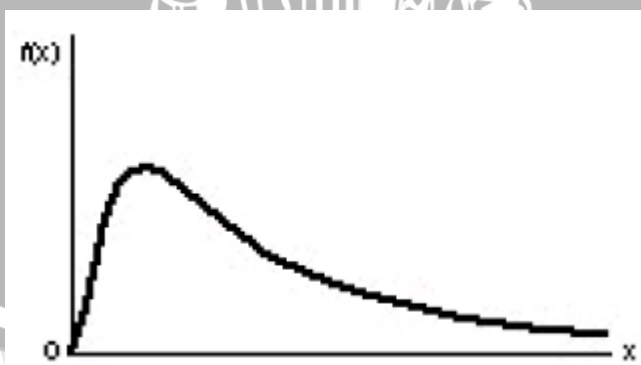
Dengan *mean* dan varian sebagai berikut

$$\text{Mean} = \mu \quad (2-29)$$

$$\text{Varian} = \sigma^2 \quad (2-30)$$

f. Distribusi Lognormal ( $\mu, \sigma^2$ )

Distribusi ini banyak digunakan pada penggambaran waktu layanan seperti halnya pada distribusi Gamma ( $\mu, \sigma^2$ ) dan distribusi Weibull ( $\mu, \sigma^2$ ). Adapun bentuk fungsi kepadatannya adalah:



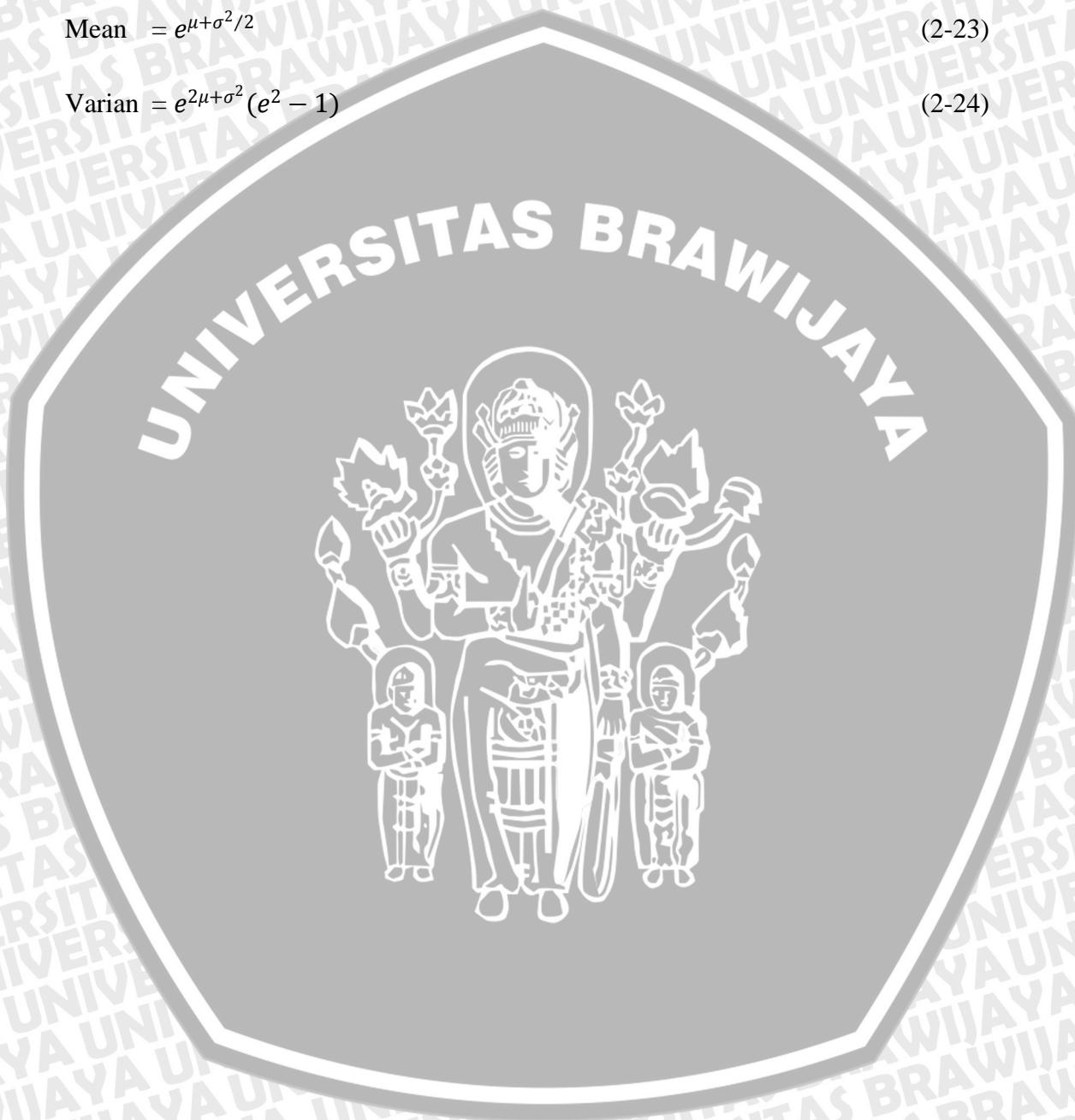
Gambar 2.7 Grafik fungsi kepadatan distribusi lognormal

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) & \text{untuk } 0 < x \\ 0 & \text{untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2-31)$$

Dengan *mean* dan *varian* sebagai berikut

$$\text{Mean} = e^{\mu + \sigma^2/2} \quad (2-23)$$

$$\text{Varian} = e^{2\mu + \sigma^2} (e^2 - 1) \quad (2-24)$$



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap yang terlebih dahulu harus ditetapkan sebelum menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Metodologi penelitian menggambarkan prosedur pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan untuk menguji hipotesa atau menjawab permasalahan. Selain itu metodologi penelitian akan menjadi kerangka dasar berpikir logis bagi pengembangan skripsi ini ke arah penarikan kesimpulan secara ilmiah.

#### 3.1. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada berdasarkan data-data, jadi penelitian deskriptif juga menyajikan data, menganalisis dan mengintepretasikannya (Narbuko, 2004:44). Dengan metode penelitian deskriptif ini maka akan diperoleh hasil yang sesuai (tepat) dengan tujuan awal dilakukannya suatu penelitian, karena pendekatan metode yang digunakan relevan dengan kondisi dan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini.

#### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. UNILEVER Indonesia Tbk. *plant* Rungkt Surabaya pada bagian *personal care*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2009 sampai April 2009.

#### 3.3. Jenis dan sumber data

Menurut Hasan (2002:38), pengumpulan data adalah pencatatan-pencatatan atau keterangan-keterangan sebagian atau keseluruhan dari elemen populasi yang akan menunjang atau mendukung penelitian.

Adapun cara pengumpulan data dalam penelittan ini dengan cara:

##### 1. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh rumusan kerangka teoritis dari masalah yang diteliti, yang bisa diperoleh dari buku-buku literatur, jurnal-jurnal ilmiah dan lain-lain. Pada penelitian kali ini studi pustaka lebih

ditekankan pada hal-hal yang berkaitan dengan masalah persediaan dan statistik probabilitistik.

## 2. Studi lapangan

Merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan secara langsung pada obyek penelitian. Pengumpulan data tersebut bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

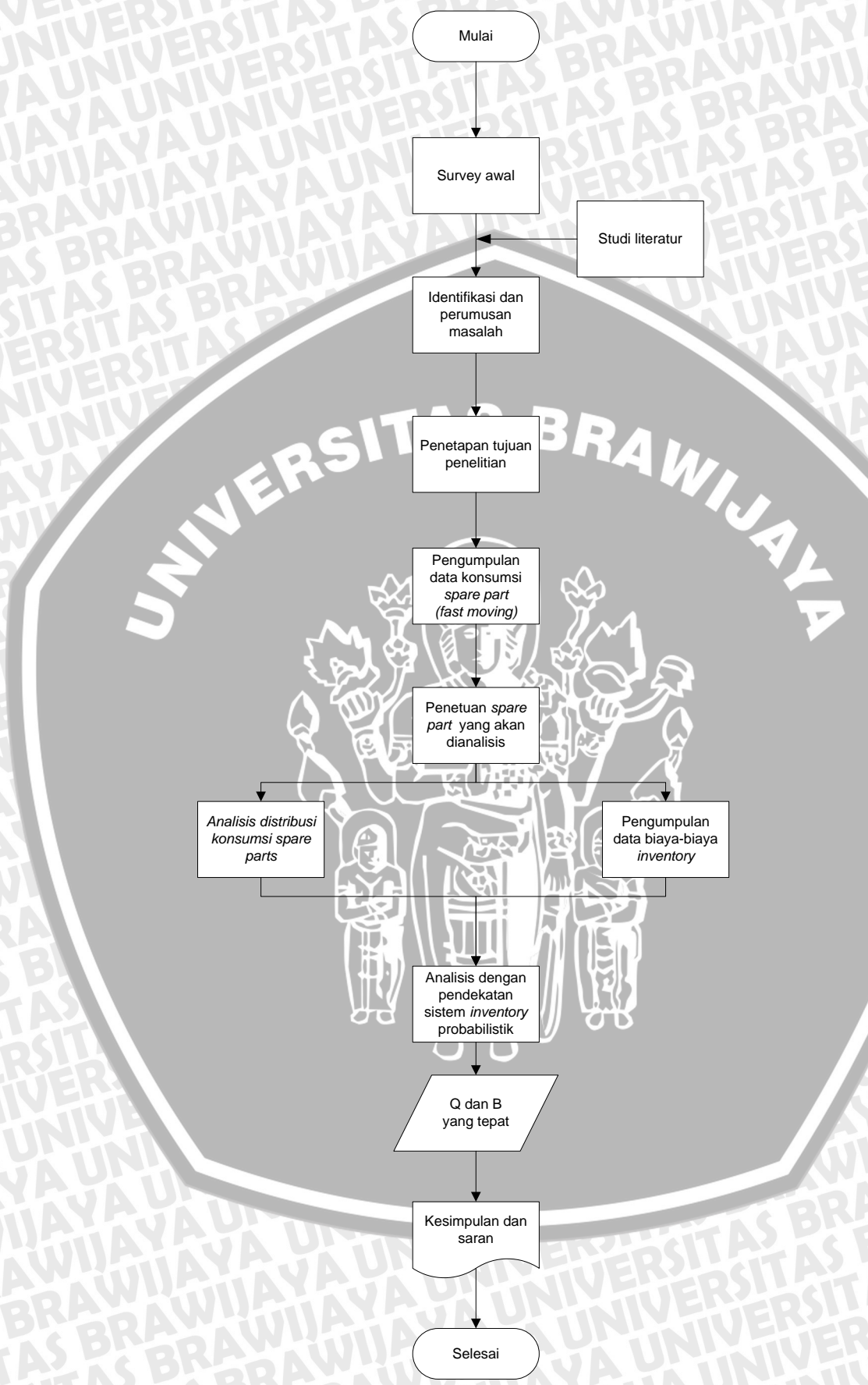
- a. Observasi, merupakan cara pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan mengamati langsung aktivitas obyek yang diteliti. Pada penelitian ini observasi dilakukan pada *engineer store* untuk meneliti konsumsi dari *spare parts*.
- b. *Interview* (wawancara), merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengadakan wawancara langsung dengan pihak-pihak perusahaan yang berhubungan dengan persediaan *spare parts*. Selain dengan pihak *engineer store* yang bertanggung jawab terhadap persediaan *spare parts*, wawancara juga dilakukan dengan bagian produksi untuk mendapatkan gambaran masalah-masalah yang diakibatkan oleh kekurangan *spare parts*.
- c. Dokumentasi, merupakan cara pengumpulan data-data perusahaan yang berasal dari laporan, catatan-catatan atau arsip yang ada. Hal ini sangat dibutuhkan karena dalam penelitian ini memerlukan beberapa data yang digunakan dalam perhitungan, seperti data konsumsi *spare parts* serta biaya-biaya yang menyangkut persediaan.

### 3.4. Tahapan Metodologi Penelitian

Adapun tahap-tahap metodologi penelitian yang akan dilakukan seperti yang ditunjukkan pada diagram alir gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1. Survey Pendahuluan

Dalam tahap ini dilakukan *survey* pendahuluan yaitu pada PT. UNILEVER Indonesia Tbk. Untuk mencari dan menentukan topik penelitian yang sesuai dengan bakat, minat dan konsentrasi yang diambil. *Survey* lapangan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui keadaan objek penelitian secara langsung.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



### 3.4.2. Studi Literatur

Tujuan dilakukannya studi literatur adalah untuk mencari informasi atau literatur yang mendukung penulisan skripsi ini. Dalam hal ini pencarian literatur dilakukan dengan mengacu pada beberapa literatur yang berkaitan seperti buku-buku teks, jurnal dan lain-lain. Hal ini diharapkan dapat membantu menambah masukan ilmu pengetahuan untuk mencari solusi terhadap masalah yang terdapat di perusahaan.

### 3.4.3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Langkah awal sebelum memulai penelitian adalah mengidentifikasi masalah yang terjadi. Untuk mempermudah hal ini bisa dilakukan diskusi dengan pihak perusahaan. Setelah masalah dapat diidentifikasi maka masalah-masalah tersebut dirumuskan sehingga dapat lebih mudah menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikannya.

### 3.4.4. Penetapan Tujuan Penelitian

Langkah selanjutnya adalah penetapan tujuan dari penelitian. Penetapan tujuan ini dilakukan agar penelitian dapat fokus terhadap masalah yang akan diselesaikan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

### 3.4.5. Pengumpulan Data Konsumsi *Spare parts*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data tentang konsumsi *spare parts*. Pada data konsumsi *spare parts* data yang digunakan adalah data historis selama tahun 2008, yaitu mulai minggu pertama sampai dengan minggu ke 52. *Spare parts* yang akan dianalisis adalah *spare parts* yang masuk kategori *fast moving*. *Spare parts* yang tergolong *fast moving* adalah *spare parts* yang mempunyai umur kurang dari 1 bulan.

### 3.4.6. Penentuan *Spare parts* Yang Akan Dianalisis

Pada tahap ini akan ditentukan *spare parts* mana yang akan dianalisis lebih lanjut. Diagram pareto digunakan untuk menentukan *spare parts* yang dianggap kritis dan perlu diprioritaskan untuk diteliti. Diharapkan dengan menggunakan digaram pareto dapat diidentifikasi *spare parts* manakah yang paling banyak dikonsumsi. Karena semakin banyak suatu *spare parts* dikonsumsi maka kemungkinan *spare parts* tersebut untuk kehabisan (*stockout*) semakin besar.

### 3.4.7. Pengumpulan Data Biaya-biaya Persediaan

Pada tahap ini dikumpulkan biaya-biaya yang berkaitan dengan sistem persediaan. Karena biaya-biaya tersebut merupakan salah satu *input* penting yang menjadi parameter dalam suatu sistem persediaan. Beberapa biaya yang dibutuhkan adalah:

- Biaya penyimpanan (*holding cost*)
- Biaya beli per *unit* (*purchasing cost*)
- Biaya kekurangan stok (*stockout cost*)
- Biaya pemesanan (*ordering cost*)

### 3.4.8. Analisis Distribusi Dari *Spare parts*

Setelah didapatkan data konsumsi dari *spare parts* yang akan dianalisis, selanjutnya dicari distribusi probabilitas dari tingkat konsumsi *spare parts* tersebut. Hal ini diperlukan karena pendekatan yang dilakukan adalah sistem persediaan yang bersifat probabilistik. Analisis distribusi konsumsi *spare parts* menggunakan bantuan *Input Analyzer* yang merupakan salah satu fasilitas yang disediakan oleh *software* Arena 10.0.

### 3.4.9. Analisis Sistem Persediaan Dengan Pendekatan Persediaan Probabilistik

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan-perhitungan dengan menggunakan rumusan pada sistem persediaan probabilistik untuk mencari jumlah pemesanan yang optimal ( $Q$ ) dan *reorder point* yang optimal ( $B$ ). Untuk memudahkan dalam perhitungan untuk mencari  $Q$  dan  $B$  yang tepat menggunakan bantuan *software* Mathcad 2001 profesional.

### 3.4.10. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan merupakan jawaban dari rumusan masalah serta saran yang didapatkan dari hasil penelitian.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Sejarah Umum PT. Unilever Indonesia Tbk.

Nama UNILEVER lahir pada tahun 1929, yaitu sejak perusahaan Inggris dan Belanda bergabung, kedua perusahaan itu adalah:

1. Margarine Unie Belanda, perusahaan ini juga merupakan gabungan dari dua perusahaan mentega yang dipimpin oleh keluarga Jurgen tahun 1888 dan perusahaan yang dipimpin oleh Van Den Berg, yang digabung pada tahun 1927 dengan tujuan untuk menghindari persaingan yang tidak sehat diantara keduanya.
2. Lever Brother di Inggris, dipimpin oleh Masketh Lever yang memproduksi sabun sunlight sebagai produk pertamanya.

Setelah peleburan dari kedua perusahaan tersebut, maka Unilever dibagi menjadi dua induk pimpinan Unilever yang berkantor pusat di London Inggris dan Unilever NV di Rotterdam Belanda.

PT UNILEVER INDONESIA yang selanjutnya disingkat ULI merupakan perusahaan penanaman modal asing yang beroperasi berdasarkan UU No 1 tahun 1967 dan merupakan bagian UNILEVER dunia. Perusahaan ini mulai beroperasi di Indonesia pada tahun 1934 dan pada saat itu bergerak di bidang produksi, pemasaran dan penjualan barang-barang konsumsi terutama detergen, produk makanan, kosmetika serta sabun. Aneka ragam produk ini dihasilkan di pabrik yang berlokasi di Surabaya dan Cikarang. Perusahaan ini mempunyai posisi yang memimpin dalam pemasaran (*market leader*) di bidang sabun mandi, sabun cuci, margarin, pasta gigi, dan shampoo. Produk-produk perusahaan dijual di seluruh nusantara melalui jaringan yang terdiri lebih dari 300 distributor yang bersifat independen.

## 4.2. Pengumpulan Data

### 4.2.1. Data Konsumsi Spare Parts

Berikut merupakan data konsumsi *spare parts* secara keseluruhan pada PT Unilever Indonesia Tbk. pada bagian *personal care*.

Tabel 4.1 Data Konsumsi Spare parts 2008

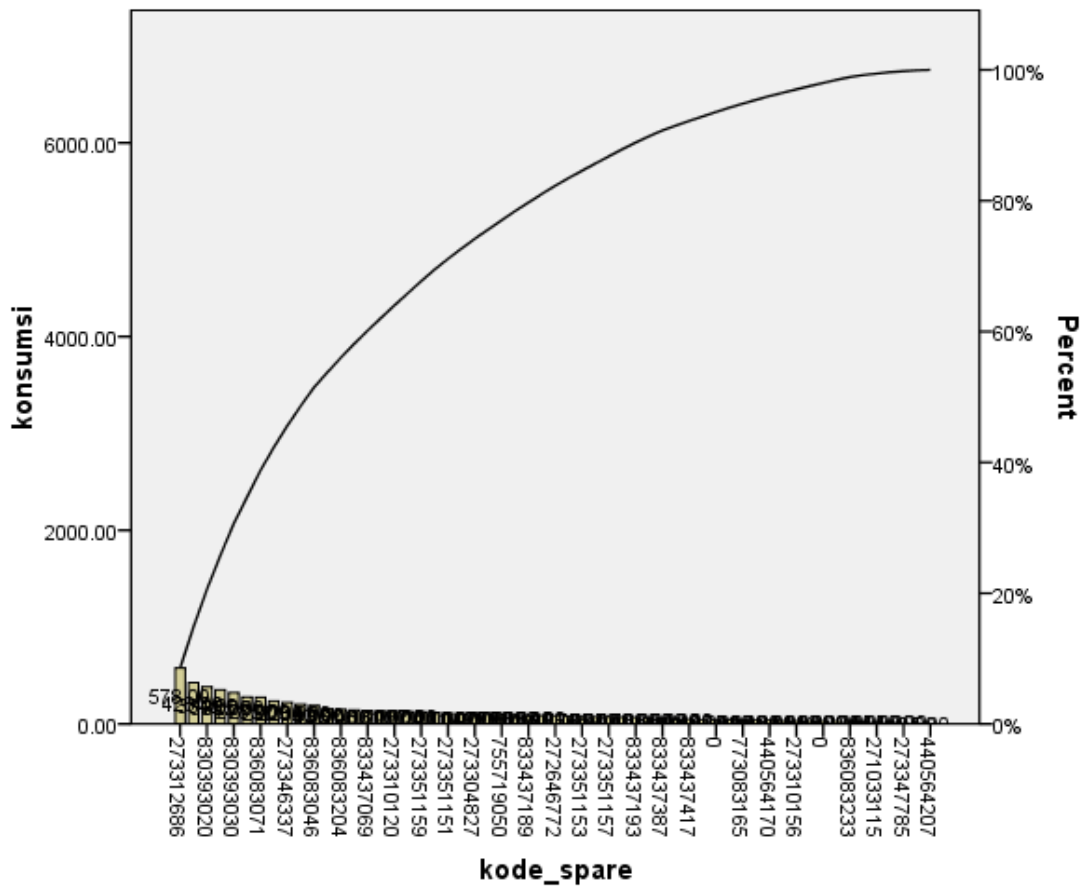
Kode Spare Parts	Nama Spare Parts	Jumlah Konsumsi Spare Parts (unit)
440567077	BELT - CONVEYOR, TYPE:TS100/6 LEFT ARROW, 177 X 1100 MM	32
273312686	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	578
272605319	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002.S/N.52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	428
830393020	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	384
272650679	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30	353
830393030	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM	325
833437637	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568	278
836083071	"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	275
836083289	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	237
273346337	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TF51 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING	223
273310118	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN	204
836083046	"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	192
273304808	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	156
836083204	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE	151
833437386	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	143
833437069	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL	136
819901002	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	131
273310120	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, SN:52020	129
273304807	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	127
273351159	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE	124
833437191	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568	120
273351151	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15	111
770110921	"FAG" 6006.2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL	104
273304827	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327	102
755719050	SEAL - EPDM, TYPE:JC, SIZE:2", MFG:SODIME U/ HOPPER	96
272650680	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG.NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON	96
272661178	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20.10 01.01.101	93
833437189	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568	89
272662907	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-BL20	88
272646772	ROD - SUCKER / LARGE, IWKA	86
273346718	CUP - WALL, SINGLE / IWKA	78
273351153	GASKET - CUP / SAPPET	76
833437377	O-RING - SEAL, TYPE:AS-212, MFG:NATIONAL, S/N:568	75
273351157	SEAL ROTARY VALVE, DIA 45, D12, D15	74
833437396	O-RING - SEAL, TYPE:AS-225, MFG:NATIONAL, S/N:568	72
833437193	O-RING - SEAL, TYPE:AS-113, MFG:NATIONAL, S/N:568	70
272646771	ROD - SUCKER / MEDIUM, IWKA	65
833437387	O-RING - SEAL, TYPE:AS-221, MFG:NATIONAL, S/N:568	60
833401633	O-RING - SEAL, TYPE:AS-337, MFG:NATIONAL, S/N:568	50
833437417	O-RING - SEAL, TYPE:AS-232, MFG:NATIONAL, S/N:568	49
833437390	O-RING - SEAL, TYPE:AS-223, MFG:NATIONAL, S/N:568	46
NS	O-RING - SEAL, TYPE:AS-226, MFG:NATIONAL, S/N:568	45
773083245	TIMING BELT TRANS FILM PANJANG / BFBELT - TIMING, TYPE:T5-2225, W:16MM	45
773083165	TIMING BELT TRANS FILM PENDEK / BFBELT - TIMING, TYPE:T5-935, W:16MM	41
440564170	BELT - CONVEYOR, TYPE:TRANSILON E4/2 UO/UO, 20 X 1700 MM, MFG:SIEGLING	40
833437388	O-RING - SEAL, TYPE:AS-222, MFG:NATIONAL, S/N:568	40
440567078	BELT - CONVEYOR, TYPE:TS100/6 RIGHT ARROW, 177 X 1100 MM	34
273310156	RUBBER CARRIER / CARRIER - SUPPORT, P/N:GA51098-3	34
775951135	SPRING - WIRE, PRESSURE, O/D:18 MM, I/D:3 MM, L:35 MM, FOR IWKA TFS-30/3 STICK NOZZLE	34

Sumber : PT Unilever Indonesia

Terdapat sekitar 50 jenis *parts* yang masuk dalam jenis *fast moving*. *Spare parts* yang termasuk dalam jenis *fast moving* mempunyai umur rata-rata 1 bulan. Oleh karena itu karena pergantian yang sangat cepat maka *spare parts* jenis ini mendapat prioritas untuk dilakukan penelitian lebih lanjut.

### 4.3. Penentuan *spare parts* yang akan diteliti

Dari data konsumsi *spare parts* pada tabel 4.1 dibuat diagram pareto untuk menentukan *spare parts* mana yang lebih diprioritaskan untuk diteliti.



Gambar 4.1 Diagram pareto konsumsi *spare parts*

Dari diagram pareto diatas didapat beberapa *spare parts* yang sebaiknya diprioritaskan untuk dilakukan analisis. Dari diagram pareto di atas, *spare parts* yang masuk ke dalam jumlah konsumsi 80% akan dilakukan analisis lebih lanjut. Berikut ini adalah daftar *spare parts* yang akan dianalisis.

Tabel 4.2 *Spare parts* yang akan dianalisis

No mor	Kode Spare Parts	Nama Spare Part
1	273312686	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516
2	272605319	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002.S/N.52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON
3	746111565	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM
4	272650679	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30
5	746111569	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM
6	833437637	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568
7	836083071	"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING
8	836083289	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE
9	273346337	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TF51 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING
10	273310118	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN
11	836083046	"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING
12	273304808	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327
13	836083204	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE
14	833437386	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568
15	833437069	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL
16	837361002	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER
17	273310120	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, SN:52020
18	273304807	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327
19	273351159	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE
20	833437191	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568
21	273351151	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15
22	770110921	"FAG" 6006.2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL
23	273304827	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327
24	755719050	SEAL - EPDM, TYPE:JC, SIZE:2", MFG:SODIME U/ HOPPER
25	272650680	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG.NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON
26	272661178	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20.10 01.01.101
27	833437189	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568
28	272662907	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-BL20

Sumber : Pengolahan data

Dari hasil analisis pada diagram pareto diatas, didapat 28 jenis *spare parts* yang masuk kedalam 80% jumlah konsumsi akan *spare parts*. *Spare parts* tersebutlah yang akan diprioritaskan untuk diteliti.

Untuk mempermudah penamaan, nama untuk setiap *spare part* akan menggunakan nomer urut pada tabel 4.2.

#### 4.4. Analisis distribusi probabilitas

Distribusi konsumsi dari setiap *spare parts* yang akan dianalisis, ditentukan dengan menggunakan bantuan dari *input analyzer* pada program Arena. Parameter yang digunakan adalah *p value* dari *demand* selama *lead time*. Jika *p value* yang dihasilkan lebih dari 0,005 maka distribusi tersebut dapat diterima. Hasil dari analisis distribusi

dilampirkan pada lampiran 1. Daftar *spare parts* serta fungsi distribusi yang paling sesuai akan ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Distribusi Probabilitas dari permintaan selama *lead time*

No	Nama Spare Parts	Distribusi probabilitas	Parameter distribusi			
			$\alpha$	B	$\mu$	$\sigma^2$
1	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	GAMMA	11,4	1,95		
2	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002.S/N.52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	NORMAL			15,8	10,1
3	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	EXPONENSIAL		14,57		
4	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30	WEIBULL	15,2	1,36		
5	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM	NORMAL			12,5	8,35
6	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568	NORMAL			10,6	6,89
7	"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	WEIBULL	11,5	1,16		
8	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	GAMMA	6,14	1,55		
9	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TF51 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING	WEIBULL	9,52	1,23		
10	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN	WEIBULL	9,52	1,23		
11	"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	GAMMA	6,27	1,24		
12	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	NORMAL			5,75	4,31
13	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE	NORMAL			5,75	4,31
14	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	EXPONENSIAL		5,92		
15	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL	EXPONENSIAL		5,92		
16	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	Distribusi Empiris				
17	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, SN:52020	Distribusi Empiris				
18	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	Distribusi Empiris				
19	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE	Distribusi Empiris				
20	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568	Distribusi Empiris				
21	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15	Distribusi Empiris				
22	"FAG" 6006.2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL	Distribusi Empiris				
23	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327	Distribusi Empiris				
24	SEAL - EPDM, TYPE:JC, SIZE:2", MFG:SODIME U HOPPER	Distribusi Empiris				
25	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG.NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON	Distribusi Empiris				
26	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20.10 01.01.101	WEIBULL	4,12	1,11		
27	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568	WEIBULL	3,4	0,816		
28	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-BL20	WEIBULL	3,5	0,813		

Sumber : Pengolahan data

Dari analisis distribusi yang dilakukan didapatkan distribusi kontinu yang beserta parameter distribusi yang tepat dari tingkat konsumsi *spare parts* tersebut. Akan tetapi terdapat beberapa *spare parts* yang tidak sesuai dengan suatu distribusi tertentu. Untuk *spare parts* tersebut akan menggunakan distribusi empiris dalam perhitungannya.

#### 4.5. Biaya-biaya Inventory

Biaya-biaya yang terkait dalam persediaan *spare parts* sangatlah diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Berikut adalah biaya-biaya yang terkait dengan persediaan *spare parts*.

##### 4.5.1. Biaya pembelian

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli satu unit *spare parts*. Tabel 4.4 menunjukkan biaya pembelian dari setiap *spare parts* yang berlaku pada tahun 2008.

Tabel 4.4 Harga pembelian (P) setiap unit *spare parts* pada tahun 2008

Nomor	Nama Spare Parts	Biaya Pembelian
1	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	Rp78.000
2	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002.S/N.52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	Rp59.500
3	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	Rp12.000
4	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30	Rp44.000
5	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM	Rp25.000
6	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568	Rp2.700
7	"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	Rp80.000
8	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	Rp28.500
9	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:30, FOR IWKA TFS1 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING	Rp57.000
10	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN	Rp5.810
11	"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	Rp82.500
12	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	Rp11.000
13	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE	Rp80.000
14	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	Rp900
15	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL	Rp360
16	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	Rp715.000
17	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, SN:52020	Rp6.350
18	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	Rp6.421
19	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE	Rp52.000
20	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568	Rp400
21	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15	Rp65.000
22	"FAG" 6006.2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL	Rp35000
23	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327	Rp9750
24	SEAL - EPDM, TYPE:JC, SIZE:2", MFG:SODIME U/ HOPPER	Rp14000
25	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG.NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON	Rp54000
26	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20.10 01.01.101	Rp80000
27	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568	Rp270
28	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-BL20	Rp58000

Sumber PT Unilever Indonesia Tbk.

#### 4.5.2. Biaya Pemesanan (C)

PT Unilever Indonesia Tbk. mempunyai kebijaksanaan bahwa besarnya biaya pemesanan adalah biaya pengiriman atau transportasi dari pabrik produsen *spare parts* sampai ke PT Unilever Indonesia Tbk SIER Surabaya sebesar Rp.100.000 setiap kali pesan.

#### 4.5.3. Biaya Penyimpanan (H)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjaga barang yang terdapat dalam gudang. Pada PT Unilever Indonesia Tbk., biaya persediaan dihitung berdasarkan uang yang seharusnya didapatkan jika dana pembelian *spare parts* disimpan di bank (*oportunity cost*) dengan bunga bank sebesar 13%.

#### 4.5.4. Biaya Kekurangan Persediaan (A)

Pada PT Unilever Indonesia Tbk. biaya kekurangan *spare parts* didefinisikan sebagai kerugian akibat tidak bisa berproduksinya suatu mesin atau peralatan akibat ketidaktersediaan *spare parts*. Menurut kebijaksanaan yang berlaku di PT. Unilever biaya tersebut dihitung dari banyaknya barang yang seharusnya dapat diproduksi jika mesin itu tidak rusak (*potensial lost*). Besarnya biaya yang disumbangkan oleh bagian produksi adalah sebesar 30% dari biaya jual yang terdapat dipasaran(Sumber: PT. Unilever Indonesia). Sehingga biaya kekurangan persediaan dirumuskan sebagai berikut

$$\begin{aligned} A &= 30\% \times \text{harga produk} \times \text{output/jam} \times 16 \text{ jam} \\ &= 30\% \times 2000 \times 2000 \times 16 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 19.200.000,- \end{aligned}$$

#### 4.6. Kebijaksanaan Persediaan *Spare Parts* yang Sekarang Berlaku di Perusahaan

Sebelum penelitian dilakukan, perusahaan telah memiliki kebijaksanaan terhadap persediaan *spare parts* yang ada di perusahaan tersebut. Kebijaksanaan tersebut meliputi berapa besar *reorder point* (B) serta banyaknya *unit* yang harus dipesan jika *spare parts* tersebut mencapai *reorder point*. Berikut ini adalah kebijaksanaan yang berlaku di perusahaan.

Tabel 4.5 Kebijakan persediaan *spare parts* perusahaan

nomor spare part	nama spare part	Q	B
1	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	25	5
2	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002.S/N.52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	15	15
3	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	10	10
4	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30	14	6
5	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM	10	10
6	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568	10	10
7	"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	15	5
8	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	25	5
9	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TF51 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING	12	8
10	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN	10	5
11	"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	14	6
12	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	12	25
13	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE	20	5
14	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	15	5
15	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL	15	5
16	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	14	6
17	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, SN:52020	9	6
18	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	9	20
19	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE	15	5
20	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568	4	6
21	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15	7	6
22	"FAG" 6006.2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL	9	6
23	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327	7	93
24	SEAL - EPDM, TYPE:JC, SIZE:2", MFG:SODIME U/ HOPPER	14	6
25	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG.NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON	21	33
26	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20.10 01.01.101	7	8
27	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568	4	11
28	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-BL20	15	5

Sumber PT Unilever Indonesia

#### 4.7. Analisis Persediaan Probabilistik

Perencanaan sistem persediaan yang akan dilakukan adalah untuk menentukan *reorder point* (B) serta jumlah pemesanan yang optimum untuk mengurangi *total cost*(persamaan 2-9). Pada analisis persediaan probabilistik perhitungan yang dilakukan menggunakan bantuan *software* Mathcad 2001 Profesional. Seperti yang telah dijelaskan pada tinjauan pustaka, terdapat beberapa langkah dalam melakukan perhitungan persediaan probabilistik. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan dalam *software* Mathcad 2001 Profesional.

##### 4.7.1. Perhitungan Jumlah Pemesanan(Q) Dan *Reorder Point*(B) Yang optimal Menggunakan Mathcad

Keterangan notasi

R = rata-rata *demand* per priode

P = biaya pembelian



- C = biaya pemesanan
- Q = jumlah pemesanan
- H = biaya penyimpanan per *unit* per periode
- B = *reorder point*
- M = permintaan selama *lead time*
- A = jumlah *stockout*
- f(M) = *probability density function* dari permintaan selama *lead time*
- = Prob
- E =  $\int_0^{\infty} (M - B)f(M)dM$
- = Perkiraan jumlah *stockout* selama *lead time*

a. *Spare parts* 1

- Parameter distribusi

$$\alpha := 10.6 \quad \beta := 2.13$$

- Fungsi distribusi (distribusi gamma)

$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 78000 \quad R := 10.907 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 20000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

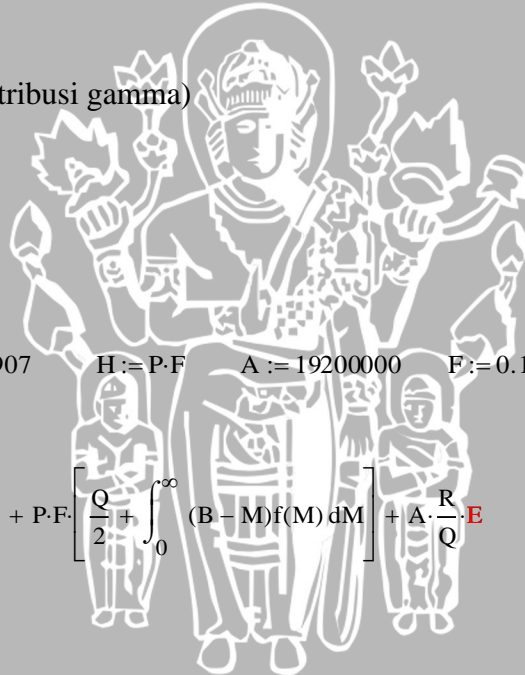
- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 20.743$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.004 \times 10^{-3}$$



$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 50.14$$

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.356 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 23.852$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.155 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 49.656$$

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.878 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 24.299$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.18 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$



Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 49.582

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.965 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 24.372

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 1.372 \times 10^6$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

B := 5    Q := 25

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

E = 17.578

Prob = 1

$$TC(B, Q) = 1.481 \times 10^8$$

- b. *Spare parts* 2

- Parameter distribusi

$\mu := 15.8$      $\sigma := 10.1$

- Fungsi distribusi (distribusi normal)

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$$

- Komponen biaya

$$P := 59500 \quad R := 8.0754717 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 2000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 20.435$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.019 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 46.954$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad E = 2.854 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

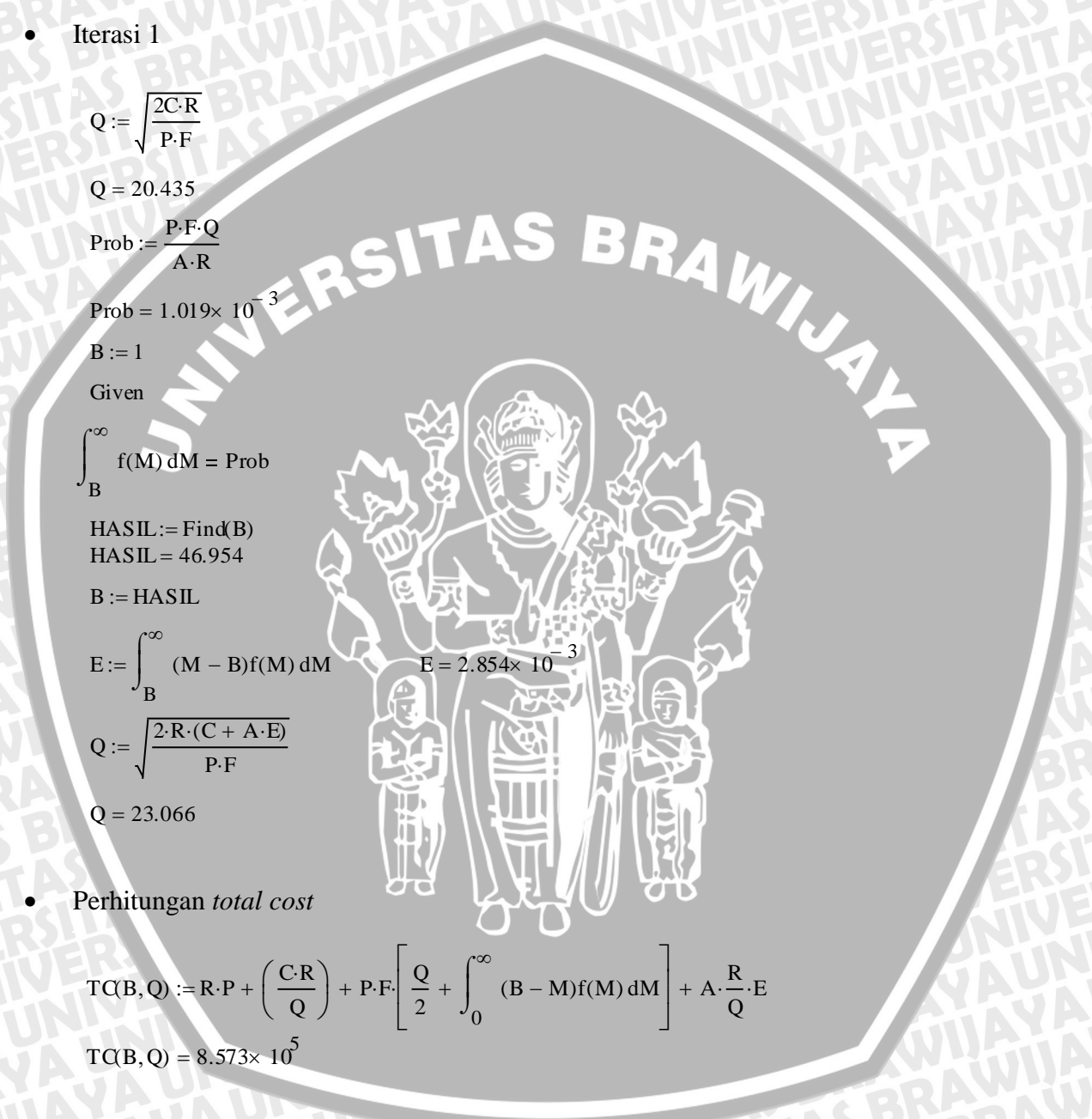
$$Q = 23.066$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 8.573 \times 10^5$$

- Total cost* kebijaksanaan sebelumnya



Q := 15                      B := 15

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \qquad E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$\text{TC}(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

E = 4.442                      Prob = 0.532

TC(B, Q) = 4.655 × 10<sup>7</sup>

c. Spare parts 3

- Parameter distribusi

λ := 14.57

- Fungsi distribusi (distribusi eksponensial)

$$f(x) := e^{-\frac{x}{\lambda}} \cdot \frac{1}{\lambda}$$

- Komponen biaya

P := 12000      R := 7.2452      H := P · F      A := 19200000      F := 0.13      C := 20000

- Rumusan total cost

$$\text{TC}(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

Q = 43.102

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

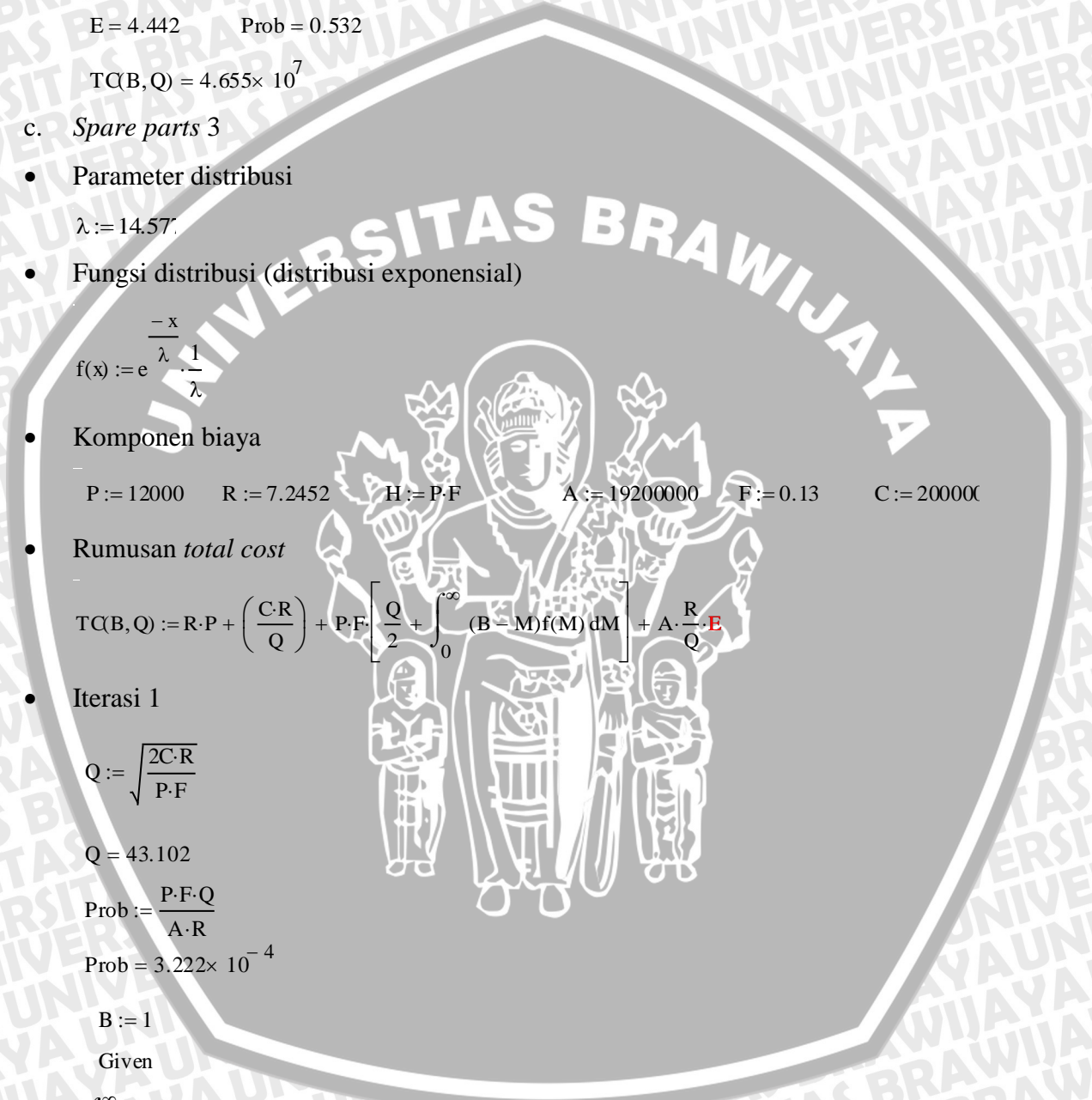
Prob = 3.222 × 10<sup>-4</sup>

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)



$$\text{HASIL} = 117.166$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \rightarrow 4.69724022843786621110^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 55.806$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.258 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 107.47$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \rightarrow 9.1226957844713466470^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 59.031$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.62 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

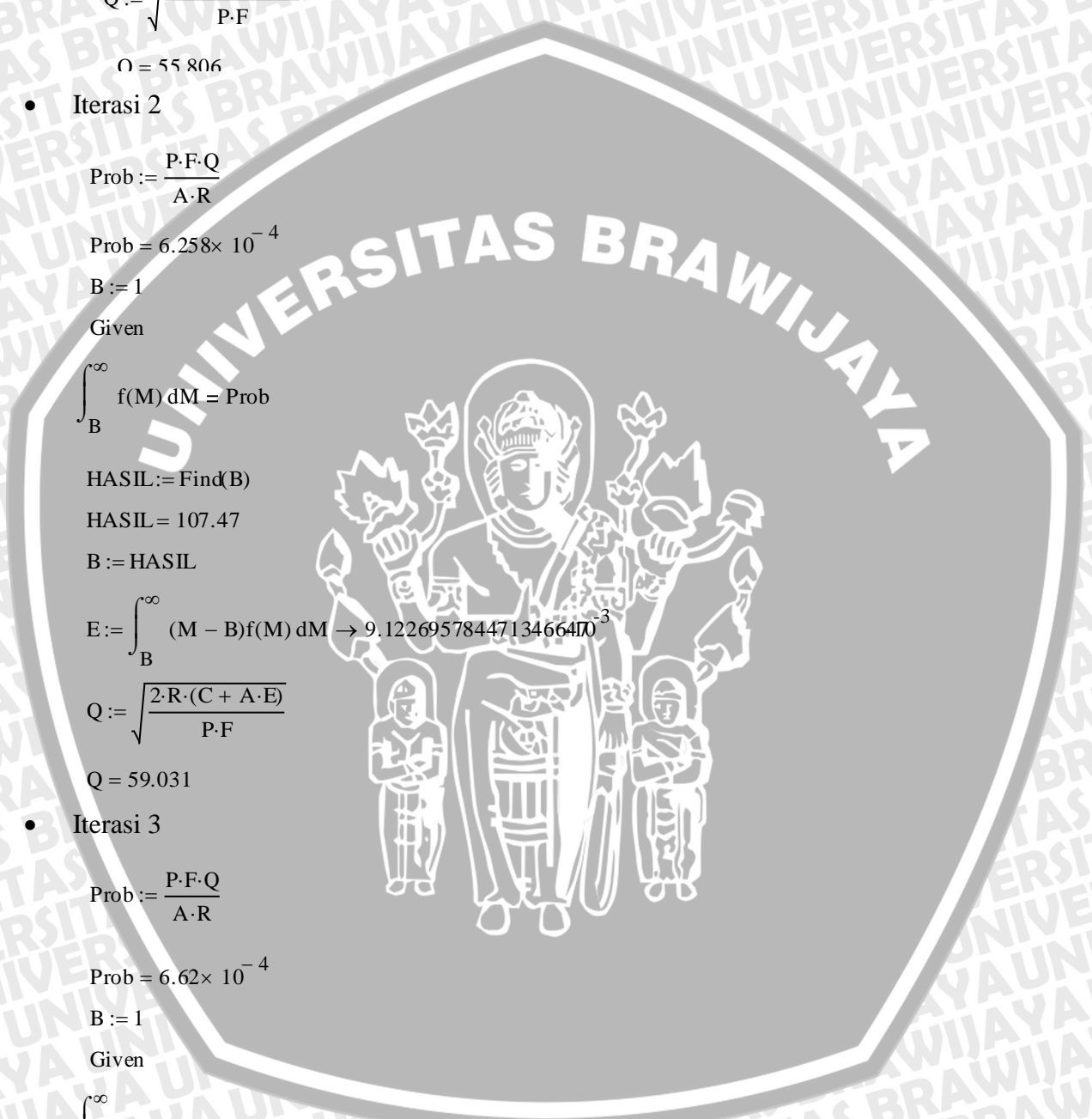
Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 106.656$$

$$B := \text{HASIL}$$



$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \rightarrow 9.6499450811899710660^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 59.823$$

- Iterasi 4

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.709 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 106.458

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \rightarrow 9.77927527538842930110^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 60.015$$

- Iterasi 5

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.73 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 106.41

B := HASIL



$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \rightarrow 9.8107385905646948880^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 60.062$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = \blacksquare$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 10 \quad Q := 10$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 7.341 \quad \text{Prob} = 0.504$$

$$TC(B, Q) = 1.023 \times 10^8$$

d. *Spare parts 4*

- Parameter distribusi

$$\alpha := 15.2 \quad \beta := 1.36$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

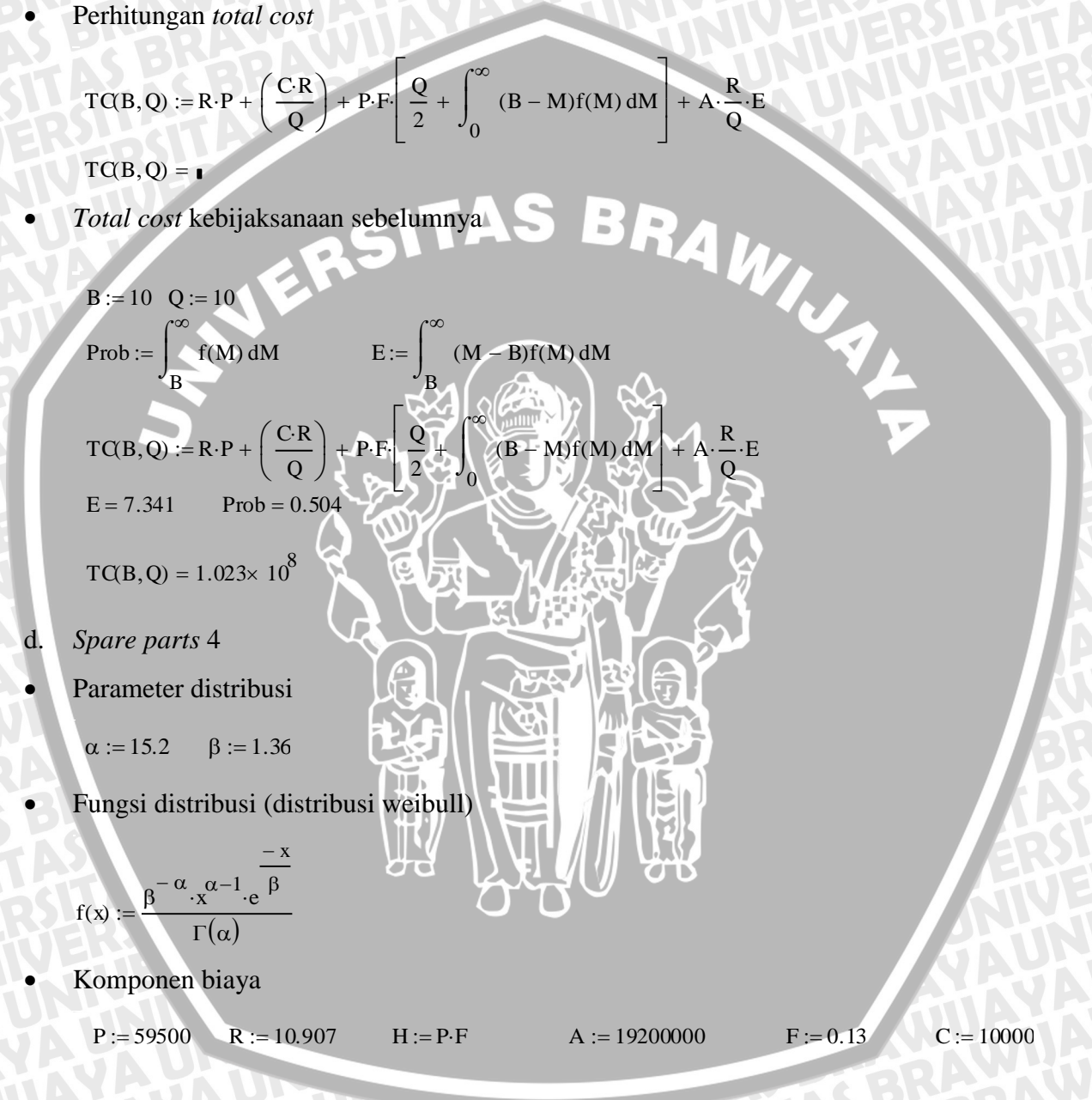
$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 59500 \quad R := 10.907 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 10000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$





- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 16.793$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 4.135 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 1.557$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$E = 4.896 \times 10^{-6}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 16.805$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.207 \times 10^{-4}$$

$$\text{Prob} = 6.207 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 1.551$$

$$B := \text{HASIL}$$





- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 27.472$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 7.583 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 38.983$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 29.651$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 8.185 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 38.798$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M)$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 29.828$$



- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 8.234 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 38.783$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 1.876 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 29.843$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 3.264 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 10 \quad Q := 10$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 4.729$$

$$\text{Prob} = 0.618$$

$$TC(B, Q) = 5.596 \times 10^7$$

- f. *Spare parts* 6

- Parameter distribusi

$$\mu := 10.5$$

$$\sigma := 8.26$$



- Fungsi distribusi (distribusi normal)

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$$

- Komponen biaya

$$P := 2700 \quad R := 5.2453 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 20000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 77.315$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.695 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^\infty f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 39.091$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^\infty (M - B) f(M) dM$$

$$E = 5.626 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 79.375$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.766 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given



$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 39.032

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 5.787 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 79.433

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

Prob =  $2.768 \times 10^{-4}$

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 39.031

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 5.792 \times 10^{-4}$$

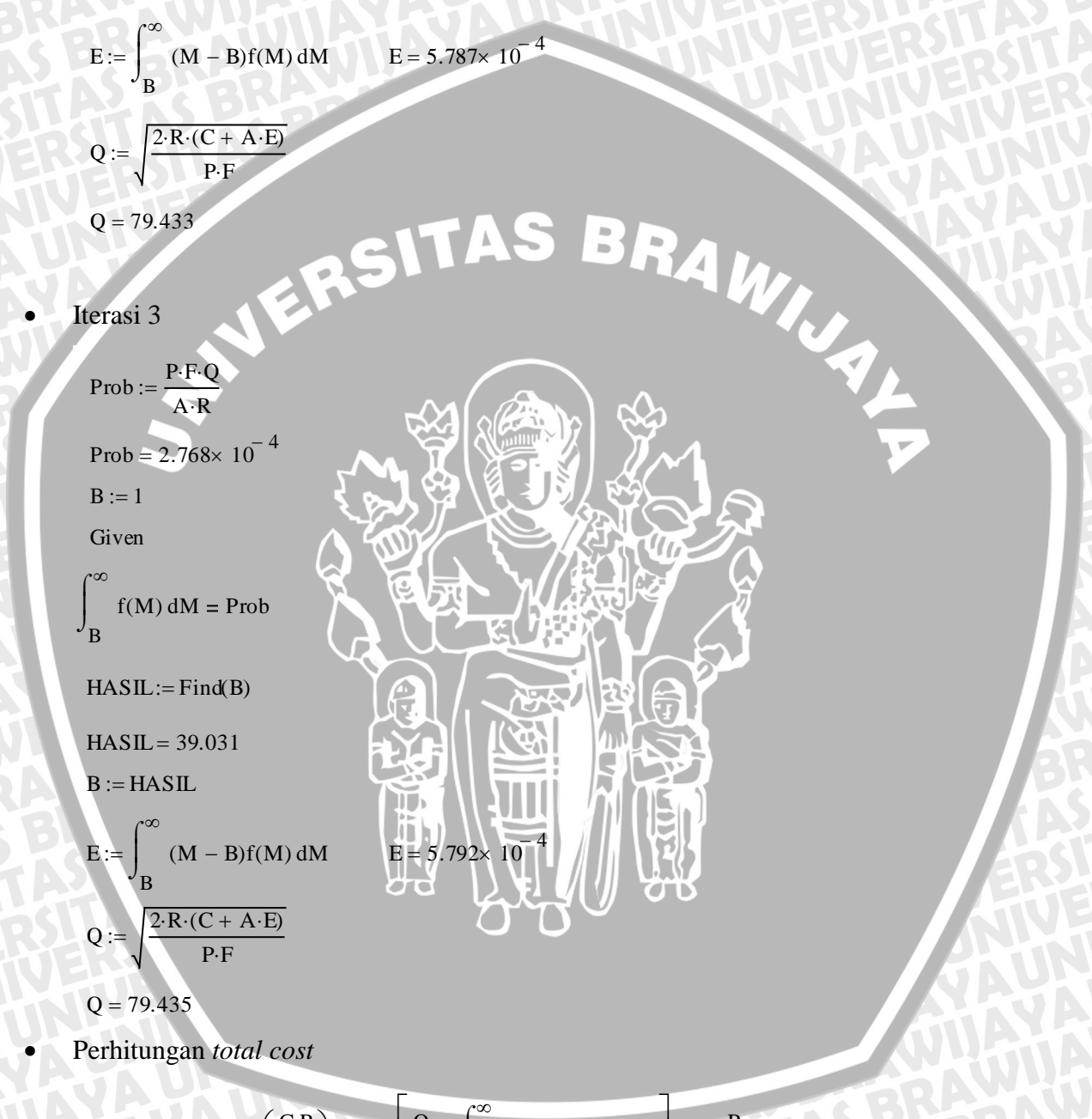
$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 79.435

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

TC(B, Q) =  $5.052 \times 10^4$



- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 10 \quad Q := 10$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \quad E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 3.551 \quad \text{Prob} = 0.524$$

$$TC(B, Q) = 3.589 \times 10^7$$

- g. *Spare parts 7*

- Parameter distribusi

$$\alpha := 24.5 \quad \beta := 1.77$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

$$f(x) := \alpha \cdot \beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

- Komponen biaya

$$P := 80000 \quad R := 8.189 \quad H := P \cdot 0.13 \quad A := 19200000 \quad C := 10000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 11.583$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 5.995 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 1.921$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$E = 5.665 \times 10^{-6}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 11.593$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 3.999 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 5 \quad Q := 15$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 0 \quad \text{Prob} = 0$$

$$TC(B, Q) = 4.266 \times 10^5$$

- h. *Spare parts* 8

- Parameter distribusi

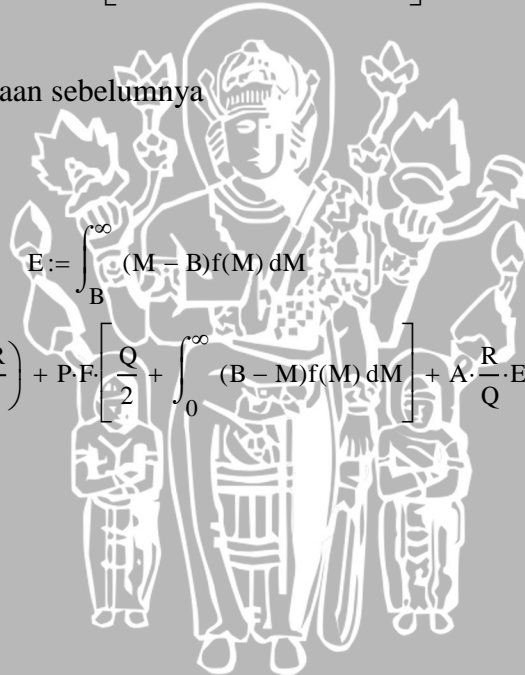
$$\alpha := 6.14 \quad \beta := 1.55$$

- Fungsi distribusi (distribusi gamma)

$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 28500 \quad R := 4.4712 \quad H := P \cdot 0.13 \quad A := 1920000 \quad C := 10000$$





- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 21.971$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 9.482 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 25.975$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$E = 2.003 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 23.99$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.035 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 25.784$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$



$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 24.173$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.043 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 25.767$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$E = 2.192 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 24.189$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 2.773 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 5 \quad Q := 25$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

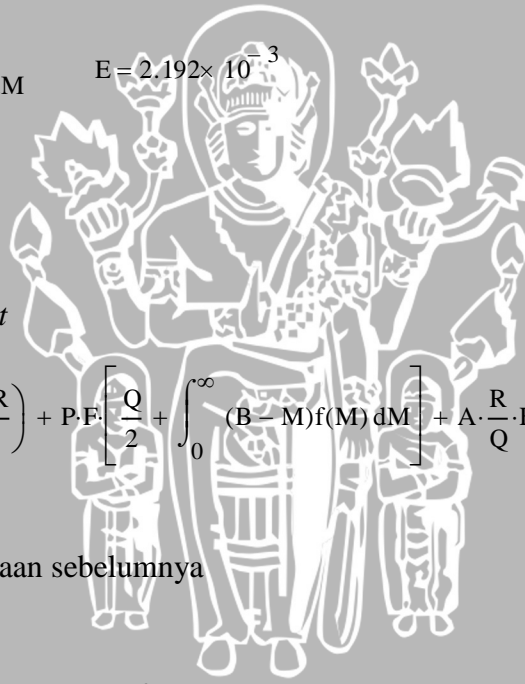
$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 4.615$$

$$\text{Prob} = 0.903$$

$$TC(B, Q) = 1.604 \times 10^7$$



i. Spare parts 9

- Parameter distribusi

$$\alpha := 7.26 \quad \beta := 1.23$$

- Fungsi distribusi (distribusi gamma)

$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 57000 \quad R := 4.207 \quad H := P \cdot 0.13 \quad A := 19200000 \quad C := 10000$$

- Rumusan total cost

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 10.656$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.517 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 1.516$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$E = 1.274 \times 10^{-5}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 10.675$$



- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 3.215 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 8 \quad Q := 12$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 1.274 \times 10^{-5}$$

$$TC(B, Q) = 3.701 \times 10^5$$

- j. *Spare parts* 10

- Parameter distribusi

$$\alpha := 9.52 \quad \beta := 1.23$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

$$f(x) := \alpha \cdot \beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

- Komponen biaya

$$P := 5810 \quad R := 3.849$$

$$H := P \cdot 0.13$$

$$A := 28800000$$

$$C := 10000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

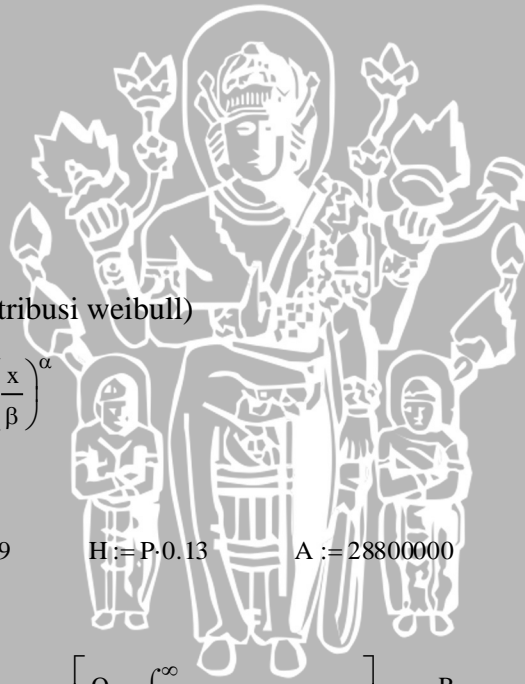
$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 10.192$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.022 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$



$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 1.506

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

E = 2.102 × 10<sup>-5</sup>

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 10.213

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

Prob = 1.024 × 10<sup>-3</sup>

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 1.506

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

E = 2.107 × 10<sup>-5</sup>

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 10.213

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

TC(B, Q) = 2.976 × 10<sup>5</sup>



- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 5 \quad Q := 10$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 2.107 \times 10^{-5}$$

$$TC(B, Q) = 3.235 \times 10^5$$

- k. *Spare parts* 11

- Parameter distribusi

$$\alpha := 6.72 \quad \beta := 1.24$$

- Fungsi distribusi (distribusi Gamma)

$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 82500 \quad R := 3.622 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 20000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 11.623$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.792 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 20.798$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.152 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 13.265$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.046 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 20.558$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.612 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 13.488$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.08 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 20.527$$

$$B := \text{HASIL}$$



$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.675 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 13.518$$

- Iterasi 4

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.085 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 20.523$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 3.683 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 13.522$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 5.746 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

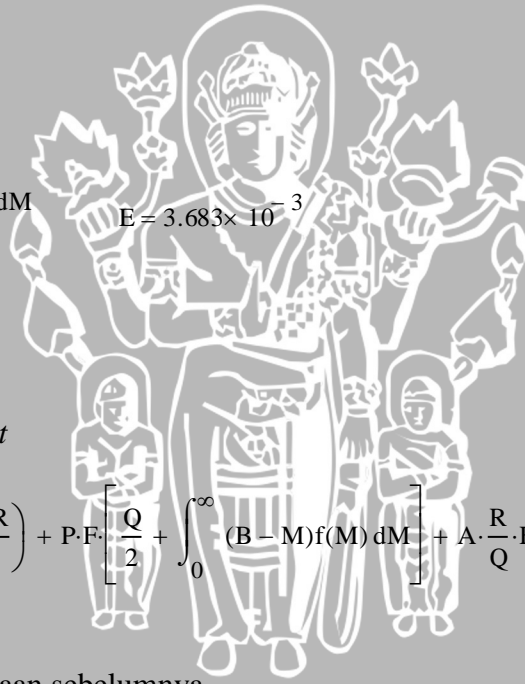
$$B := 6 \quad Q := 14$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \quad E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 2.664$$

$$TC(B, Q) = 1.364 \times 10^7$$





1. Spare parts 12

- Parameter distribusi

$$\mu := 5.75 \quad \sigma := 4.31$$

- Fungsi distribusi (distribusi Normal)

$$f(x) := \frac{\beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\Gamma(\alpha)}$$

- Komponen biaya

$$P := 11000 \quad R := 2.9433 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad F := 0.13 \quad C := 20000$$

- Rumusan total cost

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 28.693$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 7.261 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 19.474$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad E = 8.467 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 29.837$$



- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 7.55 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 19.425$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 8.828 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 29.884$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 9.187 \times 10^4$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 25 \quad Q := 12$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 3.526 \times 10^{-6}$$

$$TC(B, Q) = 1.14 \times 10^5$$

- m. *Spare parts* 13

- Parameter distribusi

$$\mu := 5.75 \quad \sigma := 4.31$$

- Fungsi distribusi (distribusi Normal)

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$$

- Komponen biaya

$$P := 80000 \quad R := 2.849 \quad H := P \cdot F \quad A := 28800000 \quad F := 0.13 \quad C := 200000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 10.468$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.99 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^\infty f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 18.162$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^\infty (M - B) f(M) dM$$

$$E = 2.502 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 11.658$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.216 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given



$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 18.015

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 2.811 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 11.796

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

Prob =  $2.243 \times 10^{-3}$

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 17.999

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 2.848 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 11.812

- Iterasi 4

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

Prob =  $2.246 \times 10^{-3}$

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 17.997



$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^\infty (M - B)f(M) dM \quad E = 2.852 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 11.814$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 4.592 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 5 \quad Q := 20$$

$$\text{Prob} := \int_B^\infty f(M) dM \quad E := \int_B^\infty (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 2.12$$

$$TC(B, Q) = 6.145 \times 10^6$$

- n. *Spare parts* 14

- Parameter distribusi

$$\lambda := 5.92$$

- Fungsi distribusi (distribusi exponential)

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$$

- Komponen biaya

$$P := 900$$

$$R := 2.698$$

$$H := P \cdot F$$

$$A := 19200000$$

$$F := 0.13$$

$$C := 200000$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 96.041$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.169 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 49.951$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM \quad E = 1.282 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 101.78$$

- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.299 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

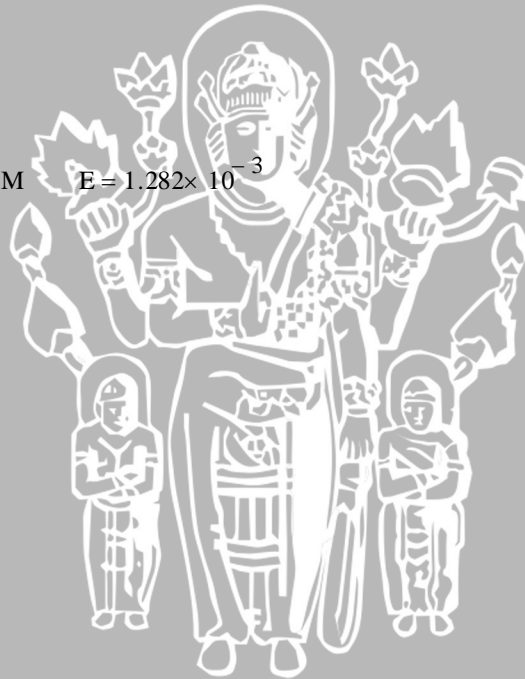
$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 49.602$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M)$$



$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 102.118$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 2.306 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 49.582$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad E = 1.364 \times 10^{-3}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 102.138$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 1.949 \times 10^4$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 1.949 \times 10^4$$

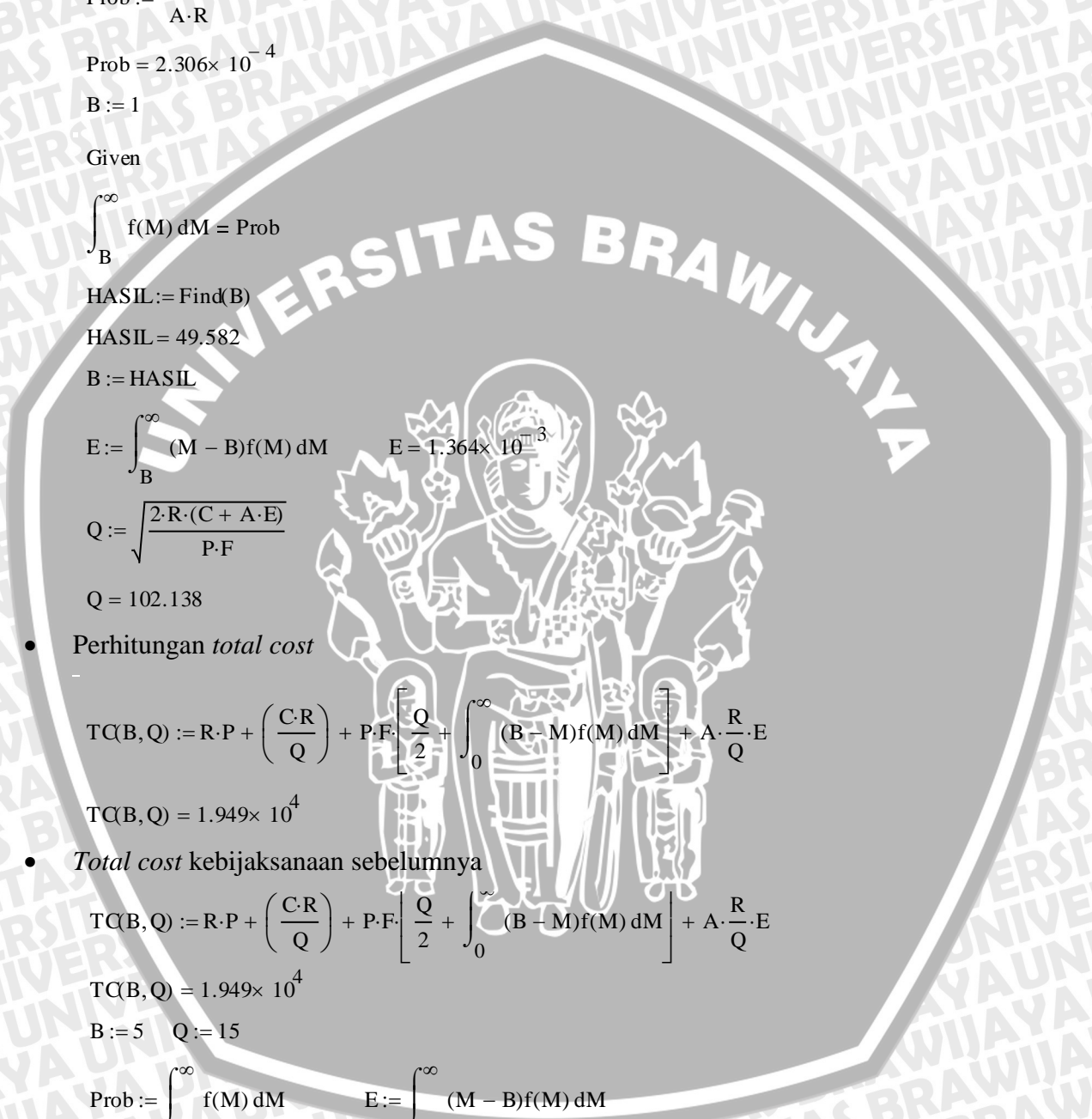
$$B := 5 \quad Q := 15$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \quad E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 2.544$$

$$TC(B, Q) = 8.825 \times 10^6$$



o. Spare parts 15

• Parameter distribusi

$$\lambda := 5.92$$

• Fungsi distribusi (distribusi exponential)

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$$

• Komponen biaya

$$P := 360 \quad R := 10.907 \quad H := P \cdot F \quad A := 28800000 \quad F := 0.13 \quad C := 200000$$

• Rumusan total cost

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^\infty (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

• Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 305.323$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.823 \times 10^{-5}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^\infty f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 56.798$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^\infty (M - B) f(M) dM \quad E = 4.044 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 311.194$$





- Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.955 \times 10^{-5}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 56.719$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 311.272$$

- Iterasi 3

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 6.956 \times 10^{-5}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 56.718$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM \quad E = 4.1 \times 10^{-4}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 311.274$$



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 2.087 \times 10^4$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 4 \quad Q := 15$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \quad E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 3.012$$

$$TC(B, Q) = 4.22 \times 10^7$$

- p. *Spare parts* 26

- Parameter distribusi

$$\alpha := 4.12 \quad \beta := 1.11$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

$$f(x) := \alpha \cdot \beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

- Komponen biaya

$$P := 80000 \quad R := 1.75472 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad C := 100000 \quad F := 0.13$$

- Rumusan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

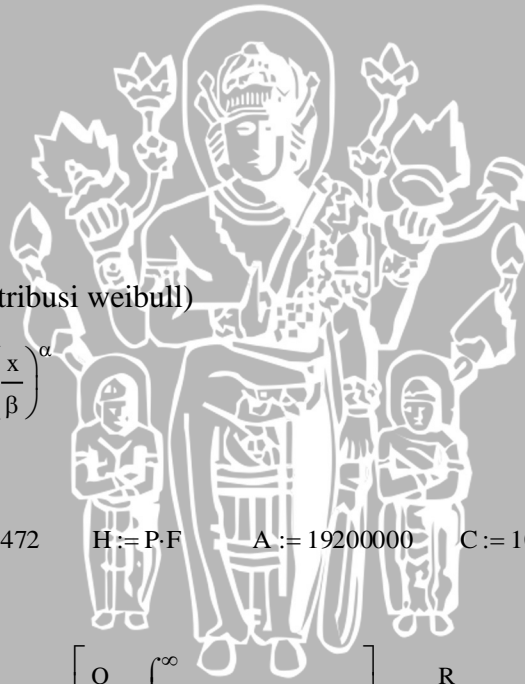
$$Q = 5.809$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.793 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given



HASIL := Find(B)

HASIL = 1.737

B := HASIL

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

E = 1.08 × 10<sup>-4</sup>

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 5.869

• Iterasi 2

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

Prob = 1.812 × 10<sup>-3</sup>

Prob = 1.812 × 10<sup>-3</sup>

B := 1

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

HASIL = 1.736

B := HASIL

E := 3.742 × 10<sup>-6</sup> → 3.742000000000000000000000000000 × 10<sup>-6</sup>

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

Q = 5.811

• Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

TC(B, Q) = 2.084 × 10<sup>5</sup>

• *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

B := 4     Q := 15

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$



$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 0$$

$$TC(B, Q) = 2.612 \times 10^5$$

q. Spare parts 27

- Parameter distribusi

$$\alpha := 3.4 \quad \beta := 0.81 \text{€}$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

$$f(x) := \alpha \cdot \beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

- Komponen biaya

$$P := 270 \quad R := 1.67925 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad C := 100000 \quad F := 0.13$$

- Rumusan total cost

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 97.818$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$\text{Prob} = 1.065 \times 10^{-4}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

$$\text{HASIL} := \text{Find}(B)$$

$$\text{HASIL} = 1.565$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M)$$

$$E = 5.003 \times 10^{-6}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$



$$Q = 97.865$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 3.918 \times 10^3$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 4 \quad Q := 15$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM \quad E := \int_B^{\infty} (M - B) f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 0$$

$$TC(B, Q) = 1.203 \times 10^4$$

- r. *Spare parts* 28

- Parameter distribusi

$$\alpha := 3.5 \quad \beta := 0.831$$

- Fungsi distribusi (distribusi weibull)

$$f(x) := \alpha \cdot \beta^{-\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

- Komponen biaya

$$P := 58000 \quad R := 1.66038 \quad H := P \cdot F \quad A := 19200000 \quad C := 100000 \quad F := 0.13$$

- Rumusan *total cost*

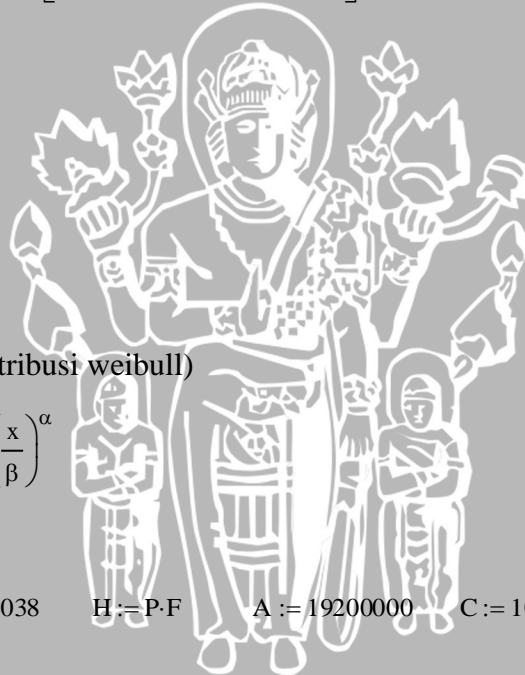
$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

- Iterasi 1

$$Q := \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = 6.636$$

$$\text{Prob} := \frac{P \cdot F \cdot Q}{A \cdot R}$$



$$\text{Prob} = 1.57 \times 10^{-3}$$

$$B := 1$$

Given

$$\int_B^{\infty} f(M) dM = \text{Prob}$$

HASIL := Find(B)

$$\text{HASIL} = 1.416$$

$$B := \text{HASIL}$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M)$$

$$E = 8.955 \times 10^{-5}$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot (C + A \cdot E)}{P \cdot F}}$$

$$Q = 6.693$$

- Perhitungan *total cost*

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$TC(B, Q) = 1.518 \times 10^5$$

- *Total cost* kebijaksanaan sebelumnya

$$B := 5 \quad Q := 15$$

$$\text{Prob} := \int_B^{\infty} f(M) dM$$

$$E := \int_B^{\infty} (M - B)f(M) dM$$

$$TC(B, Q) := R \cdot P + \left( \frac{C \cdot R}{Q} \right) + P \cdot F \cdot \left[ \frac{Q}{2} + \int_0^{\infty} (B - M)f(M) dM \right] + A \cdot \frac{R}{Q} \cdot E$$

$$E = 0$$

$$TC(B, Q) = 1.96 \times 10^5$$

#### 4.7.2. Perhitungan *Spare Parts* Menggunakan Distribusi Empiris

Untuk *spare parts* 16 sampai 25 setelah dilakukan analisis distribusi ternyata tidak mengikuti fungsi distribusi kontinu tertentu. Oleh karena itu untuk *spare parts* yang tidak mengikuti suatu fungsi distribusi tertentu digunakan distribusi empiris dari permintaan selama *lead time spare parts* tersebut. Berikut ini salah satu perhitungan *spare parts* yang menggunakan distribusi empiris.

a. Spare parts 16

Tabel 4.6 Distribusi empiris spare parts 16

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	1	19	0,365384615	0,634615385
2	2	3	4	0,076923077	0,557692308
3	4	5	13	0,25	0,307692308
4	6	7	2	0,038461538	0,269230769
5	8	9	3	0,057692308	0,211538462
6	10	11	7	0,134615385	0,076923077
7	12	13	0	0	0,076923077
8	14	15	0	0	0,076923077
9	16	17	3	0,057692308	0,019230769
10	18	19	1	0,019230769	0,000000000

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002,47169}{7150000,13}}$$

$$Q = 2,30612$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 715000) \cdot 2,30612}{19200002,4716}$$

$$P(M > B) = 0,004561$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,004561$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,00456 = 99,544\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.6 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 10. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,699} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,699} = 18 + \frac{99,544 - 52}{51} \cdot 1$$

$$D_{99,699} = 18,932 = 19$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 19$  sehingga



$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > B) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 3$  dan  $B = 19$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 16 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,423715000 + \frac{2,423}{3} \cdot (100000 + 19200000) + 92950 \left( \frac{3}{2} + 19 - 4,653 \right)$$

$$TC = \text{Rp}337163$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 14$  dan  $Q = 6$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > B) = (15 - 14) \cdot 0 + (16 - 14) \cdot 0.577 + (17 - 14) \cdot 0.577 + (18 - 14) \cdot 0.192 + (19 - 14) \cdot 0.192$$

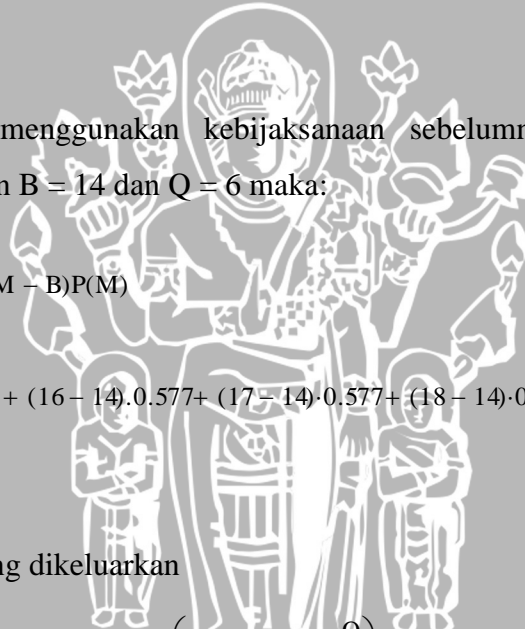
$$E(M > B) = 4.613$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,423715000 + \frac{2,423}{6} \cdot (100000 + 19200000 \cdot 4.613) + 92950 \left( \frac{6}{2} + 16 - 4,653 \right)$$

$$TC = \text{Rp}5008034$$





b. Spare parts 17

Tabel 4.7 Distribusi empiris spare parts 17

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	2	22	0,423077	0,576923077
2	3	5	9	0,173077	0,403846154
3	6	8	9	0,173077	0,230769231
4	9	11	7	0,134615	0,096153846
5	12	14	3	0,057692	0,038461538
6	15	17	1	0,019231	0,019230769
7	18	20	1	0,019231	0,000000000

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002,44392}{63500,13}}$$

$$Q = 24,28362$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 6350) \cdot 24,28362}{19200002,44392}$$

$$P(M > B) = 0,000429$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,00429$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,00429 = 99,9571\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.7 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 7. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99.9714} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99.9714} = 18 + \frac{99.9571 - 52}{51} \cdot 2$$

$$D_{99.9714} = 19.881 = 20$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 20$  sehingga

$$E(M > 20) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 20) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 25$  dan  $B = 20$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 17 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q}(C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,433966350 + \frac{2,443396}{24} \cdot (100000 + 192000000) + 826 \left( 20 - 5 + \frac{25}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}47916$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 9$  dan  $Q = 6$  maka:

$$E(M > 9) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 9) = (10 - 9) \cdot 0,134 + (11 - 9) \cdot 0,134 + (12 - 9) \cdot 0,057692 + (13 - 9) \cdot 0,057692 + (14 - 9) \cdot 0,057692 + (15 - 9) \cdot 0,019231 + (16 - 9) \cdot 0,019231 + (17 - 9) \cdot 0,019231 + (18 - 9) \cdot 0,01923 + (19 - 9) \cdot 0,0192 + (20 - 9) \cdot 0,0192$$

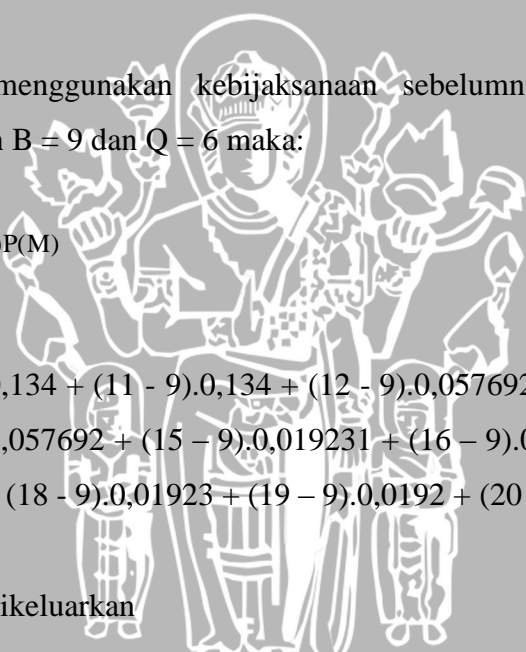
$$E(M > 9) = 3,538462$$

Sehingga total cost yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q}(C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,433966350 + \frac{2,443396}{24} \cdot (100000 + 192000003,538462) + 826 \left( 20 - 5 + \frac{24}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}751382$$



c. Spare parts 18

Tabel 4.8 Distribusi empiris spare parts 18

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	6	40	0,769231	0,230769231
2	7	13	7	0,134615	0,096153846
3	14	20	0	0	0,096153846
4	21	27	3	0,057692	0,038461538
5	28	34	0	0	0,038461538
6	35	41	2	0,038462	0

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002,396226}{64210,13}}$$

$$Q = 23,96051$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 6421) \cdot 23,96051}{19200002,396226}$$

$$P(M > B) = 0,000435$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,00435$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,00435 = 99,9565\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.8 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 6. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,9565} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,9565} = 35 + \frac{99,9565 - 52}{50} \cdot 6$$

$$D_{99,9565} = 40,755 = 41$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 41$  sehingga

$$E(M > 41) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 41) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 24$  dan  $B = 41$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 18 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,433966350 + \frac{2,443396}{24} \cdot (100000 + 192000000) + 826 \left( 20 - 5 + \frac{24}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}65809$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 20$  dan  $Q = 9$  maka:

$$E(M > 20) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

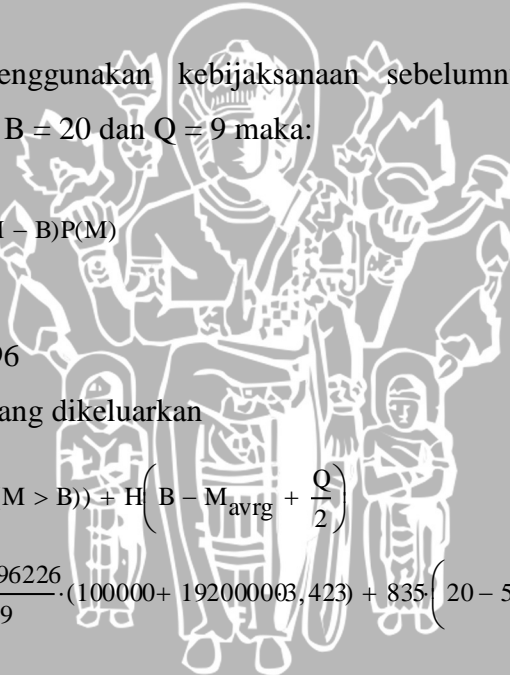
$$E(M > 20) = 3,4230796$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,39626421 + \frac{2,396226}{9} \cdot (100000 + 192000003,423) + 835 \left( 20 - 5 + \frac{9}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}6251982$$



d. Spare parts 19

Tabel 4.9 Distribusi empiris spare parts 19

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	4	26	0,5	0,5
2	5	9	17	0,326923	0,173077
3	10	14	6	0,115385	0,057692
4	15	19	3	0,057692	0

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002,33962}{520000,13}}$$

$$Q = 8,3198$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 520000) \cdot 8,3198}{192000002,339623}$$

$$P(M > B) = 0,0001252$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,001252$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,001252 = 99,98748\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.9 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 4. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,98748} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,98748} = 15 + \frac{99,98748 - 52}{49} \cdot 4$$

$$D_{99,98748} = 18,917 = 19$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 19$  sehingga

$$E(M > 19) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 19) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 9$  dan  $B = 19$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 19 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,33962352000 + \frac{2,339623}{9} \cdot (100000 + 192000000) + 6760 \left( 19 - 5 + \frac{9}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}274102$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 15$  dan  $Q = 5$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\text{max}}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 15) = (16 - 15) \cdot 0,057692 + (17 - 15) \cdot 0,057692 + (18 - 19) \cdot 0,57692$$

$$E(M > 15) = 0,576923077$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,33962352000 + \frac{2,339623}{5} \cdot (100000 + 288000000) + 6760 \left( 15 - 5 + \frac{5}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}2327778$$

e. *Spare parts* 20

Tabel 4.10 Distribusi empiris *spare parts* 20

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M > B)
1	0	2	23	0,442307692	0,557692308
2	3	5	7	0,134615385	0,423076923
3	6	8	9	0,173076923	0,25
4	9	11	9	0,173076923	0,076923077
5	12	14	2	0,038461538	0,038461538
6	15	17	1	0,019230769	0,019230769
7	18	20	1	0,019230769	0,000000000

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002 \cdot 2,264151}{520,13}}$$

$$Q = 93,318$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13400) \cdot (93,318)}{1920000(2,26415)}$$

$$P(M > B) = 0,000111625$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,000111625$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,000111625 = 99,9888\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.10 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 7. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,9888} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,9888} = 18 + \frac{99,9888 - 52}{51} \cdot 2$$

$$D_{99,9888} = 19,882 = 20$$

$$E(M > 20) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 20) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka Q tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 94$  dan  $B = 20$ .

Setelah diketahui B dan Q untuk *spare parts* 20 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,264150400 + \frac{2,2641}{93} \cdot (100000 + 19200000) + 52 \left( 20 - 5 + \frac{93}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}6558$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 4$  dan  $Q = 6$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 4) = 0,00000478472$$

Sehingga total cost yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,264150400 + \frac{2,2641}{6} \cdot (100000 + 192000060,0000078472) + 52 \left( 4 - 5 + \frac{6}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}21635282$$

f. Spare parts 21

Tabel 4.11 Distribusi empiris spare parts 21

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	2	27	0,519230769	0,480769231
2	3	5	5	0,096153846	0,384615385
3	6	8	10	0,192307692	0,192307692
4	9	11	5	0,096153846	0,096153846
5	12	14	4	0,076923077	0,019230769
6	15	17	1	0,019230769	0,000000000

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000002,09434}{650000,13}}$$

$$Q = 7,0406$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 65000) \cdot (7,0406)}{2190000(2,09343)}$$

$$P(M > B) = 0,00148$$



Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,00148$  yang berarti  $B$  berada pada data  $1 - 0,00148 = 99,9852\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.11 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 6. Untuk mengetahui berapa besar  $B$  digunakan perhitungan sebagai berikut

$$1 - 0,000148 = 99,9852\%$$

$$D_{99,9852} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,9014} = 15 + \frac{99,9852 - 52}{51} \cdot 2$$

$$D_{99,9852} = 16,878 = 17$$

$$E(M > 17) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 17) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 8$  dan  $B = 17$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 21 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,0943465000 + \frac{2,09434}{7} \cdot (100000 + 288000000) + 8450 \left( 17 - 5 + \frac{7}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}304662$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 6$  dan  $Q = 7$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 6) = 7,423$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 2,0943465000 + \frac{2,09434}{7} \cdot (100000 + 192000007,423077) + 8450 \left( 6 - 5 + \frac{7}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}304662$$

g. Spare parts 22

Tabel 4.12 Distribusi empiris spare parts 22

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	1	17	0,326923	0,673077
2	2	3	6	0,115385	0,557692
3	4	5	12	0,230769	0,326923
4	6	7	8	0,153846	0,173077
5	8	9	5	0,096154	0,076923
6	10	11	2	0,038462	0,038462
7	12	13	2	0,038462	0

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000001,96224}{350000,13}}$$

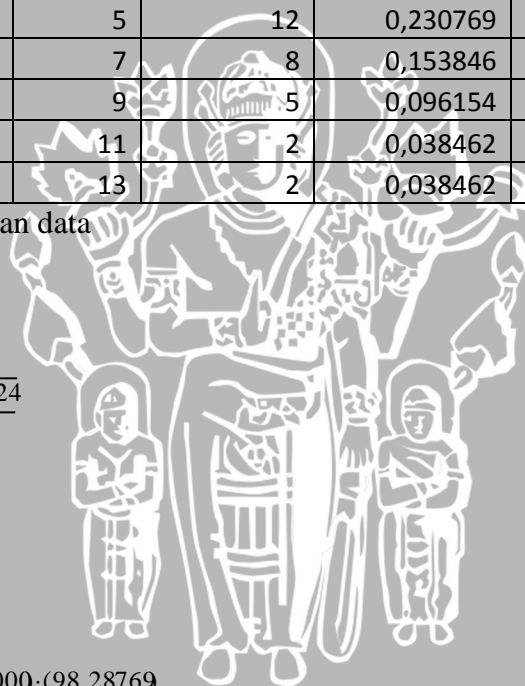
$$Q = 9,28769$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 35000) \cdot (9,28769)}{1920000(1,96224)}$$

$$P(M > B) = 0,0001122$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,001122$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,001122 = 99,998\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.12 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 7. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut



$$D_{99.998} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99.998} = 12 + \frac{99.998 - 52}{50} \cdot 1$$

$$D_{99.998} = 12.96 = 13$$

$$E(M > 13) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 13) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 10$  dan  $B = 13$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 22 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,96226435000 + \frac{1,96224}{10} \cdot (100000 + 192000000) + 4550 \left( 13 - 45 + \frac{10}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}152148$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 9$  dan  $Q = 6$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

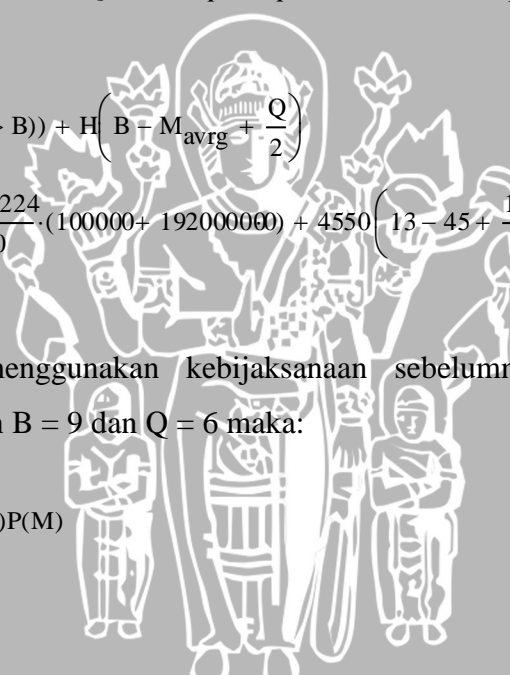
$$E(M > 9) = 0,903846$$

Sehingga total cost yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,96226435000 + \frac{1,96224}{6} \cdot (100000 + 192000000,903846) + 4550 \left( 9 - 45 + \frac{6}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}3903967$$



h. Spare parts 23

Tabel 4.13 Distribusi empiris spare parts 23

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	1	33	0,634615	0,365385
2	2	3	0	0	0,365385
3	4	5	4	0,076923	0,288462
4	6	7	2	0,038462	0,25
5	8	9	4	0,076923	0,173077
6	10	11	2	0,038462	0,134615
7	12	13	2	0,038462	0,096154
8	14	15	2	0,038462	0,057692
9	16	17	1	0,019231	0,038462
10	18	19	2	0,038462	0

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000001,924258}{97500,13}}$$

$$Q = 17,42622$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 9750) \cdot (17,42622)}{1920000(1,924258)}$$

$$P(M > B) = 0,000598$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M>B) = 0,000598$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,000598 = 99,9402\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.13 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 10. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,9402} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,9402} = 18 + \frac{99,9402 - 52}{50} \cdot 1$$

$$D_{99,9402} = 18,959 = 19$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 19$  sehingga

$$E(M > 19) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 19) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 18$  dan  $B = 19$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 23 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q}(C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,96226435000 + \frac{1,96224}{10} \cdot (100000 + 192000000) + 4550 \left( 13 - 45 + \frac{10}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}152148$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 93$  dan  $Q = 7$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 93) = 0,903846$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q}(C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,96226435000 + \frac{1,96224}{7} \cdot (100000 + 192000000) + 9750 \left( 97 - 45 + \frac{7}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}163988$$

i. Spare parts 24

Tabel 4.14 Distribusi empiris spare parts 24

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	1	33	0,634615	0,365385
2	2	3	0	0	0,365385
3	4	5	4	0,076923	0,288462
4	6	7	2	0,038462	0,25
5	8	9	4	0,076923	0,173077
6	10	11	2	0,038462	0,134615
7	12	13	2	0,038462	0,096154
8	14	15	2	0,038462	0,057692
9	16	17	1	0,019231	0,038462
10	18	19	2	0,038462	0
11	20	21	2	0,038462	0,019231
12	22	23	1	0,019231	-4,2E-17

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000001,811321}{140000,13}}$$

$$Q = 14,10837$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,13 \cdot 14000) \cdot (14,10837)}{1920000(1,811321)}$$

$$P(M > B) = 0,000738$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,000738$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,000738262\% = 99,9$ . Dengan melihat pada tabel 4.14 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 12. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$D_{99,9262} = Bb_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,9262} = 22 + \frac{99,9262 - 52}{51} \cdot 1$$

$$D_{99,9262} = 22,94 = 23$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $B = 23$  sehingga

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 23) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 15$  dan  $B = 23$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 24 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,811321 \cdot 14000 + \frac{1,811321}{15} \cdot (100000 + 192000000) + 14000 \left( 23 - 5 + \frac{15}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}324905$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 6$  dan  $Q = 14$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 6) = 1,5576$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,811321 \cdot 14000 + \frac{1,811321}{14} \cdot (100000 + 192000001,5576) + 14000 \left( 6 - 5 + \frac{14}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}3924905$$

j. Spare parts 25

Tabel 4.15 Distribusi empiris spare parts 25

No. kelas	Batas bawah	Batas atas	Frekuensi	Probabilitas P(M)	Probabilitas Stockout P(M>B)
1	0	1	24	0,461538	0,538462
2	2	3	7	0,134615	0,403846
3	4	5	7	0,134615	0,269231
4	6	7	3	0,057692	0,211538
5	8	9	4	0,076923	0,134615
6	10	11	3	0,057692	0,076923
7	12	13	0	0	0,076923
8	14	15	2	0,038462	0,038462
9	16	17	2	0,038462	0

Sumber: Pengolahan data

$$Q = \sqrt{\frac{2C \cdot R}{P \cdot F}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000001,811321}{540000,13}}$$

$$Q = 7,10837$$

$$P(M > B) = \frac{H \cdot Q}{A \cdot R}$$

$$P(M > B) = \frac{(0,1354000) \cdot (7,10837)}{1920000(1,811321)}$$

$$P(M > B) = 0,000145$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa  $P(M > B) = 0,000145$  yang berarti B berada pada data  $1 - 0,000145 = 99,8525\%$ . Dengan melihat pada tabel 4.15 diketahui bahwa nilai tersebut berada diantara kelas interval 9. Untuk mengetahui berapa besar B digunakan perhitungan sebagai berikut

$$1 - 0,000145 = 99,8524\%$$

$$D_{99,8524} = B_{pi} + \frac{i - F}{f_{pi}} \cdot L$$

$$D_{99,8524} = 16 + \frac{99,8524 - 52}{50} \cdot 1$$

$$D_{99,8524} = 16,957 = 17$$



$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 17) = 0$$

Karena  $E(M > B) = 0$  maka  $Q$  tidak berubah, sehingga perhitungan berhenti dan didapatkan  $Q = 8$  dan  $B = 17$ .

Setelah diketahui  $B$  dan  $Q$  untuk *spare parts* 25 maka dapat dihitung *total cost* yang harus dikeluarkan

$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,81132154000 + \frac{1,811321}{8} \cdot (100000 + 192000000) + 54000 \left( 17 - 4 + \frac{8}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}242470$$

Sedangkan jika menggunakan kebijaksanaan sebelumnya yang telah ada diperusahaan yaitu dengan  $B = 21$  dan  $Q = 33$  maka:

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M)$$

$$E(M > 21) = 0$$

Sehingga *total cost* yang dikeluarkan

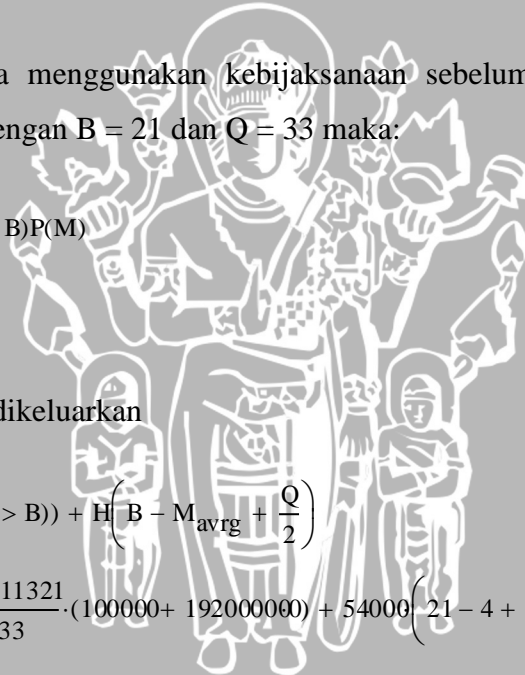
$$TC = R \cdot P + \frac{R}{Q} (C + A \cdot E(M > B)) + H \left( B - M_{\text{avrg}} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$TC = 1,81132154000 + \frac{1,811321}{33} \cdot (100000 + 192000000) + 54000 \left( 21 - 4 + \frac{33}{2} \right)$$

$$TC = \text{Rp}386696$$

#### 4.8. Perbandingan *Total Cost* Sistem Persediaan Usulan dan yang Sudah Berlaku

Dari perhitungan yang dilakukan kita dapat membandingkan antara *total cost* antara sistem persediaan yang sedang berjalan di perusahaan dengan sistem persediaan yang diusulkan. Berikut ini adalah hasil tabulasi perhitungan yang telah dilakukan



Tabel 4.16 Tabel perbandingan kebijaksanaan persediaan spare parts yang berlaku dengan usulan

Item Spare Part	Nama Spare Part	B	Q	E(M>B)	P(M>B)	Total Cost usulan (Rupiah)	Total cost sebelum (Rupiah)	perghematan
1	RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:Z71.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	50	24	0,003965	0,00118	Rp1.372.000	Rp148.100.000	99,07%
2	CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002 S/N:52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	47	20	0	0,001019	Rp856.200	Rp46.550.000	98,16%
3	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	60	11	0,009811	0,000673	Rp323.900	Rp102.300.000	99,68%
4	SUCKER ARM ROTARY CARTON, VC33-A3 for IWKA CPS-30	2	17	0,000004	0,000621	Rp780.700	Rp817.300	4,48%
5	RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM	39	30	0,001876	0,000823	Rp226.400	Rp55.960.000	99,42%
6	O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568	39	79	0,000579	0,000277	Rp50.500	Rp126.000	59,90%
7	"NOK" UPI-15:23:6:5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	2	12	0,000006	0,5995	Rp399.900	Rp426.600	6,26%
8	SEAL - OIL, TYPE:UPI-50:70:12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	27	12	0,000006	0,0006	Rp399.900	Rp426.600	6,26%
9	RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TFS1 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA - VIRING	2	11	0,000013	0,000652	Rp321.500	Rp370.100	13,13%
10	FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:208, FOR NORDENMATIC NW2002 MACHIN	2	10	0,000021	0,001024	Rp297.600	Rp323.500	8,01%
11	"NOK" UPI-12:20:6:5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	21	14	0,003683	0,002085	Rp374.600	Rp13.640.000	95,79%
12	SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG:NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	19	12	0,00183	0,00149	Rp92.480	Rp114.000	18,88%
13	SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE	18	12	0,002852	0,002246	Rp459.200	Rp6.145.000	92,53%
14	O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	50	102	0,001364	0,000023	Rp19.490	Rp8.825.000	99,78%
15	O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL	57	311	0,00041	0,00007	Rp20.870	Rp42.200.000	99,95%
16	GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	20	2	0	0,004562	3371.163.074	Rp5.008.034	32,68%
17	FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:208, FOR NORDENMATIC NW2002 MACHINE, S/N:52020	20	24	0	0,000429	47916,03643	7251382,021	99,34%
18	INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG:NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327	41	24	0	0,000435	65809,19897	Rp6.251.982	98,95%
19	CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE	19	8	0	0,001252	Rp274.102	Rp2.327.778	88,22%
20	O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568	20	93	0	0,000112	Rp6.558	Rp21.635.282	99,97%
21	SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15	17	7	0	0,001048	Rp304.663	Rp42.853.389	99,29%
22	"FAG" 6006:2RSR BEARING SINGLE ROW DEEP GROOVE BALL	13	10	0	0,00112161	Rp152.149	Rp3.903.967	96,10%
23	INNER - HOLDER, TUBE, 25-30-35 MM, P/N:GA13744-F1, DWG:NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000 S/N:51327	18	19	0	0,0009776	Rp60.352	Rp163.989	63,20%
24	SEAL - EPDM, TYPE:IC, SIZE:2", MFG:SODIME/U/ HOPPER	20	15	0	0,00073833	Rp80.926	Rp1.679.664	95,18%
25	ROD - SUCKER, TYPE:VC33-A2, P/N:13497, DWG:NO:1099431/830, FOR IWKA CPS-33 MACHINE / SUCKER ARM ROTARY CARTON	17	8	0	0,00145006	Rp242,470	Rp1.592.846	84,78%
26	SUCKER PICK & PLACE / CUP - SUCTION, TYPE:B20:10 01:01:101	2	6	0,003742	0,001812	Rp208.400	Rp261.200	20,21%
27	O-RING - SEAL, TYPE:AS-111, MFG:NATIONAL, S/N:568	2	98	0,000005	0,0001065	Rp3.918	Rp12.030	67,43%
28	CUP - SUCTION, TYPE:PIAB-B120	1	7	0,00008955	0,00157	Rp151.800	Rp188.400	19,43%
	<b>TOTAL</b>					<b>Rp11.265.487</b>	<b>Rp519.454.044</b>	<b>3,49%</b>

Dari tabel 4.16 dapat dilihat bahwa dengan sistem *inventory* probabilistik dapat menghemat biaya persediaan. Selain itu dengan menggunakan sistem *inventory* probabilistik dapat meningkatkan *service level* yang tampak pada kecilnya kemungkinan *stockout* ( $P(M>B)$ ) sehingga dapat mengurangi *breakdown* yang diakibatkan oleh kekurangan *spare parts*.



## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Untuk mencegah terjadinya kekurangan *spare parts* yang dapat menyebabkan *breakdown* pada jalur produksi, maka perlu dibuat suatu perencanaan persediaan yang baik. Faktor penting yang harus diketahui dalam perencanaan persediaan adalah *reorder point* (B) yang menunjukkan bahwa pada saat tingkat persediaan di gudang mencapai B maka harus segera dilakukan pemesanan, dan jumlah dari pemesanan itu sendiri. Melalui sistem persediaan probabilistik yang telah dilakukan dapat ditentukan *reorder point* (B) serta jumlah pemesanan yang ekonomis (Q) seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.16.
2. Dengan menggunakan metode *persediaan* probabilistik biaya persediaan *spare parts* dapat diperkecil antara 4% sampai 99% dengan rata-rata penghematan *total cost* setiap *spare parts* sebesar sebesar 3,49%.

### 5.2. Saran

Hal-hal yang dapat dijadikan saran adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dalam merencanakan persediaan *spare parts* dapat mempergunakan sistem persediaan probabilistik. Hal ini dikarenakan permintaan dari suatu *spare parts* bersifat tidak pasti atau probabilistik sehingga keunikan sistem tersebut dapat dipenuhi oleh metode *persediaan* probabilistik.
2. Dalam penelitian ini masih banyak sekali terjadi keterbatasan data, disarankan pada perusahaan untuk dapat membuat catatan yang lebih terperinci terhadap setiap *line* produksi. Sehingga dapat dilakukan analisis yang lebih mendetail terhadap suatu *line* produksi.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat menambahkan kemungkinan akan *lead time* yang berfluktuasi, sehingga dihasilkan perencanaan yang lebih akurat untuk mencegah terjadinya *stockout*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blanchard, Benjamin S. 1995. *Logistics Engineering and Management*. New Jersey: Prentice Hall International Series in Industrial and system Engineering
- Chopra, S. & Peter Meindl. 2001. *Supply Chain Management: strategy, planning, and operation*. New Jersey: Prentice-Hall
- Dhillon, B.S. 2002. *Engineering Maintenance*. New York: CRC Press
- Elsayed, E.A . 1994. *Analysis and Control of Production Systems*. New Jersey: Prentice Hall
- Hakim, Arman. 1991. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Guna Widjaya
- Kelton, W. David. 2003. *Simulation Modelinnng and Analysis*. New jersey: McGraw Hill
- Narbuko, Cholid dan Achmadi, Abu. 2004. *Metodologi Penelitian*. PT. Bumi Aksara : Jakarta
- Rangkuti, Freddy. 2004. *Manajemen Persediaan: aplikasi di bidang bisnis*. Jakarta:PT. Raja Grafindo Persada
- Setiawan, Sandi. 1991. *Simulasi*. Yogyakarta: Andi Offset
- Silver, Edward A. 1985. *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. Canada: John Wiley & Sons. Inc
- Tersine, Richard J. 1994. *Principles of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice-Hall
- Walpole, R. E. & Raymond H. M. 1995. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Jilid IV. Terjemahan RK Sembiring. Bandung: Penerbit ITB

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# LAMPIRAN I

Data Permintaan *Spare Part* Setiap Minggu



### Lampiran 1: Data permintaan spare part setiap minggu

DESKRIPSI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	sum		
BELT - CONVEYOR, TYPE:TS100/6 LEFT ARROW, 177 X 1100 MM	1			1	1				1	1	5	1	1			1			1	1			1	2			1			1		1						1	2			1		2			2		3			32				
RING - SEAL, TYPE:SAW-45/35X8.5, P/N:271.033.245, FOR NORDENMATIC 2002 MACHINE, S/N:52516	20	5	21	14	8					2	9	6	4	5	16	9	10	11	10	7	11	6	17	15	9	24	3	7	8	14	16	22	17	4	19	9	8	19	24		20	2	9	14	31	26	11		14	7	21	13	1	578		
CUP - SUCTION, TYPE:F30-TWO-50, P/N:456903004, FOR NORDENPAC 2002, S/N:52526 / SUCKER ARM ROTARY CARTON	20	9	2	7	2					4					4	16				12	22		19		7	15	4	10	9	16	11	6	16	12	8	9	16	5	10		25		22	7	6	17	3	2	12	15	20	13	15	428		
RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:2", MFG:REALM	1	1		24	12					10	2		7	1	1	9	2	21	10	19	19	5	14	17	19	13	8	5			12		35					4	8	13	17	2	11	12	9			6	8	4	8	5	10	384		
SUCKER ARM ROTARY CARTON, VG33-A3 for IWKA CPS-30		9		17	9	3				24	5	3		8			8		5	3	4	8	23	6	23	2	4	8	4		8	6	14	3	7	1	15	5		11	10			9	24	14	4	15		19	10	2	353			
RING - JOINT (SEALING), UNION, MATL:EPDM, TYPE:IDF, SIZE:3", MFG:REALM		3	1	10	7					10	13		7		11		5	16		19	6	5	10	9	15	10		10	10	7	3	5	5	14	15		11	8			6	26	3	10	12	3				10	10		325			
O-RING - SEAL, TYPE:AS-340, MFG:NATIONAL, S/N:568		5	5	6	6	1	2			2	13	13		3		6		2		2	10	1	4	3	5	8	5	7	6	3	17	2	1		6	10	8	4	2	5	10	4	12	20	4	4	13	2	6	5	7	14	4	278		
"NOK" UPI-15.23.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	3	5	7	6					2	2		4	13				5	7	10	1	15	1	8	16	7	6	3	6		5		5	21	7	3	20	9	15	2	4	4	7	16	2	3				12	9	3	1	275			
SEAL - OIL, TYPE:UPI-50.70.12, MFG:NOK, MATL:NITRILE	5	4	19	7		5				1	10	2	2	4	10	6	4		11		4	10	2		6	4	10	7	4	2	6			1		3	1	13	10		21	5	1	4	3	15	1		2	3	7	2	237			
RING - SLOTTED, CFW, GR.NO:903809, POS:80, FOR IWKA TFS1 MACHINE, S/N:15131, S/N:31836 / SEAL ROTARY VALVE, 52 X 72 X 17 MM / IWKA, VIRING	4		4	8						7	4		2	14	6				3	6		7	8		1	12		6	4	4	8								7	14	2		12	1	5		18	9	4		4	2	9	13	2	223
FILTER - MECHANICAL, 9.5 MM, P/N:GA52047-1011, GRP:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHIN		5	8	7		6				2	7		2	8			3			16	2		4	14	2	6	2	2	6	4		4	3		3		14	2	2		6	9				13		16	5	4	9		8	204		
"NOK" UPI-12.20.6,5 SEAL AUTOMATIC U PACKING	1		9	7	6	4				1					3		6		3		3	6	4	5	19	5	8	3	7		4	6	2	2	7	5	1	17	5	6	2	2		3		11	2			4	7	6	192			
SPRING - WIRE, TYPE:F85, P/N:GA9414, MATL:SS, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327			3	4							28										7					10													34		6	5			8		4	10	4	3	8	156				
SEAL - OIL, TYPE:UPI-32.42.7, MFG:NOK, MATL:NITRILE		2	6	6	2					4	8		14	4	4		2	2	6	6	4	2	3	2	4		2				6			2	6			6	6			4	8		3	4		5	5			10	3	151		
O-RING - SEAL, TYPE:AS-220, MFG:NATIONAL, S/N:568	2		7	7						7	6			8			4		2	3	4	2	2		3		1	10	8			5			2		12	6		15	2	5			7	3	2		3	2	1	2	143			
O-RING, MATL:NITRILE, SIZE NO:AS-009, MFG:NATIONAL																				5	1		10				4	2	2	8	4			7		6			9	5		5	6	6	6		20	9	9	12			136			
GASKET - SEAL, 3 IN, MFG:REALM, MATL:NITRILE, FOR 71-120 STRAINER	5		3	5										3	2					10	6			5	14	3		6	2	6	11			10		5	5		5	5		5	5			5	5			5	5			5	131	
FILTER - MECHANICAL, 12.5 MM, P/N:GA52047-1015, GRP:10:20B, FOR NORDENMATIC NM2002 MACHINE, S/N:52020			5							8									3	7	5	3		2	5	8			7	1		5			11	4			7	2			2	2	7		5	8	2		10	10		129		
INNER - HOLDER, TUBE, 17 MM, P/N:GA13744-F3, DWG.NO:407, FOR ARENCOMATIC AR2000, S/N:51327				6											3					40	21									11			8																		6	4	17	127		
CUP - SUCTION, IWKA TFS80-6 / PICK & PLACE																				6	5	6		3	4				8	6			12			9	5		5		6	2	4	15	2	12	7			5	2		124			
O-RING - SEAL, TYPE:AS-112, MFG:NATIONAL, S/N:568			7		6						6	5			3						3	7	4		9				6			16	4		6	4	4	5		2						12			9	2		120				
SEAL PISTON DIA 32, D-12, D-15																								2	4	3	1																						6	8	1	9	111			







UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LAMPIRAN II

### Uji Distribusi

## Lampiran 2: Uji distribusi

nomor spare	distribusi(parameter)	sqr error	p value
1	-0.5 + EXPO(22.3)	0.028210	< 0.005
	-0.5 + GAMM(11.4, 1.95)	0.023311	0.107
	-0.5 + LOGN(28.3, 38.2)	0.030152	< 0.005
	NORM(21.8, 11.6)	0.017937	0.499
	UNIF(-0.5, 57.5)	0.026203	< 0.005
2	-0.5 + WEIB(24.5, 1.77)	0.020365	0.471
	-0.5 + EXPO(16.3)	0.031123	< 0.005
	-0.5 + GAMM(13.8, 1.18)	0.032970	< 0.005
	-0.5 + LOGN(24.1, 52)	0.041788	< 0.005
	NORM(15.8, 10.1)	0.030026	0.0193
3	-0.5 + WEIB(17.3, 1.28)	0.033290	< 0.005
	UNIF(-0.5, 35.5)	0.027696	0.745
	-0.5 + EXPO(15.1)	0.037430	0.135
	-0.5 + GAMM(15.4, 0.976)	0.037202	< 0.005
	-0.5 + LOGN(22.2, 55.1)	0.045551	< 0.005
4	NORM(14.6, 11.6)	0.044039	< 0.005
	UNIF(-0.5, 38.5)	0.041667	< 0.005
	-0.5 + WEIB(15.3, 1.06)	0.038716	< 0.005
	-0.5 + EXPO(14)	0.037536	0.018
	-0.5 + GAMM(9.77, 1.44)	0.036507	0.0737
5	NORM(13.5, 9.52)	0.036596	0.0566
	UNIF(-0.5, 38.5)	0.040187	< 0.005
	-0.5 + WEIB(15.2, 1.36)	0.035243	0.319
	-0.5 + EXPO(13)	0.041518	0.00619
	-0.5 + GAMM(10, 1.3)	0.043157	< 0.005
6	-0.5 + LOGN(17.8, 33.2)	0.054572	< 0.005
	NORM(12.5, 8.35)	0.039165	0.239
	-0.5 + WEIB(13.9, 1.33)	0.041961	0.0442
	-0.5 + WEIB(13.9, 1.33)	0.041961	0.0442
	-0.5 + EXPO(11.1)	0.025064	0.005
7	-0.5 + GAMM(5.31, 2.09)	0.017000	0.14
	-0.5 + LOGN(12, 11.7)	0.020115	0.0261
	NORM(10.6, 6.89)	0.016887	0.186
	-0.5 + EXPO(11)	0.029091	0.103
	-0.5 + GAMM(9.75, 1.13)	0.030778	0.11
8	-0.5 + LOGN(14.6, 28.8)	0.041579	< 0.005
	NORM(10.5, 8.26)	0.035760	0.0124
	-0.5 + WEIB(11.5, 1.16)	0.031132	0.143
	-0.5 + EXPO(9.52)	0.019157	0.194
	-0.5 + GAMM(6.14, 1.55)	0.016164	0.31
9	-0.5 + LOGN(10.8, 13.9)	0.021478	0.0557
	NORM(9.02, 6.79)	0.019534	0.0446
	-0.5 + EXPO(8.96)	0.029322	0.043
	-0.5 + GAMM(7.26, 1.23)	0.031742	0.0531
	-0.5 + LOGN(11.5, 20.1)	0.043808	0.00933
10	NORM(8.46, 6.46)	0.032347	0.1
	-0.5 + WEIB(9.52, 1.23)	0.031361	0.19
	-0.5 + EXPO(8.19)	0.031361	0.19
	-0.5 + EXPO(8.19)	0.027443	0.048
	-0.5 + GAMM(5.57, 1.47)	0.026683	0.005
11	-0.5 + LOGN(9.76, 13.9)	0.035943	0.0161
	NORM(7.69, 5.59)	0.029305	0.005
	-0.5 + WEIB(8.89, 1.36)	0.025660	0.00645
	-0.5 + EXPO(7.75)	0.025025	0.19
	-0.5 + GAMM(6.27, 1.24)	0.026461	0.226
12	-0.5 + LOGN(9.27, 14.9)	0.034880	0.005
	NORM(7.25, 6.12)	0.033344	0.005
	-0.5 + WEIB(5.02, 0.711)	0.070989	0.005
	-0.5 + EXPO(6.35)	0.136042	0.005
	-0.5 + GAMM(10.3, 0.616)	0.083641	0.005
13	-0.5 + LOGN(7.35, 22)	0.079772	0.005
	NORM(5.75, 4.31)	0.048576	0.0276
	-0.5 + LOGN(7.35, 22)	0.079772	0.005
	NORM(5.75, 4.31)	0.048576	0.0276
	-0.5 + WEIB(5.02, 0.711)	0.070989	0.005
14	-0.5 + EXPO(6.35)	0.136042	0.005
	-0.5 + GAMM(10.3, 0.616)	0.083641	0.005
	-0.5 + LOGN(7.35, 22)	0.079772	0.005
	NORM(5.75, 4.31)	0.048576	0.0276
	-0.5 + WEIB(5.02, 0.711)	0.070989	0.005

nomor spare	distribusi(parameter)	sqr error	p value
15	-0.5 + EXPO(5.92)	0.024171	0.168
	-0.5 + GAMM(4.91, 1.21)	0.026807	0.0752
	-0.5 + LOGN(6.99, 11.2)	0.039934	0.005
	NORM(5.42, 4.85)	0.037516	0.005
	-0.5 + WEIB(6.22, 1.15)	0.026094	0.0837
16	-0.5 + EXPO(5.35)	0.123079	0.005
	-0.5 + GAMM(6.18, 0.865)	0.112741	0.005
	-0.5 + LOGN(6.67, 15)	0.121304	0.005
	NORM(4.85, 5.03)	0.159188	0.005
	-0.5 + WEIB(5.16, 0.923)	0.113639	0.005
17	-0.5 + WEIB(5.16, 0.923)	0.113639	0.005
	-0.5 + EXPO(5.46)	0.058512	0.005
	-0.5 + GAMM(6, 0.91)	0.053035	0.005
	-0.5 + LOGN(6.82, 14.7)	0.060370	0.005
	NORM(4.96, 4.84)	0.092371	0.005
18	-0.5 + EXPO(5.06)	0.306248	0.005
	-0.5 + GAMM(10.3, 0.491)	0.123766	0.005
	0.5 + LOGN(4.35, 13)	0.124260	0.005
	NORM(4.56, 9.07)	0.423513	0.005
	-0.5 + WEIB(3.13, 0.607)	0.121241	0.005
19	-0.5 + EXPO(5.27)	0.122472	0.005
	-0.5 + GAMM(7.11, 0.742)	0.090898	0.005
	-0.5 + LOGN(6.49, 16.8)	0.089793	0.005
	NORM(4.77, 5.46)	0.175407	0.005
	-0.5 + WEIB(4.75, 0.82)	0.087029	0.005
20	-0.5 + WEIB(4.75, 0.82)	0.087029	0.005
	-0.5 + EXPO(5.12)	0.081471	0.005
	-0.5 + GAMM(6.09, 0.84)	0.067297	0.005
	-0.5 + LOGN(6.31, 14.4)	0.072017	0.005
	NORM(4.62, 4.85)	0.125541	0.005
21	-0.5 + WEIB(4.2, 0.839)	0.066637	0.005
	-0.5 + EXPO(4.6)	0.098626	0.005
	-0.5 + GAMM(5.95, 0.772)	0.071455	0.005
	-0.5 + LOGN(5.41, 12.7)	0.066890	0.005
	NORM(4.1, 4.7)	0.162441	0.005
22	-0.5 + WEIB(5.16, 0.923)	0.113639	0.005
	-0.5 + EXPO(5.46)	0.058512	0.005
	-0.5 + GAMM(6, 0.91)	0.053035	0.005
	-0.5 + LOGN(6.82, 14.7)	0.060370	0.005
	NORM(4.96, 4.84)	0.092371	0.005
23	-0.5 + WEIB(4.75, 0.82)	0.087029	0.005
	-0.5 + EXPO(5.12)	0.081471	0.005
	-0.5 + GAMM(6.09, 0.84)	0.067297	0.005
	-0.5 + LOGN(6.31, 14.4)	0.072017	0.005
	NORM(4.62, 4.85)	0.125541	0.005
24	-0.5 + EXPO(5.06)	0.306248	0.005
	-0.5 + GAMM(10.3, 0.491)	0.123766	0.005
	0.5 + LOGN(4.35, 13)	0.124260	0.005
	NORM(4.56, 9.07)	0.423513	0.005
	-0.5 + WEIB(3.13, 0.607)	0.121241	0.005
25	-0.5 + EXPO(5.35)	0.123079	0.005
	-0.5 + GAMM(6.18, 0.865)	0.112741	0.005
	-0.5 + LOGN(6.67, 15)	0.121304	0.005
	NORM(4.85, 5.03)	0.159188	0.005
	-0.5 + WEIB(5.16, 0.923)	0.113639	0.005
26	-0.5 + EXPO(3.96)	0.027478	0.0236
	-0.5 + GAMM(3.3, 1.2)	0.027478	0.0236
	0.5 + WEIB(4.12, 1.11)	0.026252	0.0311
	-0.5 + LOGN(5.41, 12.7)	0.066890	0.005
	NORM(4.1, 4.7)	0.162441	0.005
27	-0.5 + GAMM(5, 0.77)	0.043727	0.0135
	-0.5 + WEIB(3.4, 0.816)	0.033583	0.0406
	-0.5 + EXPO(5.06)	0.306248	0.005
	0.5 + LOGN(4.35, 13)	0.124260	0.005
	NORM(4.56, 9.07)	0.423513	0.005
28	-0.5 + WEIB(3.5, 0.831)	0.052979	0.00678
	-0.5 + EXPO(5.12)	0.081471	0.005
	-0.5 + GAMM(6.09, 0.84)	0.067297	0.005
	-0.5 + LOGN(6.31, 14.4)	0.072017	0.005
	NORM(4.62, 4.85)	0.125541	0.005