TESIS – TI 185471

PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PART ALAT BERAT PADA INDUSTRI PERTAMBANGAN NIKEL

SRI RAHAYU PARDEDE
NRP. 02411850077003

Dosen Pembimbing :
Prof. Iwan Vanany, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN KERJASAMA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TESIS – TI 185471

PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PART ALAT BERAT PADA INDUSTRI PERTAMBANGAN NIKEL

SRI RAHAYU PARDEDE
NRP. 02411850077003

Dosen Pembimbing :
Prof. Iwan Vanany, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN KERJASAMA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2020

THESIS – TI 185471

CONTROLLING THE STOCK OF HEAVY EQUIPMENT'S SPARE PARTS IN NICKEL MINING INDUSTRY

SRI RAHAYU PARDEDE
NRP. 02411850077003

Supervisor :
Prof. Iwan Vanany, ST., MT., Ph.D.

Master Program
Field of Industrial Cooperation
Department of System and Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:
SRI RAHAYU PARDEDE
NRP: 0241185007003

Tanggal Ujian :
Periode Wisuda : September 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

09/2020

1. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D ……
   NIP: 19710927 199903 1 002

Penguji:

1. Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE. ……
   NIP: 19480710 197603 1 002
2. Erwin Widodo., ST., M. Eng., Dr.Eng. ……
   NIP: 19740517 199903 1 002

Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI

Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D
NIP: 19700523 199601 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Rahayu Pardede

NRP : 0241185007003

Program Studi : Magister Teknik Sistem dan Industri - ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

"Pengendalian Persediaan *Spare Part* Alat Berat pada Industri Pertambangan Nikel (Studi Kasus di PT Vale Indonesia Tbk)"

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020

Yang membuat pernyataan

Sri Rahayu Pardede

NRP. 0241185007003

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PENGENDALIAN PERSEDIAAN *SPARE PART* ALAT BERAT PADA INDUSTRI PERTAMBANGAN NIKEL (STUDI KASUS PADA PT VALE INDONESIA TBK)

Nama	: Sri Rahayu Pardede
NRP	: 0241185007003
Pembimbing	: Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Dalam konteks industri pertambangan, persediaan adalah masalah yang perlu mendapat perhatian tambahan dari perusahaan. Tingginya biaya produksi mempengaruhi aspek keuangan dan operasional perusahaan. Ini karena kebijakan manajemen persediaan tidak optimal dan tidak memenuhi karakteristik sistem produksi perusahaan. Tantangan yang paling penting adalah mengembangkan kebijakan distribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan metode pengelolaan inventory dengan inventory cost yang paling minimum pada persediaan suku cadang alat berat. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah adalah kuantitas pesanan ekonomis (EOQ) dengan sistem kontrol inventaris menggunakan kontrol ulasan kontinu (S, s). Menentukan kombinasi S dan s memiliki dampak besar pada keberhasilan pengendalian persediaan. Bagian-bagian substitusi dibagi lagi menjadi nilai-nilai alfabet untuk menentukan signifikansinya. Hasil dari penelitian ini adalah nilai persediaan optimal diperoleh dengan menggunakan metode Economic Order Quantity (EOQ) dan Continuous Review yang memberikan nilai inventory cost paling ekonomis bagi perusahaan.

Kata kunci : persediaan, *economic order quantity*, *continuous review control*, alat berat, industri pertambangan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

CONTROLLING THE STOCK OF HEAVY EQUIPMENT'S SPARE PARTS IN NICKEL MINING INDUSTRY (CASE STUDY AT PT VALE INDONESIA Tbk)

Name	: Sri Rahayu Pardede
NRP	: 0241185007003
Supervisor	: Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

In mining industrial context, inventory is an issue that needs additional attention from the company. The high cost of production affects the financial and operational aspects of the company. This is because the inventory management policy is not optimal and does not meet the characteristics of the company's production system. The most important challenge is to develop a distribution policy. The purpose of this research is to determine the inventory management method with the minimum inventory cost on heavy equipment spare parts inventory. The method used to solve the problem is economic order quantity (EOQ) with an inventory control system using continuous review control (S, s). Determining the combination of S and s has a major impact on the success of inventory control. Substitution parts are subdivided into alphabetical values to determine their significance. The result of this research is that the optimal inventory value is obtained using the Economic Order Quantity (EOQ) and Continuous Review methods which provide the most economical value of the inventory cost for the company.

Keywords : inventory, economic order quantity, continuous review control, heavy equipment, mining industry

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas pertolongan dan rahmatNya semata, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan tesis sebagai tugas akhir kuliah dengan judul “Pengendalian Persediaan Spare Part Alat Berat Pada Industri Pertambangan Nikel".

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian Kerjasama Industri pada program studi Pascasarjana Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan dari hati yang paling dalam menghaturkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang terlibat atas bantuan, bimbingan, dan motivasinya, yaitu khususnya kepada :

1. Prof.Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis untuk bantuan, bimbingan serta motivasi yang telah di berikan mulai dari awal sampai selesainya penulisan tesis ini.
2. Para bapak dan ibu dosen yang telah berlelah dan dengan penuh kesabaran mengajar kami di kelas KKI PT.Vale Indonesia, tim teknis/IT Teknik Industri ITS, para staff administrasi ITS, dan semua pihak yang telah membantu kami selama masa perkuliahan sampai selesai.
3. Manajemen PT Vale Indonesia Tbk, atasan langsung, staff HRD, tim teknis/IT serta rekan-rekan kerja yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung, memberikan izin, ide dan turut mendoakan sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini.
4. Rekan-rekan seperkuliahan di Program kelas KKI PT Vale Indonesia, yang bersama-sama berjuang, belajar bersama, senantiasa saling membantu dan selalu memotivasi satu sama lain mulai dari awal sampai dengan tahap akhir masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan tanpa henti memberikan dukungan dalam berbagai hal untuk kelancaran penyelesaian tesis ini.

6. Sanak saudara yang telah mendoakan dan memberi kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan tesis ini.

Penulisan tesis ini masih jauh dari kata sempurna dalam berbagai segi karena pengalaman dan pengetahuan penulis yang terbatas. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan yang ada dan mengharapkan masukan yang tulus dan kritik yang membangun dari semua pembaca agar penulis bisa menjadi lebih baik lagi di masa mendatang.

Kiranya tesis ini bisa menambah wawasan para pembaca dan bisa bermanfaat untuk perkembangan dan peningkatan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS ..... **i**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS ..... **iii**
ABSTRAK ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 6
1.3 Tujuan 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Penelitian 7
1.6 Sistematika Penulisan 7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **10**
2.1 *Spare Part Management* 10
2.2 Konsep Dasar Persediaan (*Inventory*) 14
2.3 Pengendalian Persediaan 18
2.4 *Inventory Control System* 21
2.5 Klasifikasi *Spare Part* dengan Metode ABC 25
2.6 Biaya *Inventory* 26
2.7 Simulasi Monte Carlo 30
2.8 Penelitian Terkait 32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN **36**
3.1. *Flowchart* Penelitian 36
3.2. Penjelasan *Flowchart* Penelitian 38
3.2.1. Studi Literatur 38
3.2.2. Studi Lapangan 38

3.2.3. Pengumpulan Data 38
3.2.4 Pengolahan Data 39
3.2.5 Hasil dan Pembahasan 40
3.2.6 Kesimpulan dan Saran 40
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 41
4.1 Pengumpulan Data 41
4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan 41
4.1.2. Data Suku Cadang Alat Berat 43
4.1.3. Penentuan Spare Part Terpilih dengan Nilai Stock Out yang Terbesar 45
4.1.4. Klasifikasi Spare Part Mesin dengan Analisis ABC 51
4.1.5. Harga dan *Lead Time Spare Part* Terpilih 52
4.1.6. Pola Penggunaan Spare Part dengan Metode ADI-CV Terpilih 53
4.2 Pengolahan Data 54
4.2.1. Penghitungan Biaya Persediaan *Spare Part* 54
4.2.2. Penghitungan Kebijakan Persediaan 58
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA 66
5.1 Analisis Kebijakan Persediaan 66
5.2 Analisis Kebijakan Perusahaan Kondisi Awal dan Skenario Rekomendasi Perbaikan 66
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 68
6.1 Kesimpulan 68
6.2 Saran 69
DAFTAR PUSTAKA 71
DAFTAR LAMPIRAN 73
Lampiran 1 Spare Parts Terpilih 74
BIOGRAFI PENULIS 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah *stock out* pada suku cadang alat berat 4
Gambar 1. 2 Jumlah *stock* yang lebih banyak dari pada *Safety Stock* (Max)..... 5
Gambar 1. 3 Jumlah *Stock* yang lebih banyak dari pada *demand* per tahun 5
Gambar 2. 1 *Periodic Review* 22
Gambar 2. 2 *Continuous Review* 25
Gambar 2. 3 Pola klasifikasi permintaan 27
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian 37
Gambar 4. 1 Denah lokasi *Warehouse* dan *Maintenance Workshop* PT. X 43

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi ABC 25
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu..... 32
Tabel 4. 1 Data suku cadang berdasarkan type alat berat 44
Tabel 4. 2 Data *stock out* suku cadang dalam 3 tahun..... 47
Tabel 4. 3 Data ranking stockout berdasarkan Total Value 51
Tabel 4. 4 Klasifikasi suku cadang 52
Tabel 4. 5 Data Harga dan Lead Time Spare Part Mesin Terpilih 53
Tabel 4. 6 Pola Penggunakan Sparepart terpilih 54
Tabel 4. 7 Biaya pesan (*Order cost*) 55
Tabel 4. 8 Biaya simpan (*Holding cost*) 56
Tabel 4. 9 Biaya kekurangan (*Shortage cost*) 57
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Biaya Persediaan pada Spare Part Terpilih..... 57
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Perhitungan 58
Tabel 4. 12 Hasil EOQ 60
Tabel 4. 13 Safety stock, minimum stock, Re-order point dan maximum Stock.. 60
Tabel 4. 14 *Hasil Perhitungan* Continuous Review Control (S, s) 62
Tabel 4. 15 Perbandingan inventory cost dan hasil EOQ 63
Tabel 4. 16 Perbandingan inventory cost dan hasil Inventory cost continue review 64

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada Bab 1 Pendahuluan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan penelitian.

1.1. Latar Belakang

Setiap perusahaan, terutama perusahaan pada industri manufaktur seperti industri otomotif dan tambang membutuhkan persediaan dalam mendukung operasi produksinya. Tanpa adanya persediaan, perusahaan akan kesulitan melanjutkan produksi dan memenuhi permintaan pelanggannya. Perusahaan perlu melakukan pengendalian persediaan yang baik untuk persediaan bahan baku, suku cadang dan persediaan lainnya. Dengan adanya pengelolaan dan pengendalian persediaan yang baik, perusahaan dapat mengurangi resiko kegagalan berproduksi untuk memenuhi permintaan pelanggannya.

Pengelolaan persediaan (*Inventory management*) merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Tujuan perusahaan dalam hal efektivitas dan efisiensi akan tercapai jika persediaan ini di kelolah dengan baik. Dalam manajemen persediaan jika pengelolaannya kurang baik maka akan menimbulkan kondisi yang menyebabkan peningkatan biaya dalam suatu perusahaan (Bahagia, 2006). Pengelolaan persediaan yang kurang baik ditandai dengan adanya tingkat persediaan yang terlalu banyak atau terlalu sedikit. Jika persediaan terlalu banyak (*over*) maka perusahaan akan mengalami kerugian karena harus menanggung biaya kerusakan dan penyimpanan, biaya gudang, biaya bunga, biaya perawatan, asuransi, administrasi, dan lain-lain. Tetapi, jika persediaan terlalu sedikit, perusahaan akan mengalami kerugian karena jumlah persediaan tidak bisa memenuhi kapasitas sehingga proses produksi terganggu atau bahkan dapat terhenti.

Pengendalian atau pengelolaan persediaan biasanya di lakukan dengan beberapa sistem, yaitu Analisis ABC, Sistem Komputerisasi, dan Sistem Tepat Waktu/*Just In Time* (JIT). Analisis ABC adalah sistem pengelolaan persediaan

dengan mengklasifikasikan jenis persediaan berdasarkan pada nilai persediaan. Sistem terkomputerisasi yaitu pengelolaan persediaan dengan menggunakan komputer sebagai alat pengendalian persediaan. Sistem Tepat Waktu/*Just In Time (JIT)* yaitu sistem pengelolaan dengan meminimalkan tingkat persediaan, bahkan jika memungkinkan ditekan sampai titik nol. Pada sistem ini pemasok harus bisa mendatangkan barang hanya beberapa jam sebelum dibutuhkan. Pada perusahaan yang memiliki jumlah persediaan yang sangat banyak dan berfluktuasi tentu tidak mungkin untuk memberikan prioritas yang sama pada setiap jenis persediaan. Diperlukan pengendalian yang dapat mengkategorikan persediaan sehingga perusahaan dapat memprioritaskan persediaan dengan tepat dan efisien.

PT. X merupakan perusahaan yang mendapat lisensi dari Pemerintah Indonesia untuk melakukan eksplorasi, penambangan, pengolahan dan produksi nikel. Sebagai kontraktor tunggal Pemerintah Indonesia di areal Kontrak Karya (KK), memiliki hak eksklusif di beberapa wilayah yang telah ditentukan untuk melakukan eksplorasi, pengembangan, penambangan, pengolahan, penimbunan, pengangkutan dan penjualan nikel maupun mineral lain terkait nikel yang terdapat di areal KK. PT. X berinduk pada *holding company*-nya yang merupakan perusahaan multi-tambang yang telah mengglobal.

PT. X mengoperasikan salah satu operasi tambang dan pengolahan nikel laterit terpadu terbesar di dunia yang berlokasi di dekat Sorowako di Pulau Sulawesi, Indonesia. Operasi bisnis PT.X terdiri dari penambangan dan pengolahan bijih menjadi produk nikel dalam *matte*, yaitu produk yang digunakan dalam pembuatan nikel rafinasi. Produksi PT.X Indonesia pada tahun 2014 mencapai 78.726 ton nikel dalam matte. Ini merupakan produksi tertinggi yang pernah dicapai, melampaui rekor sebelumnya yaitu 76.727 ton pada tahun 2007.

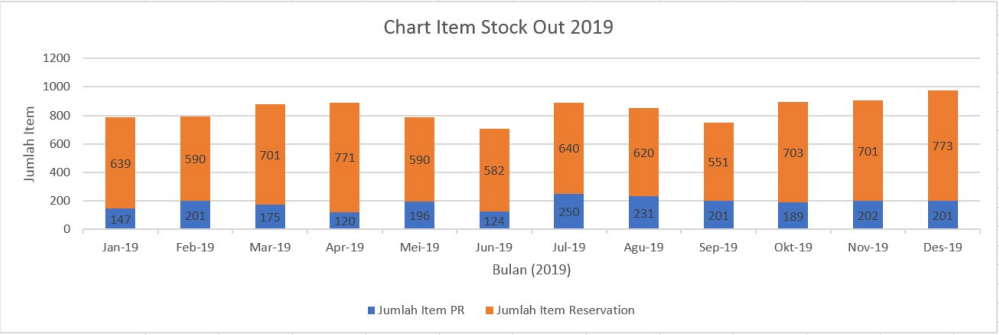
Pabrik pengolahan PT. X di Sorowako memiliki tiga tanur pengering berbahan bakar minyak, lima tanur pereduksi berbahan bakar minyak, empat tanur listrik, dan tiga *converter Pierce-Smith*. PT. X Indonesia telah membangun dan memelihara infrastruktur pendukung yang mencakup fasilitas pelabuhan dan jalan untuk mengangkut dan mengapalkan produk akhir serta terminal bahan bakar minyak di Mangkasa Point. PT. X juga memiliki dan mengoperasikan tiga fasilitas

pembangkit listrik tenaga air dengan total kapasitas rata-rata 365 megawatt (MW). Dengan cadangan dan sumber daya nikel PT.X yang sangat baik, PT. X menyediakan pasokan jangka panjang yang handal ke konsumen nikel hilir, khususnya di Jepang, negara tujuan pengapalan PT. X. Semua produksi nikel dalam matte. PT. X terikat dalam penjualan kepada perusahaan di Canada dan Jepang, dimana perjanjian penjualan tersebut mengatur bahwa 80% dari produksi tahunan PT. X dibeli oleh perusahaan Canada dan 20% lainnya oleh perusahaan Jepang berdasarkan formula harga nikel dunia LME (*London Metal Exchange*).

Untuk mendukung operasi PT. X, perusahaan menggunakan pabrik dan peralatan pendukung lain seperti alat berat yang di gunakan untuk melakukan kegiatan penambangan dan membawa material hasil tambang ke pabrik untuk pengelolahan selanjutnya. Alat berat ini harus di rawat dengan baik agar tetap dalam kondisi yang baik dan aman di gunakan. Dalam proses perawatannya, dibutuhkan suku cadang yang merupakan bagian penting dari proses perawatannya, sehingga suku cadang ini harus di kelolah dengan baik, baik dari segi jumlah agar tidak berlebihan dan membuat beban biaya bagi perusahaan maupun dari segi ketersediaannya.

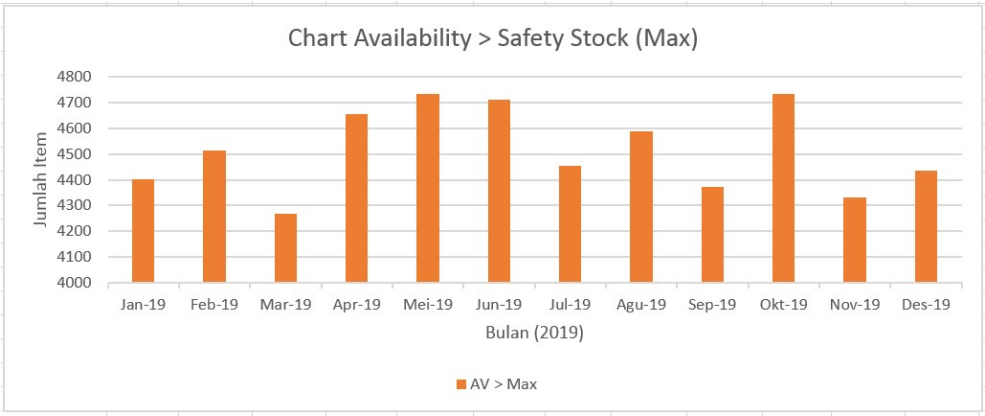
Dengan jumlah alat berat yang banyak, PT. X melakukan berbagai upaya untuk memelihara agar alat beratnya bisa beroperasi dengan baik, termasuk melakukan pemeliharaan rutin dan non rutin. Dalam kegiatan pemeliharaan ini tidak terlepas dari perencanaan dan pengendalian persediaan suku cadang. Hal ini sangat penting bagi perusahaan agar perusahaan dapat beroperasi dengan baik dan mendapat keuntungan yang maximal. Pengelolaan persediaan suku cadang yang tidak baik dapat memboroskan biaya pada perusahaan karena pengeluaran yang tidak terkendali dengan baik sehingga perusahaan harus mempunyai manajemen persediaan yang baik. Manajemen persediaan mempunyai beberapa fungsi bagi perusahaan, salah satunya adalah untuk menentukan keseimbangan antara biaya yang di sediakan perusahaan dengan biaya yang di butuhkan untuk biaya pengadaan dan penyimpanan. Tujuannya adalah untuk menyediakan persediaan semaksimal mungkin dengan biaya yang seminimal mungkin.

Suku cadang di PT X, berdasarkan kecepatan konsumsinya dapat digolongkan menjadi tiga yaitu (1), *fast moving parts* (suku cadang yang perputarannya cepat kurang dari 3 bulan), (2) *slow moving parts* (3 sampai 12 bulan), dan (3) *dead stock parts* (suku cadang yang sangat lambat diatas 1 tahun). Ke tiga jenis golongan suku cadang diatas mempunyai masalah yang berbeda berdasarkan hasil wawancara dan data yang ada. Pada kategori *fast moving*, perusahaan belum memiliki metode/cara yang baik dalam menentukan berapa jumlah suku cadang yang harus simpan dalam gudang termasuk berapa jumlah suku cadang yang harus di order setiap periode. Sering ditemukan terjadi *stock out* dimana suku cadang sering kali habis di gudang sebelum periode pemesanan berikutnya. Itu disebabkan oleh karena metode yang di gunakan masih tergantung pada customer order saja, yang datanya ada di SAP.

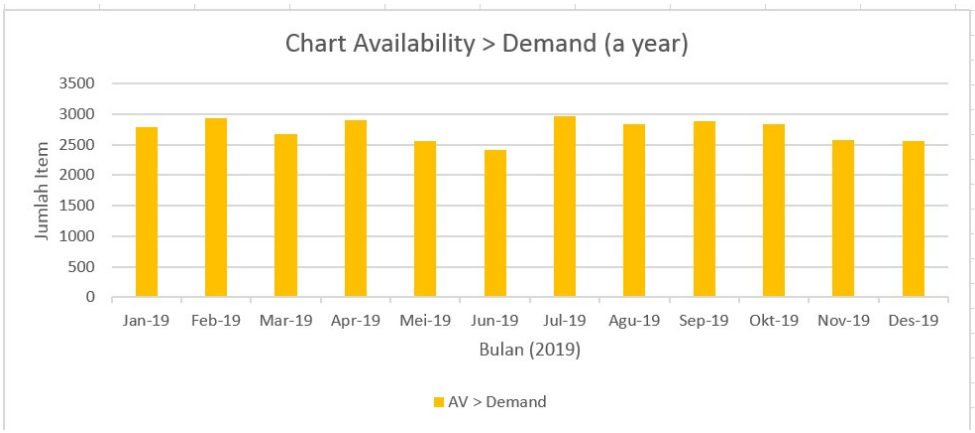


Gambar 1. 1 Jumlah *stock out* pada suku cadang alat berat

Untuk suku cadang kategori *slow moving* biasanya memunculkan dilematis tersendiri, karena penggunaannya jarang tetapi di butuhkan, dan ketika perusahaan menyediakan suku cadang jenis ini terlalu banyak di gudang maka akan berpengaruh pada biaya *inventory* perusahaan. Sedangkan untuk *dead stock* adalah suku cadang yang tidak bergerak dalam 1 tahun atau lebih. *Deadstock* ini adalah hal yang tidak bisa di hindari, padahal hal ini mempengaruhi biaya *inventory*.



Gambar 1. 2 Jumlah *stock* yang lebih banyak dari pada *Safety Stock* (Max)



Gambar 1. 3 Jumlah *Stock* yang lebih banyak dari pada *demand* per tahun

Permasalahan persediaan tidak hanya permasalahan departemen SCM tetapi juga menjadi konsen bagi departemen *maintenance* di PT X. Departemen SCM lebih mengedepankan menyediakan suku cadang dalam jumlah yang sesedikit mungkin agar biaya *inventory* juga dapat di tekan. Tetapi di sisi lain, departemen *maintenance* yang merupakan *customer* dari departemen SCM, membutuhkan suku cadang dalam melakukan aktivitas mereka yaitu *maintenance* alat berat. Ketersediaan suku cadang pada waktu yang tepat sangat menjadi penunjang penting terhadap kelancaran perawatan alat berat tersebut. Sering terjadi konflik antara departemen *maintenance* dengan bagian pengadaan suku cadang (departemen SCM). Departemen SCM mengharapkan menyimpan suku cadang dalam jumlah yang seminimum mungkin agar dapat menekan biaya *inventory* sedangkan

departemen *maintenance* menginginkan agar setiap suku cadang yang di butuhkan selalu tersedia di tempat mereka.

Penelitian ini akan melakukan pengelolaan persediaan suku cadang alat berat dengan menentukan jumlah suku cadang yang dipesan dan titik pemesanan kembali dengan mempertimbangkan biaya persediaan dan *service level*-nya. Harapan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi terjadinya *stock out* dan meminimalkan biaya persediaanya. PT X dapat menerapkan metode terpilih untuk diterapkan untuk suku cadang alat berat yang sangat penting untuk mendukung operasi PT.X dapat terjaga ketersediaannya, hal ini tentu akan sangat bermanfaat bagi kelangsungan produksi PT. X.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, perumusan permasalahan dari penelitian tesis ini adalah bagaimana menentukan tingkat persediaan suku cadang alat berat di PT X dengan memperhatikan service level (stock out) dan biaya persediaan yang optimal.

1.3. Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan metode pengelolaan inventory dengan inventory cost yang paling minimum pada persediaan suku cadang (*spare part*) alat berat pada industri tambang di PT. X.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan tentang metode persediaan yang relevan untuk mengelola persediaan suku cadang (*spare part*) alat berat pada PT. X.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meminimalkan total biaya persediaan suku cadang alat berat di PT. X.
2. Menjamin ketersediaan suku cadang alat berat di PT. X.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan terhadap suku cadang Alat berat Dozer dan Loader di PT. X Indonesia.
2. Data yang di gunakan adalah data periode 3 tahun terakhir (2017 sampai 2019).

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penelitian ini terdiri dari beberapa bab antara lain:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang mengenai permasalahan yang akan di bahas, perumusan masalah yang akan di selesaikan, tujuan yang ingin di capai, manfaat yang ingin di peroleh dari penelitian, batasan masalah yang di gunakan serta sistematika penulisan yang menjabarkan kerangka penulisan penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori yang merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang di gunakan, sebagai landasan pemecahan masalah, serta memberikan penjelasan secara garis besar metode yang di gunakan oleh penulis sebagai kerangka pemecahan masalah. Tinjauan pustaka ini di ambil dari berbagai sumber.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini merupakan gambaran terstruktur tahap demi tahap proses pelaksanaan penelitian yang di gambarkan dalam bentuk *flow chart* dan tiap tahapnya di berikan penjelasan.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data-data yang di perlukan dalam penyelesaian masalah dan cara mengelolah data yang di lakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Bab ini juga berisi analisis hasil pengolahan data sesuai dengan permasalahan yang di rumuskan.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab 5 ini akan berisi mengenai analisis dan interpretasi data dari tahap sebelumnya yaitu tahap pengumpulan dan pengolahan data. Analisis terdiri dari analisis kebijakan persediaan dan analisis kebijakan perusahaan kondisi awal dan dan skenario rekomendasi perbaikan. Hasil dari pengolahan data akan dijadikan dasar untuk penarikan kesimpulan dan pemberian rekomendasi atau saran.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi penarikan kesimpulan dari pengolahan data dan analisis yang telah di lakukan dan pengusulan saran kepada perusahaan serta untuk kemajuan penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam mengerjakan penelitian, diantaranya adalah *spare part management,* konsep dasar persediaan (*inventory*), pengendalian persediaan, *inventory control system,* klasifikasi *spare part* dengan metode ABC, biaya *inventory*, simulasi monte carlo, dan penelitian terkait.

2.1. Spare Part Management

Salah satu kegiatan pendukung utama dalam maintenance alat berat di PT. X yang beroperasi di bidang pertambangan adalah Spare part management dan maintenance management. Suku cadang di butuhkan untuk menjaga ketersediaan alat berat agar tetap dalam kondisi yang baik dan dapat beroperasi dengan baik (Kumar, 2004). Pada saat alat berat membutuhkan perbaikan atau penggantian bagian-bagian tertentu yang rusak atau diganti karena kerusakan corrective maintenance, preventive maintenance dan predictive maintenance, maka suku cadang menjadi hal yang penting. *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Manajemen suku cadang merupakan proses yang meliputi proses perencanaan, pengadaan serta pengawasan terhadap tingkat persediaan suku cadang yang dilakukan oleh perusahaan agar mencapai jumlah persediaan suku cadang yang optimal. Manajemen persediaan suku cadang mengatur tingkat persediaan suku cadang yang tepat agar jumlah tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Kesalahan dalam menetapkan besarnya investasi persediaan suku cadang akan menekan keuntungan perusahaan karena tinggi rendahnya tingkat perputaran persediaan suku cadang akan berpengaruh langsung terhadap besar kecilnya dana

yang ditanamkan dalam persediaan suku cadang. Semakin tinggi tingkat perputaran persediaan suku cadang, semakin pendek masa dana tertanam dalam persediaan suku cadang. Pengelolaan persediaan suku cadang tidak tepat akan berdampak buruk bagi perusahaan. Dampak kesalahan pengelolaan persediaan suku cadang, antara lain:

A. Jika persediaan suku cadang terlalu tinggi :
   a. Penuhnya kapasitas penyimpanan barang dalam gudang, sehingga barang tidak dapat tertampung di dalam gudang.
   b. Biaya penyimpanan akan menjadi tinggi.
   c. Biaya bunga terhadap pinjaman modal menjadi tinggi.
   d. Biaya pemeliharaan barang-barang di gudang tinggi.
   e. Ada kemungkinan terjadi kerugian yang di akibatkan oleh kerusakan, penurunan kualitas, atau keausan barang yang disimpan.
   f. Keuntungan perusahaan akan berkurang.
B. Jika persediaan suku cadang terlalu kecil
   a. Terjadinya *stock out* sehingga perusahaan mengalami kerugian akibat *lost sales/ backorder*.
   b. Proses produksi akan terganggu yang akan mengakibatkan perusahaan tidak dapat bekerja dengan kapasitas penuh.
   c. Penjualan akan menurun yang akan mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen, turunnya *market share* dan turunnya laba.

Manajemen suku cadang yang tepat akan berdampak pada kelancaran produksi. Kelancaran proses produksi akan dapat terwujud apabila proses pengelolaan persediaan spare part dilakukan secara tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, tepat tempat serta tepat harga. Manajemen persediaan suku cadang merupakan proses pengelolaan atau pengaturan persediaan suku cadang barang yang dimiliki oleh suatu perusahaan untuk dijual kepada konsumen. Pengelolaan atau pengaturan persediaan suku cadang tersebut dimulai dari cara mendapatkan persediaan suku cadang dan penyimpanan persediaan suku cadang yang dilakukan.

Manajemen persediaan suku cadang memiliki beberapa peranan bagi sebuah perusahaan, diantaranya adalah untuk menemukan tahap yang seimbang antara biaya perusahaan dan juga biaya yang dibutuhkan untuk biaya pengadaan suku cadang, dan penyimpanan. Hal tersebut bertujuan untuk mencapai persediaan suku cadang yang semaksimal mungkin dengan biaya seminimal mungkin.

Biaya Dalam Persediaan

1. Biaya pemesanan (*ordering cost*)

   Biaya pemesanan, yaitu biaya-biaya yang dikeluarkan yang ada hubungannya dengan pemesanan barang-barang atau bahan-bahan dari penjual, dimulai dari sejak pesanan dibuat dan dikirim ke penjual, sampai saat barang-barang atau bahan-bahan tersebut dikirim dan diserahkan serta di periksa di gudang atau daerah pengolahan. Semua biaya yang dikeluarkan dalam rangka mengadakan pemesanan bahan tersebut termasuk dalam biaya pemesanan, diantaranya biaya administrasi pembelian dan penempatan order (*cost of placing order*), biaya pengangkutan dan bongkar muat (*shipping and handling costs*), biaya penerimaan dan pemeriksaan. Di PT.X *ordering cost* rata-rata yang di gunakan adalah 5% dari harga barang yang akan di beli dengan satuan $/order.

2. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

   Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang. Biaya penyimpanan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menyimpan persediaan selama periode tertentu agar bahan baku yang disimpan kualitasnya selalu terjaga sesuai dengan yang diharapkan. Biaya penyimpanan bersifat variabel atau berubah-ubah yang mana perubahannya tergantung dari jumlah bahan baku yang disimpan. Biaya ini berhubungan dengan tingkat rata-rata persediaan yang selalu terdapat di gudang, sehingga besarnya biaya ini bervariasi yang tergantung dari besar kecilnya rata-rata persediaan (*Assauri, 2008*). Biaya penyimpanan (*holding cost*) rata-rata di PT.X adalah

9% dari harga barang. Biaya penyimpanan antara lain adalah sebagai berikut:

a. Biaya sewa gudang (*storage cost*)
b. Biaya kerusakan dan penyusutan
c. Biaya kadaluarsa (*absolonce cost*)
d. Biaya asuransi (*insurance cost*)
e. Biaya administrasi (*administration cost*)
f. Biaya lain-lain

3. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost, stock out cost*)

Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) adalah biaya-biaya yang timbul sebagai akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil (kurangnya persediaan) daripada yang diperlukan. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang pada waktu diperlukan. Biaya tersebut meliputi biaya-biaya sebagai berikut:

- Biaya kehilangan pelanggan
- Biaya kehilangan barang atau penjualan
- Biaya pemesanan khusus
- Biaya ekspedisi
- Biaya operasi (delay)
- Biaya selisih harga
- Biaya tambahan pengeluaran

Khusus untuk *shortage cost*, masing-masing nominalnya sulit diukur atau diprediksi karena semuanya hanya perkiraan dan tidak bisa dilihat secara obyektif.

Selain biaya variabel, terdapat juga biaya tetap yang merupakan harga dari persediaan itu sendiri. Harga dianggap sebagai biaya tetap karena pendekatan yang dipakai untuk mengukur harga dalam persediaan adalah harga persediaan yang diketahui tetap dan tidak berubah-ubah karena faktor

apapun. Pada PT.X, biaya kekurangan (*Shortage cost*) rata rata adalah 10% dari harga spare part.

2.2 Konsep Dasar Persediaan *(Inventory)*

a. Pengertian Persediaan (*Inventory*)

Persediaan adalah suatu bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk tujuan tertentu atau untuk dijual kembali atau bisa juga digunakan sebagai suku cadang. Persediaan adalah salah satu faktor yang penting bagi sebuah perusahaan untuk mendukung keseimbangan proses produksi dan mencapai tujuan perusahaan.

Persediaan adalah hal yang penting bagi perusahan-perusahaan bahkan merupakan salah satu kunci terpenting dalam operasional perusahaan. Menurut (*Heizer dan Render, 2014*) semua organisasi tentunya memiliki sistem perencanaan dan sistem pengendalian persediaan. Persediaan merupakan bagian dari modal kerja yang tertanam dalam bahan baku, barang setengah jadi, maupun berupa barang jadi tergantung jenis industrinya. Persediaan merupakan elemen modal kerja yang selalu berputar, dimana secara terus menerus mengalami perubahan. Di satu sisi perusahaan akan berusaha mengurangi biaya dengan mengurangi jumlah persediaan, tetapi disisi yang lain tanpa adanya persediaan sebuah perusahaan tidak dapat berjalan dan dapat terhenti proses produksinya dan sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh karena alasan inilah kedua sisi tersebut harus di seimbangkan.

Pengertian menurut para ahli :

i. Menurut (*Ristono, 2009*) : Persediaan adalah barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa yang akan datang.
ii. Menurut (*Sofyan Assauri, 2005*): Persediaan adalah sebagai suatu aktiva lancar yang meliputi barang – barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha normal atau persediaan barang – barang yang masih dalam pekerjaan proses

produksi ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaanya dalam suatu proses produksi.

iii. Menurut (*Rangkuti, 2007*) : Persediaan bahan baku mempunyai kedudukan yang penting dalam perusahaan karena persediaan bahan baku sangat besar pengaruhnya terhadap kelancaran proses produksi.

iv. Menurut Sartono (2010:443) : Persediaan pada umumnya merupakan salah satu jenis aktiva lancar yang jumlahnya cukup besar dalam suatu perusahaan.

v. Menurut (*Schroeder, 2000*) : Persediaan atau *inventory* adalah *stock* bahan yang digunakan untuk memudahkan produksi atau untuk memuaskan permintaan pelanggan.

b. Fungsi Persediaan

Efisiensi persediaan dapat tercapai melalui fungsi persediaan yang optimal. Fungsi utama persediaan yaitu sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi.

Fungsi persediaan menurut para ahli :

i. Menurut (*Tampubolon, 2004*) :

- Fungsi indepedensi: agar proses produksi dapat terus berjalan tanpa bergantung pada permintaan dan pasokan bahan baku dari pemasok
- Fungsi ekonomis: Penyimpanan persediaan dalam jumlah besar dengan pertimbangan adanya diskon atas pembelian bahan, diskon atas kualitas untuk dipergunakan dalam proses konversi, serta didukung kapasitas gudang yang memadai.
- Fungsi antisipasi: persediaan diperlukan dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan atau pasokan.

ii. Menurut (*Aini, 2011*), yaitu :

- Agar dapat memenuhi permintaan yang diantisipasi akan terjadi.
- Untuk menyeimbangkan produksi dengan distribusi.

- Untuk memperoleh keuntungan dari kuantitas, karena membeli dalam jumlah yang banyak ada diskon
- Untuk *hedging* dari inflasi dan perubahan harga.
- Untuk menghindari kekurangan persediaan yang dapat terjadi karena cuaca, kekurangan pasokan, mutu, dan ketidaktepatan pengiriman.
- Untuk menjaga kelangsungan operasi dengan cara persediaan dalam proses

iii. Menurut (*Render dan Heizer, 2001*), yaitu:

a. Untuk memberikan suatu stok barang-barang agar dapat memenuhi permintaan yang diantisipasi akan timbul dari konsumen.
b. Untuk memasangkan produksi dengan distribusi. Misalnya bila permintaan hanya tinggi pada musim panas, persediaan dapat diadakan selama musim dingin untuk menghindari biaya kehabisan stok.
c. Untuk mengambil keuntungan dari potongan harga dalam jumlah besar.
d. Untuk melakukan *hedging* terhadap inflasi dan perubahan harga.
e. Untuk menghindari kekurangan stok akibat kejadian tidak terduga.
f. Untuk menjaga agar operasi dapat berlangsung dengan baik dengan menggunakan barang-barang dalam proses dalam persediaannya.

c. Macam-macam Persediaan

Jenis jenis persediaan menurut para ahli :

i. Menurut (N. Chairany, 2014)

- *Pipeline* atau *transit inventory* yaitu persediaan yang muncul karena panjangnya waktu pengiriman dari satu tempat ke tempat yang lainnya.
- *Cycle stock* adalah persediaan yang memiliki siklus dalam pergerakannya.

- *Safety stock* adalah Persediaan yang di gunakan sebagai antisipasi keterlambatan pengiriman/kedatangan barang.
- *Anticipation stock* adalah persediaan yang di gunakan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan yang mana permintaannya tidak teratur waktunya atau bisa terjadi setiap saat..

ii. Menurut Heizer dan Render, 2014)

- Persediaan bahan mentah (*raw material inventory*) adalah bahan – bahan yang telah dibeli tetapi belum diproses. Bahan – bahan dapat diperolah dari sumber alam atau dibeli dari *supplier* (penghasil bahan baku).
- Persediaan barang setengah jadi (*work in process*) atau barang dalam proses adalah komponen atau bahan mentah yang telah melewati sebuah proses produksi/telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai atau akan diproses kembali menjadi barang jadi. WIP ada karena untuk membuat produk, di perlukan waktu (waktu siklus), dimana ketika waktu siklus berkurang, maka waktu persediaan WIP juga akan berkurang.
- Persediaan untuk (MRO = *maintenance, repair, operating*) yaitu persediaan – persediaan yang disediakan untuk perlengkapan pemeliharaan, perbaikan, dan operasional yang dibutuhkan untuk menjaga agar mesin – mesin dan proses – proses tetap produktif. MRO dibutuhkan karena kebutuhan dan waktu permintaan kebutuhan untuk perbaikan dan pemeliharaan tidak dapat di pastikan atau di ketahui waktunya, sehingga harus di antisipasi.
- Persediaan barang jadi (*finished good inventory*) yaitu produk yang telah selesai di produksi atau diolah dan siap dijual. Barang jadi dapat di masukkan dalam persediaan karena permintaan pelanggan di masa yang akan datang tidak di ketahui.

iii. Menurut (*Ristono, 2009*)

Berdasarkan tujuannya persediaan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- Persediaan pengaman (*safety stock*) – Adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan dan penyediaan.
- Persediaan antisipasi – adalah persediaan yang gunakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.
- Persediaan dalam pengiriman (*transit stock*)/WIP adalah persediaan yang masih dalam pengiriman. Persediaan ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu: Eksternal transit *stock* adalah persediaan yang masih berada dalam transportasi dan Internal transit *stock* adalah persediaan yang masih menunggu untuk diproses atau menunggu sebelum dipindahkan.

2.3. Pengendalian Persediaan

A. Pengertian Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan (*stock control*) adalah usaha yang dilakukan oleh perusahaan dalam penyediaan barang-barang yang dibutuhkan untuk proses produksi agar terpenuhi secara optimal sehingga proses produksi berjalan dengan lancar dan mengurangi adanya resiko yang akan terjadi seperti kekurangan barang serta perusahaan dapat memperoleh biaya persediaan sekecil-kecilnya yang akan menguntungkan perusahaan. Persediaan menjadi adalah asset terbesar dalam suatu perusahaan sehingga persediaan ini harus dikelola dengan tepat dan benar, harus dikendalikan sehingga dapat mendukung sebuah proses produksi. Pengendalian persediaan harus dilakukan dengan seimbang. Jika persediaan terlalu besar (*over stock*) maka beban-beban biaya untuk menyimpan dan menjaga persediaan di dalam gudang akan tinggi sehingga hal ini akan menyebabkan pemborosan. Sebaliknya, jika persediaan terlalu kecil atau dapat dikatakan kurangnya persediaan (*out of stock*) maka waktu pengiriman barang yang telah disepakati bersama antara perusahaan dengan konsumen akan menjadi terhambat.

Pengertian pengendalian persediaan menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut (*Rangkuti, 2007*) adalah "Pengawasan persediaan merupakan salah satu fungsi manajemen yang dapat dipecahkan dengan menerapakan metode kuantitatif." Teknik pengendalian persediaan merupakan tindakan yang sangat penting dalam menghitung berapa jumlah optimal tingkat persediaan yang diharuskan, serta kapan saatnya mengadakan pemesanan kembali.
2. Menurut (*Heizer dan Render, 2014*) mengatakan semua organisasi memiliki beberapa jenis sistem perencanaan dan sistem pengendalian persediaan, karena pada hakekatnya perencanaan dan pengendalian persediaan perlu diperhatikan. Dari pengertian diatas dapat diartikan bahwa pengendalian persediaan merupakan hal yang perlu diperhatikan dimana untuk menjaga keseimbangan antara besarnya persediaan dengan biaya yang ditimbulkan dari persediaan.
3. Menurut (*Lewis et al, 2004*), manajemen di definisikan sebagai proses administrasi dan koordinasi sumber daya - sumber daya secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai tujuan organisasi.
4. Menurut (*James AF Stoner, dialih bahasakan oleh Handoko 2003*), majanemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan usaha usaha para anggota organisasi dan pengaturan sumber daya – sumber daya organisasi lainnya agar tujuan organisasi yang di tetapkan dapat tercapai.

B. Tujuan Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan dimaksudkan untuk merencanakan tingkat optimal investasi persediaan, dan mempertahankan tingkat optimal tersebut melalui persediaan.

Menurut (*Ristono, 2009*) tujuan dilakukannya pengendalian persediaan adalah untuk:

i. Memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat.
ii. Agar keberlangsungan produksi tetap terjaga karena kebutuhan persediaan tetap terjaga sehingga produksi tetap berjalan sesuai

dengan yang di rencanakan. Keterlambatan persediaan biasanya terjadi karena :

- Bahan baku atau bahan pelengkap sudah sulit di temukan di pasaran.
- Keterlambatan pengiriman yang di lakukan oleh *supplier*.

iii. Agar penjualan produk tetap dapat di pertahankan atau di tingkatkan yang pada akhirnya akan menambah keuntungan perusahaan.

Menurut (*Assauri, 2004*), tujuan pengendalian persediaan adalah ;

i. Menghindari terhentinya produksi dengan menjaga persediaan selalu tersedia.
ii. Menjaga agar persediaan yang disediakan oleh perusahaan tidak terlalu besar karena akan menimbulkan biaya yang besar juga.
iii. Menghindari pembelian kecil-kecil yang juga akan memperbesar biaya.

Tujuan pengendalian persediaan dapat disimpulkan yaitu mendapatkan kualitas dan kuantitas dari barang yang tersedia pada saat di butuhkan tentunya dengan biaya yang minimum demi keuntungan dan kepentingan perusahaan. Pengendalian persediaan mempunyai hubungan yang erat dengan penentuan komposisi persediaan, penjadwalan, dan lokasi untuk memenuhi kebutuhan perusahaan.

C. Prinsip – Prinsip Pengendalian Persediaan

Menurut (*Hammer, et al, dikutip oleh Dwika, 2010*), teknik pengendalian persediaan mempunyai prinsip prinsip dasar sebagai berikut :

a. Persediaan diciptakan dari pembelian bahan dan tambahan biaya pekerja serta *overhead* untuk mengolah bahan baku menjadi barang jadi.
b. Persediaan berkurang melalui penjualan dan kerusakan.

c. Perkiraan yang tepat atas jadwal penjualan dan produksi merupakan hal esensial bagi pembelian, penanganan, dan investasi bahan baku yang efisien.
d. Kebijakan manajemen yang berupaya menciptakan keseimbangan antara keragaman dan kuantitas persediaan bagi operasi yang efisien dengan biaya pemilikan persediaan tersebut merupakan faktor yang paling utama dalam menentukan investasi persediaan.
e. Pemesanan bahan baku merupakan tanggapan terhadap perkiraan dan penyusunan rencana pengendalian produksi.
f. Pencatatan persediaan saja tidak akan mencapai pengendalian atas persediaan.
g. Pengendalian bersifat komparatif dan relatif, tidak mutlak. Hal ini dilakukan manusia dengan berbagai pengalaman dan pertimbangan. Aturan-aturan dan prosedur memberi jalan pada para personel dalam membuat evaluasi dan mengambil keputusan.

2.4. Inventory Control System

Inventory Control System dikenal sebagai *replenishment policies*. Ada 2 jenis kebijakan pengisian, yaitu *Periodic review control* dan Continuous Review Control.

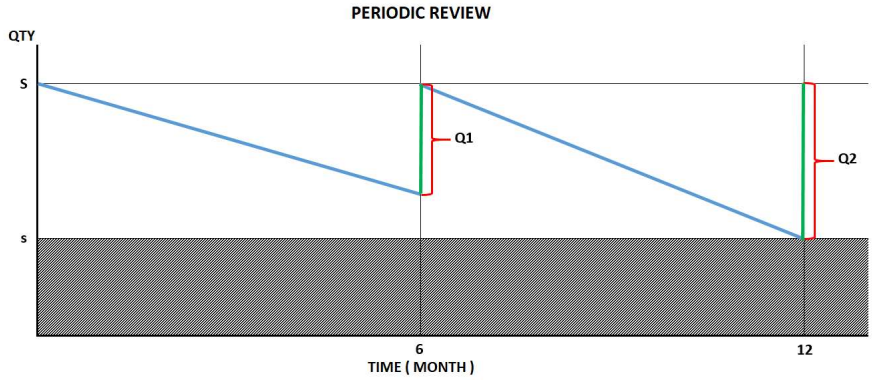
a. Periodic Review Control

Periodic Review Method merupakan metode di mana jarak waktu antara dua pesanan dalam pengendalian persediaan adalah tetap. Dalam metode ini, persediaan pengaman (safety stock) sangat dibutuhkan karena kemungkinan persediaan habis sebelum masa periode pemesanan datang akan terjadi. Safety stock digunakan untuk meredam fluktuasi permintaan selama berlangsungnya proses lead time serta digunakan untuk meredam seluruh konsumsi persediaan yang ada.

Jumlah pesanan barang yang dipesan dalam periodic review method sangat bergantung dengan sisa persediaan dalam gudang pada saat berada dalam masa akhir periode pemesanan. Maka dari itu, ukuran lot pada barang

pesanan akan selalu berbeda setiap kali dilakukan pemesanan. Pada metode ini, periode pemesanan dilakukan secara periodik sehingga administrasi yang diperlukan tergolong ringan.

Periodic Review Control adalah metode pengendalian *inventory* di mana jumlah atau kondisi persediaan dipantau pada interval tertentu. Ada dua jenis sistem *review* dalam *Periodic Review Control*, yaitu (R, S) dan (R, s, S). Sistem kontrol (R, S) adalah sistem kontrol di mana kontrol *inventory* dan pelaksanaan pesanan akan dilakukan setiap R dengan jumlah pesanan yang dibuat harus mencapai titik maksimum atau titik S. Sistem kontrol (R, s, S) adalah sistem kontrol gabungan antara (s, S) dengan (R, S). R berfungsi sebagai periode kontrol yang dilakukan untuk pengendalian *inventory*, S sebagai titik maksimum *inventory* dan s adalah titik minimum total *inventory*. 's' sering digunakan sebagai titik pemesanan ulang atau memesan kembali bahan baku bagi pemasok. Pada *periodic review* Q1 tidak sama dengan Q2.



Gambar 2.1 *Periodic Review*

b. *Continuous Review Control*

Continuous Review Method merupakan metode dimana posisi barang-barang yang tersedia di dalam gudang dianggap sama dengan posisi persediaan barang dalam sistem deterministik (sistem dimana permintaan terhadap barang telah diketahui dengan pasti) dengan adanya penambahan persediaan pengaman (*safety stock*) yang sedikit. Pemesanan barang

berdasarkan continuous review method dilakukan dalam jumlah per lot dengan pesanan yang selalu sama. Periode pemesanan dalam metode ini tidaklah tetap. Metode ini memerlukan administrasi yang banyak karena harus selalu memantau persediaan yang ada agar tidak terjadi keterlambatan dalam pemesanan barang.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan continuous review method adalah:

- Biaya penyimpanan per unit barang adalah tetap
- Biaya pemesanan ulang barang yang dilakukan perusahaan adalah tetap
- Tidak terdapatnya keterlambatan datangnya bahan baku karena waktu tunggu datangnya bahan baku adalah tetap
- Permintaan bahan baku yang bervariasi
- Pembelian yang terjadi tidak akan mendapatkan potongan harga
- Bahan atau barang yang datangnya tidak sekaligus akan mendapatkan biaya tambahan
- Setiap jenis barang yang diperoleh berasal dari proses penjualan yang berlainan

Continuous Review Control adalah metode pengendalian *inventory* di mana jumlah atau kondisi persediaan dipantau secara terus menerus. Dalam metode ini ada dua jenis sistem kontrol, yaitu (s, Q) dan (s, S). Sistem kontrol (s, Q) adalah sistem kontrol di mana pesanan ditempatkan ketika jumlah persediaan pada titik s atau pada titik pemesanan ulang. Ukuran pesanan yang ditempatkan pada sistem ini adalah tetap, yaitu jumlah Q (Q1=Q2=Q3=Q4). Sistem kontrol (s, S) adalah sistem kontrol yang memesan ketika inventaris berada pada titik s atau memesan ulang titik. Ukuran pesanan ditentukan oleh jumlah yang mencapai titik maksimum

yaitu S, sehingga jumlah pesanan dalam sistem ini dapat berubah. Perhitungan inventaris berikut ini menggunakan sistem kontrol (s, S):

$$K = \frac{BD - hQ}{BD}$$

Safety factor value = NORMSINV(service level)

$$s = (demand\ x\ average\ lead\ time) + (std\ dev\ lead\ time\ x\ safety\ factor\ value)$$

$$S = Q + s$$

Dimana :

Q : Jumlah Order

D : Total Permintaan

k : Biaya pesan (*Order cost*)

h : Biaya penyimpanan (*Holding Cost*)

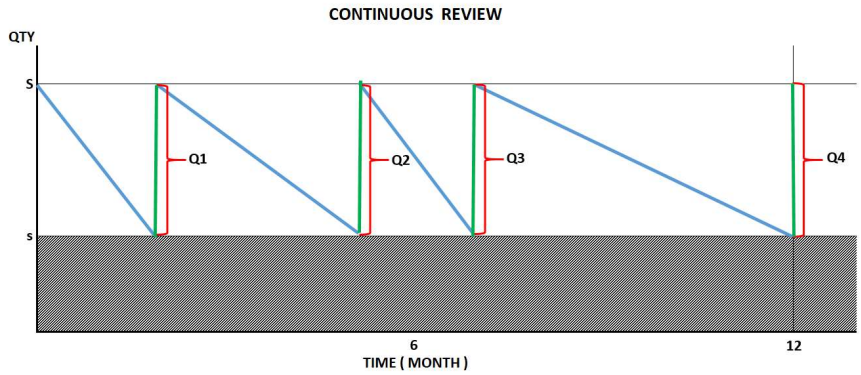
K : *Safety Factor*

μL : *Average Request During Lead Time*

σL : *Standard Deviation* waktu pesan (1.5)

B : Biaya kekurangan (*Shortage cost*)

SS : *Safety Stock*



Gambar 2.2 *Continuous Review*

2.5. Klasifikasi *Spare Part* dengan Metode ABC

Sistem manajemen persediaan dengan mengggunakan klasifikasi dengan metode ABC adalah teknik dalam mengelola sistem pengendalian persediaan dengan membagi sistem persediaan mana yang perlu dikontrol secara rutin dan mana yang tidak. Sistem analisis ABC sering dikombinasikan dengan aturan 80/20 atau analisis Pareto. Sistem analisis ABC sering digunakan untuk manajemen persediaan. Manajemen *inventory* ABC mengelompokkan *inventory* ke dalam kategori A, B, dan C, tetapi *inventory* juga dapat dan dapat dikelompokkan dalam lebih dari 3 kategori. Kategori ABC didasarkan pada harga dari jenis persediaan dan tingkat penggunaan dalam kebutuhan proses operasional perusahaan. Kategori A dalam klasifikasi ABC memberikan pendekatan bahwa 20% dari total persediaan yang tersedia berkontribusi 80% dari total nilai persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Kategori B memiliki persentase 40% dari total persediaan yang tersedia dan menyita 15% dari nilai persediaan perusahaan. Sedangkan kategori C memiliki total persediaan 40% dengan nilai persediaan yang dimiliki oleh total nilai persediaan 5%.

Tabel 2.1 Klasifikasi ABC

Kategori	% total persediaan	% nilai persediaan
A	< 20	> 80
B	< 40	< 15
C	< 40	< 5

2.6. Biaya *Inventory*

Dalam paper ini akan dibuat perbandingan antara biaya dari hasil penelitian dengan biaya persediaan saat ini di perusahaan. Biaya persediaan dihitung seperti rumus berikut :

$$TC = \frac{D}{Q}xK + \frac{Q}{2}xh$$

Dimana :

D : Total permintaan (*Demand*)

Q : Jumlah permintaan (*Order quantity*)

K : Biaya order (*Order cost*)

h : Biaya simpan (Holding cost)

Metode penyelesaian dalam penelitian ini adalah menggunakan *inventory order economic* (EOQ) dan continuous review control (S, s).

Ada dua parameter yang diakui di bidang internasional yang digunakan untuk mengklasifikasikan permintaan:

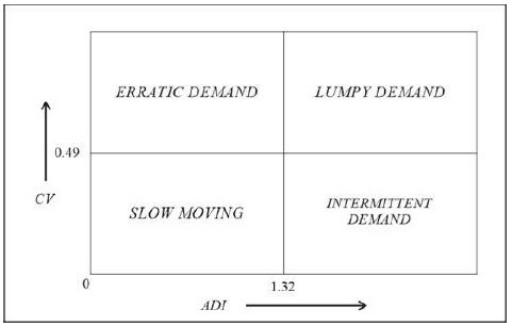
- *ADI : Average Inter-demand Interval*. Ini mengukur keteraturan permintaan dalam hal waktu dengan menghitung interval rata-rata antara dua permintaan.

$$ADI = \frac{Jumlah\ Total\ Periode}{Jumlah\ Periode\ permintaan}$$

- *CV : Coefficient of Variation*. Ini mengukur variasi dalam hal jumlah.

$$CV = \frac{Standard\ Deviasi\ Populasi}{Rata - rata\ nilai\ Populasi}$$

Klasifikasi pola permintaan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 2. 3 Pola klasifikasi permintaan

Berdasarkan 2 dimensi ini, profil permintaan dapat di klasifikasikan menjadi 4 kategori berbeda, yaitu:

a. *Slow Moving* (ADI < 1,32 dan CV^2 < 0,49). Permintaan sangat teratur dalam hal waktu dan kuantitas. Akibatnya akan mudah diperkirakan dan tingkat kesalahan perkiraan rendah.

b. *Intermittent Demand* (ADI > = 1,32 dan CV^2 < 0,49). Riwayat permintaan menunjukkan sangat sedikit variasi dalam hal jumlah permintaan tetapi banyak variasi dalam hal interval antara dua permintaan. Meskipun metode peramalan spesifik menangani permintaan yang terputus-putus namun margin kesalahan perkiraan jauh lebih tinggi.

c. *Erratic* (ADI < 1,32 dan CV^2 > = 0,49). Permintaan memiliki kejadian yang teratur dalam hal waktu dengan variasi tinggi dalam hal kuantitas.

d. *Lumpy Demand* (ADI > = 1,32 dan CV^2 > = 0,49). Permintaan dicirikan oleh variasi yang besar dalam hal jumlah dan waktu. Sebenarnya sangat sulit untuk menghasilkan prakiraan yang tepat, apa pun alat prakiraan yang digunakan. Jenis pola permintaan khusus ini tidak dapat diramalkan.

Terdapat dua model kebijakan dalam pengendalian persediaan. Dua kebijakan tersebut didasari atas laju permintaan. Kebijakan tersebut yakni model deterministik dan model probabilistik

a. Jika model simulasi tidak memiliki komponen probabibistik (random), maka model tersebut disebut deterministik. Model deterministik adalah sistem persediaan yang parameter dan seluruh *variable* telah diketahui secara pasti. Dalam model deterministik, hasil *output*-nya telah "ditentukan" saat sejumlah input dan hubungan pada model ditetapkan (*Law & Kelton, 2000*). Semua parameter yang ada dalam model ini dianggap tidak berubah atau tetap. Model deterministik dalam inventory berkaitan dengan persediaan, dimana permintaan yang sebenarnya diasumsikan diketahui. Dasar penentuan besarnya jumlah pemesanan pada model deterministik adalah model EOQ (*economic order quantity*) yang merupakan sebuah teknik pengendalian permintaan untuk mencapai titik yang optimal dengan biaya rendah. Perhitungan EOQ bisa dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2k\lambda}{h}}$$

K = Biaya pemesanan (*setup cost* atau *order cost*)

λ = Permintaan

h = Biaya penyimpanan (*holding cost*)

Model deterministik dapat bersifat statis, yaitu model persediaan yang dimana kuantitas pemesanan hanya dilakukan dalam satu kali, persediaannya selalu tetap/ terbatas dalam suatu periode tertentu atau bersifat dinamis, dimana permintaan diketahui dengan pasti (kontinyu) atau berulang-ulang tetapi bervariasi dari satu periode ke periode berikutnya.

b. Jika suatu model persediaan mempunyai satu atau lebih komponen yang fenomenanya tidak di ketahui dengan pasti tetapi nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi maka model persediaan tersebut dikatakan probabilistik. Jika "*demand*" atau "*lead time*" salah satunya atau keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti, maka model disebut probabilistik. Maka perilaku dari "*demand*" atau "*lead time*" tersebut harus dijabarkan dengan menggunakan distribusi probabilitas. Model probabilistik yaitu sebuah model pengendalian persediaan yang memiliki parameter persediaan bersifat variatif. Parameter yang variatif ini dapat di atasi dengan sebuah stok pengaman/ safety stock. Safety stock dibuat agar kekurangan bahan baku atau *shortage* dapat diatasi. Jika terjadi kekurangan bahan baku, dampaknya akan terasa pada menurunnya service level dan terhambatnya proses produksi. Model persediaan probabilistik ditandai oleh karakteristik permintaan dan periode kedatangan pesanan yang tidak dapat diketahui secara pasti sebelumnya sehingga perlu didekati dengan distribusi probabilitas. Model ini terdiri atas dua, yaitu *probabilistic stationary* dan *probabilistic nonstationary*.

Dalam sistim persediaan, ketidakpastian berasal dari (*Bahagia, 2006*) :

1. Pemakai (*user*), berupa variasi atau deviasi standard yang merupakan cerminan fluktuasi permintaan.
2. Pemasok (*Supplier*), berupa *lead time* yang panjang, yang menunjukkan ketidaktepatan waktu pengiriman barang.
3. Sistem manajemen, dapat berupa ketidakmampuan pengelolah menyikapi masalah.

2.7. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah program komputer yang bertujuan untuk menirukan perilaku sistem nyata. Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*. Simulasi Monte Carlo ini menjelaskan tentang kemungkinan penggunaan data sampel dalam metode Monte Carlo dan juga sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan *hystorical data* yang dipakai pada simulasi untuk tujuan lain. Metode simulasi Monte Carlo ini cukup sederhana dalam menguraikan ataupun menyelesaikan persoalan, termasuk dalam penggunaan programnya di komputer. Menurut (*Tampubolon M. P., 2004*) Simulasi Monte Carlo merupakan metode eksperimen dengan membuat perubahan mendasarkan probabilitas dengan teknik sampling random. Metode Monte Carlo merupakan teknik simulasi dengan menggunakan random yang dipilih dari elemen yang sesuai dengan perlakuannya.

Simulasi dengan metode Monte Carlo adalah bentuk simulasi probabilistik berdasarkan proses randomisasi (acak) yang melibatkan variabel-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Metode simulasi Monte Carlo adalah metode analisis numerik dimana pengambilan sampel eksperimen bilangan acak di libatkan dalam hal ini. Metode ini secara umum digunakan untuk mensimulasikan sistem pengendalian persediaan. Simulasi ini memberikan tiga batasan dasar yang perlu diperhatikan.

1. Simulasi ini tidak di perlukan atau tidak di sarankan untuk di gunakan ketika suatu persoalan sudah dapat diselesaikan atau dihitung jawabannya secara sistematis dengan tuntas.
2. Simulasi ini dapat di gunakan pada kasus dimana sebagian persoalan dapat diuraikan secara analitis dengan baik dan sebagian lagi tidak. maka penyelesaiannya sebagian dengan cara analitis dan sebagiannya dengan simulasi Monte Carlo yang pada akhirnya disusun kembali keseluruhannya sebagai penyelesaian akhir.

3. Simulasi ini dapat di gunakan sebagai digunakan simulasi perbandingan. Yaitu apabila ada dua sistem dengan perbedaan para parameter, distribusi, dan cara pelaksanaannya.

Langkah-langkah utama dalam simulasi Monte Carlo :

1. Menetapkan suatu distribusi probabilitas bagi variabel yang penting.
2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.. Distribusi probabilitas kumulatif ini akan digunakan sebagai dasar pengelompokkan batas interval dari bilangan acak.
3. Membangkitkan angka acak. Angka acak dapat dihasilkan dengan dua cara. Jika persoalan yang dihadapi besar dan proses yang sedang diteliti melibatkan banyak percobaan simulasi, maka digunakan program komputer untuk membangkitkan angka acak. Jika simulasi dilakukan dengan perhitungan tangan, angka acak dapat diambil dari sebuah tabel angka acak.
4. Analisis hasil keluaran simulasi sebagai masukan bagi alternatif pemecahan permasalahan dan pengambilan kebijakan. Hasil simulasi dapat digunakan sebagai evaluasi terhadap kondisi yang sedang terjadi.
5. Melakukan simulasi secara berulang-ulang

Simulasi Monte Carlo adalah metode simulasi sederhana. *Spreadsheet* adalah salah satu tools yang dapat di gunakan untuk membangunnya secara cepat. Pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh dari data historis sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana :

$$P_i = \frac{f_i}{n}$$

dengan :

P_i = probabilitas kejadian i

f_i = frekuensi kejadian i

n = jumlah frekuensi semua kejadian

Tetapi dalam simulasi Monte Carlo, probabilitas juga dapat ditentukan dengan mengukur probabilitas sebuah kejadian terhadap suatu distribusi tertentu. Distribusi ini tentu saja telah menjalani serangkaian ujian distribusi misalnya uji *Chi-Square*, *Heuristic* atau *Kolmogrov Smirnov* dan sebagainya.

2.8. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini diuraikan pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Variable / Metode	Hasil
1	Destaria dan Diah (2011)	Perencanaan Kebijakan Persediaan Obat Dengan Menggunakan Metode Probabilistik *Continuous Review* (s,S) System Pada Bagian Instalasi Farmasi Rumah Sakit AMC	- *Continuous Review* (s,S) - Analisis ABC - Analisis VED	Dengan menggunakan metode *Continuos Review* (s,S) dapat mengalami penghematan Rp. 164.400.215 atau 42,09% dari kondisi aktual
2	Chukwudi, Hycinth Iwu et al., (2014)	Application of inventory model in determining stock control apparel in an organization	Analisis Economic Order Quantity, Analisis Persediaan Pengaman (Safety Stock) dan Analisis Titik Pemesanan (Reorder Point)	Dengan penggunaan metode economic order quantity dan reorder point dapat membuat perubahan terhadap optimalisasi pemesanan
3	Topowijono dan Sudjana (2015)	Penerapa model EOQ (Economic Order Quantity) dalam rangka meminimumkan biaya persediaan bahan baku	Metode Deskriptif dengan pendekatan studi kasus	Jumlah persediaan bahan baku melebihi kebutuhan bahan baku

No	Peneliti	Judul	Variable / Metode	Hasil
		(Studi Pada UD. Sumber Rejo Kandangan-Kediri)		yang digunakan untuk proses produksi dan mengakibatkan biaya persediaan bahan baku yang tinggi. Sehingga peneliti menggunakan metode EOQ dalam menentukan jumlah persediaan bahan baku.
4	Margono dan Lestari (2015)	Determine the appropriate inventory model in Tang company	Analisis Economic Order Quantity, Analisis Persediaan Pengaman (Safety Stock) dan Analisis Titik Pemesanan (Reorder Point)	Penerapan metode persediaan economic order quantity, safety stock dan reorder point akan membuat system produksi di perusahaan lebih baik
5	Wardhani (2015)	Perencanaan dan Pengendalian persediaan dengan metode EOQ	Membandingkan metode persediaan EOQ dengan metode persediaan yang diterapkan oleh perusahaan	Penerapan metode EOQ pada Perusahaan menghasilkan biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan metode yang selama ini diterapkan oleh perusahaan. Metode kuantitatif

No	Peneliti	Judul	Variable / Metode	Hasil
				deksriptif dan komparatif
6	Guga and Musa (2015)	Inventory management through EOQ model of Shpresa Ltd, Albania	Adanya significant costs dan irrelevant costs	Hasil perhitungan metode persediaan Economic Order Quantity dapat mengurangi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan sehingga mengurangi total biayanya dan hasil reorder pointnya adalah dilakukan pembelian kembali setiap 6 minggu yang sebelumnya setiap 8 minggu

Implikasi praktis yang diharapkan dari penelitian ini untuk perusahaan ada 2, yaitu:

1. Section persediaan memiliki metode pengelolaan persediaan berdasarkan keilmuan inventory management sehingga hasilnya dapat dipertanggung jawabkan. Saat ini metode yang di gunakan untuk menentukan *safety stock* masih sangat konvensional yaitu dengan menggunakan jumlah rata-rata permintaan per bulan dengan mempertimbangkan *lead time* pengiriman barang. Hal ini yang masih menyebabkan beberapa spare part mempunyai jumlah persediaan yang jauh di atas *demand* yang sesungguhnya, dan ada juga yang selalu *stock out* karena perhitungannya kurang memadai. Dengan adanya penelitian ini maka, metode-metode yang digunakan yang berdasarkan keilmuan inventory management dapat digunakan oleh perusahaan sebagai

acuan yang lebih valid dan dapat dipertanggung jawabkan dalam menentukan jumlah persediaan. Adapun metode-metode yang dimaksud adalah:

a. Metode *Deterministic* yang di gunakan untuk menentukan jumlah persediaan dalam manajemen persediaan khususnya untuk barang barang yang parameter serta variabel nya dapat diketahui dan dihitung secara pasti.
b. Metode *Probabilistik* yang juga di gunakan untuk menentukan jumlah persediaan dalam manajemen persediaan yang variabelnya tidak pasti.
c. Metode Monte Carlo yang merupakan pendekatan untuk membentuk kembali distribusi peluang yang didasarkan pada pilihan atau pengadaan bilangan acak.

2. Hasil perhitungan dari penelitian ini dapat digunakan secara langsung bagi perusahaan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan suatu pertimbangan serta masukan terhadap manajemen SCM di perusahaan dalam mengelola persediaan spare part alat berat. Hasil perhitungan yang di maksudkan adalah:

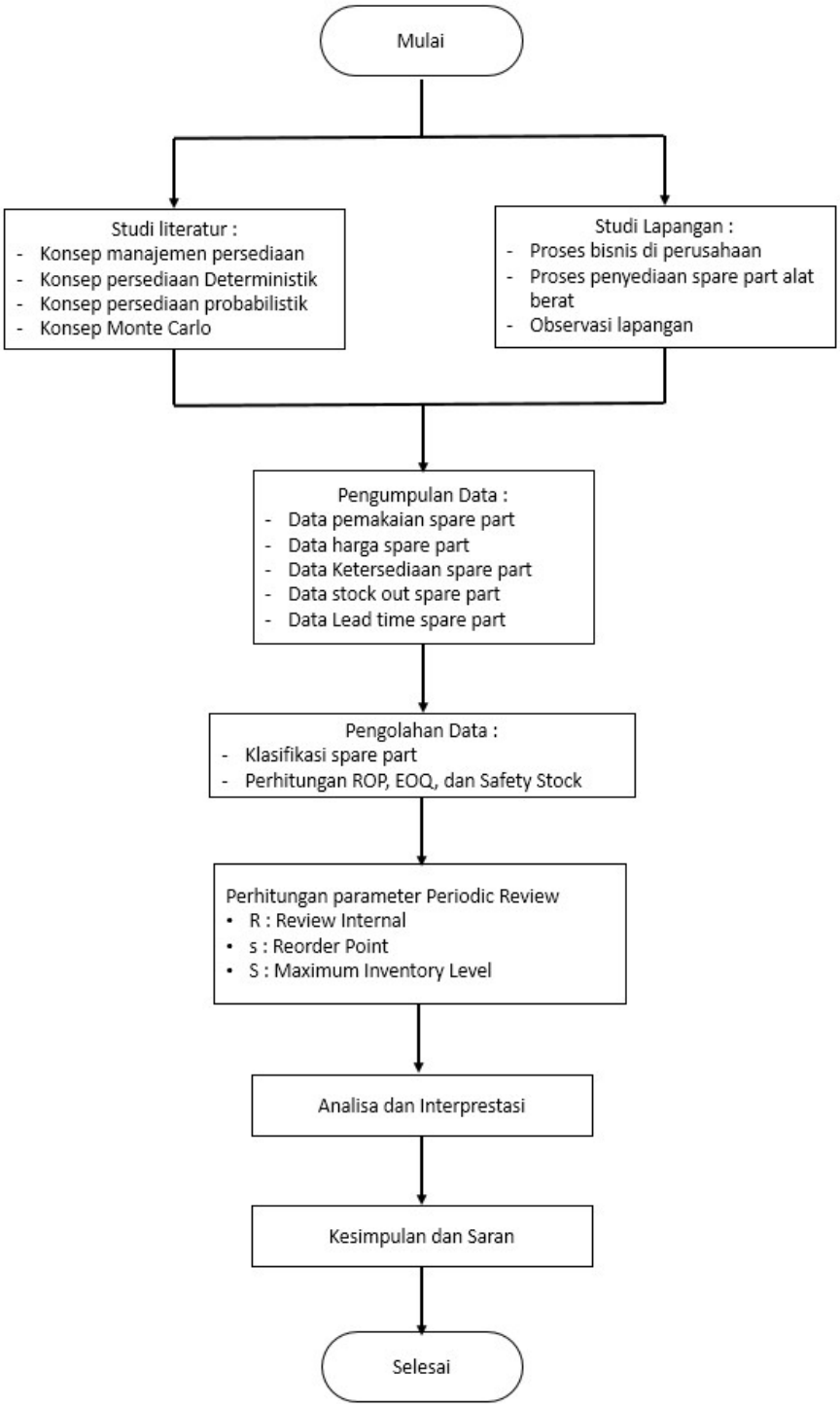
a. Perhitungan klasifikasi *Criticality spare part*, selama ini penentuan *criticality* yang masih belum optimal, sudah bisa diperoleh perhitungan yang optimal.
b. Perhitungan *safety stock*, perhitungan ini bisa mejadi pertimbangan bagi perusahaan agar lebih akurat dalam menentukan *safety stock*.
c. Perhitungan *Reorder Point*, perhitungan *reorder point* juga bisa menjadi pertimbangan bagi perusahaan untuk diaplikasikan dalam penentuan *reorder point* untuk persediaan *spare part* alat berat ini.
d. Perhitungan EOQ, yang digunakan untuk menentukan ukuran lot pemesanan dengan biaya yang paling optimal.
e. Perhitungan biaya persediaan suku cadang alat berat dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam perhitungan biaya persediaan.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rancangan pengendalian persediaan untuk suku cadang alat berat tidak berlebihan atau tidak banyak yang stock out dan dengan biaya persediaan minimum. Pada bab ini akan diuraikan langkah-langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian. Metodologi ini berguna agar peneliti dapat terstruktur dengan baik serta dapat mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.

3.1. Flowchart Penelitian

Berikut ini merupakan alur pelaksanaan penelitian dalam bentuk *flowchart.*



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.2. Penjelasan *Flowchart* Penelitian

Pada sub bab ini berisi mengenai penjelasan setiap tahapan–tahapan *flowchart* dalam penelitian. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing–masing tahapan *flowchart* penelitian.

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk untuk mencari landasan teori-teori tentang pengendalian persediaan c dengan metode *inventory probabilistic*, *deterministic* dan *Monte Carlo* models dan juga tentang biaya *inventory*. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan yang sering terjadi di lingkup manajemen persediaan secara umum. Hal ini di harapkan dapat membantu membangun kerangka berfikir yang tepat dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi. Selain itu, juga mencari referensi mengenai persediaan, manajemen suku cadang, dan berbagai kebijakan yang mendukung dalam pengerjaan penelitian.

3.2.2. Studi Lapangan

Studi lapangan yaitu pengumpulan data dari perusahaan dengan mencatat data – data dari dokumen perusahaan. Tahapan studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung di PT. X, tujuannya untuk mengetahui kondisi awal secara umum yang terjadi pada sistem pengendalian spare part yang diterapkan di perusahaan.

3.2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan pencarian data yang berupa telaah-telaah atau studi dari pustaka dan observasi. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain wawancara dengan pihak – pihak terkait dan data sekunder. Data yang didapat dari perusahaan antara lain data kelas suku cadang, harga/biaya suku cadang, *demand* suku cadang, *lead time* pengadaan suku cadang, data *inventory* suku cadang, dll.

3.2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan yaitu dengan perhitungan kebijakan pengendalian persediaan optimal dengan 3 metode yaitu metode deterministic dan metode probabilistic dan untuk mengetahui kondisi eksisting perusahaan menggunakan simulasi montecarlo. Dari hasil – hasil yang didapatkan kemudian dapat dicari biaya persediaan. Nilai – nilai tersebut akan dibandingkan untuk mendapat metode mana yang paling optimal.

Pengolahan data juga di lakukan dengan perhitungan parameter model Periodic Review. Perhitungan ini dilakukan untuk pengolahan data hasil permintaan historis dengan menggunakan algoritma perhitungan *power approximation* untuk mendapatkan parameter kebijakan persediaan *periodic review,* yaitu *review interval* (R), *reorder point* (s), dan *maximum inventory* level (S) pada masing-masing suku cadang. Jika *demand* selama T+LT berdistribusi normal dengan *mean* D×(T+LT), *variansi* σ^2×(T+LT), dan *standard deviasi* σ x $(T + LT)^{1/2}$, maka *safety stock* :

SS = Z x standard deviasi demand selama T+LT

$$= Z.\sigma.\sqrt{(T + LT)}$$

Sehingga target *stock level*

$$[Target\ stock\ level] = [Demand\ selama\ T + LT] + [Safety\ Stock]$$

$$= D.(T + LT) + Z.\sigma.\sqrt{(T + LT)}$$

Jika lead time pemesanan lebih lama dari panjang siklus, maka :

$$[Order\ quantity] = [Target\ stock\ level] - [Stock\ on\ hand] - [Stock\ on\ order]$$

Dimana :

T : Periode pemesanan tetap

LT : Lead Time

SS : Safety Stock

Σ : Standard Deviasi

3.2.5 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dari hasil pengolahan data. Hasil pengolahan data yang dibahas pada tahap ini antara lain adalah *quantity* pemesanan, *reorder point* yang efisien, *safety stock*, lot pemesanan, *lead time* pemesanan, total *cost*, *stock level* dan *service level* suku cadang.

3.2.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan diawal Analisis yang dilakukan yaitu mencari strategy pengendalian persediaan dan parameter tingkat persediaan yang optimal sehingga tingkat persediaan dapat di kendalikan dengan baik dengan menggunakan analisis kebijakan persediaan Deterministic, Probabilistic, simulasi montecarlo, dan perbandingan biaya persediaan. Kesimpulan diperoleh dari hasil pengumpulan , pengolahan dan analisis terhadap data penelitian. Saran berisi masukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan profil perusahaan sebagai studi kasus dan hasil pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Data tersebut kemudian diolah sesuai dengan metode pengerjaan penelitian yang dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.1. Pengumpulan Data

Pada sub bab ini terdiri atas data-data yang dibutuhkan dalam analisis pengendalian persediaan spare part alat berat pada industri nikel, diantaranya gambaran umum perusahaan, data suku cadang alat berat, penentuan spare part terpilih dengan nilai stock out terbesar, klasifikasi spare part mesin dengan analisis ABC, harga dan lead time spare part terpilih, dan pola penggunaan spare part dengan metode ADI-CV terpilih.

4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan

PT. X adalah perseroan yang didirikan berdasarkan Akta No. 49 tanggal 25 Juli. Anggaran Dasar Perseroan disetujui Menteri Kehakiman Republik Indonesia dalam Surat Keputusan No. J.A.5/59/18 tanggal 26 Juli 1968 dan diumumkan dalam Tambahan No. 93 Berita Negara Republik Indonesia No. 62 tanggal 2 Agustus 1968. Anggaran Dasar Perseroan telah beberapa kali mengalami perubahan dan terakhir diubah dengan Akta No.121 tanggal 29 Juni 2015, tentang Perubahan Anggaran Dasar Perseroan yang telah disetujui dalam Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa ("RUPS Luar Biasa") pada tanggal 29 Juni 2015. Perubahan ini telah memperoleh persetujuan dari Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia dalam Surat Keputusan No. AHU-0938647.AH.01.02 Tahun 2015 tanggal 3 Juli 2015 dan telah memperoleh penerimaan pemberitahuan dari Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia dalam Surat Keputusan No. AHU-AH.01.03-0948078 Tahun 2015 tanggal 3 Juli 2015.

PT.X beroperasi dalam naungan Kontrak Karya yang telah diamandemen pada 17 Oktober 2014 dan berlaku hingga 28 Desember 2025 dengan luas konsesi

seluas 118.017 hektar meliputi Sulawesi Selatan (70.566 hektar), Sulawesi Tengah (22.699 hektar) dan Sulawesi Tenggara (24.752 hektar).

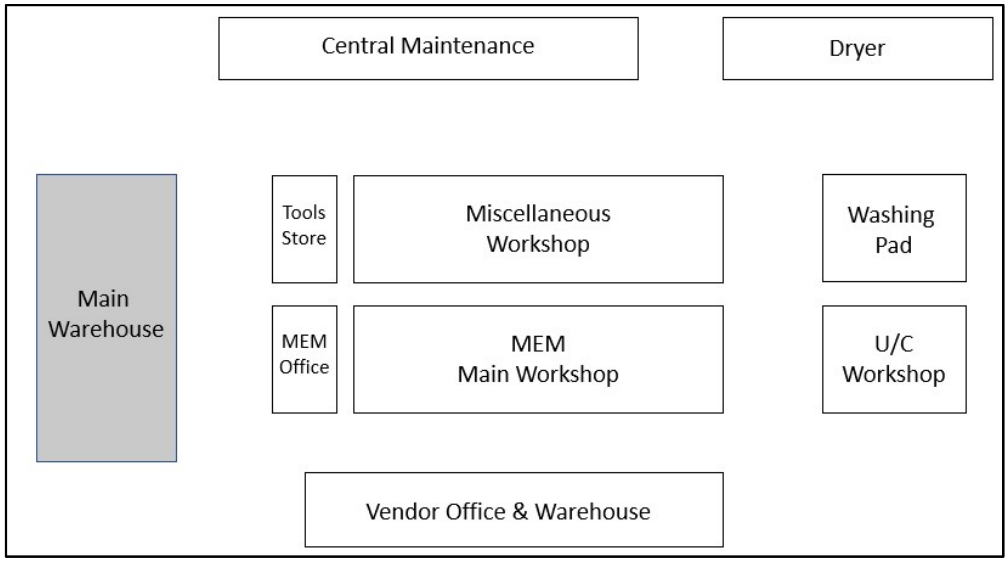
Berdasarkan Anggaran Dasar Perusahaan, ruang lingkup kegiatan PT.X adalah dalam eksplorasi dan penambangan, pengolahan, penyimpanan, pengangkutan dan pemasaran nikel beserta produk mineral terkait lainnya. Saat ini, PT.X menambang bijih nikel dan memprosesnya menjadi nikel dalam matte (produk yang digunakan dalam pembuatan nikel rafinasi) dengan penambangan dan pengolahan terpadu di Sorowako – Sulawesi.

PT. X menambang nikel laterit untuk menghasilkan produk akhir berupa nikel dalam matte. Rata-rata volume produksi nikel per tahun mencapai 75.000 metrik ton. Dalam memproduksi nikel di Blok Sorowako, PT. X menggunakan teknologi pyrometalurgi (meleburkan bijih nikel laterit). Nikel yang dihasilkan PT.X diekspor seluruhnya kepada Sumitomo Metal Mining Co, Ltd (Jepang) dalam kontrak khusus jangka panjang yang dijalin kedua perusahaan tersebut.

Proses pengolahan nikel di PT.X menggunakan 3 *dryer*, 5 *reduction kiln*, 4 *electric furnace*, dan 3 *converter*. Hasil dari proses ini menghasilkan *Nickel Matte* dan bahan lain yang tidak digunakan berupa *slag*, bahan lain ini sebagian besar digunakan menjadi bahan pengeras jalan. Seluruh proses pengolahan menggunakan daya listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dimiliki oleh PT.X dengan kapasitas 365 MW, sehingga dengan adanya sumber energi tersebut, biaya produksi pengolahan dapat terkontrol dan menjadi sangat efisien.

Selain peralatan pabrik yang di sebutkan di atas, Perusahaan tambang seperti PT. X, tentu membutuhkan alat berat untuk menunjang proses pengerjaan penambangan. Peralatan ini dapat di gunakan untuk mengeksplorasi hasil-hasil tambang PT. X yaitu nikel. Alat berat ini berguna untuk mempercepat proses serta menghemat waktu, tenaga, dan membantu mengerjakan pekerjaan yang mustahil/sulit di lakukan dengan cara manual. Alat berat adalah investasi yang nilainya sangat besar bagi perusahaan, untuk itu aset ini harus di kelolah dengan baik dan dengan management yang tepat pula, sehingga dapat membawa hasil yang maximal bagi perusahaan dalam melaksanakan proyeknya dan menghasilkan keuntungan bagi perusahaan. Alat-alat berat ini harganya sangat mahal, sehingga

perusahaan menginginkan agar peralatan peralatan ini memiliki umur yang panjang dan bisa di gunakan dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, perusahaan juga menginginkan agar peralatan peralatan ini bisa beroperasi dengan aman baik itu bagi pekerja, bagi peralatan itu sendiri maupun lingkungan sekitarnya. Untuk menjaga agar alat-alat berat tersebut bekerja dengan baik dan aman, maka diperlukan perencanaan dan pelaksanaan perawatan alat-alat berat tersebut. Untuk mendukung proses *maintenance* yang baik bagi alat berat-alat berat ini, maka PT.X menyediakan fasilitas *Main Warehouse* yang bertugas untuk menyediakan kebutuhan-kebutuhan dalam melakukan kegitan *maintenance*. Peran *warehouse* sangat penting dalam pencapaian tujuan dari pemeliharaan alat berat ini, sehingga warehouse benar-benar di tuntut untuk memberikan pelayanan terbaik demi kelancaran kegiatan pemeliharaan alat berat, seperti : Ketepatan waktu kirim barang, kualitas barang, harga barang, dan lain-lain sebagainya. Adapun denah lokasi warehouse dan workshop di PT.X adalah seperti pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Denah lokasi *Warehouse* dan *Maintenance Workshop* PT. X

4.1.2. Data Suku Cadang Alat Berat

Data ini tersedia di program SAP yang di gunakan di PT. X, dalam program ini termuat data spare part sepert M*aterial number, Material description,*

Price, penggunaan material, dan banyak informasi lainnya. Data suku cadang tersebut secara sederhana seperti pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Data suku cadang berdasarkan type alat berat

No.	***Material No.***	***Material Description***	***Price***	***Dozer***	***Loader***
1	13009944	TAG:ELECTRONIC IDENT;HALF MOON;FMS	$67,08	V	
2	13009945	TAG:ELECTRONIC IDENT;ADAPTSMU;FMS	$401,87	V	
3	13014527	SPLICE:COND;SMALL SIZE;CAS CAM/RF	$3,89		V
4	13014528	SPLICE:COND;BIG SIZE;CAS CAM/RF	$3,89		V
5	13014530	FUSEHOLDER:BLOCK;IT-EL-FH;CAS CAM/RF	$3,89		V
6	13014531	CABLE TIE;BIG SIZE;CAS CAM/RF	$3,89		V
7	13014533	CONNECTOR:PLUG;FEMALE;CAS CAM/RF	$12,60		V
8	13014534	CONNECTOR:PLUG;FEMALE;6 PIN;CAS CAM/RF	$12,60		V
9	13014535	CONNECTOR:PLUG;MALE;6 PIN;CAS CAM/RF	$12,60		V
10	13014536	BOSS;ROLL NUT;CAS CAM/RF	$12,60		V
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…
14949	N/A	P / N 3893067 (PRECLEANER)	$357,11		V
14950	N/A	P/N 294-1743 (GAUGE OIL ENGINE)	$17,61		V
14951	N/A	P/N.130-8350;TUBE;CATERPILLAR	$58,20		V
14952	N/A	P/N.1605073;HARNESS AS;CATERPILLAR	$79,14		V
14953	N/A	P/N.1630957;HARNESS AS;CATERPILLAR	$110,63		V
14954	N/A	P/N.1726142;HARNESS AS;CATERPILLAR	$290,38		V

No.	*Material No.*	*Material Description*	*Price*	*Dozer*	*Loader*
14955	N/A	P/N.1799485;HARNESS AS;CATERPILLAR	$534,28		V
14956	N/A	P/N.2008797;HARNESS AS;CATERPILLAR	$565,86		V
14957	N/A	P/N.2008807;HARNESS AS;CATERPILLAR	2.875,29		V
14958	N/A	P/N.2010442;HARNESS AS;CATERPILLAR	$479,39		V

4.1.3. Penentuan Spare Part Terpilih dengan Nilai Stock Out yang Terbesar

Sparepart yang dibutuhkan oleh kedua alat berat mengalami stock out. Kondisi stock out adalah kondisi yang ingin dihindari oleh perusahaan. Oleh karena itu indicator ini perlu diukur. Nilai stock out selama setahun dipilih dalam penelisian tesis ini. Berikut ini hasil pengukuran untuk kinerja stock out. Rumus perhitungan stok out menggunakan cara :

Value year (n) = *Price X Jumlah stock out year (n)*

Total Value = *Value year 1 + Value Year 2 + Value Year 3*

Contoh perhitungan untuk material Berco CR7609

Value year 1 = Price X Jumlah stock out year 1

Value year 1 = $ 870 X 0 = $ 0

Value year 2 = Price X Jumlah stock out year 2

Value year 2 = $ 870 X 352 = $ 306.240

Value year 3 = Price X Jumlah stock out year 3

Value year 3 = $ 870 X 0 = $ 0

Maka, Total value nya adalah

Total Value = Value year 1 + Value Year 2 + Value Year 3

Total Value = $ 0 + $ 306.240 + $ 0 = $ 306.240

Demikian seterusnya untuk component selanjutnya. Stelah semua perhitungan selesai di lakukan kemudian di urutkan dari yang Total Value nya paling besar sampai yang Total valuenya paling kecil. Hasilnya seperti pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Data *stock out* suku cadang dalam 3 tahun

No	Material	Material Description	Price	Number of Stock Out						Total Stock Out		Stock Out Ranking (Value)
				Year 1 (units)	Value ($)	Year 2 (units)	Value ($)	Year 3 (units)	Value ($)	Total Units	Total Value	
1	N/A	Berco CR7609	$870,00	0	$-	352	$306.240,00	0	$-	352	$306.240,00	1
2	N/A	Berco CR7529	$870,00	0	$-	352	$306.240,00	0	$-	352	$306.240,00	2
3	70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	14320	$101.951,24	13028	$92.752,85	10375	$73.864,81	37723	$268.568,90	3
4	N/A	Berco CR3688	$900,00	0	$-	176	$158.400,00	0	$-	176	$158.400,00	4
5	70190919	SEAL;	$208,76	2	$417,52	1	$208,76	702	146.549,52	705	$147.175,80	5
6	70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	11437	$42.283,73	14220	$52.572,76	13087	$48.383,95	38744	$143.240,44	6
7	N/A	Berco CR3685A	$220,00	226	$49.720,00	176	$38.720,00	240	$52.800,00	642	$141.240,00	7

No	Material	Material Description	Price	Number of Stock Out						Total Stock Out		Stock Out Ranking (Value)
				Year 1 (units)	Value ($)	Year 2 (units)	Value ($)	Year 3 (units)	Value ($)	Total Units	Total Value	
8	70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	6	$36.018,00	8	$48.024,00	9	$54.027,00	23	$138.069,00	8
9	N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	0	$-	0	$-	1	$133.631,71	1	$133.631,71	9
10	70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	142	$673,08	57	$270,18	26627	126.211,98	26826	$127.155,24	10
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14949	N/A	P/N 423-56-21780 (PLATE - KOMATSU)	$23,17	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14949
14950	N/A	P/N 423-56-21770 (COVER - KOMATSU)	$24,36	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14950

No	Material	Material Description	Price	Number of Stock Out						Total Stock Out		Stock Out Ranking (Value)
				Year 1 (units)	Value ($)	Year 2 (units)	Value ($)	Year 3 (units)	Value ($)	Total Units	Total Value	
14951	N/A	PILOT PRESSURE SENSOR 3447389 CATERPILLA	$372,82	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14951
14952	15067274	GEARBOX;STIEBEL;	$20,00	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14952
14953	N/A	1677504; HARNESS AS	$305,06	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14953
14954	N/A	1677505; HARNESS AS	$153,45	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14954
14955	N/A	1688248; HARNESS AS	$1.087,87	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14955
14956	N/A	3S2093; TIE	$0,22	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14956
14957	N/A	1611083 (COVER RH)	$284,11	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14957
14958	15754922	MOTOR:WINDSHIELD	$1,00	0	$-	0	$-	0	$-	0	$-	14958

No	Material	Material Description	Price	Number of Stock Out						Total Stock Out		Stock Out Ranking (Value)
				Year 1 (units)	Value ($)	Year 2 (units)	Value ($)	Year 3 (units)	Value ($)	Total Units	Total Value	
		WIPER;ELEC;43835271										

Dari hasil klasifikasi di atas berikut spare part terpilih untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut. Ada 10 spare part yang dipilih dapat dilihat pada tabel

Tabel 4.3 Data ranking stockout berdasarkan Total Value

No	*Material Code*	*Material Description*	*Product Price*	*Total Value*	*Stock Out Ranking (Value)*
1	N/A	Berco CR7609	$870,00	$306.240,00	1
2	N/A	Berco CR7529	$870,00	$306.240,00	2
3	70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	$268.568,90	3
4	N/A	Berco CR3688	$900,00	$158.400,00	4
5	70190919	SEAL;	$208,76	$147.175,80	5
6	70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	$143.240,44	6
7	N/A	Berco CR3685A	$220,00	$141.240,00	7
8	70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	$138.069,00	8
9	N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	$133.631,71	9
10	70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	$127.155,24	10

4.1.4. Klasifikasi Spare Part Mesin dengan Analisis ABC

Selain mengolah data nilai stock out sebagai dasar memilih spare part yang akan dianalisa pengendalian persediaannya. Penelitian tesis ini juga melakukan pengklasifikasian spare part dengan analisis ABC. Data suku cadang dapat dikelompokkan ke dalam klasifikasi A, B dan C di mana dengan menggunakan data pareto chart diperoleh ada 1323 item termasuk dalam klasifikasi A, 2496 item termasuk klasifikasi B dan 11139 item termasuk klasifikasi C. Berikut tabel klasifikasi ABC pada spare part alat berat.

Tabel 4. 4 Klasifikasi suku cadang

No	*Material*	*Material Description*	*Price*	*Class*
1		P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	A
2	70161797	TRANSMISSION ASSEMBLY;;FOR 966E WHEEL	$56.000,00	A
3	9L9089:AA	ENGINE	$42.519,47	A
4	9M2828:AA	ENGINE	$30.564,23	A
5		312-2232 (WHEEL AS)	$17.122,52	A
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…
1324	70195122	HOSE ASSEMBLY;USED ON WHEEL LOADER	$379,20	B
1325	70196280	HOSE;1IN; SAE100R13;	$379,20	B
1326	70196292	HOSE;3/4IN; SAE100R13;	$379,20	B
1327	70196296	HOSE;3/8IN; SAE100R2 AT;	$379,20	B
1328	70196298	HOSE;1/2IN; SAE100R2 AT;	$379,20	B
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…
14954		13575231 (OIL PUMP)	$0,01	C
14955		550 282 79 (WIRE ROPE)	$0,01	C
14956		550 282 97 (WIRE ROPE)	$0,01	C
14957		5P-5824 (holder)	$0,01	C
14958		H45732 (TUBE)	$0,01	C

4.1.5. Harga dan Lead Time Spare Part Terpilih

Berikut merupakan data harga dan lead time pemesanan spare part yang telah terpilih. Data harga spare part digunakan untuk menghitung biaya simpan dan biaya pemesanan. Begitu juga pada data harga spare part dan lead time pemesanan

ini yang nantinya akan digunakan sebagai input dalam perhitungan parameter kebijakan persediaan pada pengolahan data selanjutnya. Adapun data harga dan lead time pemesanan spare part terpilih dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data Harga dan Lead Time Spare Part Mesin Terpilih

Material Code	***Material Description***	***Product Price***	***Monthly Average Demand***	***Lead Time (Month)***
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	981	1
70190919	SEAL;	$208,76	47	1
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	360	1
70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	937	1
N/A	Berco CR7609	$870,00	394	2
N/A	Berco CR7529	$870,00	384	2
N/A	Berco CR3688	$900,00	129	2
N/A	Berco CR3685A	$220,00	124	2
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	4	3
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	0,17	6

4.1.6. Pola Penggunaan Spare Part dengan Metode ADI-CV Terpilih

Pola penggunaan *spare part* terbagi menjadi empat, yaitu *slow moving, erratic, intermittent,* dan *lumpy.* Adapun pengelompokan pola penggunaan *spare part* mesin berdasarkan perhitungan pada analisis ADI-CV sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab dua. Contoh perhitungan Berco CR 7609 yang merupakan salah satu dari 10 spare part terpilih adalah :

$$ADI = \frac{36}{36} = 1.00$$

$$CV = \frac{49.79}{393.78} = 0.13$$

Hasil klasifikasi data suku cadang untuk 10 spare part terpilih ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6 Pola Penggunakan Sparepart terpilih

Material Code	***Material Description***	***Coeficient of Variation (CV)***	***Average Demand Interval (ADI)***	***Classification***
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	1.35	1.00	ERRATIC
70190919	SEAL;	0.58	1.00	ERRATIC
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	0.78	1.00	ERRATIC
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	0.75	1.29	ERRATIC
70184949	IN HOSE XT6;	1.59	1.00	ERRATIC
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	2.24	6.00	LUMPY
N/A	Berco CR7609	0.13	1.00	SLOW MOVING
N/A	Berco CR7529	0.09	1.00	SLOW MOVING
N/A	Berco CR3688	0.24	1.00	SLOW MOVING
N/A	Berco CR3685A	0.18	1.00	SLOW MOVING

4.2. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Data-data yang telah dikumpulkan pada subbab pengumpulan data kemudian akan dilakukan penghitungan biaya persedian *spare part.*

4.2.1. Penghitungan Biaya Persediaan Spare Part

Sebelum mendapatkan biaya persediaan, perlu dihitung terlebih dahulu terkait biaya penyusunnya. Diantaranya yaitu terdapat biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya kekurangan persediaan. Ketiga jenis biaya ini selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi masing-masing metode kebijakan pengendalian yang diterapkan.

4.2.1.1. Data Biaya Pesan (Order Cost)

Biaya pesan (*order cost*) adalah biaya yang timbul sebagai akibat dari pemesanan barang-barang atau spare part-spare part dari supplier, sejak pesanan di buat, dikirim sampai diserahkan ke gudang. *Order cost* yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata biaya order per sekali order selama 3 tahun. Adapun biata pesan (*Order cost*) untuk spare part-spare part terpilih dalam study ini, dapat di lihat pada tabel 4.7 di bawah.

Tabel 4. 7 Biaya pesan (*Order cost*)

Material Code	***Material Description***	***Product Price***	***Order Cost/Order***
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	$6.681,59
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	$300,15
N/A	Berco CR3688	$900,00	$45,00
N/A	Berco CR7609	$870,00	$43,50
N/A	Berco CR7529	$870,00	$43,50
N/A	Berco CR3685A	$220,00	$11,00
70190919	SEAL;	$208,76	$10,44
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	$0,36
70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	$0,24
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	$0,18

4.2.1.2. Data Biaya Simpan (Holding Cost)

Biaya simpan (*Holding cost*) adalah segala biaya yang timbul karena adanya persediaan yang meliputi semua pengeluaran yang di keluarkan perusahaan

sebagai akibat perusahaan menyimpan persediaan. Biaya simpan untuk 10 item *spare part* terpilih pada study ini dapat dilihat pada tabel 4. 8 di bawah.

Tabel 4. 8 Biaya simpan (*Holding cost*)

Material Code	***Material Description***	***Product Price***	***Holding Cost/Unit***
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	$12.026,85
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	$540,27
N/A	Berco CR3688	$900,00	$81,00
N/A	Berco CR7609	$870,00	$78,30
N/A	Berco CR7529	$870,00	$78,30
N/A	Berco CR3685A	$220,00	$19,80
70190919	SEAL;	$208,76	$18,79
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	$0,64
70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	$0,43
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	$0,33

4.2.1.3. Data Biaya Kekurangan (Shortage Cost)

Biaya kehabisan/ biaya kekurangan bahan merupakan biaya yang timbul ketika persediaan tidak mencukupi atau tidak seimbang dengan permintaan bahan. Biaya kekurangan (shortage cost) untuk ke 10 spare part terpilih adalah seperti pada Tabel 4.9 di bawah.

Tabel 4. 9 Biaya kekurangan (*Shortage cost*)

Material Code	***Material Description***	***Product Price***	***Shortage Cost/Unit***
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	$13.363,17
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	$600,30
N/A	Berco CR3688	$900,00	$90,00
N/A	Berco CR7609	$870,00	$87,00
N/A	Berco CR7529	$870,00	$87,00
N/A	Berco CR3685A	$220,00	$22,00
70190919	SEAL;	$208,76	$20,88
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	$0,71
70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	$0,47
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	$0,37

Berikut hasil rekapitulasi keseluruhan perhitungan biaya persediaan yang dibebankan pada spare part mesin terpilih.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Biaya Persediaan pada Spare Part Terpilih

No	***Material Code***	***Material Description***	***Order Cost***	***Holding Cost***	***Shortage Cost***
1	N/A	Berco CR7609	$43,50	$78,30	$87,00
2	N/A	Berco CR7529	$43,50	$78,30	$87,00
3	70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$0,36	$0,64	$0,71
4	N/A	Berco CR3688	$45,00	$81,00	$90,00
5	70190919	SEAL;	$10,44	$18,79	$20,88
6	70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$0,18	$0,33	$0,37
7	N/A	Berco CR3685A	$11,00	$19,80	$22,00
8	70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$300,15	$540,27	$600,30

No	*Material Code*	*Material Description*	*Order Cost*	*Holding Cost*	*Shortage Cost*
9	N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$6.681,59	$12.026,85	$13.363,17
10	70184949	IN HOSE XT6;	$0,24	$0,43	$0,47

4.2.2. Penghitungan Kebijakan Persediaan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai kondisi pengendalian persediaan oleh perusahaan untuk saat ini. Selanjutnya dilakukan perhitungan pada kondisi perbaikan yaitu dengan mempertimbangkan parameter input yang kemudian akan disimulasikan ke dalam monte carlo.

4.2.2.1. Parameter Input Kebijakan Persediaan Kondisi Eksisting

Pengendalian persediaan spare part mesin yang telah dilakukan oleh perusahaan selama ini hanya berpatokan pada minimal stok saja. Selebihnya untuk spare part yang tergolong sering dalam penggunaannya, perusahaan melakukan pengendalian persediaan dengan perkiraan kuantitas dalam pembelian spare part berdasarkan pembelian di masa lalu. Terlebih dalam sistem perusahaan belum menerapkan adanya penjadwalan maintenance yang masif. Sehingga lebih sulit dalam menentukan perkiraan kuantitas persediaan yang dirasa optimal. Berikut data parameter kebijakan pengendalian persediaan yang digunakan oleh perusahaan saat ini.

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Perhitungan

No	*Material Code*	*Material Description*	*Average Monthly Demand*	*Lead Time (Month)*	**Minimal Stock**
1	N/A	Berco CR7609	394	2	788
2	N/A	Berco CR7529	384	2	768
3	70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	981	1	981
4	N/A	Berco CR3688	129	2	258
5	70190919	SEAL;	47	1	47
6	70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	360	1	360

No	*Material Code*	*Material Description*	*Average Monthly Demand*	*Lead Time (Month)*	Minimal Stock
7	N/A	Berco CR3685A	124	2	248
8	70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	4	3	12
9	N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	0.17	6	1,02
10	70184949	IN HOSE XT6;	937	1	937

Tahap pertama dalam pemrosesan data adalah mengelompokkan data *inventory* menggunakan klasifikasi *inventory* ABC. Langkah selanjutnya adalah mengatur level stok minimum dan level stok maksimum untuk mendapatkan jumlah pesanan optimal. Perhitungan jumlah pesanan menggunakan EOQ (*Economical Order Quantity*) dan penentuan tingkat stok minimum dan tingkat stok maksimum menggunakan *continuous review control* (S, s).

4.2.2.2. Penghitungan Kebijakan dengan *Economic Order Quantity (EOQ)*

Metode EOQ digunakan untuk meminimalkan biaya pemesanan dan penyimpanan dalam kondisi tingkat permintaan yang konstan. Rumus yang digunakan untuk menghitung EOQ adalah :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2k\lambda}{h}}$$

Dimana :

k = Biaya pesan (*Order cost*)

λ = Permintaan (*Demand*)

h = Biaya simpan (*Holding cost*)

Contoh perhitungan untuk Berco CR7609, adalah :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2*(43.50)*14176}{78.30}} = 125.50$$

dan hasilnya untuk semua spare part terpilih adalah seperti pada table 4.12 di bawah ini:

Tabel 4.12 Hasil EOQ

Material Code	*Material Description*	*Order Cost*	*Holding Cost*	*Demand*	*EOQ*
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$0,36	$0,64	35300	198.05
70184949	IN HOSE XT6;	$0,24	$0,43	33744	193.63
N/A	Berco CR7609	$43,50	$78,30	14176	125.50
N/A	Berco CR7529	$43,50	$78,30	13816	123.90
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$0,18	$0,33	12957	119.99
N/A	Berco CR3688	$45,00	$81,00	4640	71.80
N/A	Berco CR3685A	$11,00	$19,80	4460	70.40
70190919	SEAL;	$10,44	$18,79	1687	43.29
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$300,15	$540,27	144	12.65
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$6.681,59	$12.026,85	6	2.58

4.2.2.3. Perhintungan Kebijakan Safety Stock, Minimum Stock, Re-order Point, dan Maximum Stock

Tabel 4.13 Safety stock, minimum stock, Re-order point dan maximum Stock

Material Code	*Material Description*	*Product Price*	*Monthly Average Demand*	*Lead Time (Month)*	*S safety stock*	*Min Stock*	*ROP*	*Max Stock*
N/A	Berco CR7609	$870,00	394	2	394	788	1182	3940
N/A	Berco CR7529	$870,00	384	2	384	768	1152	3840
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$7,12	981	1	490,5	981	1471,5	2452,5
N/A	Berco CR3688	$900,00	129	2	129	258	387	1290

70190919	SEAL;	$208,76	47	1	23,5	47	70,5	117,5
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$3,70	360	1	180	360	540	900
N/A	Berco CR3685A	$220,00	124	2	124	248	372	1240
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$6.003,00	4	3	6	12	18	90
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$133.631,71	0,17	6	0,51	1,02	1,53	15,3
70184949	IN HOSE XT6;	$4,74	937	1	468,5	937	1405,5	2342,5

4.2.2.4. Continuous Review Control (S, s)

Dalam perhitungan metode *continuous review control*, satu hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah *safety factor*. *Safety factor* digunakan untuk menentukan tingkat antisipasi perusahaan jika terjadi kekurangan suku cadang. *Safety factor* dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{BD - hQ}{BD}$$

Dimana :

Q : *Order quantity (From EOQ)*

D : Permintaan (*Demand*)

h : Biaya simpan (*Holding cost*)

K : *Safety factor*

B : Biaya kekurangan (*Shortage cost*)

dan kemudian menghitung nilai *Safety factor*, level stok minimum dan level stok maksimum.

Safety factor value = NORMSINV(service level)

$$s = (demand\ x\ average\ lead\ time) + (std\ dev\ lead\ time\ x\ safety\ factor\ value)$$

$$S = Q + s$$

Contoh perhitungan untuk CR7609 adalah :

$$s = (394\ x\ 2) + (1.50\ x\ 2.41) = 792$$

$$S = 394 + 792 = 1186$$

Dan hasilnya untuk 10 spare part terpilih adalah seperti pada tabel di bawah ini :

4.2.2.5. Perhitungan Continuous Review Control (S, s)

Tabel 4.14 *Hasil Perhitungan* Continuous Review Control (S, s)

Material Code	***Material Description***	***K***	***Safety factor value***	***Stdv Lead Time***	***s***	***S***
N/A	Berco CR7609	99%	2.41	1.50	792	1186
N/A	Berco CR7529	99%	2.41	1.50	772	1156
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	99%	2.57	1.50	985	1966
N/A	Berco CR3688	99%	2.20	1.50	261	390
70184949	IN HOSE XT6;	99%	2.56	1.50	941	1878
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	99%	2.39	1.50	364	724
N/A	Berco CR3685A	99%	2.19	1.50	251	375
70190919	SEAL;	98%	1.99	1.50	50	97
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	92%	1.41	1.50	14	18
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	61%	0.29	1.50	1	2

4.2.2.6. Perhitungan Saving dari Inventory Cost

a. Biaya persediaan (*Inventory cost*)

Yang terakhir, menghitung biaya persediaan dengan cara sebagai berikut:

$$IC = \frac{D}{Q} xK + \frac{Q}{2} xh$$

Dimana :

IC : Biaya persediaan (*Inventory Cost*)

D : Total permintaan (*Demand*)

Q : Jumlah order (*Order quantity*)

K : Biaya pesan (*Order cost*)

h : Biaya simpan (*Holding cost*)

Contoh perhitungan untuk Berco CR7609, adalah sebagai berikut :

$$IC = \frac{125.50}{99\%} x\ 394 + \frac{394}{2} x\ 78.30 = \$\ 15{,}438.96$$

Untuk spare part terpilih hasilnya adalah seperti pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Perbandingan inventory cost dan hasil EOQ

Material Code	***Material Description***	***Inventory cost actual***	***Inventory cost EOQ***	***Saving***	***% Saving***
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$11,885.94	$2,029.70	$9,856.24	82.92%
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$236,842.95	$102,503.34	$134,339.61	56.72%
70190919	SEAL;	$816.18	$451.14	$365.04	44.73%
N/A	Berco CR3685A	$1,623.25	$1,233.84	$389.40	23.99%
N/A	Berco CR3688	$6,843.10	$5,249.55	$1,593.56	23.29%
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$66.55	$59.95	$6.59	9.91%
N/A	Berco CR7529	$16,598.69	$15,047.64	$1,551.06	9.34%
N/A	Berco CR7609	$16,990.22	$15,438.96	$1,551.26	9.13%
70184949	IN HOSE XT6;	$208.40	$199.91	$8.49	4.07%
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$327.10	$314.36	$12.74	3.89%

4.2.2.7. Perhitungan Saving dari Inventory Cost dengan Metode Continuous Review

Biaya persediaan (*Inventory cost*) dengan metode continuous review dapat dihitung dengan :

$$IC = (HC*AS) + ((D/O)*OC)+(MO*SC)$$

Dimana :

IC : *Inventory Cost*

HC : *Holding Cost*

AS : *Average Stock*

D : *Demand*

O : Lot Pemesanan

OC : *Ordering Cost*

MO : *Material Out*

SC : *Shortage cost*

Tabel 4.16 Perbandingan inventory cost dan hasil Inventory cost continue review

Material Code	***Material Description***	***Inventory cost actual***	***Inventory cost Continuous review***	***Saving***	***% Saving***
70190919	SEAL;	$816.18	$181.46	$634.72	77.77%
70291201	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO	$11,885.94	$3,556.78	$8,329.16	70.08%
70196446	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$66.55	$24.53	$42.02	63.14%
70184949	IN HOSE XT6;	$208.40	$ 81.87	$126.53	60.71%
70196436	HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	$327.10	$128.73	$198.37	60.64%
N/A	Berco CR3685A	$1,623.25	$1,064.68	$558.57	34.41%
N/A	Berco CR3688	$6,843.10	$ 4,531.13	$2,311.98	33.79%
N/A	P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	$236,842.95	$15,330.34	$52,878.86	22.33%
N/A	Berco CR7529	$16,598.69	$13,038.40	$3,560.29	21.45%
N/A	Berco CR7609	$16,990.22	$13,377.94	$3,612.28	21.26%

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab ini membahas tentang analisis hasil penelitian yang telah di dapatkan dalam penelitian ini. Penjelasan yang di berikan tentang strategi kebijakan persediaan berdasarkan hasil klasifikasi dan analisis kondisi perusahaan saat ini. Setelah itu akan di lakukan pembahasan tentang skenario terhadap rekomendasi perbaikan kemudian pada akhirnya akan di bahas implikasi praktis dari tahapan spare part analisis yang telah di lakukan.

5.1 Analisis Kebijakan Persediaan

Pada penelitian ini dalam menentukan perencanaan kebijakan pengendalian persediaan spare part alat berat berdasarkan total value spare part yang stock out. Dari klasifikasi ini di dapatkan 10 spare part terpilih yang selanjutnya di analisa. Sebelumnya dalam analisis ABC didapatkan ada 1.323 item yang termasuk klasifikasi A, 2.496 item termasuk klasifikasi B dan 11.139 item termasuk klasifikasi C. Dari hasil perhitungan ADI-CV untuk 10 spare part terpilih ini di dapatkan 4 spare part termasuk klasifikasi *Slow Moving*, 5 Spare part termasuk klasifikasi *Erratic* dan 1 spare part termasuk klasifikasi *Lumpy*. Pemesanan spare part di perusahaan ini dapat di lakukan kapan saja.

Kebijakan persediaan yang di rekomendasikan pada penelitian ini berdasarkan hasil klasifikasi dimana di peroleh *lumpy demand* dan kebijakan pemesanan perusahaan yang dapat di lakukan kapan saja adalah kebijakan persediaan model *Probabilistik* dengan pendekatan *continuous review*. Pengendalian persediaan *continuous review* yang dipilih adalah metode (s, S). Pada metode *continuous review* parameter persediaan meliputi *reorder point* dan titik pemesanan maksimal.

5.2 Analisis Kebijakan Perusahaan Kondisi Awal dan Skenario Rekomendasi Perbaikan

Kondisi awal yang terjadi di perusahaan adalah kebijakan yang di miliki perusahaan belum maximal dalam melakukan pengendalian persediaan. Jumlah

permintaan didasarkan pada kebutuhan user pada saat membuat order di SAP dan penentuan minimum stock yang di tetapkan belum mempunyai aturan yang baku, sehingga masih sering terjadi stock out atau over stock. Pada perhitungan awal didapatkan inventory cost actual yang lebih tinggi di bandingkan dengan inventory cost dengan menggunakan EOQ. Sebagai contoh untuk spare part Berco CR7609, inventory cost actualnya adalah $ 16,990.22 sedangkan Inventory cost EOQ $ 15,438.96. Rekomendasi perbaikan yang dilakukan merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan pendekatan EOQ, karena bersifat pendekatan maka masih ada kemungkinan untuk mencari atau menggunakan pendekatan lain yang tentunya lebih optimal.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini. Kesimpulan merupakan jawaban atas tujuan penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini juga disertai saran demi terwujudnya penelitian selanjutnya yang lebih baik.

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil.

1. Nilai persediaan optimal diperoleh dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) yang membantu memberikan nilai paling ekonomis bagi perusahaan.
2. Ada penghematan dalam biaya persediaan total, di mana biaya persediaan EOQ lebih kecil dari biaya persediaan perusahaan saat ini dengan kisaran 3.89% sampai 82.92% sedangkan jika menggunakan metode continuous review ada penghematan sebesar 21.26% sampai 70.08%.
3. Berdasarkan analisa ADI dan CV pada 10 spare part terpilih, hasilnya adalah ada 5 spare part yang mempunyai klasifikasi Erratic (material 70196436 dengan CV = 1.35 dan ADI = 1.00, material 70190919 dengan CV = 0.58 dan ADI = 1.00, material 70196446 dengan CV = 0.78 dan ADI = 1.00, material 70291201 dengan CV = 0.75 dan ADI = 1.29, dan material 70184949 dengan CV = 1.59 dan ADI = 1.00), 1 spare part mempunyai klasifikasi Lumpy (Material Transmission dengan CV = 2.24 dan ADI = 6.00) dan 4 spare part mempunyai klasifikasi slow moving (material Berco CR7609 dengan CV = 0.13 dan ADI = 1.00, material Berco CR7529 dengan CV = 0.09 dan ADI = 1.00, material Berco CR3688 dengan CV = 0.24 dan ADI = 1.00, serta material Berco CR3685A dengan CV = 0.18 dan ADI = 1.00).
4. Rekomendasi yang di berikan kepada PT. X adalah menggunakan metode continuous review untuk 8 spare part (Berco CR7609, Berco CR7529, HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM # 70196436, Berco CR3688, SEAL, HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM # 70196446, Berco CR3685A, IN HOSE XT6) dan menggunakan EOQ untuk 2 spare part

lainnya (LINK;1,2 TON ; MP2726009 ; BERCO dan P/N : 2306315; TRANSMISSION GP; CAT).

6.2. Saran

Penelitian dalam paper ini berfokus pada 10 item stock out tertinggi, sehingga kedepannya masih di perlukan penelitian lebih lanjut untuk item-item yang over stock bahkan yang sudah normal stocknya dengan menggunakan perhitungan EOQ yang sama, sehingga hasil yang di capai untuk memaximal kan persediaan dan meminimumkan biaya persediaan semakin optimal.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Endrenyi, J., et al. (IEEE/PES Task Force on Impact of Maintenance Strategy on Reliability). (2000). The present status of maintenance strategies and the impact of maintenance on reliability. *IEEE Transactions on Power Systems* 16(4): 638– 646.

Dekker, R. (1996). Applications of maintenance optimization models: A review and analysis. *Reliability Engineering and System Safety* 51: 229–240.

Kumar, S. (2004). *Spare Part Management* - An IT Automation Perspective.

Sim, S.H. & Endrenyi, J. (1988). Optimal preventive maintenance with repair. *IEEE Transactions on Reliability* 37(1): 92–96.

Tampubolon, Dr. Manahan P., 2004, *Manajemen Operasional (Operation Management)*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

Aini, (2011), *Manajemen Persediaan*, Edisi 1, Jakarta.

Barry, Render dan Jay Heizer. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi* : Operations Management. Jakarta : Salemba Empat.

Dunn S 1998 *Maintenance Conf Proc, Queensland, Australia.*

Xiao L, Song S, Chen X and Coit D W 2016 Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance Reliab. Eng. Syst. Saf. 146 68–78

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spare Parts Terpilih..... 74

Lampiran 1 Spare Parts Terpilih

Berco CR7609	Berco CR7529
70196436 HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM	Berco CR3688
70190919 # SEAL	70196446 HOSE ASSEMBLY, NONMETALLIC;LOW & MEDIUM
Berco CR3685A	LINK;1,2 TON;MP2726009;BERCO
P/N:2306315;TRANSMISSION GP;CAT	70184949 # IN HOSE XT6;

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Sri Rahayu Pardede atau biasa dipanggil Sri, lahir di Jakarta, 13 Agustus 1975. Penulis menempuh pendidikan formal di Sorowako, Sulawesi Selatan sejak TK, SD, SMP dan SMA. Selepas SMA pada tahun 1993, di tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas 17 Agustus 1945 (Untag) Surabaya dan berhasil menamatkan tingkat sarjana di Jurusan Ekonomi Akuntansi pada tanggal 20 Agustus 1997. Setelah mendapatkan gelar sarjana di awal Desember 1997 penulis diterima bekerja pada perusahaan swasta yang membangun konstruksi bendungan dan singkat cerita akhirnya penulis memilih berkarir di PT. Vale Indonesia Tbk yang dulu bernama PT. INCO sampai dengan hari ini.

Sambil tetap bekerja pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di Fakultas Ekonomi Universitas Hasanuddin mengambil jurusan Pendidikan Profesi Akuntansi dan menyelesaikan studi pada tanggal 22 Agustus 2014. Di tahun yang sama, penulis berhasil mendapatkan Register Negara Akuntan dari Kementerian Keuangan Republik Indonesia yaitu pada tanggal 21 November 2014. Saat ini, penulis sedang menyelesaikan pendidikan jenjang magister di Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi via email Sri.Pardede@vale.com.