

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Pada tahun 1914, perusahaan swasta yang dipimpin oleh *Netherlandsch Indische Spoorweg Maatschappij* (NIS) mendirikan sebuah bengkel kereta dengan nama *Centraal Werkplaats*, bengkel kereta ini memiliki tugas pokok untuk melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif dan gerbong kereta.

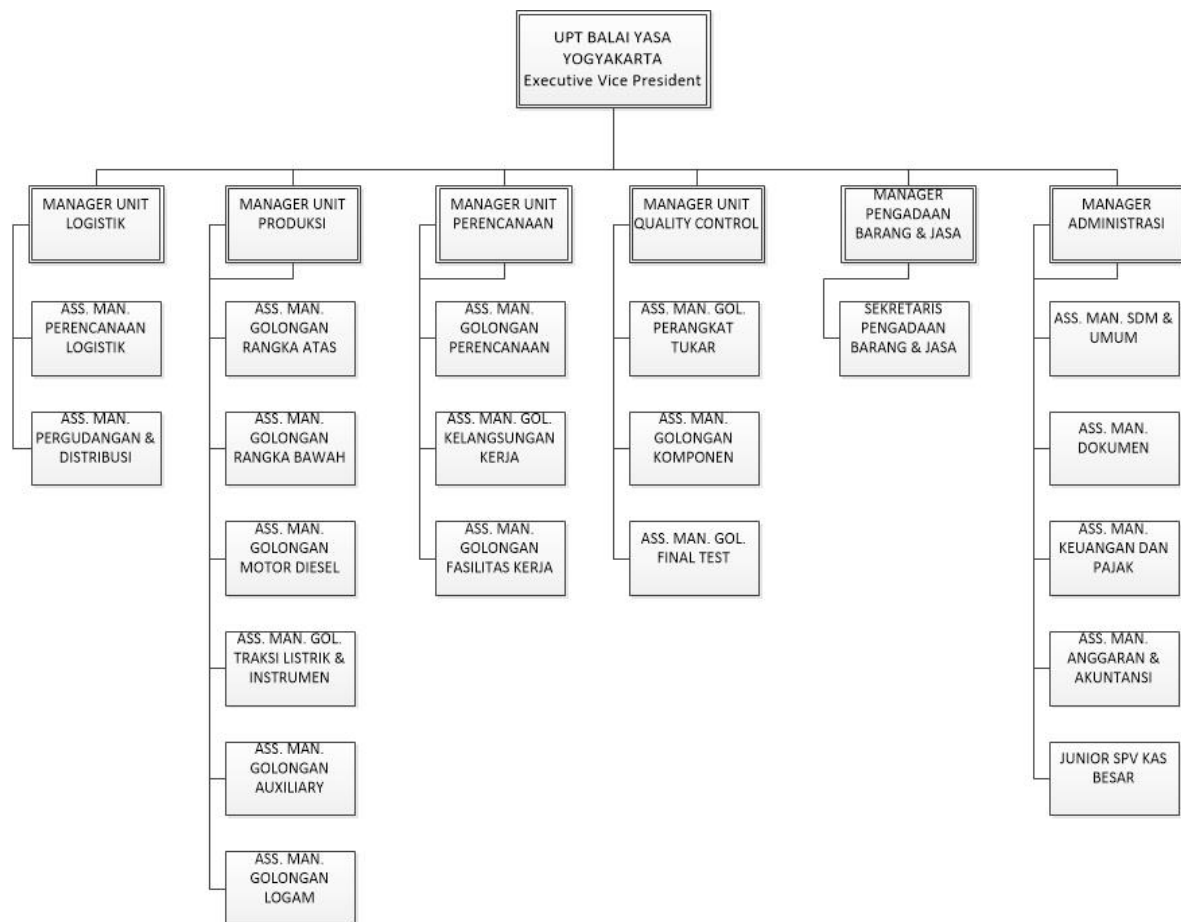
Pada tahun 1942, bengkel tersebut diambil alih oleh pemerintahan Jepang yang menduduki Indonesia saat itu dan perusahaan perkeretaapian menjadi perusahaan kereta api pemerintah yang memiliki tugas pokok sama dengan sebelumnya, yaitu melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif dan gerbong kereta.

Setelah kemerdekaan Indonesia diproklamlirkan pada tahun 1945, perusahaan perkeretaapian diambil alih oleh pemerintah Indonesia dan nama bengkelnya berubah menjadi Balai Karya. Tugas pokoknya masih sama dengan sebelumnya, yaitu melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif dan gerbong kereta.

Pada tahun 1959, nama bengkel Balai Karya diganti menjadi Balai Yasa dan tugas pokoknya juga berubah terlebih dikhususkan untuk melakukan melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif saja. UPT Balai Yasa Yogyakarta merupakan unit pelayanan terpadu (UPT), perusahaan dibawah kepemilikan PT Kereta Api Indonesia (Persero) yang berada di Yogyakarta. Terdapat UPT Balai Yasa lain berada di pulau Jawa dan Sumatera, seperti UPT Balai Yasa Manggarai di Jakarta, UPT Balai Yasa Kiaracandong di Jawa Barat dan lain sebagainya, yang

mempunyai tugas pokok tersendiri berbeda-beda. Pada tahun 2009 UPT Balai Yasa Yogyakarta ditambah tugas pokoknya menjadi melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif dan genset. Kemudian pada tahun 2010 tugas pokok diubah menjadi melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif, genset dan KRD E (kereta rel diesel elektrik). Setelah itu pada tahun 2013 hingga sekarang (2017) tugas pokok diubah menjadi melakukan *overhaul* (pemeriksaan secara menyeluruh serta melakukan perbaikan) pada lokomotif, genset (kereta pembangkit) dan KRDE dan KRDI.

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 4.1 Struktur Organisasi UPT Balai Yasa Yogyakarta

UPT Balai Yasa Yogyakarta mempunyai struktur organisasi yang menerangkan hubungan kerja antar bagian yang satu dengan yang lainnya dan juga mengatur hak dan kewajiban masing-masing bagian. Tujuan dibuatnya struktur organisasi adalah untuk memperjelas dan mempertegas kedudukan suatu bagian dalam menjalankan tugas sehingga akan mempermudah untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan. Maka biasanya struktur organisasi dibuat sesuai dengan tujuan dari organisasi itu sendiri. Struktur organisasi UPT Balai Yasa Yogyakarta terdiri atas beberapa bagian yang mempunyai fungsi dan tanggung jawab masing-masing yaitu sebagai berikut :

1. *Executive Vice President (EVP)*

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab merencanakan, mengkoordinasikan mengendalikan dan mengawasi pelaksanaan program pemeliharaan dan perbaikan lokomotif, KRD/E/I dan genset, baik pemeliharaan dan perbaikan tingkat Balai Yasa maupun Depo, rekayasa teknik lokomotif, KRD/E/I dan genset; pemeliharaan fasilitas kerja; menjamin kualitas hasil pemeliharaan dan perbaikan yang dilakukan; mengevaluasi serta mengendalikan anggaran pemeliharaan dan perbaikan; merencanakan; mengendalikan dan mengevaluasi pengadaan barang dan jasa; mengendalikan pengelolaan persediaan dan pergudangan Balai Yasa; serta pendayagunaan keuangan, SDM dan teknologi informasi.

2. Manajer Unit Logistik

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola perencanaan pengadaan kebutuhan logistik dan barang persediaan lainnya, pengendalian persediaan, penyusunan spesifikasi teknik dan pengkodean persediaan, serta menyelenggarakan administrasi pergudangan dan distribusi. Adapun Manajer Unit Logistik dalam melaksanakan tugas pokok dan tanggung jawab dibantu oleh:

a. Asisten Manajer Perencanaan Logistik

Mempunyai tugas pokok melaksanakan perencanaan pengadaan, pengendalian persediaan barang logistik sarana dan barang persediaan lainnya, serta penyusunan spesifikasi teknik dan pengkodean persediaan barang logistik.

b. Asisten Manajer Pergudangan dan Distribusi

3. Manajer Unit Produksi

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab menyelenggarakan program perawatan dan perbaikan yang telah dibuat oleh Manajer Perencanaan untuk jenis pemeliharaan tingkat Balai Yasa. Adapun Manajer Unit Produksi dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh:

a. Asisten Manajer Golongan Rangka Atas

Mempunyai tugas pokok mengelola pembongkaran lokomotif, pendistribusian komponen lokomotif / KRD / KRDI / KRDE dan genset ke golongan lain, perbaikan *body*, perakitan kembali komponen-komponen, kebersihan, pengecatan dan pengetesan lokomotif yang telah selesai dirakit kembali.

b. Asisten Manajer Golongan Rangka Bawah

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pemeliharaan *bogie* lokomotif, bagian perangkat roda, KRD/E/I dan genset sesuai prosedur, sehingga keseluruhan rangkaian tersebut layak untuk dioperasikan.

c. Asisten Manajer Golongan Motor *Diesel*

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pemeliharaan terhadap motor *diesel* yang dipakai pada lokomotif dan lainnya sesuai prosedur yang telah ditetapkan, sehingga motor diesel tersebut layak untuk dioperasikan.

d. Asisten Manajer Golongan Traksi Listrik dan Instrumen

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pemeliharaan motor traksi dan instrument ketenaga listrikan sesuai dengan prosedur, sehingga motor *diesel* tersebut layak untuk dioperasikan.

e. Asisten Manajer Golongan *Auxiliary*

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pemeliharaan terhadap alat-alat bantu lokomotif dan KRD/E/I seperti kompresor, sistem pengereman, sistem pendinginan dan lain-lain yang dipakai pada lokomotif sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan, sehingga alat-alat bantu tersebut layak dioperasikan.

f. Asisten Manajer Golongan Logam

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pekerjaan logam dingin (pekerjaan bubutan, bor, frais, dan lain-lain), melaksanakan pekerjaan logam panas

(pengelasan, pengecoran metal dan lain-lain) dan membuat atau memperbaiki suku cadang sesuai permintaan dari golongan lain.

4. Manajer Unit Perencanaan

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab merencanakan program dan biaya pemeliharaan dan perbaikan sarana lokomotif, KRD/E/ I dan genset, evaluasi program dan biaya pemeliharaan dan perbaikan, usulan program pengadaan suku cadang lokomotif, KRD/E/I dan genset, serta menunjang / memberikan fasilitas kepada unit lain untuk keperluan produksi jasa pemeliharaan dan perbaikan lokomotif, KRD/E/I dan genset dan kegiatan lain di UPT Balai Yasa Yogyakarta dan mengkoordinasikan pemeliharaan dan perbaikan masing-masing Depo yang menjadi tanggungjawabnya. Adapun dalam melaksanakan tugas pokok dan tanggungjawabnya dibantu oleh beberapa asisten manajer, yaitu :

a. Asisten Manajer Golongan Perencanaan

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab menyusun serta mengevaluasi program pemeliharaan dan perbaikan lokomotif, KRD/E/I dan genset serta biaya pelaksanaan pemeliharaan/perbaikan lokomotif, KRD/E/I dan genset di Balai Yasa maupun Depo.

b. Asisten Manajer Golongan Kelangsungan Kerja

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab menyusun serta mengevaluasi program kelangsungan kerja pemeliharaan dan perbaikan serta pelaporan pendistribusian suku cadang dan komponen untuk keperluan pemeliharaan/perbaikan lokomotif, KRD/E/I dan genset di Balai Yasa dan Depo.

c. Asisten Manajer Golongan Fasilitas Kerja

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab menunjang/memberikan fasilitas kerja kepada unit lain untuk keperluan produksi, jasa pemeliharaan, perawatan dan perbaikan.

5. Manajer Unit *Quality Control*

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengendalikan pelaksanaan dan memastikan kualitas hasil pemeliharaan dan perbaikan lokomotif dan komponen, termasuk untuk perangkat tukar, baik selama proses produksi sampai dengan akhir

produksi (*final test*), sesuai prosedur dan standard kualitas yang telah ditetapkan. Adapun Manajer Unit *Quality Control* dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh:

a. Asisten Manajer Golongan Perangkat Tukar

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pengendalian dan penjaagaan riwayat komponen perangkat tukar lokomotif, KRD/E/I dan genset untuk digunakan di Balai Yasa maupun untuk dikirim ke Depo.

b. Asisten Manajer Golongan Komponen

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pengendalian kualitas hasil pembuatan, perbaikan dan pemeliharaan suku cadang / komponen lokomotif *diesel* elektrik, *diesel* hidrolis, KRD/E/I dan genset.

c. Asisten Manajer Golongan *Final Test*

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab mengelola pemeriksaan dan pengetesan beban (*load test*) lokomotif, KRD/E/I dan genset hasil pemeliharaan berkala maupun perbaikan.

6. Manajer Pengadaan Barang dan Jasa

Mempunyai tugas pokok dan tanggung jawab menyelenggarakan pengelolaan administrasi pengadaan barang dan jasa, menyusun Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pengadaan barang dan jasa, melaksanakan proses pengadaan barang dan jasa, evaluasi administrasi dan teknis, serta membuat dan menyampaikan laporan pertanggung jawaban hasil pengadaan barang dan jasa. Adapun Manajer Pengadaan Barang dan Jasa dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh:

a. Asisten Manajer Pengadaan Barang dan Jasa

Mempunyai tugas pokok, fungsi dan tanggung jawab sebagai berikut, mengelola tatalaksana surat menyurat dan arsip/dokumentasi pengadaan barang dan jasa, membuat, mengirim, menggandakan dan menyimpan surat yang terkait dengan kegiatan pengadaan barang dan jasa, menyiapkan data/informasi yang diperlukan oleh Manajer Pengadaan Barang dan Jasa selaku Ketua Pengadaan Barang dan Jasa, memantau dan membuat laporan progress pengadaan barang dan jasa bidang sarana dan/atau prasarana dan umum kepada Manager Pengadaan Barang dan Jasa selaku Ketua Pengadaan Barang dan Jasa, melaksanakan kegiatan kerumahtanggaan, pengelolaan peralatan dan fasilitas kerja kantor Pengadaan

Barang dan Jasa, membuat konsep/draft perjanjian/kontrak yang selanjutnya diselesaikan oleh bidang hukum dan ditanda tangani oleh pejabat yang berwenang.

7. Manajer Administrasi dan SDM

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab menyusun program anggaran dan evaluasi kinerja pengelolaan administrasi SDM, kerumahtanggan, dokumen dan umum serta keuangan, merencanakan program anggaran sesuai dengan program pemeliharaan, perawatan dan perbaikan dari bagian perencanaan dan program-program lainnya, melakukan evaluasi anggaran dan laporan akuntansi terhadap pelaksanaan anggaran, membuat laporan keuangan serta mengelola infrastruktur dan aplikasi teknologi informasi di wilayah UPT Balai Yasa Yogyakarta, adapun tugas pokok manajer dibantu oleh beberapa asisten manajer, yaitu :

a. Asisten Manajer SDM dan Umum

Mempunyai tugas pokok, fungsi dan tanggungjawab melaksanakan perencanaan kebutuhan SDM, administrasi personalia, dan sistem informasi SDM, penerbitan SKPP pegawai, laporan kekuatan SDM secara berkala, serta pengendalian, pembinaan/pengembangan, pelatihan sertifikasi dan evaluasi kinerja SDM, melaksanakan perhitungan seluruh biaya pegawai non gaji dan penyusunan program pengendalian biaya pegawai di Balai Yasa Yogyakarta, melaksanakan pengelolaan kegiatan kesekretariatan, kerumahtanggan, dan protokoler, pengaturan transportasi (mobil dinas) dan akomodasi, pengadaan perlengkapan dan alat kantor, serta alat tulis kantor (ATK), pencatatan barang-barang inventaris, pengelolaan dan pengawasan wisma/mess, melaksanakan ketertiban, keamanan, dan kebersihan lingkungan di wilayah UPT Balai Yasa Yogyakarta.

b. Asisten Manajer Dokumen

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab melaksanakan pengelolaan dokumen perusahaan dan kepustakaan meliputi nota/surat menyurat dinas baik internal maupun eksternal, surat keputusan, instruksi, maklumat, surat edaran, kontrak, peraturan perundang-undangan terkait perkeretaapian, peraturan-peraturan dinas dan peraturan relevan lainnya serta penatausahaan arsip.

c. Asisten Manajer Keuangan dan Pajak

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab melaksanakan pengelolaan administrasi keuangan, pengesahan pembayaran gaji, pegawai dan non pegawai, pengesahan pembayaran kepada pihak ketiga, administrasi dan pelaporan pajak, penyelesaian dokumen analisa dan tata usaha keuangan, melaksanakan penagihan terhadap pihak ketiga atas kontrak kerjasama yang telah dilakukan serta melaksanakan tata laksana dan tata usaha perbendaharaan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

d. Asisten Manajer Anggaran dan Akuntansi

Mempunyai tugas pokok dan tanggungjawab menyusun Rencana Anggaran Tahunan Daerah, membuat laporan keuangan dan melakukan pembukuan untuk laporan *cost accounting*, mengendalikan dan melaporkan rencana serta pelaksanaan anggaran, dan melaksanakan pengelolaan akuntansi.

4.1.3 Kegiatan Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan di UPT Balai Yasa Yogyakarta secara umum meliputi perawatan lokomotif, kereta genset, KRDE (Kereta Rel *Diesel* Elektrik), dan BP (Bagasi Penerangan). Terdapat beberapa jenis perawatan lokomotif dan kereta sebagai berikut.

1. Perawatan Akhir (PA)

Perawatan akhir adalah perawatan yang dilakukan pada semua komponen lokomotif. Perawatan ini dilakukan pada lokomotif yang sudah menempuh jarak 650.000 km atau sudah beroperasi selama empat tahun.

2. Semi Perawatan Akhir (SPA)

Semi perawatan akhir adalah perawatan yang dilakukan 80% komponen lokomotif. Perawatan ini dilakukan pada lokomotif yang sudah menempuh jarak 325.000 km atau sudah beroperasi selama dua tahun.

3. Perbaikan (PB)

Perbaikan adalah jenis perawatan yang dilakukan pada beberapa komponen lokomotif yang mengalami kerusakan.

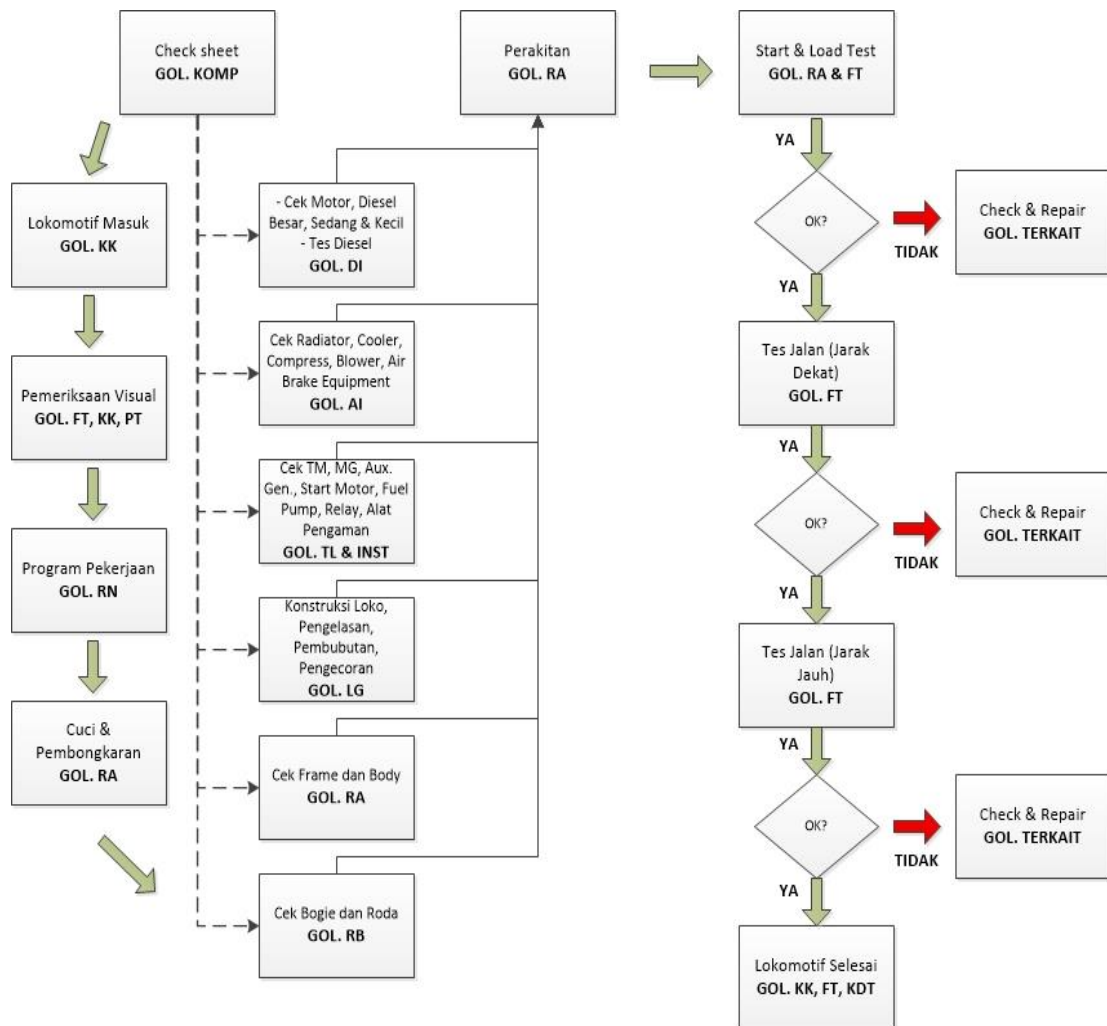
4. Modifikasi (MOD)

Modifikasi lokomotif bertujuan untuk mengubah tampilan maupun spesifikasi lokomotif. Modifikasi biasanya dilakukan pada lokomotif BB 203 menjadi CC 201.

5. Rehabilitasi

Rehabilitasi merupakan perbaikan *body* maupun komponen lokomotif yang rusak akibat mengalami kecelakaan.

Mekanisme perbaikan lokomotif ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Mekanisme Perbaikan Lokomotif

Keterangan :

1. Lokomotif masuk UPT Balai Yasa Yogyakarta
Golongan Kelangsungan Kerja akan menangani lokomotif yang masuk, kemudian memprogram pengadaan suku cadang yang diperlukan.
2. Pemeriksaan visual
Pemeriksaan secara visual (fisik) dilakukan agar kerusakan-kerusakan yang ada di lokomotif dapat teridentifikasi.
3. Program pengerjaan
Pengerjaan lokomotif dibuat sesuai dengan hasil pemeriksaan visual agar proses perbaikan dapat berjalan secara terorganisasi dan UPT Balai Yasa Yogyakarta dapat memenuhi target perbaikan lokomotif dalam satu bulan. Program ini disusun oleh Golongan Rencana.
4. Pencucian dan pembongkaran
Lokomotif yang telah diperiksa kemudian dicuci dan dibongkar. Komponen-komponen lokomotif hasil pembongkaran akan dikirimkan ke golongan-golongan lainnya dibagian produksi sesuai tugas masing-masing. Pencucian dan pembongkaran ini dilakukan oleh Golongan Rangka Atas.
5. Pengerjaan pemeliharaan
Pengerjaan pemeliharaan dilakukan oleh beberapa golongan sesuai dengan tugas masing-masing sebagai berikut.
 - a. Golongan *Diesel*
Golongan *Diesel* bertugas menangani kerusakan pada bagian motor diesel, baik yang berukuran besar, sedang, maupun kecil. Selain itu, golongan ini juga melakukan pengetesan pada mesin diesel.
 - b. Golongan *Auxiliary*
Golongan ini menangani sistem pendinginan pada lokomotif yang didalamnya terdapat radiator, *cooler*, kompresor, *blower*, dan *air brake equipment*.
 - c. Golongan Traksi Listrik dan Instrumen
Golongan ini menangani kerusakan pada motor traksi, *main generator*, *auxiliary generator*, *start motor*, *fuel pump*, *auxiliary relay* dan alat pengaman.

d. Golongan Logam

Golongan logam bertugas menerima *order* dari golongan lainnya untuk merekondisi suku cadang lokomotif yang masih bisa diperbaiki.

e. Golongan Rangka Atas

Golongan rangka atas bertugas untuk menangani kerusakan pada rangka dan *body* lokomotif. Tugas golongan ini diantaranya memperbaiki *body* yang sudah penyok dan berkarat.

f. Golongan Rangka Bawah

Golongan rangka bawah bertugas membongkar *bogie* (bagian bawah lokomotif), menangani kerusakan pada bogie, dan merekondisi roda lokomotif. Selain itu, golongan ini juga melakukan perakitan bogie sebelum disatukan dengan komponen lainnya.

6. Perakitan

Komponen-komponen lokomotif yang telah diperbaiki akan dirangkai kembali oleh Golongan Rangka Atas. Untuk menyatukan rangka atas dan rangka bawah, digunakan *overhead crane* sebagai alat bantu.

7. Pengujian

Lokomotif yang telah selesai dirakit akan diuji untuk menilai apakah perbaikan yang dilakukan telah berjalan dengan baik. Pengujian tersebut terdiri dari beberapa tahapan, yaitu *start and load test*, *test drive* di jalan KA didepan UPT Balai Yasa Yogyakarta, dan *test drive* di jalan lintas. Semua tahapan pengujian dilakukan oleh Golongan *Final Test (Quality Control)*, sedangkan untuk *test drive*, UPT Balai Yasa Yogyakarta mendatangkan masinis yang telah memiliki surat izin mengemudi khusus kereta api.

Lokomotif yang tidak lolos pada pengujian akan diserahkan kembali ke golongan terkait dibagian produksi untuk diperiksa ulang dan diperbaiki, sedangkan lokomotif yang lolos uji dapat keluar dari UPT Balai Yasa Yogyakarta.

8. Lokomotif keluar

Lokomotif yang telah lolos pengujian akan dicatat oleh Golongan Kelangsungan Kerja. Lokomotif tersebut dapat kembali ke dipo untuk dicek kembali sebelum dapat beroperasi.

4.1.4 Data Kebutuhan *Spare part*

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh data-data pemakaian *spare part* pada tahun 2015 sampai dengan 2016 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kebutuhan *Spare part* Tahun 2015

Bulan	Kunci Longhood (Unit)	Engsel Longhood Tunggal (Unit)
Jan	67	74
Feb	62	70
Mar	88	80
Apr	76	73
Mei	85	60
Jun	90	66
Jul	39	61
Agt	56	84
Sep	90	96
Okt	96	85
Nov	68	67
Des	72	59
Total	889	875
Rerata	75	73

Tabel 4.2 Kebutuhan *Spare part* Tahun 2016

Bulan	Kunci Longhood (Unit)	Engsel Loonghood Tunggal (Unit)
Jan	41	78
Feb	48	71
Mar	62	85
Apr	60	62
Mei	33	80
Jun	29	56
Jul	21	50
Agt	38	75
Sep	59	95
Okt	61	88
Nov	30	70
Des	20	73

Total	502	883
Rerata	42	74

4.1.5 Data Biaya-Biaya Persediaan

Biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk persediaan *spare part* Unit Logistik – UPT Balai Yasa Yogyakarta antara lain :

1. Biaya Pembelian

Tabel 4.3 Biaya Pembelian

Item	Harga/Unit
Kunci Longhood	Rp. 240.000
Engsel Longhood Tunggal	Rp. 51.000

2. Biaya Pemesanan

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pemesanan *spare part* sebagai berikut.

Tabel 4.4 Biaya Pemesanan

Item	Biaya/Pemesanan
Biaya Internet	Rp. 20.000
Administrasi	Rp. 10.000
Ekspedisi Pengiriman	Rp. 200.000
Total	Rp. 230.000

Jadi total biaya pemesanan yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 230.000 per pemesanan. Adapun pemesanan *spare part* pada tahun 2015 hingga tahun 2016 masing-masing sebagai berikut.

Tabel 4.5 Frekuensi Pemesanan

Item	2015	2016
Kunci Longhood	4	4
Engsel Longhood Tunggal	4	4

Frekuensi pemesanan *spare part* oleh Unit Logistik tiap tahun mempunyai frekuensi tetap yaitu empat kali dalam setahun (tiap triwulan).

3. Biaya Simpan

Biaya simpan merupakan biaya yang timbul akibat adanya persediaan barang yang disimpan. Rincian atribut biaya simpan, yaitu biaya modal, depresiasi gudang, biaya penyusutan, biaya asuransi. Adapun rinciannya sebagai berikut.

a. Biaya Modal

Tabel 4.6 Biaya Modal Kunci Longhood

Harga/Unit	Rp. 240.000
Suku Bunga/Tahun	7,5%
Biaya Modal/Unit/Tahun	Rp. 18.000
Biaya Modal/Unit/Bulan	Rp. 1.500

Tabel 4.7 Biaya Modal Engsel Longhood Tunggal

Harga/Unit	Rp. 51.000
Suku Bunga/Tahun	7,5%
Biaya Modal/Unit/Tahun	Rp. 3.825
Biaya Modal/Unit/Bulan	Rp. 319

b. Biaya Depresiasi Gudang

Biaya depresiasi gudang pada Unit Logistik ialah sebesar Rp. 500.000 per bulan untuk semua kebutuhan kelompok *spare part* yang disimpan didalam gudang. Adapun untuk rinciannya sebagai berikut.

Tabel 4.8 Biaya Depresiasi Gudang Kunci Longhood

Item	Tahun 2015	Tahun 2016
Kebutuhan (Unit)	889	502
Kebutuhan/Bulan (Unit)	75	42
Kebutuhan Keseluruhan <i>Spare Part</i> (Unit)	289311	266230
Prosentase (Kebutuhan : Kebutuhan Keseluruhan)	0,31%	0,19%
Depresiasi Gudang (Rp.)	Rp. 500.000	Rp. 500.000
Nilai Depresiasi Tahunan (Rp.)	Rp. 1.536	Rp. 943
Nilai Depresiasi/Bulan (Rp.)	Rp. 20,5	Rp. 22,5
Depresiasi /Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0.27	Rp. 0,53

Tabel 4.9 Biaya Depresiasi Gudang Engsel Longhood Tunggal

Item	Tahun 2015	Tahun 2016
Kebutuhan (Unit)	875	883
Kebutuhan/Bulan (Unit)	73	74
Kebutuhan Keseluruhan <i>Spare Part</i> (Unit)	289311	266230
Prosentase (Kebutuhan : Kebutuhan Keseluruhan)	0,30%	0,33%
Depresiasi Gudang (Rp.)	Rp. 500.000	Rp. 500.000
Nilai Depresiasi Tahunan (Rp.)	Rp. 1.512	Rp. 1.658
Nilai Depresiasi/Bulan (Rp.)	Rp. 20,72	Rp. 22,41
Depresiasi /Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,28	Rp. 0,53

c. Biaya Administrasi Gudang

Biaya administrasi gudang yang harus dikeluarkan oleh Unit Logistik sebesar Rp. 80.000 per bulan untuk persediaan *spare part* dalam gudang. Adapun masing-masing rinciannya sebagai berikut.

Tabel 4.10 Biaya Administrasi Kunci Longhood

Item	Tahun 2015	Tahun 2016
Kebutuhan (Unit)	889	502
Kebutuhan/Bulan (Unit)	75	42
Kebutuhan Keseluruhan <i>Spare Part</i> (Unit)	289311	266230
Prosentase (Kebutuhan : Kebutuhan Keseluruhan)	0,31%	0,19%
Biaya Administrasi (Rp.)	Rp. 80.000	Rp. 80.000
Nilai Administrasi Tahunan (Rp.)	Rp. 245,83	Rp. 150,85
Nilai Administrasi/Bulan (Rp.)	Rp. 3,28	Rp. 3,59
Administrasi/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,04	Rp. 0,09

Tabel 4.11 Biaya Administrasi Engsel Longhood Tunggal

	Item	Tahun 2015	Tahun 2016
	Kebutuhan (Unit)	875	883
	Kebutuhan/Bulan (Unit)	73	74
d.	Kebutuhan Keseluruhan <i>Spare Part</i> (Unit)	289311	266230
	Prosentase (Kebutuhan : Kebutuhan Keseluruhan)	0,30%	0,33%
a	Biaya Administrasi (Rp.)	Rp. 80.000	Rp. 80.000
	Nilai Administrasi Tahunan (Rp.)	Rp. 241,95	Rp. 265,33
y	Nilai Administrasi/Bulan (Rp.)	Rp. 3,31	Rp. 3,59
a	Administrasi/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,05	Rp. 0,05

Penyusutan *Spare Part*

Biaya penyusutan yang harus dikeluarkan oleh Unit Logistik ialah sebesar 2,5%/unit/tahun. Adapun rinciannya sebagai berikut.

Tabel 4.12 Biaya Penyusutan Kunci Longhood

Harga/Unit	Rp. 240.000
Penyusutan/Tahun	2,5%
Biaya Penyusutan/Unit/Tahun	Rp. 6.000
Biaya Penyusutan/Unit/Bulan	Rp. 500

Tabel 4.13 Biaya Penyusutan Engsel Longhood Tunggal

Harga/Unit	Rp. 51.000
Penyusutan/Tahun	2,5%
Biaya Penyusutan/Unit/Tahun	Rp. 1.275
Biaya Penyusutan/Unit/Bulan	Rp. 106

Maka total biaya simpan yang harus dikeluarkan oleh Unit Logistik setiap bulannya ialah sebagai berikut.

Tabel 4.14 Total Biaya Simpan Kunci Longhood

Item	2015	2016
Biaya Modal/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 1.500	Rp. 1.500
Depresiasi /Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,27	Rp. 0,53
Administrasi/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,04	Rp. 0,09
Biaya Penyusutan/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 500	Rp. 500
Total	Rp. 2.000,32	Rp. 2.000,62

Tabel 4.15 Total Biaya Simpan Engsel Longhood Tunggal

Item	2015	2016
-------------	-------------	-------------

Biaya Modal/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 318,75	Rp. 318,75
Depresiasi /Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,28	Rp. 0,53
Administrasi/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 0,05	Rp. 0,05
Biaya Penyusutan/Unit/Bulan (Rp.)	Rp. 106	Rp. 106
Total	Rp. 425,32	Rp. 425,58

4. Biaya Kekurangan Persediaan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari perusahaan biaya kekurangan persediaan sebesar 10% dari harga produk per unit. Maka untuk setiap kali terjadi kekurangan persediaan Unit Logistik mengeluarkan biaya sebagai berikut.

Tabel 4.16 Biaya Kekurangan Persediaan

Item	Kunci Longhood	Engsel Longhood Tunggal
Harga/unit	Rp. 240,000	Rp. 51.000
Biaya Stockout/Unit	Rp. 24.000	Rp. 5.100

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Analisa Total Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa biaya dasar yang dijadikan parameter untuk menghitung total biaya persediaan bahan baku, yaitu :

1. Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2015 sampai dengan Desember 2015.
 - a. Total Biaya Kebutuhan (TP)

Total kebutuhan Kunci Longhood (D_1)	= 889 Unit
Total kebutuhan Engsel Longhood Tunggal (D_2)	= 875 Unit
Harga/unit Kunci Longhood (P_1)	= Rp. 240.000

$$\text{Harga/unit Engsel Longhood Tunggal (P}_2\text{)} = \text{Rp. 51.000}$$

$$TP = D \times P$$

$$\begin{aligned} \text{TP Kunci Longhood} &= 889 \times 240.000 \\ &= \text{Rp. 213.360.000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TP Engsel Longhood Tunggal} &= 875 \times 51.000 \\ &= \text{Rp. 44.625.000} \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TS)

Biaya pemesanan (S) = Rp. 230.000/pemesanan.

Frekuensi pemesanan Kunci Longhood selama tahun 2015 (F_1) = 4 kali.

Frekuensi pemesanan Engsel Longhood Tunggal selama tahun 2015 (F_2) = 4 kali.

$$\text{Rata-rata kebutuhan (Q)} = \frac{D}{F}$$

$$\text{Q Kunci Longhood} = \frac{889}{4} = 223 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Q Engsel Longhood Tunggal} = \frac{875}{4} = 219 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Total biaya pesan selama 12 bulan (TS)} = \left(\frac{D}{Q}\right) S$$

$$\text{TS Kunci Longhood} = \left(\frac{889}{223}\right) \times \text{Rp. 230.000} = \text{Rp. 916.906}$$

$$\text{TS Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{875}{219}\right) \times \text{Rp. 230.000} = \text{Rp. 918.950}$$

c. Total Biaya Penyimpanan (TH)

Biaya simpan Kunci Longhood per unit (H_1) = Rp. 2000,32/unit /bulan.

Biaya simpan Engsel Longhood Tunggal per unit (H_2) = Rp. 425,32/unit/bulan.

$$\text{Total biaya penyimpanan (TH)} = \left(\frac{Q}{2}\right) H$$

$$\text{TH Kunci Longhood} = \left(\frac{223}{2}\right) \times \text{Rp. 2000,32} = \text{Rp. 223.035.}$$

$$\text{TH Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{219}{2}\right) \times \text{Rp. } 425,32 = \text{Rp. } 46.573.$$

d. Total Biaya Kekurangan Persediaan (TK)

Biaya kekurangan persediaan (K) = 10% dari harga jual produk/unit.

Pada tahun 2015 tidak terjadi kekurangan persediaan sehingga TK = Rp. 0 untuk kedua *spare part* yang diteliti.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan diatas, maka biaya total persediaan (TIC) didapatkan sebagai berikut :

TIC = Total Biaya Pemesanan (TS) + Total Biaya Penyimpanan (TH) + Total Biaya Kekurangan Persediaan.

$$\begin{aligned} \text{TIC Kunci Longhood (2015)} &= \text{Rp. } 916.906 + \text{Rp. } 223.035 + 0 \\ &= \text{Rp. } 1.139.941 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIC Engsel Longhood Tunggal} &= \text{Rp. } 918.950 + \text{Rp. } 46.573 + 0 \\ &= \text{Rp. } 965.523 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2016 sampai dengan Desember 2016.

a. Total Biaya Kebutuhan (TP)

$$\text{Total kebutuhan Kunci Longhood (D}_1\text{)} = 502 \text{ unit}$$

$$\text{Total kebutuhan Engsel Longhood Tunggal (D}_2\text{)} = 883 \text{ unit}$$

$$\text{Harga/unit Kunci Longhood (P}_1\text{)} = \text{Rp. } 240.000$$

$$\text{Harga/unit Engsel Longhood Tunggal (P}_2\text{)} = \text{Rp. } 51.000$$

$$TP = D \times P$$

$$\begin{aligned} \text{TP Kunci Longhood} &= 502 \times 240.000 \\ &= \text{Rp. } 120.480.000 \end{aligned}$$

$$\text{TP Engsel Longhood Tunggal} = 883 \times 51.000$$

$$= \text{Rp. } 45.033.000$$

b. Total Biaya Pemesanan (TS)

Biaya pemesanan (S) = Rp. 280.000/pemesanan.

Frekuensi pemesanan Kunci Longhood selama tahun 2016 (F_1) = 4 kali.

Frekuensi pemesanan Engsel Longhood Tunggal selama tahun 2016 (F_2) = 4 kali.

$$\text{Rata-rata kebutuhan (Q)} = \frac{D}{F}$$

$$Q \text{ Kunci Longhood} = \frac{502}{4} = 126 \text{ unit/3 bulan}$$

$$Q \text{ Engsel Longhood Tunggal} = \frac{883}{4} = 221 \text{ unit/3 bulan}$$

$$\text{Total biaya pesan selama 1 tahun (TS)} = \left(\frac{D}{Q}\right) S$$

$$\text{TS Kunci Longhood} = \left(\frac{502}{126}\right) \times \text{Rp. } 230.000 = \text{Rp. } 916.349$$

$$\text{TS Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{883}{221}\right) \times \text{Rp. } 230.000 = \text{Rp. } 918.959$$

c. Total Biaya Penyimpanan (TH)

Biaya simpan Kunci Longhood per unit (H_1) = Rp. 2000,62/unit /bulan.

Biaya simpan Engsel Longhood Tunggal per unit (H_2) = Rp. 425,58/unit/bulan.

$$\text{Total biaya penyimpanan (TH)} = \left(\frac{Q}{2}\right) H$$

$$\text{TH Kunci Longhood} = \left(\frac{126}{2}\right) \times \text{Rp. } 2000,62 = \text{Rp. } 126.039$$

$$\text{TH Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{221}{2}\right) \times \text{Rp. } 425,58 = \text{Rp. } 47.027$$

d. Total Biaya Kekurangan Persediaan (TK)

Biaya kekurangan persediaan (K) = 10% dari harga jual produk/unit.

Pada tahun 2016 tidak pernah terjadi kekurangan persediaan sehingga TK = Rp. 0 untuk kedua *spare part* yang diteliti.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan diatas, maka biaya total persediaan didapatkan sebagai berikut :

TIC = Total Biaya Pemesanan (TS) + Total Biaya Penyimpanan (TH) + Total Biaya Kekurangan Persediaan.

$$\text{TIC Kunci Longhood} = \text{Rp. } 916.349 + \text{Rp. } 126.039 + 0$$

$$= \text{Rp. } 1.042.388$$

$$\text{TIC Engsel Longhood Tunggal} = \text{Rp. } 918.959 + \text{Rp. } 47.027 + 0$$

$$= \text{Rp. } 965.986$$

Tabel 4.17 Total Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

Tahun	Spare Part	Q (unit)	Total Biaya Persediaan
2015	Kunci Longhood	889	Rp. 1.139.941
	Engsel Longhood Tunggal	875	Rp. 965.523
2016	Kunci Longhood	502	Rp. 1.042.388
	Engsel Longhood Tunggal	883	Rp. 965.986

4.2.2 Analisa Total Biaya Persediaan Menggunakan Sitem P (*Periodic Review*)

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengumpulan data yang dilakukan, perhitungan pengendalian persediaan *spare part* pada Unit Logistik UPT Balai Yasa Yogyakarta menggunakan sistem P adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2015 sampai dengan Desember 2015
 - a. Kebutuhan *spare part* selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan Kunci Longhood (D_1)	= 889 Unit
Total kebutuhan Engsel Longhood Tunggal (D_2)	= 875 Unit
 - b. Harga/unit *spare part* selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Harga/unit Kunci Longhood (P_1)	= Rp. 240.000/unit
Harga/unit Engsel Longhood Tunggal (P_2)	= Rp. 51.000/unit
 - c. Biaya pemesanan (A) = Rp. 230.000/pemesanan
 - d. Biaya penyimpanan (h) *spare part* selama tahun 2015 sebagai berikut :

Biaya simpan Kunci Longhood (h_1)	= Rp. 2000,32/unit /bulan
Biaya simpan Engsel Longhood Tunggal (h_2)	= Rp. 425,32/unit/bulan
 - e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 10% dari harga produk/unit sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan Kunci Longhood (π_1)	= Rp. 24.000
Biaya kekurangan persediaan Engsel Longhood Tunggal (π_2)	= Rp. 5.100
 - f. *Lead time* (I) = 30 hari = 30/365 hari = 0,0821
 - g. Kebutuhan saat *lead time* masing-masing *spare part* :

Kunci Longhood = 75 unit

Engsel Longhood Tunggal = 73 unit

Kunci Longhood (2015)

$T1 = 90 \text{ hari} = 90/365 = 0,2465$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{24000}{24000 + 2000,32 (0,246)} = 0,9798$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = $889 (0,0821 + 0,2465) \approx 292,2 = 293$ unit

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = $75 (0,0821 + 0,2465) \approx 24,65 = 25$ unit

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z (0,9798)$

$$\frac{R-293}{\sqrt{25}} = 2,05$$

$R = 302,45 \approx 303$ unit

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(2,05) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-2,05^2/2} = 0,0194$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(303 ; 0,2465) &= \sqrt{25} \phi(2,05) - [(303 - 293)(1 - \Phi(2,05))] \\ &= (5)(0,0194) - [(10)(1 - 0,9798)] \\ &= -0,108 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned}
 TC(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 I - \frac{1}{2} D_1 T + \bar{S}(R, T) \right] + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \\
 TC(303 ; 0,2465) &= \\
 \frac{230000}{0,2465} + 2000,32 \left[303 - (889)(0,0821) - \frac{1}{2}(889)(0,2465) + (-0,108) \right] + \frac{24000(-0,108)}{0,2465} \\
 &= \text{Rp. 1.161.587}
 \end{aligned}$$

Engsel Longhood Tunggal (2015)

$$T1 = 90 \text{ hari} = 90/365 = 0,2465$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{5100}{5100 + 425,32(0,0821)} = 0,9798$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 875 (0,0821 + 0,2465) = 287,6 \approx 288 \text{ unit}$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 73 (0,0821 + 0,2465) = 24 \text{ unit}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z (0,9798)$$

$$\frac{R-288}{\sqrt{24}} = 2,05$$

$$R = 297,7 \approx 298 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx \\
 &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]
 \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi} \right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(2,05) = \left(\frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-2,05^2/2} = 0,0194$$

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(298 ; 0,2465) &= \sqrt{24} \phi(2,05) - [(288 - 298)(1 - \Phi(2,05))] \\
 &= (4,89)(0,0194) - [(10)(1 - 0,9798)] \\
 &= -0,107
 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned}
 TC(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 I - \frac{1}{2} D_1 T + \bar{S}(R, T) \right] + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \\
 TC(298 ; 0,2465) &= \\
 \frac{230000}{0,2465} + 425,32 \left[298 - (875)(0,0821) - \frac{1}{2} (875)(0,2465) + (-0,107) \right] + \frac{5100(-0,107)}{0,2465} \\
 &= \text{Rp. } 980.666
 \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya persediaan *spare part* tahun 2015 dengan metode P untuk kedua *spare part*, Kunci Longhood dan Engsel Longhood Tunggal dengan T = 120 hari dan T = 180 hari, terdapat pada bagian lampiran tugas akhir halaman 112.

Tabel 4.18 Total Biaya Persediaan Tahun 2015 dengan Sistem P

<i>Spare Part</i>	T (Hari)	R (Unit)	Total Biaya Persediaan
Kunci Longhood	90	303	Rp. 1.161.587
	120	377	Rp. 1.002.188
	180	524	Rp. 916.319
Engsel Longhood Tunggal	90	298	Rp. 980.666
	120	371	Rp. 762.915
	180	515	Rp. 560.554

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa minimasi total biaya persediaan optimal didapatkan dengan T = 180 hari dengan biaya masing-masing *spare part* Kunci Longhood sebesar Rp. 916.319 dan Engsel Longhood Tunggal Rp. 560.554.

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TIC_N - TIC_P}{TIC_N} \times 100\%$$

Dimana : TIC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TIC_P = Total biaya persediaan berdasarkan metode

$$\begin{aligned}
 \text{Penghematan Kunci Longhood} &= \frac{\text{Rp.1.139.941} - \text{Rp.916.319}}{\text{Rp.1.139.941}} \times 100\% \\
 &= 19,62\% = \text{Rp. } 223.622
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Engsel Longhood Tunggal} &= \frac{\text{Rp.965.523}-560.554}{\text{Rp.965.523}} \times 100\% \\ &= 41,94 \% = \text{Rp. 404.969} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2016 sampai dengan Desember 2016.

- a. Kebutuhan *spare part* selama tahun 2016 antara lain sebagai berikut :
 - Total kebutuhan Kunci Longhood (D_1) = 502 unit
 - Total kebutuhan Engsel Longhood Tunggal (D_2) = 883 unit
- b. Harga/unit *spare part* selama tahun 2016 antara lain sebagai berikut :
 - Harga/unit Kunci Longhood (P_1) = Rp. 240.000/unit
 - Harga/unit Engsel Longhood Tunggal (P_2) = Rp. 51.000/unit
- c. Biaya pemesanan (A) = Rp. 230.000/pemesanan
- d. Biaya penyimpanan (h) *spare part* selama tahun 2016 sebagai berikut :
 - Biaya simpan Kunci Longhood (h_1) = Rp. 2000,62/unit /bulan
 - Biaya simpan Engsel Longhood Tunggal (h_2) = Rp. 425,58/unit/bulan
- e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 10% dari harga produk/unit sebagai berikut :
 - Biaya kekurangan persediaan Kunci Longhood (π_1) = Rp. 24.000
 - Biaya kekurangan persediaan Engsel Longhood Tunggal (π_2) = Rp. 5.100
- f. *Lead time* (I) = 30 hari = $30/365$ hari = 0,0821
- g. Kebutuhan saat *lead time* masing-masing *spare part* :
 - Kunci Longhood = 42 unit
 - Engsel Longhood Tunggal = 74 unit

Kunci Longhood (2016)

$$T1 = 90 \text{ hari} = 90/365 = 0,2465$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{24000}{24000 + 2000,62 (0,2465)} = 0,9798$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 502 (0,0821 + 0,0821) = 165,04 \approx 166 \text{ unit}$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 42 (0,0821 + 0,0821) = 13,8 \approx 14 \text{ unit}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R - \mu}{\sigma} = z (0,9932)$$

$$\frac{R - 166}{\sqrt{14}} = 2,05$$

$$R = 172,6 \approx 173 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(2,05) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-2,05^2/2} = 0,0194$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(173 ; 0,2465) &= \sqrt{14} \phi(2,05) - [(173 - 166)(1 - \Phi(2,05))] \\ &= (3,71)(0,0194) - [(7)(1 - 0,9798)] \\ &= -0,081 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned}
 TC(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 I - \frac{1}{2} D_1 T + \bar{S}(R, T) \right] + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \\
 TC(173 ; 0,2465) &= \\
 \frac{230000}{0,2465} + 2000,62 \left[173 - (502)(0,0821) - \frac{1}{2} (502)(0,2465) + (-0,081) \right] + \frac{24000 (-0,081)}{0,2465} \\
 &= \text{Rp. } 1.063.758
 \end{aligned}$$

Engsel Longhood Tunggal (2016)

$$T1 = 90 \text{ hari} = 90/365 = 0,2465$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{5100}{5100 + 425,58 (0,2465)} = 0,9798$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 883 (0,0821 + 0,2465) = 290,3 \approx 291 \text{ unit}$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 74 (0,0821 + 0,2465) = 24,3 \approx 25 \text{ unit}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z (0,9798)$$

$$\frac{R-291}{\sqrt{25}} = 2,05$$

$$R = 300,4 \approx 301 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx \\
 &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]
 \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi} \right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(2,05) = \left(\frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-2,05^2/2} = 0,0194$$

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(301 ; 0,2465) &= \sqrt{25} \phi(2,05) - [(301 - 291)(1 - \Phi(2,05))] \\
 &= (5)(0,0194) - [(10)(1 - 0,9798)] \\
 &= -0,108
 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned}
 TC(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 I - \frac{1}{2} D_1 T + \bar{S}(R, T) \right] + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \\
 TC(301 ; 0,2465) &= \\
 &= \frac{230000}{0,2465} + 425,58 \left[301 - (883)(0,0821) - \frac{1}{2} (883)(0,2465) + (-0,108) \right] + \frac{5100 (-0,108)}{0,2465} \\
 &= \text{Rp. } 981.128
 \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya persediaan *spare part* tahun 2016 dengan metode P untuk kedua *spare part*, Kunci Longhood dan Engsel Longhood Tunggal dengan T = 120 hari dan T = 180 hari, terdapat pada bagian lampiran tugas akhir halaman 116.

Dari perhitungan yang telah dilakukan terhadap biaya-biaya persediaan dengan menggunakan metode probabilistik sistem P, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.19 Total Biaya Persediaan Tahun 2016 dengan Sistem P

<i>Spare Part</i>	T (Hari)	R (Unit)	Total Biaya Persediaan
Kunci Longhood	90	173	Rp. 1.063.758
	120	215	Rp. 872.372
	180	298	Rp. 640.049
Engsel Longhood Tunggal	90	301	Rp. 981.128
	120	370	Rp. 762.730
	180	520	Rp. 530.579

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa total biaya *inventory* terendah didapatkan dengan T = 180 hari dengan biaya masing-masing *spare part* Kunci Longhood sebesar Rp. 640.049 dan Engsel Longhood Tunggal Rp. 530.579.

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah: Penghematan = $\frac{TIC_N - TIC_P}{TIC_N} \times 100\%$

Dimana :

TIC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TIC_P = Total biaya persediaan berdasarkan metode

$$\begin{aligned}
 \text{Penghematan Kunci Longhood} &= \frac{\text{Rp.1.042.388} - \text{Rp.640.049}}{\text{Rp.1.042.388}} \times 100\% \\
 &= 38,60\% = \text{Rp. 402.339} \\
 \text{Penghematan Engsel Longhood Tunggal} &= \frac{\text{Rp.965.986} - \text{Rp.530.579}}{\text{Rp.965.986}} \times 100\% \\
 &= 45,07\% = \text{Rp. 435.407}
 \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Total Biaya Menggunakan Sitem Q (*Continous Review*)

Kunci Longhood (2015)

1. Menentukan Jumlah Pemakaian Produk yang Diharapkan (*Expected Demand*)

Jumlah pemakain yang diharapkan didapatkan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

- a. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

- b. Menentukan Jarak Antar Kelas

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Kunci Longhood (2015)} = \frac{(96 - 39)}{5}$$

$$I \text{ Kunci Longhood (2015)} = 11,4$$

- c. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 4.20 Distribusi Frekuensi Kunci Longhood (2015)

Distribusi	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
39 – 50,4	44,7	1	0,083
50,5 – 61,9	56,2	1	0,083

Distribusi	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
62 – 73,4	67,7	4	0,333
73,5 – 84,9	79,2	1	0,083
85 – 96,4	90,7	5	0,416
Jumlah		12	1

d. Jumlah Pemakaian yang Diharapkan

$$= \Sigma (\text{Titik Tengah} \times \text{Probabilitas})$$

$$= \Sigma (44,7 \times 0,083) + (56,2 \times 0,083) + (67,7 \times 0,333) + (79,2 \times 0,083) + (90,7 \times 0,416)$$

$$= 75,23 \text{ per bulan}$$

$$= 902,6 \text{ per tahun} \approx 903 \text{ per tahun}$$

2. Menentukan Distribusi Probabilitas *Lead Time* Produk

Dari pengambilan data yang telah dilakukan di Unit Logistik – UPT BYYK, didapatkan data *lead time* (jarak antara pemesanan dan kedatangan) *spare part* Engsel Longhood ialah 30 hari. Sehingga nilai probabilitas *lead time* pada perusahaan 1.

3. Menyusun Distribusi Pemakaian Selama *Lead Time*

a. Perhitungan Distribusi Probabilitas

Tabel 4.21 Distribusi Probabilitas Kunci Longhood (2015)

<i>Demand</i> selama <i>Lead Time</i>	Probabilitas
44,7	0,083
56,2	0,083
67,7	0,333
79,2	0,083
90,7	0,416

b. Distribusi Probabilitas selama *Lead Time*

Tabel 4.22 Distribusi Pemakaian selama *Lead Time* Kunci Longhood (2015)

<i>Demand</i> selama <i>Lead Time</i>	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
44,7	0,083	$1 - 0,083 = 0,917$
56,2	0,083	$0,917 - 0,083 = 0,832$
67,7	0,333	$0,832 - 0,333 = 0,499$
79,2	0,083	$0,499 - 0,083 = 0,416$

90,7	0,416	$0,416 - 0,416 = 0$
------	-------	---------------------

- c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 4.23 Perhitungan E_s untuk $R = 44,7$ Kunci Longhood (2015)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
44,7	46	0,416	19,14
	34,5	0,083	2,86
	23	0,333	7,7
	11,5	0,083	0,61
Total			30,31

Tabel 4.24 Perhitungan E_s untuk $R = 56,2$ Kunci Longhood (2015)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
56,2	34,5	0,416	14,35
	23	0,083	1,91
	11,5	0,333	3,6
Total			19,92

Tabel 4.25 Perhitungan E_s untuk $R = 67,7$ Kunci Longhood (2015)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
67,7	23	0,416	9,6
	11,5	0,083	0,95
Total			1,92

Tabel 4.26 Perhitungan E_s untuk $R = 79,2$ Kunci Longhood (2015)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
79,2	11,5	0,416	4,8
Total			4,8

Tabel 4.27 Perhitungan E_s untuk $R = 90,7$ Kunci Longhood (2015)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
90,7	0,0	0,416	0,00
Total			0,00

4. Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2015 sampai dengan Desember 2015

a. Kebutuhan *spare part* selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan Kunci Longhood (D_1) = 889 Unit

Total kebutuhan Engsel Longhood Tunggal (D_2) = 875 Unit

b. Harga/unit *spare part* selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Harga/unit Kunci Longhood (P_1) = Rp. 240.000/unit

Harga/unit Engsel Longhood Tunggal (P_2) = Rp. 51.000/unit

c. Biaya pemesanan (A) = Rp. 230.000/pemesanan

d. Biaya penyimpanan (h) *spare part* selama tahun 2015 sebagai berikut :

Biaya simpan Kunci Longhood (h_1) = Rp. 2000,32/unit /bulan

Biaya simpan Engsel Longhood Tunggal (h_2) = Rp. 425,32/unit/bulan

e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 10% dari harga produk/unit sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan Kunci Longhood (π_1) = Rp. 24.000

Biaya kekurangan persediaan Engsel Longhood Tunggal (π_2) = Rp. 5.100

1.) Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 889 (230000 + (24000 \times 0))}{2000,32}}$$

$$Q = 452,15 \approx 453 \text{ unit}$$

2.) Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$Q = 453 \text{ unit}$$

$$P_s = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{2000,32 \times 453}{24000 \times 889} = 0,042$$

3.) Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudian menentukan *re order point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.22, nilai $P_s = 0,042$ berada diantara $D_{Li} = 90,7$ dengan $D_{Li} = 79,2$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 4.28 Perbandingan P_s untuk kemungkinan R Kunci Longhood (2015)

R	P_s
79,2	0,416
90,7	0

Semakin besar nilai R yang digunakan maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah $R = 90,7$.

4.) $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi pada Q agar optimal

$$Q_{\text{Optimal}} = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 889 (230000 + (24000 \times 0) \times (0))}{2000,32}}$$

$$= 452,15 \approx 453 \text{ unit}$$

5.) Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Optimal}} &= 453 \text{ unit} \\
 P_{S_{\text{Optimal}}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{2000,32 \times 452,15}{24000 \times 889} = 0,042
 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$\text{TIC} = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h \times (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Untuk menentukan *expected demand during lead time* (ED_L) terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.29 *Expected Demand during Lead Time* (ED_L) Kunci Longhood (2015)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
44,7	0,083	3,71
56,2	0,083	4,66
67,7	0,333	22,54
79,2	0,083	6,57
90,7	0,416	37,73
Total		75,21

Maka :

$$\text{TIC} = \frac{889}{453} \times 230000 + \frac{453}{2} \times 2000,32 + 2000,32 \times (90,7 - 75,21) + \frac{889}{453} \times 24000 \times 0$$

$$\text{TIC} = 451.369 + 453.073 + 30.985 + 0$$

$$\text{TIC} = 935.427$$

$$\text{Cadangan persediaan} = R - ED_L$$

$$= 90,7 - 75,21$$

$$= 15,49 \approx 16$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\text{Marginal Cost (h)} = 2000,32$$

$$\begin{aligned} \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\ &= \frac{889}{453} \times 24000 \times 0,042 \\ &= 2000,32 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa *marginal cost = marginal saving*, maka nilai cadangan persediaan sebesar 16 unit adalah optimal

Perhitungan total persediaan *spare part* Engsel Longhood Tunggal tahun 2015 dengan sistem Q terdapat pada bagian lampiran tugas akhir halaman 120.

Sehingga didapatkan hasil perhitungan total persediaan *spare part* tahun 2015 menggunakan sistem Q, sebagai berikut :

Tabel 4.30 Total Biaya Persediaan Tahun 2015 dengan Sistem Q

No.	Spare Part	Q	R	Total Biaya Persediaan
1	Kunci Longhood	453	91	Rp. 935.427
2	Engsel Longhood Tunggal	973	93	Rp. 422.293

Dari perhitungan dengan sistem Q, didapatkan masing-masing Q optimal dengan masing-masing R optimal, sehingga didapatkan total biaya persediaan yang optimal. Adapun untuk mengetahui total *cost*, maka total biaya persediaan dengan menggunakan sistem Q sebagai berikut :

$$\text{TIC Kunci Longhood (2015)} = \text{Rp. 935.427}$$

$$\text{TIC Engsel Longhood Tunggal (2015)} = \text{Rp. 422.293}$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem Q adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TIC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TIC_P = Total biaya persediaan berdasarkan metode

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Kunci Longhood} &= \frac{\text{Rp.1.139.941}-\text{Rp.935.427}}{\text{Rp.1.139.941}} \times 100\% \\ &= 17,94\% = \text{Rp. 204.514} \\ \text{Penghematan Engsel Longhood Tunggal} &= \frac{\text{Rp.965.523}-\text{Rp.422.293}}{\text{Rp.965.523}} \times 100\% \\ &= 56,26\% = \text{Rp. 543.230} \end{aligned}$$

Perhitungan Total Persediaan *Spare Part* pada Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dengan metode probabilistik sistem Q terdapat pada bagian lampiran tugas akhir halaman 126.

Sehingga didapatkan hasil perhitungan total persediaan *spare part* tahun 2016 menggunakan metode Q, sebagai berikut :

Tabel 4.31 Total Biaya Persediaan Tahun 2016 dengan Sistem Q

No	<i>Spare Part</i>	Q	R	Total Biaya Persediaan
1	Kunci Longhood	340	59	Rp. 710.903
2	Engsel Longhood Tunggal	977	91	Rp. 485.870

Dari perhitungan dengan sistem Q, didapatkan masing-masing Q optimal dengan masing-masing R optimal, sehingga didapatkan total biaya persediaan yang optimal. Adapun untuk mengetahui total *cost*, maka biaya pembelian ditambah dengan total biaya persediaan setelah menggunakan sistem Q sebagai berikut :

$$\text{TIC Kunci Longhood} = \text{Rp. 710.903}$$

$$\text{TIC Engsel Longhood Tunggal} = \text{Rp. 485.870}$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem Q adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{\text{TIC}_N - \text{TIC}_P}{\text{TIC}_N} \times 100\%$$

Dimana : TIC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TIC_P = Total biaya persediaan berdasarkan metode

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Kunci Longhood} &= \frac{\text{Rp.1.042.388}-\text{Rp.710.903}}{\text{Rp.1.042.388}} \times 100\% \\ &= 31,80\% = \text{Rp.331.485} \end{aligned}$$

$$\text{Penghematan Engsel Longhood Tunggal} = \frac{\text{Rp.965.986}-\text{Rp.485.870}}{\text{Rp.965.986}} \times 100\%$$

$$= 49,70\% = \text{Rp. } 480.116$$

4.2.4 Perbandingan Total Biaya Persediaan Menggunakan Sistem P dan Sistem Q

Dari perhitungan yang telah dilakukan, kemudian didapatkan hasil optimasi total biaya persediaan dari masing-masing *spare part* yang diteliti. Adapun hasil perbandingannya sebagai berikut :

Tabel 4.32 Perbandingan Total Biaya Persediaan

<i>Spare Part</i>	Kebijakan Perusahaan	Sistem P	Sistem Q
Kunci Longhood (2015)	Rp. 1.139.941	Rp. 916.318	Rp. 703.415
Engsel Longhood Tunggal (2015)	Rp. 965.523	Rp. 560.554	Rp. 406.537
Kunci Longhood (2016)	Rp. 1.042.388	Rp. 640.049	Rp. 710.903
Engsel Longhood Tunggal (2016)	Rp. 965.986	Rp. 530.579	Rp. 485.870

Dari hasil perbandingan total biaya persediaan antara sistem P dan sistem Q, dapat diketahui bahwa minimasi biaya optimal dihasilkan menggunakan perhitungan sistem Q.

4.2.5 Perencanaan Kebutuhan

1. Kontrol Akurasi Peramalan

Dengan peramalan menggunakan data historis kebutuhan *spare part* pada periode sebelumnya kemudian dapat diketahui nilai *error* dari masing-masing metode peramalan pada masing-masing data, maka dilakukan perhitungan nilai kesalahan peramalan untuk memilih metode peramalan terbaik. Pada penelitian ini memperhatikan akurasi pengamatan dengan tiga parameter, yaitu MAD (*Mean Absolute Deviation*), MSD (*Mean Square Deviation*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Tabel 4.33 Perbandingan Parameter Peramalan

<i>Spare Part</i>	Parameter	<i>Moving Average</i>	<i>Double Exp. Smoothing</i>	<i>Holt-Winter Multiplicative</i>
Kunci Longhood	MAD	19,841	16,248	15,345
	MSD	512,053	423,800	361,682
	MAPE	47,550	35,758	36,144
Engsel Longhood Tunggal	MAD	14,206	12,235	11,783
	MSD	269,667	214,942	221,375
	MAPE	19,806	16,807	16,695

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa peramalan terbaik dan dapat dikatakan layak pada kedua *spare part*, yaitu Kunci Longhood dan Engsel Longhood Tunggal dilakukan dengan metode *Holt-Winter Multiplicative*. Sehingga pada periode selanjutnya peramalan kebutuhan *spare part* dapat dilakukan dengan metode *Holt-Winter Multiplicative*.

2. Hasil Peramalan

Data historis yang sudah dimiliki sebelumnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan peramalan untuk periode kedepan. Berikut hasil peramalan dari masing-masing *spare part* menggunakan *software minitab16*.

Tabel 4.34 Prediksi Kebutuhan *Spare Part* Tahun 2017

No.	Bulan (Tahun)	Kunci Longhood	Engsel Longhood Tunggal
1	Jan (17)	22	70
2	Feb (17)	23	72
3	Mar (17)	30	74
4	Apr (17)	29	70
5	Mei (17)	30	72
6	Jun (17)	38	75
7	Jul (17)	37	71
8	Agt (17)	36	72
9	Sep (17)	47	75
10	Okt (17)	44	71
11	Nov (17)	43	73
12	Des (17)	55	76
Total		434	871

4.2.6 Analisa Total Biaya Persediaan Tahun 2017 Menggunakan Sistem Q

Kunci Longhood (2017)

1. Menentukan Jumlah Pemakaian Produk yang Diharapkan (*Expected Demand*)

Jumlah pemakain yang diharapkan didapatkan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

b. Menentukan Jarak Antar Kelas

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Kunci Longhood (2017)} = \frac{(55 - 22)}{5}$$

$$I \text{ Kunci Longhood (2017)} = 6,6$$

c. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 4.35 Distribusi Frekuensi Kunci Longhood (2017)

Distribusi	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
22 – 28,6	25,3	2	0,167
28,7 – 35,3	32	3	0,25
35,4 – 42	38,7	3	0,25
42,1 – 48,7	45,4	3	0,25
48,8 – 55,4	52,1	1	0,083
Jumlah		12	1

d. Jumlah Pemakaian yang Diharapkan

$$= \Sigma (\text{Titik Tengah} \times \text{Probabilitas})$$

$$\begin{aligned}
&= \Sigma (25,3 \times 0,167) + (32 \times 0,25) + (38,7 \times 0,25) + (45,4 \times 0,25) + (52,1 \times 0,083) \\
&= 37,6 \text{ per bulan} \\
&= 450,8 \text{ per tahun} \approx 451 \text{ per tahun}
\end{aligned}$$

2. Menentukan Distribusi Probabilitas *Lead Time* Produk

Dari pengambilan data yang telah dilakukan di Unit Logistik – UPT BYYK, didapatkan data *lead time* (jarak antara pemesanan dan kedatangan) *spare part* ialah 30 hari, berdasarkan hal tersebut diasumsikan data *lead time* tahun 2017 sama dengan data historis, sehingga untuk nilai probabilitas *lead time* pada perusahaan = 1.

3. Menyusun Distribusi Pemakaian selama *Lead Time*

a. Perhitungan Distribusi Probabilitas

Tabel 4.36 Distribusi Probabilitas Kunci Longhood (2017)

<i>Demand</i> selama <i>Lead Time</i>	Probabilitas
25,3	0,167
32	0,25
38,7	0,25
45,4	0,25
52,1	0,083

b. Distribusi Probabilitas selama *Lead Time*

Tabel 4.37 Distribusi Pemakaian selama *Lead Time* Kunci Longhood (2017)

<i>Demand</i> selama <i>Lead Time</i>	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
25,3	0,167	$1 - 0,167 = 0,833$
32	0,25	$0,833 - 0,25 = 0,583$
38,7	0,25	$0,583 - 0,25 = 0,333$
45,4	0,25	$0,333 - 0,25 = 0,083$
52,1	0,083	$0,083 - 0,083 = 0$

c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 4.38 Perhitungan E_s untuk $R = 25,3$ Kunci Longhood (2017)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
---	----------------	-------------	--------------------------------

25,3	26,8	0,083	2,22
	20,1	0,25	5,03
	13,4	0,25	3,35
	6,7	0,25	1,67
	Total		12,27

Tabel 4.39 Perhitungan E_s untuk $R = 32$ Kunci Longhood (2017)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
32	20,1	0,083	1,67
	13,4	0,25	3,35
	6,7	0,25	1,68
	Total		6,7

Tabel 4.40 Perhitungan E_s untuk $R = 38,7$ Kunci Longhood (2017)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
38,7	13,4	0,083	1,12
	6,7	0,25	1,67
	Total		2,79

Tabel 4.41 Perhitungan E_s untuk $R = 45,4$ Kunci Longhood (2017)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
45,4	6,7	0,083	0,56
	Total		0,56

Tabel 4.42 Perhitungan E_s untuk $R = 52,1$ Kunci Longhood (2017)

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
52,1	0,0	0,416	0,00
	Total		0,00

4. Perhitungan Total Biaya Persediaan

Berikut data biaya persediaan yang digunakan :

a. Kebutuhan *spare part* (D) tahun 2017, sebagai berikut :

Kunci Longhood = 434 Unit

Engsel Longhood Tunggal = 871 Unit

b. Harga/unit *spare part* (P) tahun 2017, sebagai berikut :

Kunci Longhood = Rp. 240.000/Unit

Engsel Longhood Tunggal = Rp. 51.000/Unit

c. Biaya Pemesanan (A) = Rp. 230.000

d. Biaya penyimpanan *spare part* (h) tahun 2017, sebagai berikut :

Kunci Longhood = Rp. 2000,62

Engsel Longhood Tunggal = Rp. 425,58

e. Biaya kekurangan persediaan (π) tahun 2017 = 10% dari harga/unit *spare part*

Kunci Longhood = Rp. 24.000

Engsel Longhood Tunggal = Rp. 5.100

1) Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 434 (230000 + (24000 \times 0))}{2000,62}}$$

$$Q = 315,89 \approx 316 \text{ unit}$$

2.) Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$Q = 316 \text{ unit}$$

$$P_s = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{2000,62 \times 316}{24000 \times 434} = 0,06$$

3.) Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Dapat dilihat pada tabel 4.37, nilai $P_s = 0,06$ berada diantara $D_{Li} = 52,1$ dengan $D_{Li} = 45,4$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan nilai P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 4.43 Perbandingan Ps untuk kemungkinan R Kunci Longhood (2017)

R	Ps
45,4	0,083
52,1	0

Semakin besar nilai R yang digunakan maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah R = 52,1.

4.) $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi pada Q agar optimal

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Optimal}} &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 434 (230000 + (24000 \times 0) \times (0))}{2000,62}} \\
 &= 315,89 \approx 316 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

5.) Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Optimal}} &= 316 \text{ unit} \\
 P_{S_{\text{Optimal}}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{2000,62 \times 316}{24000 \times 434} = 0,06
 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$\text{TIC} = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h \times (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Untuk menentukan *expected demand during lead time* (ED_L) terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.44 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) Kunci Longhood (2017)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
----------	-------------	--------

25,3	0,167	4,23
32	0,25	8
38,7	0,25	9,67
45,4	0,25	11,3
52,1	0,083	4,32
Total		37,52

Maka :

$$TIC = \frac{434}{316} \times 230000 + \frac{316}{2} \times 2000,62 + 2000,62 \times (52,1 - 37,52) + \frac{434}{316} \times 24000 \times 0$$

$$TIC = 315.886 + 316.104 + 29169 + 0$$

$$TIC = 661.159$$

$$\text{Cadangan persediaan} = R - ED_L$$

$$= 52,1 - 37,52$$

$$= 14,58 \approx 15 \text{ unit}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\text{Marginal Cost (h)} = 2000,62$$

$$\text{Marginal Saving} = \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps$$

$$= \frac{434}{316} \times 24000 \times 0,06$$

$$= 2000,62$$

Perhitungan *spare part* Engsel Longhood Tunggal tahun 2017 menggunakan sistem Q terdapat pada bagian lampiran halaman 139.

Sehingga didapatkan total biaya persediaan *spare part* tahun 2017 dengan sistem Q sebagai berikut

Tabel 4.45 Total Biaya Persediaan Tahun 2017 dengan Sistem Q

No	Produk	Q	R	TIC
1	Kunci Longhood	316	53	Rp. 661.159
2	Engsel Longhood Tunggal	971	76	Rp. 414.365

4.2.7 Analisa Total Biaya Persediaan Tahun 2017 Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

a. Kebutuhan *Spare Part*

Berdasarkan hasil peramalan perencanaan kebutuhan *spare part* :

Kunci Longhood = 434 unit

Engsel Longhood Tunggal = 871 unit

b. Frekuensi Pemesanan

Berdasarkan kebijakan perusahaan untuk kedua *spare part* yang diteliti, frekuensi pemesanan dalam 1 tahun, yaitu sebanyak 4 kali (setiap triwulan).

c. Pemesanan Optimum (Q)

$$F = \frac{D}{Q}$$

$$Q = \frac{D}{F}$$

$$Q \text{ Kunci Longhood} = \frac{434}{4} = 108,5 \approx 109 \text{ unit}$$

$$Q \text{ Engsel Longhood Tunggal} = \frac{871}{4} = 217,8 \approx 218 \text{ unit}$$

d. Total Biaya Pemesanan (OC)

$$OC = \left(\frac{D}{Q}\right) \times S$$

$$OC \text{ Kunci Longhood} = \left(\frac{434}{109}\right) \times Rp. 230.000 = Rp. 915.780$$

$$OC \text{ Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{871}{218}\right) \times Rp. 230.000 = Rp. 918.945$$

e. Total Biaya Penyimpanan (HC)

$$HC = \left(\frac{Q}{2}\right) \times H$$

$$HC \text{ Kunci Longhood} = \left(\frac{109}{2}\right) \times Rp. 2000,66 = Rp. 109.036$$

$$HC \text{ Engsel Longhood Tunggal} = \left(\frac{218}{2}\right) \times Rp. 425,62 = Rp. 46.393$$

f. Total Biaya Persediaan (TIC)

$$TIC = OC + HC$$

$$TIC \text{ Kunci Longhood} = Rp. 915.780 + Rp. 109.036 = Rp. 1.024.816$$

$$TIC \text{ Engsel Longhood Tunggal} = Rp. 918.945 + Rp. 46.393 = Rp. 965.338$$

4.2.8 Penghematan Total Biaya Persediaan Tahun 2017

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TC_P = Total biaya persediaan berdasarkan metode

$$\text{Penghematan Kunci Longhood} = \frac{Rp.1.024.816 - Rp.661.159}{Rp.1.024.816} \times 100\%$$

$$= 35,49\% = Rp. 363.657$$

$$\text{Penghematan Kunci Longhood} = \frac{Rp.965.338 - Rp.414.365}{Rp.965.338} \times 100\%$$

$$= 57,07\% = Rp. 550.973$$

4.2.9 Perhitungan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Perhitungan *safety stock* dilakukan untuk mengetahui berapa banyak perusahaan harus menyediakan *stock* pengaman pada masing-masing *spare part* yang diteliti di Unit Logistik – UPT Balai Yasa Yogyakarta. Perusahaan menetapkan bahwa kemungkinan untuk memenuhi kebutuhan ialah 95%, maka dari tabel diperoleh nilai *service level* sebesar 1,65. Berikut perhitungan *safety stock* pada masing-masing *spare part* :

$$Sdl \text{ Kunci Longhood} = Sd \times \sqrt{l}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \times \sqrt{l} \\
 &= \sqrt{\frac{1086}{11}} \times \sqrt{1} = 9,93 \\
 \text{Safety stock} &= Z \times sd \\
 &= 1,65 \times 9,93 \\
 &= 16,4 \approx 17 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sdl Engsel Longhood Tunggal} &= Sd \times \sqrt{l} \\
 &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \times \sqrt{l} \\
 &= \sqrt{\frac{45}{11}} \times \sqrt{1} = 2,02 \\
 \text{Safety stock} &= Z \times sd \\
 &= 1,65 \times 2,02 \\
 &= 3,34 \approx 4 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

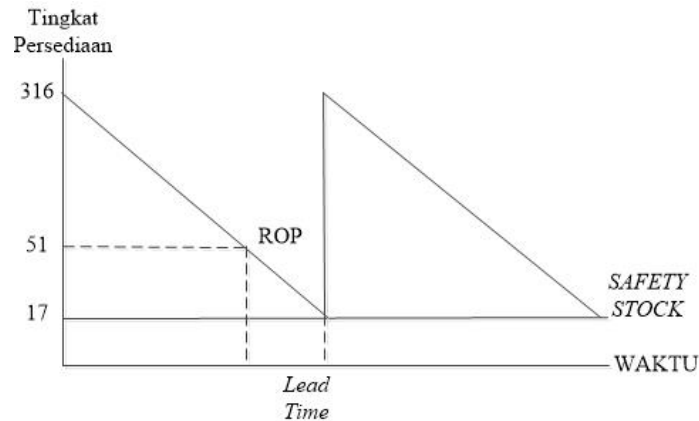
Dengan kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan sebesar 5% maka jumlah persediaan pengaman Kunci Longhood pada tahun 2017 sebanyak 17 unit. Sedangkan Engsel Longhood Tunggal pada tahun 2017 sebanyak 4 unit.

4.2.10 Perhitungan Titik Pemesanan Kembali (*Re Order Point*)

Perhitungan *re order point* (ROP) digunakan untuk mengetahui dimana titik untuk dilakukannya pemesanan kembali, dalam hal ini pada saat jumlah persediaan berapa, perusahaan harus melakukan pemesanan *spare part* kembali, berikut perhitungan ROP pada masing-masing *spare part* :

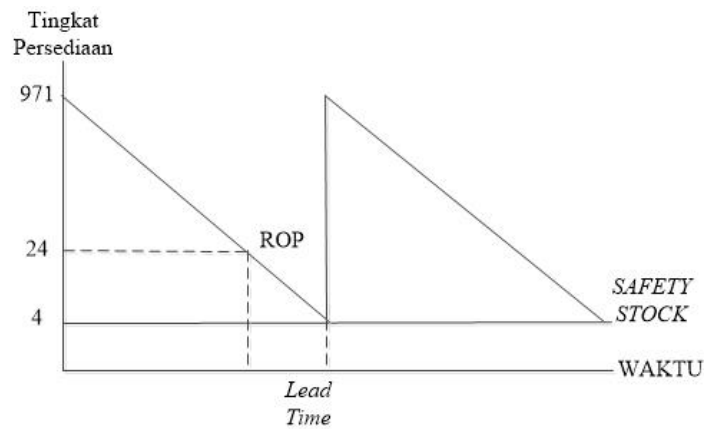
$$\begin{aligned}
 \text{ROP Kunci Longhood} &= d \times l \times SS \\
 &= 36 \times 0,082 \times 17
 \end{aligned}$$

$$= 50,18 \approx 51 \text{ Unit}$$



Gambar 5.1 Grafik ROP Kunci Longhood Tahun 2017

$$\begin{aligned} \text{ROP Engsel Longhood Tunggal} &= d \times l \times SS \\ &= 73 \times 0,082 \times 4 \\ &= 23,94 \approx 24 \text{ Unit} \end{aligned}$$



Gambar 5.2 Grafik ROP Engsel Longhood Tunggal Tahun 2017

Berdasarkan hasil perhitungan, titik pemesanan kembali tahun 2017 *spare part* Kunci Longhood pada saat volume persediaan di gudang mencapai 51 unit, sedangkan *spare part* Engsel Longhood Tunggal pada saat volume persediaan mencapai 24 unit.