CASE STUDY REPORT

Case Study Report – TI185471

SENTRALISASI PENGELOLAAN PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN METODE MIN – MAX UNTUK MENGHILANGKAN SHADOW WAREHOUSE : STUDI KASUS DI PT VALE INDONESIA TBK

RAHMA MULYATI
NRP. 02411850077030

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Nyoman Pujawan M. Eng., Ph. D
Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D

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

Halaman ini Sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAHMA MULYATI

NRP. 2411850077030

Tanggal Ujian: 24 Juli 2020
Periode Wisuda: September 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing

1. Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng., Ph.D .....
   NIP. 19690107 199412 1 001

2. Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D .....
   NIP. 19710927 199903 1 002

Penguji:

1. Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph.D .....
   NIP. 19480710 197603 1 002

2. Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr. Eng .....
   NIP. 19740517 199903 1 002

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

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

Halaman ini Sengaja dikosongkan

SENTRALISASI PENGELOLAAN PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN METODE MIN-MAX UNTUK MENGHILANGKAN *SHADOW WAREHOUSE*: STUDI KASUS DI PT. VALE INDONESIA

Nama Mahasiswa	: Rahma Mulyati
NRP	: 241185007030
Pembimbing	: Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng.Ph.D. Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D

ABSTRAK

Stock material menjadi salah satu komponen biaya dalam manajemen inventory sebuah perusahaan. Efek domino yang ditimbulkan dari adanya stock material tidak hanya terkait biaya penyimpanan, tetapi juga berdampak pada timbulnya *shadow warehouse*. *Shadow warehouse* dalam hal ini adalah duplikasi gudang (*warehouse*) yang berada di area pengguna internal dan pengaturan nya diluar kendali dari pihak Department *Supply Chain Management* (SCM) PT Vale Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian terhadap 44 (empat puluh empat) unit *shadow warehouse* yang ada saat ini untuk mendapatkan parameter yang tepat untuk item stock material melalui metode Min – Max. Faktor yang dapat mempengaruhi timbulnya *shadow warehouse* tersebut adalah perencanaan pengguna dalam penentuan pemesanan material (*demand planning*) atau dalam perencanaan pelaksanaan pekerjaan (*work plan* VS *work execution*) tidak dilakukan dengan baik dan benar. Penentuan nilai parameter persediaan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian persediaan dan juga akan berdampak terhadap biaya maupun *service level*. Berdasarkan penelitian ini, nilai Min dan Max yang direkomendasikan akan menaikkan *service level* pada material *criticality* B menjadi 91%, *criticality* C menjadi 88% Hasil analisis dengan metode Min - Max menghasilkan penghematan nilai inventory untuk kategori *fast moving* adalah sebesar USD 199,644.02, dan untuk kategori *medium moving* penghematan nilai *inventory* yang dihasilkan adalah sebesar USD 43,210.82.

Kata kunci: Metode Min-Max, *Inventory Management, Shadow Warehouse, Service level*

Halaman ini Sengaja dikosongkan

ELIMINATING SHADOW WAREHOUSE AND CENTRALIZED INVENTORY MANAGEMENT : CASE STUDY AT PT VALE INDONESIA

Name	: Rahma Mulyati
NRP	: 241185007030
Supervisor	: Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng.Ph.D. Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D

ABSTRACT

Spare part inventory contributes significantly to the overall inventory cost of the company. Sparepart inventory is needed to support the maintenance process to maintain the reliability of the production facility. Quite often burden from spare parts inventory is getting more severe when users are located in various sites and the users wanted higher service levels. This study will address the problem of shadow warehouses created by users to obtain a higher service level. The company currently has 44 shadow warehouses. The objectives of this study are eliminating those shadow warehouses and centralize the control of inventory by using (Min, Max) inventory control model. The stock parameters adjustment as per the result of the Min-Max inventory control model will increase the service level of criticality B up to 91% and Criticality C up to 88%. Hence, the cost reduction of inventory value is USD 199,644.02 of fast-moving material and USD 43,210.82 of medium- moving material.

Keywords: Min Max Method, Inventory Management, Shadow Warehouse, Service Level

KATA PENGANTAR

Puji syukur, penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus, atas segala kasih karunia, berkat, dan pertolonganNya sehingga laporan case study report ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini ditulis dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Pascasarjana di Jurusan Teknik Sistem dan Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul "Sentralisasi Pengelolaan Persediaan Material dengan Metode Min – Max untuk Menghilangkan *Shadow Warehouse* : Studi Kasus di PT Vale Indonesia Tbk"

Dalam proses penyelesaian laporan *case study report* ini penulis memiliki keterbatasan dan kemampuan, namun atas dukungan, bantuan dan arahan bimbingan dari berbagai pihak yang dengan tulus memberikan sumbangan pemikiran maka akhirnya penulisan laporan *case study report* ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan serta dukungannya guna terselesaikannya laporan case study report ini, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng.Ph.D selaku dosen pembimbing I penyusunan laporan penelitian *case study report* yang dengan kesabaran dan kearifan dalam mencurahkan waktu memberikan bimbingan di ditengah segala kesibukannya, ketegasan dan wawasan yang luas menjadi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan penulisan laporan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing II penyusunan laporan penelitian *case study report* yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna dalam menyelesaikan penulisan laporan penelitian *case study report* ini.
3. Teristimewa Orang Tua tercinta Ayahanda Almarhum H. Agus Salim dan Ibunda Maria Kadang dan tante Martha Kadang serta Kakanda Irma Suryani, saudara kembar Rahma Mulyani, adinda Imran Adianto, Terima kasih yang sebesar-besarnya karena

telah banyak memberikan dukungan dan doa yang tulus serta selalu memotivasi penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian ini.

4. Bapak dan Ibu Dosen studi Program Pascasarjana Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang telah banyak memberikan Ilmu Pengetahuan bagi penulis, terima kasih atas semua ilmu, motivasi dan dorongan kepada penulis untuk senantiasa belajar.
5. Para staff *Warehouse* dan tim *Inventory* SCM PT Vale Indonesia khususnya kepada Bpk. Deddy Aulia selaku Snr. Manager Material Management, Bpk. Achmadi Rais selaku Manager. Inventory Management, Ardiansyah, Afriani dan Faris yang telah meluangkan waktunya membantu penulis untuk berdiskusi, melakukan pengumpulan data penelitian dan memberikan masukan terkait penulisan penelitian ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa dari PT. Vale Indonesia di studi Program Pascasarjana Teknik Sistem dan Industri Bidang Kerjasama Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) terima kasih atas dukungan, diskusi dan semangat yang diberikan.
7. Semua pihak yang turut membantu dan memberi dukungan doa dan motivasi yang diberikan dalam pembuatan laporan penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu dalam halaman ini.

Semoga penulisan laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan laporan penelitian tesis ini, penulis berharap penelitian tentang *case study* ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi pada penelitian berikutnya.

Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan segala berkat–Nya kepada kita semua.

Sorowako, Juli 2020

Penulis

Halaman ini Sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian....6
1.4 Batasan Masalah....6
1.5 Manfaat Penelitian 7
BAB II KAJIAN PUSTAKA 9
2.1 *Supply Chain* 9
2.2. Warehouse....10
2.2.1. Pengertian *Warehouse* 10
2.2.2. Jenis Gudang 12
2.2.3. Aktivitas Pergudangan....12
2.2.4. Proses Bisnis *Departemen Supply Chain Management* (SCM) PT Vale Indonesia Tbk 14
2.2.5.Warehouse PT Vale Indonesia....15
2.3. Inventory Management 18
2.3.1 Fungsi dan Tujuan Persediaan....19
2.3.2 Jenis-Jenis Persediaan....21
2.3.3. Konsep Level Min-Maks Persediaan (*Min-Max Stock Level*) 22
2.3.4 *Safety Stock*....26
2.3.5 *Service level*....28
2.3.6 *Demand Forecast*....30
2.4 Penelitian terdahulu 31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 33
3.1 Objek penelitian..... 33
3.2 Metode Pengumpulan Data..... 33
3.3 Metode Pengolahan Data 34
3.3.1.Tahap dalam perhitungan Min-Max *inventory*..... 37
3.3.2.Tahap dalam perhitungan *service level*..... 38
3.3.3.Tahap Analisa dan Interpretasi data..... 38
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 39
4. 1. Teknik Pengumpulan Data 39
4. 2. Teknik Pengolahan Data 43
4.2. 1. Uji Normalitas 43
4.2. 2. Jumlah Sample Data Material Terpilih..... 44
4.2. 3. Perhitungan Min Max 47
4.2. 4. Kajian Service Level..... 48
4.2. 5. Perhitungan dan Analisa Biaya 48
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN 49
5. 1. Analisa Data Pergerakan Material 50
5. 2. Analisa Persediaan..... 57
5.2. 1. Perhitungan Persediaan Min - Max Fast Moving 57
5.2. 2. Perhitungan Persediaan Min - Max Medium Moving 76
5. 3. Analisa Service Level..... 92
5.3. 1. Pengaruh Parameter Min Max terhadap Nilai Service Level..... 98
5.3. 2 Pengaruh Safety Stock terhadap Nilai Service Level 99
5. 4. Analisa Perbandingan Biaya 100
5.4. 1. Analisa Total Biaya (Inventory value)..... 101
5.4. 2. Analisa Perbandingan Total Biaya Investasi Persediaan..... 101
5.4. 3. Loss Value Shadow Warehouse..... 104
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 107
6. 1. Kesimpulan..... 107
6. 2. Saran 108

DAFTAR PUSTAKA 111
LAMPIRAN A 113
LAMPIRAN B 117
LAMPIRAN C 119
LAMPIRAN D 122
DAFTAR RIWAYAT PENULIS 127

Halaman ini Sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Distribution of Shadow Warehouse 4
Gambar 2. 1 Bisnis Proses di SCM..... 14
Gambar 2. 2. Flowchart Proses Bisnis Main Warehouse PT Vale Indonesia Tbk 17
Gambar 2. 3 Pemesanan Time Phased Order Point Dan Persediaan Pengaman..... 24
Gambar 3. 1 Tahapan dalam studi manajemen inventory 36
Gambar 3. 2 Tahap dalam perhitungan Min – Max inventory..... 38
Gambar 3. 3 Tahapan dalam melakukan kajian service level..... 38
Gambar 4. 1 Wilayah kontrak PT. Vale Indonesia, Tbk Sorowako 41
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi SCM PT. Vale Indonesia..... 41
Gambar 4. 3 Layout Main Warehouse PT. Vale Indonesia..... 42
Gambar 4. 1 Wilayah kontrak PT. Vale Indonesia, Tbk Sorowako 41
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi SCM PT. Vale Indonesia..... 41
Gambar 4. 3 Layout Main Warehouse PT. Vale Indonesia..... 42
Gambar 5. 1 Sebaran Data Populasi Material Fast Moving..... 52
Gambar 5. 2 Histogram Pergerakan Material Fast Moving dengan Data Populasi..... 53
Gambar 5. 3 Sebaran Data Sample Material Fast Moving..... 53
Gambar 5. 4 Histogram Pergerakan Material Fast Moving dengan Data Sample..... 54
Gambar 5. 5 Sebaran Data Populasi Material Medium Moving..... 54
Gambar 5. 6 Histogram Pergerakan Material Medium Moving dengan Data Populasi..... 55
Gambar 5. 7 Sebaran Data Sample Material Medium Moving..... 56
Gambar 5. 8 Histogram Pergerakan Material Medium Moving dengan Data Sample..... 56
Gambar 5. 9 Persediaan Min - Max Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure..... 61
Gambar 5. 10 Persediaan Min - Max Fast Moving - Capital Spare..... 62
Gambar 5. 11 Persediaan Min - Max Fast Moving - Construction Material..... 62
Gambar 5. 12 Persediaan Min - Max Fast Moving - Repairable Item 63
Gambar 5.13 Perbandingan Persediaan Minimum *Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure*..... 65
Gambar 5. 14 Perbandingan Persediaan Minimum Fast Moving - Capital Spare 66
Gambar 5. 15 Perbandingan Persediaan Minimum Fast Moving - Construction Material .. 66
Gambar 5. 16 Perbandingan Persediaan Minimum Fast Moving - Repairable Item 67
Gambar 5. 17 Perbandingan Persediaan Maksimum Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure 71
Gambar 5. 18 Perbandingan Persediaan Maksimum Fast Moving - Capital Spare..... 72
Gambar 5. 19 Perbandingan Persediaan Maksimum Fast Moving - Construction Material 73
Gambar 5. 20 Perbandingan Persediaan maksimum Fast Moving - Repairable Item 74

Gambar 5. 21 Persediaan Min - Max Medium Moving – Adm. Building & Infrastructure. 79
Gambar 5. 22 Persediaan Min - Max Medium Moving - Capital Spare 80
Gambar 5. 23 Persediaan Min - Max Medium Moving - Construction Material 80
Gambar 5. 24. Persediaan Min - Max Medium Moving – Repairable item 81
Gambar 5. 25 Perbandingan Persediaan minimum untuk Medium Moving Adm. Building & Infrastructure 83
Gambar 5. 26 Perbandingan Persediaan Minimum untuk Medium Moving - Capital Spare 84
Gambar 5. 27 Perbandingan Persediaan Minimum Medium Moving - Construction Material 84
Gambar 5. 28 Perbandingan Persediaan Minimum Medium Moving - Repairable Item 85
Gambar 5. 29 Perbandingan Persediaan Maksimum Medium Moving – Adm. Building & Infrastructure 87
Gambar 5. 30 Perbandingan Persediaan Maksimum *Medium Moving - Capital Spare* 88
Gambar 5. 31 Perbandingan Persediaan Maksimum Medium Moving - Construction Material 89
Gambar 5. 32 Perbandingan Persediaan Maksimum Medium Moving - Repairable Item ... 89
Gambar 5. 33 Service Level Critically Perusahaan A, B & C 94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kategori material shadow warehouse 5
Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu..... 31
Tabel 4. 1 Material Shadow Warehouse di 9 Department area PTVI 42
Tabel 4. 2 Material Shadow Warehouse di 9 Department area PTVI 44
Tabel 4. 3 Data Sampel Material Fast Moving 45
Tabel 4. 4 Data Sampel Material Medium Moving 46
Tabel 5. 1 Nilai Safety Stock Material Fast Moving 59
Tabel 5. 2 Tabel Hasil Perhitungan Persediaan Min Max Fast Moving..... 60
Tabel 5. 3 Perbandingan Persediaan Minimum Fast Moving 64
Tabel 5. 4 Perbandingan Persediaan Maximum Fast Moving 70
Tabel 5. 5 Nilai Safety Stock Material Medium Moving..... 77
Tabel 5. 6 Tabel Hasil Perhitungan Persediaan Min - Max Medium Moving..... 78
Tabel 5. 7 Tabel Perbandingan Persediaan Minimum pada Material Medium Moving 81
Tabel 5. 8 Tabel Perbandingan Persediaan Maksimum pada Material Medium Moving 86
Tabel 5. 9 Klasifikasi Material Berdasarkan Type Criticality 92
Tabel 5. 10 Service Level Material Criticality A, B & C Perusahaan Tahun 2019..... 93
Tabel 5. 11 Perbandingan Nilai Service Level Perusahaan dengan Service Level Standard 94
Tabel 5. 12 Profile Material Criticality di Shadow Warehouse 95
Tabel 5. 13 Profil Penyebaran Material Criticality pada Material Shadow Warehouse..... 97
Tabel 5. 14 Penghematan Nilai Investasi Persediaan untuk Fast Moving 102
Tabel 5. 15 Tabel Penghematan Nilai Persediaan untuk Medium Moving..... 103

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gudang (*warehouse*) merupakan lokasi untuk penyimpanan produk atau barang sampai ada permintaan untuk dilakukan distribusi. Aktivitas di dalam suatu gudang mencakup penerimaan, penyimpanan, dan pengiriman barang atau bahan dari suatu tempat ke tempat berikutnya, gudang berperan dalam menghubungkan antara fasilitas produksi dengan pelanggan atau pemasok dengan fasilitas produksi, dengan demikian gudang mendukung terhadap proses produksi dengan mengkonsolidasikan material.

Gudang merupakan suatu fasilitas yang berfungsi sebagai lokasi penyaluran barang dari *supplier* (pemasok), sampai ke *end user* (pengguna internal). Dalam praktik operasional setiap perusahaan memiliki rencana produksi yang dibuat untuk dapat mempersiapkan kebutuhan bahan baku dan barang pendukung lain, namun demikian ketidakpastian permintaan/kebutuhan kadangkala terjadi. Material merupakan hal yang penting dalam sebuah perusahaan, ketersediaan material berpengaruh cukup besar terhadap perusahaan karena memberikan dampak pada kegiatan operasional perusahaan, dan ketersediaan barang juga menentukan tingkat kepuasan layanan pada pengguna internal. Hal ini menempatkan perusahaan untuk memiliki persediaan (*inventory*) agar permintaan dapat dipenuhi dengan lebih baik. Kebijakan mengenai *inventory* ini mengharuskan perusahaan untuk memiliki fasilitas gudang sebagai tempat untuk menyimpan *inventory*. Kecepatan pengantaran barang ke pengguna internal dan pemenuhan permintaan menjadi fungsi utama dalam pengelolaan Gudang dan Inventori Perusahaan.

PT Vale Indonesia Tbk merupakan anak perusahaan dari Vale S.A, sebuah perusahaan pertambangan global yang berkantor pusat di Brasil, sebelumnya bernama PT International Nickel Indonesia Tbk. (PT Inco), Perusahaan ini mengoperasikan

tambang nikel dengan lahan terbuka di atas tanah dan pabrik pengolahan bijih nickel, PLTA dan seluruh fasilitas pendukung lainnya di Sorowako, Sulawesi, sejak tahun 1968. Dalam perkembangannya, PT Vale (PTVI) secara terencana melakukan penambahan dan pengembangan fasilitas produksi serta melakukan perbaikan-perbaikan pada fasilitas sehingga hal tersebut menambah aktivitas dan kompleksitas usaha. Hal tersebut terlihat juga pada Departemen *Supply Chain Management (SCM)*, dimana proses penyediaan persediaan barang dibuat secara terintegrasi sejak perencanaan pembelian sampai dengan pengantaran barang dengan tujuan menjamin kelancaran proses produksi dan operasional perusahaan dengan metode yang dapat pula menghindari dan meminimalkan biaya-biaya. Kinerja SCM terus diukur dan diperbaiki secara kontinyu agar ketersediaan kebutuhan barang dan jasa tidak mengalami keterlambatan dan memudahkan pengguna internal mendapatkan barang/jasa dengan mudah dan cepat dengan biaya yang seminimal mungkin.

Menurut (Ahmad, 2018) menyatakan bahwa tujuan pengendalian persediaan harus dilakukan untuk menjaga persediaan agar tidak habis, menjaga tingkat kepuasan konsumen sehingga tidak akan mengecewakan dan menjaga jumlah persediaan barang agar tidak berlebihan. Kehabisan barang dapat menyebabkan terhenti atau terganggunya proses produksi atau operasional perusahaan, di sisi lain persediaan harus dijaga sedemikain agar tidak terlalu berlebihan. Persediaan tambahan diperlukan sebagai pengaman pada saat mengisi persediaan atau mencari barang pengganti, berhentinya proses produksi akibat kehabisan persediaan barang (*stock out*) akan menimbulkan kerugian yang relatif besar, oleh karena itu SCM berkewajiban menjaga keseimbangan antara persediaan dan kebutuhan agar tidak membuat proses produksi atau operasional terganggu atau terhenti.

Sistem persediaan adalah suatu mekanisme mengenai bagaimana mengelola masukan-masukan yang berhubungan dengan persediaan menjadi output dimana untuk itu diperlukan umpan balik agar output memenuhi standar tertentu. Mekanisme sistem ini adalah pembuatan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan, menentukan persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus diisi dan berapa besar

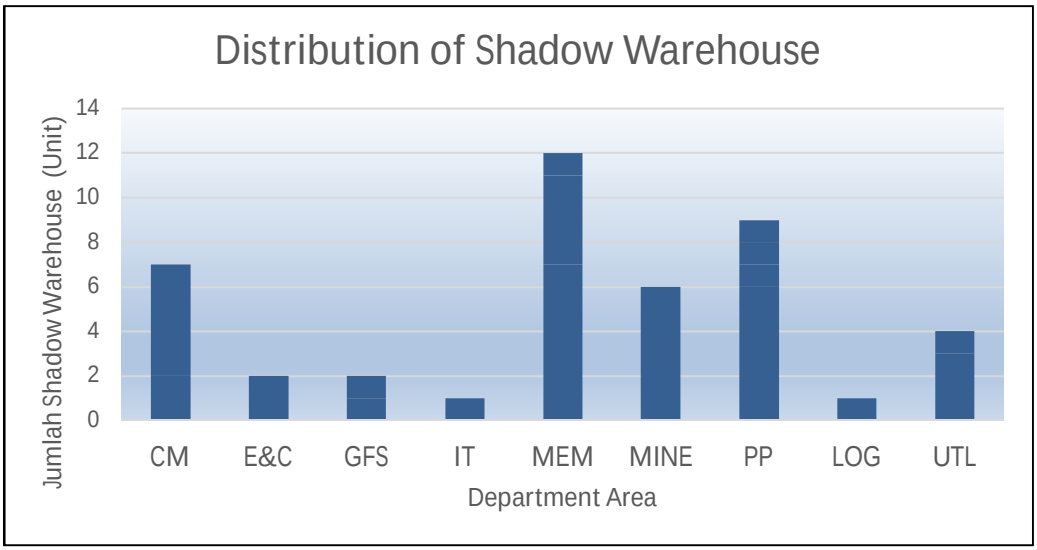
pesanan harus dilakukan. Sistem ini bertujuan menetapkan dan menjamin tersedianya produk jadi, barang dalam proses, komponen, bahan baku secara optimal, dalam kuantitas yang optimal dan pada waktu yang optimal. Kriteria optimal adalah minimasi biaya total yang terkait dengan persediaan, yaitu biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya kekurangan persediaan.

Sejak mulai menjalankan kegiatan operasionalnya sampai dengan saat ini, SCM memiliki dan mengoperasikan 9 (sembilan) gudang yang tersebar di beberapa lokasi. *Warehouse* tersebut digunakan untuk menyimpan berbagai jenis material dan *spare part* untuk menunjang operasi pengolahan Nikel PT. Vale di Sorowako, namun pada proses audit internal yang diselenggarakan tahun 2016 dan 2019 ditemukan beberapa gudang yang dimiliki dan dikelola oleh pengguna internal yang pendiriannya tidak berpotensi tumpang tindih (*overlapping*) atas sumber-sumber daya dan biaya yang terlibat didalamnya. Total jumlah duplikasi *warehouse* menjadi 44 *warehouse* yang tersebar di berbagai area departemen di PT Vale Indonesia seperti yang ditunjukan pada Gambar 1.1. Akibat adanya duplikasi *warehouse*, peneliti menyebut *Shadow Warehouse*, menambah permasalahan perusahaan yang mengarah pada kerugian yang sangat besar, diantaranya:

1. Perusahaan harus mengeluarkan biaya *operating capital* lebih besar daripada yang seharusnya karena *parts* banyak tersimpan di *Shadow Warehouse* dan tidak ter-utilisasi maksimal.
2. Potensi kerugian dari *parts* yang hilang dan rusak karena tidak dikontrol dan disimpan dengan baik.
3. Potensi kerugian karena bagian *Inventory Management* tidak dapat memperkirakan kebutuhan *spare parts* dengan optimal.
4. Biaya ekstra yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena adanya *shadow warehouse* menimbulkan biaya tambahan untuk mengoperasikan fasilitas penyimpanan dan biaya pekerja yang melakukan aktifitas baik operasional maupun perawatan *shadow warehouse*

Hal yang melatarbelakangi terciptanya shadow warehouse adalah user menyimpan material di area masing – masing karena tidak adanya planning mengenai perencanaan penggunaan material dari user atau forecast mengenai perkiraan kebutuhan material yang tidak tepat diberikan user kepada inventory.

Gambar 1.1 berikut adalah grafik yang menunjukkan distribusi duplikasi *(Shadow) Warehouse* di berbagai *department* PT Vale Indonesia.



Gambar 1. 1 Grafik Distribution of Shadow Warehouse

Dari grafik di atas secara sekilas menggambarkan banyaknya *Shadow Warehouse* dikarenakan tidak adanya strategi yang tepat dalam pengelolaan persediaan material dan kurang baiknya perencanaan penggunaan material. Tidak adanya *planning* untuk penggunaan material yang mengalami tingkat kebutuhan yang cukup tinggi.

Material yang teridentifikasi di dalam *shadow warehouse* adalah merupakan material sisa proyek capital maupun proyek pengembangan operasional (CAPEX dan OPEX) yang tidak dikembalikan ke *warehouse* atau material untuk aktifitas MRO *(Maintenance Repair Operation)* yang tidak jadi diutilisasi atau sisa dari pekerjaan perbaikan/perawatan (*excess material*) oleh *departement maintenance*.

Pembagian kategori material *shadow warehouse* dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Kategori material shadow warehouse

KATEGORI MATERIAL DALAM SHADOW WAREHOUSE	**KATEGORI PROYEK**	**ITEM MATERIAL**	**DEPARTMENT**
Repairable item	*OPEX (Operating Expenditure)*	*Motor, home appliance (dryer, refrigerator, washing machine), tyre, spare part for MO (mining operation)*	*GFS, MEM, MINE, LOG*
Capital Spare	*CAPEX (Capital Expenditure)*	*Heavy equipment spare part, Transformer, big motors, Spare part for screening station unit, Spare part for rebuild component, Furnace spare part & component Major shutdown component,*	*MEM, PROSES PLANT, CM, E&C*
Administrative building infrastructure	*OPEX (Operating Expenditure)*	*Cable optic, cable network, Cables with drum, Lamp & electrical, Lamps, fire extinguisher, fertilizer, Geotextile stock & hydrology equipment, Geotechnical drilling machine, Lab Geotechnical, Spare part MMS (Modular Mining System)*	*UTL, IT, MINE, GFS*
Construction Materials	*CAPEX (Capital Expenditure)*	*Steel structure materials, mechanical materials, HV cables, cables tray, fence wire & pipe, Casing plate component, Wear plate, steel plate, angle, H-beam*	*GFS, MEM, CM*

Menurut Indrajit & Djokopranoto (2003) untuk menjaga kelangsungan beroperasinya pabrik atau fasilitas lain, diperlukan beberapa jenis material tertentu dalam jumlah minimum sebaiknya tersedia di *storage*, agar jika sewaktu-waktu ada yang rusak, dapat langsung diganti, tetapi persediaan material yang disimpan juga tidak boleh terlalu banyak agar biayanya tidak terlalu mahal, sehingga harus ada maksimum persediaan material.

Inventory control adalah pengendalian tingkat persediaan yang diatur sedemikian rupa sehingga setiap kali barang diperlukan maka barang tersebut akan selalu tersedia. Selain itu, tingkat persediaan seminimal mungkin juga harus dijaga agar investasi berupa biaya penyediaan tidak besar, tetapi dalam kenyataan tidak dapat dijamin bahwa perencanaan dapat secara sempurna terpenuhi. Ada kemungkinan pemakaian barang berubah dan meningkat secara mendadak, ada kemungkinan barang yang dipesan datang terlambat dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam menentukan minimum dan maksimum ini ada faktor pengaman yang dapat dihitung berdasarkan *history* atau pengalaman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas,maka permasalahan yang akan dibahas pada studi ini adalah :

1. Bagaimana metode min-max bisa digunakan untuk mengurangi *shadow warehouse* tanpa mengurangi *service level* ke pelanggan internal.
2. Lebih spesifiknya pada studi ini akan ditentukan nilai parameter persediaan (Min, Max) serta dampaknya terhadap persediaan maupun terhadap *service level*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh nilai – nilai parameter yang tepat untuk item – item yang diperkirakan tepat dikelola melalui pendekatan metode Min, Max
2. Memperoleh analisis dampak dari penerapan metode (Min, Max) tersebut terhadap biaya maupun service level.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka batasan masalah yang akan diangkat dalam studi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi ini mencakup operasional untuk Sembilan (9) Department yang memiliki *shadow warehouse* di PT. Vale Indonesia dimana bisnis proses yang dikaji dalam studi ini mencakup parameter min -max dan service level (aktivitas penerimaan material, penyimpanan, hingga pengiriman material ke pengguna internal).
2. Jenis item material yang digunakan adalah material dengan pergerakan Fast dan medium moving untuk kategori criticality A, criticality B dan criticality C dengan kategori material *administrasi building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item*

1.5 Manfaat Penelitian

Mengacu pada tujuan penulisan thesis ini, maka manfaat dari penulisan thesis pada studi kasus di PT. Vale Indonesia ini adalah:

1. Mencegah munculnya *Shadow warehouse* untuk mendapatkan penggunaan material yang optimal
2. Hasil studi dapat digunakan sebagai evaluasi performa *service level* dan dapat memberikan pelayanan terbaik kepada pengguna internal.

Halaman ini Sengaja dikosongkan

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Supply Chain*

Supply chain adalah sebuah sistem yang melibatkan proses produksi, pengiriman, penyimpanan, distribusi dan penjualan produk dalam rangka memenuhi permintaan produk tersebut. Seluruh proses dan kegiatan yang terlibat didalam penyampaian produk tersebut sampai ketangan pemakai (konsumen) adalah termasuk *Supply chain*. Semua itu termasuk proses produksi pada manufaktur, sistem 7 transportasi yang menggerakkan produk dari manufaktur sampai ke *outlet retailer*, gudang tempat penyimpanan produk tersebut, pusat distribusi tempat dimana pengiriman dalam jumlah besar dibagi kedalam jumlah kecil untuk dikirim kembali ke toko-toko dan akhirnya sampai ke retailer yang menjual produk-produk tersebut. (Ir. Srihartati, "*Management Supply Chain*",

Menurut I Nyoman Pujawan (2017), *supply chain management* adalah: "*Supply chain management* merupakan metode atau pendekatan integrative untuk mengelola aliran produk, informasi dan uang secara terintrgrasi yang melibatkan pihak-pihak mulai dari hulu ke hilir yang terdiri dari supplier, pabrik, jaringan distribusi maupun jasa-jasa logistik."

Definisi *supply chain* manajemen menurut Chopra dan Meindl (2004) adalah: "A supply chain consist of all parties involved, directly or iderectly, in fulfilling a customer request. The supply chain includes not only the manufacturer and suppliers, but also transporter, warehouse, retailers and even customer themselves". Supply chain terdiri dari semua pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan. Supply chain meliputi tidak hanya produsen dan pemasok tetapi juga transporter, gudang, pengecer dan bahkan pelanggan itu sendiri.

Supply chain management adalah sebuah *supply chain management* terdiri dari perlibatan setiap mata rantai persediaan, baik itu secara langsung maupun tidak langsung untuk memenuhi permintaan pelanggan."

Supply chain management juga tidak hanya berorientasi pada urusan internal sebuah perusahaan, melainkan juga urusan eksternal yang menyangkut hubungan dengan perusahaan-perusahaan partner. Perusahaan-perusahaan yang berada pada *supply chain* pada intinya ingin memuaskan konsumen akhir mereka.

Supply chain management adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mencapai pengintegrasian yang efisien dari *supplier, manufacturer, distributor, retailer,* dan *customer*. Artinya barang diproduksi dalam jumlah yang tepat, pada saat yang tepat, dan pada tempat yang tepat dengan tujuan mencapai suatu biaya dari sistem secara keseluruhan yang minimum dan juga mencapai *service level* yang diinginkan.

Secara singkat pengertian *supply chain management* dapat diartikan sebagai pengelolaan informasi, barang dan jasa mulai dari pemasok paling awal sampai ke konsumen paling akhir dengan menggunakan pendekatan integrasi dengan tujuan yang sama.

2.2. Warehouse

2.2.1. Pengertian *Warehouse*

Gudang (*warehouse*) merupakan komponen penting dari rantai pasokan modern. Rantai pasokan melibatkan kegiatan dalam berbagai tahap: *sourcing*, produksi, dan distribusi barang, dari penanganan bahan baku dan barang dalam proses hingga produk jadi.

Warehouse atau pergudangan berfungsi menyimpan barang untuk produksi atau hasil produksi dalam jumlah dan rentang waktu tertentu yang kemudian didistribusikan ke lokasi yang dituju berdasarkan permintaan.Kendala yang dihadapi dalam pengelolaan *warehouse* adalah akurasi pergerakan barang dan menghitung rentang waktu barang disimpan.

Menurut Mulcahy (1994) Gudang adalah suatu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki unit-unit penyimpanan dalam jumlah besar maupun yang kecil dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik (penjual) dan pada saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas pembuatan

Gudang digunakan untuk menyimpan suatu produk atau barang sampai dengan produk atau barang tersebut diminta untuk didistribusikan. Yang dimaksud dengan Gudang adalah lokasi untuk penyimpanan produk sampai permintaan (*demand*) cukup besar untuk melaksanakan ditribusinya (Bowersox, 2006), menurut Hadiguna dan Setiawan (2008) Gudang dapat didefinisikan sebagai tempat yang dibebani tugas untuk menyimpan barang yang akan dipergunakan dalam produksi sampai barang diminta sesuai dengan jadwal produksi.

Menurut Parwati (2007), Gudang yang baik memiliki kriteria (tujuan) sebagai berikut. Pertama efisiensi biaya, dalam artian tidak menyimpan barang dalam waktu lama, distribusi barang pada saat yang tepat, transportasi di dalam dan di luar gudang yang mudah, perpindahan barang di dalam dan diluar gudang terjadwal, dan tercatat dengan baik. Kedua, efisiensi waktu, yaitu mudah diakses, diambil, dan dikenali, serta tidak banyak pengaturan ulang barang – barang. Ketiga, fleksibilitas karena jenis barang yang membutuhkan respons yang cepat terhadap perubahan pasar maka perpindahan, pergantian jenis kategori barang harus semudah mungkin. Hal yang perlu dperhatikan, jangan sampai terjadi, saat dibutuhkan, barang tidak tersedua. Keempat, barang tersimpan dengan baik. Artinya, barang tersimpan sesuai kategori dan pencatatan, tidak hilang, dan tidak rusak

Warehouse merupakan elemen sentral dari *system logistic* dan berperan penting dalam pengelolaan persediaan. Dalam konteks *supply chain*, persediaan diperlukan untuk mengantisipasi pola permintaan yang fluktuatif dan adanya ketidakpastian dalam permintaan barang maupun pasokan barang.

Tujuan dari adanya tempat penyimpanan dan fungsi dari pergudangan secara umum adalah memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang ada disamping

memaksimalkan pelayanan terhadap pelanggan dengan sumber yang terbatas. Sumber daya gudang dan pergudangan adalah ruangan, Peralatan dan personil. Pelanggan membutuhkan gudang dan fungsi pergudangan untuk dapat memperoleh barang yang diinginkan secara cepat dan dalam kondisi yang baik.

Dalam perancangan gudang dan sistem pergudangan diperlukan untuk hal-hal berikut menurut Purnomo (2004):

1. Memaksimalkan penggunaan ruangan.
2. Memaksimalkan penggunaan peralatan dan memaksimalkan penggunaan tenaga kerja.
3. Memaksimalkan kenudahan dalam penerimaan seluruh material dan pengiriman barang.
4. Memaksimalkan perlindungan terhadap material.

2.2.2. Jenis Gudang

Berdasarkan jenis barangnya, terdapat beberapa tipe gudang menurut Purnomo (2004), yaitu:

1. Gudang bahan baku.
2. Gudang komponen/ suku cadang/ barang dalam proses.
3. Gudang finished goods.
4. Gudang pemasok kantor.
5. Gudang peralatan.

Dari beberapa macam gudang di atas, gudang bahan baku dan gudang komponen, serta barang jadi memerlukan ruangan dan perhatian yang lebih dominan. Ruangan yang diperlukan untuk prosesd penyimpanan tergantung dari keputusan manajemen perusahaan dalam hal persediaan.

2.2.3. Aktivitas Pergudangan

Menurut Purnomo (2004), terdapat tiga fungsi utama dalam aktivitas pergudangan, yaitu :

1. Perpindahan (*Movement*)

   Salah satu kegiatannya adalah memperbaiki perputaran persediaan dan mempercepat proses pesanan dari produksi hingga ke pengiriman utama. Fungsi *movement* dibagi menjadi aktivitas-aktivitas meliputi:

   a. Penerimaan (*Receiving*), merupakan aktivtas penerimaan barang dimana di dalamnya terdapat aktivitas-aktivitas seperti pembongkaran muatan, penghitungan kuantitas yang diterima dan inspeksi kualitas dan kerusakan, dan juga aktivitas-aktivitas lain yang berkaitan dengan penerimaan barang di gudang.
   b. *Put Away* yaitu merupakan proses pemindahan barang dari dok penerimaan ke gudang penyimpanan.
   c. *Customer Order Picking*, merupakan aktivitas pemindahan barang dari gudang penyimpanan atau dari lokasi picking untuk kemudian disiapkan untuk proses pengiriman.
   d. *Packing*, merupakan proses pengepakkan barang yang akan dikirim ke konsumen.
   e. *Cross Docking*, proses ini merupakan proses pemindahan barang dari area receiving langsung ke lokasi shipping tanpa melalui aktivitas penyimpanan digudang.
   f. *Shipping*, aktivitas ini merupakan pengiriman produk

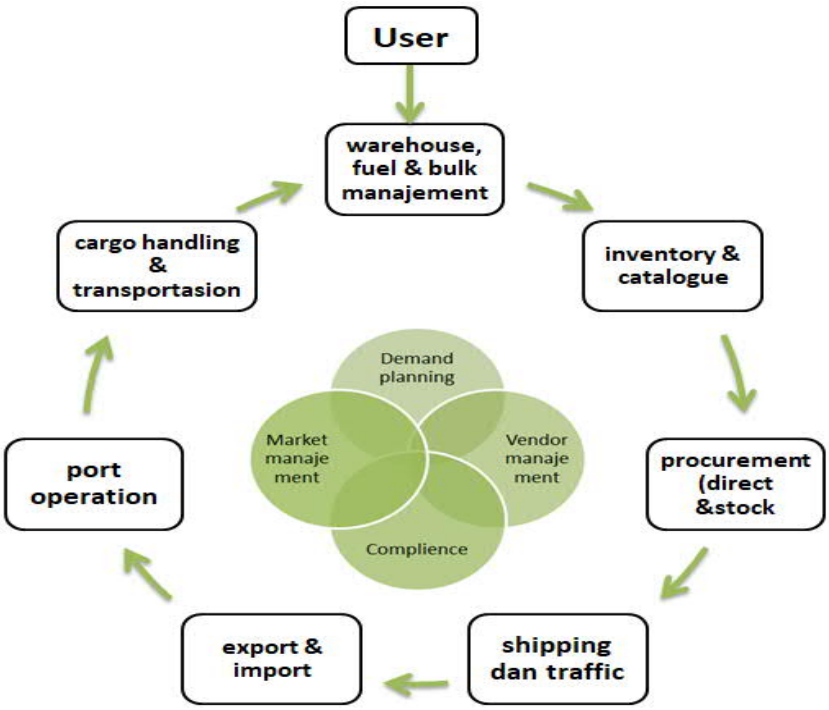
2. Penyimpanan (*Storage*)

   Merupakan aktivitas penyimpanan barang berupa bahan baku (material) dan barang jadi (*finished goods*).

3. Pertukaran informasi (*Transfer Information*)

   Merupakan aktivitas pertukaran informasi seperti informasi mengenai stok barang yang ada di gudang atau informasi lain yang berguna. Informasi ini merupakan informasi untuk pihak diluar gudang maupun pihak gudang itu sendiri.

2.2.4. Proses Bisnis *Departemen Supply Chain Management* (SCM) PT Vale Indonesia Tbk



Gambar 2. 1 Bisnis Proses di SCM

Secara garis besar, pihak-pihak yang terlibat dalam proses bisnis pada Departemen SCM yaitu sebagai berikut :

1. ***User (Pengguna Internal)***

   Pengguna internal merupakan pihak-pihak yang membutuhkan barang/material yang menunjang kelancaran bisnis perusahaan.

2. ***Inventory Control, Cataloging dan Physical Count***

   Barang yang dipesan oleh pengguna internal terbagi menjadi dua, yaitu katalog dan non katalog. Barang katalog merupakan barang yang sering dipesan sehingga barang terdaftar dalam sistem. Sedangkan barang non katalog merupakan barang yang sangat jarang dipesan atau belum pernah dipesan.Setelah permintaan barang diterima, pihak *inventory* memberikan informasi apakah barang tersedia di *warehouse* atau tidak. Apabila barang tidak tersedia, maka pihak *procurement*

membuat *planned order* yang nantinya akan diteruskan ke *supplier*. Material yang ada di gudang juga akan dihitung secara manual oleh pihak *physical count*.

3. ***Procurement***

   Procurement merupakan pihak yang berhubungan langsung dengan *supplier*. *Procurement* terbagi menjadi *Procurement Process* dan *Procurement Support*. *Procurement Process* bertugas membuat kesepakatan dengan *supplier* mengenai hal-hal yang berkaitan dengan PO, seperti harga, incoterm, dan lain sebagainya. *Procurement Support* berurusan dalam pengelolaan dan pembinaan kontraktor. *Procurement Support* terdiri dari *vendor management, vendor performance, tender* dan *contract*.

4. ***Shipping and Traffic***

   Shipping and Traffic memastikan pengiriman dari *supplier* berjalan dengan lancar.PT. Vale Indonesia Tbk menggunakan jasa *forwarder* dalam hal pengiriman barang dari *supplier* menuju Sorowako. Setelah dikonsolidasi di Surabaya, barang akan diangkut ke Malili dengan menggunakan kapal ATS (Alfa Trans Satu).

5. ***Marine and Port***

   Marine and Port bertugas melakukan aktivitas-aktivitas di pelabuhan, mulai dari kapal akan bersandar hingga proses penurunan kontainer di pelabuhan.

6. ***General Cargo Handling***

   Setelah proses *unloading* kapal, *General Cargo Handling* bertugas mengantarkan barang dari Pelabuhan Balantang menuju *plant site*.

7. ***Export and Import***

   Pihak *Export and Import* bertugas mengurus keseluruhan dokumen bea cukai pada kontainer-kontainer yang berasal dari luar negeri. Kontainer impor terbagi menjadi dua, yaitu BC 1.2 dan BC 2.0.

2.2.5. Warehouse PT Vale Indonesia

Gudang merupakan bagian yang penting dalam kegiatan operasional perusahaan, dikarenakan gudang merupakan tempat penyimpanan material yang dibutuhkan oleh pengguna internal agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik. PT Vale memiliki

9 gudang untuk menampung barang – barang atau material yang diperlukan oleh berbagai department di PT Vale Indonesia, 9 gudang tersebut adalah :

1. *Main warehouse*
2. *Flex warehouse*
3. *Open store*
4. *Delaney warehouse*
5. *Gunung batu warehouse*
6. *105 warehouse*
7. *Explosive material storage*
8. *Dangerous waste & scrap cutting*
9. *Fuel handling & storage*

1. Main warehouse

Main warehouse atau gudang utama yang terletak di Plant Site PT.Vale Indonesia Tbk. *Warehouse* ini berisikan barang-barang stock item yang memiliki dimensi relatif kecil maupun yang memerlukan perlakuan khusus dalam metode penyimpanannya

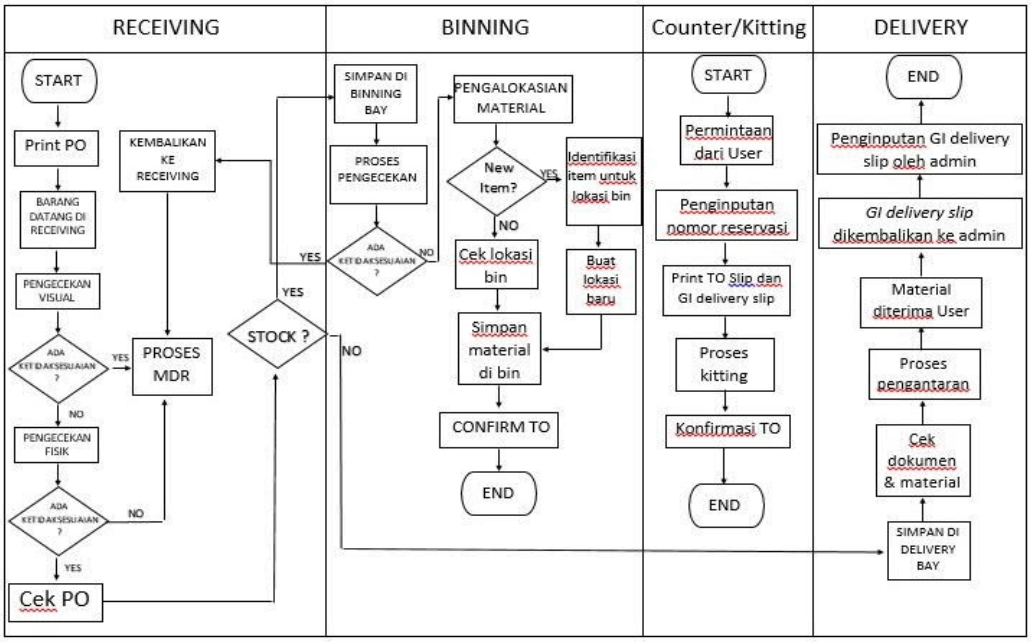
Fungsi utama *main warehouse* ini adalah menerima barang pesanan yang telah dipesan sebelumnya, kemudian melakukan inspeksi terhadap barang dan PO yang telah dibuat, dan selanjutnya di dalam *warehouse* ini dilakukan pengelompokan untuk barang barang stok yang termasuk direct purchase ataupun langsung didistribusikan kepada pihak pemesan (pengguna internal). Selain itu, *warehouse* juga menyimpan barang *repairable* yang telah diperbaiki oleh pihak *shop* (bengkel). Jika dalam keadaan darurat ataupun stock barang tersebut di *warehouse* habis, setelah selesai diperbaiki, *user* bisa langsung menghubungi shop tanpa melalui *warehouse*.

Aktivitas *main warehouse* dimulai ketika adanya proses pembelian dan pengiriman terhadap suatu barang tertentu. Staf administrasi *main warehouse* akan menerima informasi mengenai pembelian dan jalur pengiriman barang tersebut. Adanya penggunaan system SAP yang terintegrasi ini memudahkan komunikasi antar staf yang berhubungan untuk mendapatkan informasi yang tepat dan akurat

mengenai informasi-informasi yang terkait dengan pembelian dan pengiriman barang tersebut.

Penerimaan barang di *receiving yard* menjadi awal permulaan aktivitas warehouse, untuk selanjutnya akan disimpan didistribusikan langsung ke *user*. Aktivitas ini berlangsung hingga akhirnya barang yang dipesan tersebut tiba dilokasikan *user*. Pengololaan selama barang disimpan di *warehouse* juga menjadi salah satu tanggung jawab sub departemen *warehouse*.

Secara garis besar, proses yang terjadi di *main warehouse* bisa dikategorikan ke dalam 4 macam proses, yaitu *receiving*, *binning*, *counter*, dan *delivery*. Dalam kegiatan operasional di lapangan, keempat macam proses diawasi oleh masing-masing supervisor untuk memonitor proses yang terjadi di lapangan.



Gambar 2. 2. Flowchart Proses Bisnis *Main Warehouse* PT Vale Indonesia Tbk

Di warehouse terdiri dari beberapa proses, yaitu proses receiving, proses binning, counter dan proses delivery. Pada proses receiving dilakukan pengecekan visual dan pengecekan dokumen. Pada proses ini dilakukan pengelompokkan untuk barang yang termasuk direct purchase untuk dilakukan pengiriman langsung ke user. Proses binning merupakan proses penyimpanan barang untuk barang yang bukan termasuk direct purchase. Proses counter merupakan proses distribusi barang menuju user. Proses delivery merupakan proses pengiriman barang ke user

2. ***Flex warehouse***

   Warehouse yang menangani segala kebutuhan proyek yang akan dikerjakan. Termasuk didalamnya adalah sebagai lokasi penampungan material dan peralatan yang dibutuhkan untuk kegiatan *maintenance* sebelum terjadinya *shutdown*.

3. ***Open Store***

   Untuk barang-barang yang memiliki dimensi yang besar, akan ditempatkan di lokasi ini.

4. ***Dellany Warehouse***

   Warehouse ini dikhususkan untuk lokasi yang menampung ban (*tyre*) untuk kendaraan perusahaan.

5. ***Gunung Batu Warehouse***

   Barang-barang spare parts khusus untuk kendaraan besar ditempatkan di *warehouse* ini.

6. ***105 Warehouse***

   Warehouse yang khususnya menyimpan bantuan yang akan digunakan dalam proses pengolahan nickel.

7. ***Explosive Material Storage***

   Tempat penyimpanan material bahan peledak yang digunakan untuk melakukan di area yang akan dilakukan penambangan.

8. ***Dangerous Waste & Scrap Cutting***

   Semua limbah yang dihasilkan perusahan di plant site akan ditampung disini.

9. ***Fuel Handling & Storage***

   Material-material bahan bakar minyak akan di tamping disini seperti solar, batu bara dan HSFO atau biasa disebut minyak hitam.

2.3. Inventory Management

Inventory adalah serangkaian kebijakan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan sumber daya agar proses produksi dan operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Tujuannya adalah untuk menetapkan dan menjamin ketersediaan sumber daya dalam kuantitas dan pada waktu yang tepat.

Berikut ini beberapa pengertian persediaan (inventory) dari beberapa sumber buku:

- Menurut Herjanto (2007), persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin.
- Menurut Warren (2005), persediaan adalah barang dagang yang dapat disimpan untuk kemudian dijual dalam operasi bisnis perusahaan dan dapat digunakan dalam proses produksi atau dapat digunakan untuk tujuan tertentu.
- Menurut Alexandri (2009), persediaan merupakan suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha tertentu atau persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam proses produksi.
- Menurut Ristono (2009), persediaan adalah barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang.

2.3.1 Fungsi dan Tujuan Persediaan

Menurut Render dan Heizer (2005), terdapat empat fungsi persediaan, yaitu sebagai berikut:

1. Mendecouple atau memisahkan beragam bagian proses produksi. Sebagai contoh, jika pasokan sebuah perusahaan berfluktuasi, maka mungkin diperlukan persediaan tambahan untuk mendecouple proses produksi dari para pemasok.
2. Mendecouple perusahaan dari fluktuasi permintaan dan menyediakan persediaan barang-barang yang akan memberikan pilihan bagi pelanggan. Persediaan semacam ini umumnya terjadi pada pedagang eceran.
3. Mengambil keuntungan diskon kuantitas, sebab pembelian dalam jumlah lebih besar dapat mengurangi biaya produksi atau pengiriman barang.
4. Menjaga pengaruh inflasi dan naiknya harga

Persediaan memiliki peran yang cukup besar dalam mendukung kegiatan operasional perusahaan, oleh karena itu, persediaan dalam suatu perusahaan perlu dikelola sebaik-baiknya, persediaan harus direncanakan dan dikendalikan secara efektif dan efisien. Pengadaan persediaan harus diperhatikan karena berkaitan langsung dengan biaya yang harus ditanggung oleh suatu perusahaan sebagai akibat adanya persediaan. Oleh sebab itu, persediaan yang ada harus seimbang dengan kebutuhan, karena apabila persediaan terlalu banyak maka akan mengakibatkan perusahaan menanggung resiko kerusakan dan biaya penyimpanan yang tinggi disamping biaya investasi yang besar. Tetapi jika terjadi kekurangan persediaan akan berakibat terganggunya kelancaran dalam proses produksinya. Oleh karenanya diharapkan terjadi keseimbangan dalam pengadaan persediaan sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin dan dapat memperlancar jalannya proses produksi (Agus Ristono, 2008).

Adapun tujuan pengelolaan persediaan adalah sebagai berikut:

1. Menghilangkan risiko keterlambatan barang tiba
2. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan
3. Menjaga keberlangsungan produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.
4. Memberikan pelayanan yang sebaik mungkin kepada konsumen dengan tersedianya barang yang diperlukan.

Pengendalian persediaan perlu dilakukan berdasarkan data permintaan konsumen agar diperoleh optimasi persediaan bahan baku di gudang sehingga tidak terjadi kekurangan bahan baku (stock out) ataupun kelebihan bahan baku yang berpengaruh pada kepuasan *customer* serta *cost* yang dibebankan oleh perusahaan pada setiap tahunnya. Dengan pertimbangan tersebut maka perusahaan perlu untuk merencanakan dan mengendalikan persediaan pada tingkat yang optimal. Kriteria optimal adalah ketersediaan material sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan dan waktu pengiriman yang tepat dan minimasi keseluruhan biaya yang terkait dengan semua konsekuensi kebijakan persediaan.

2.3.2 Jenis-Jenis Persediaan

Menurut Render dan Heizer (2005), berdasarkan proses manufakturnya persediaan dibagi menjadi empat jenis, yaitu:

1. **Persediaan bahan baku (raw material inventory)**. Adalah persediaan yang dibeli tetapi tidak diproses. Persediaan ini dapat digunakan untuk mendecouple (memisahkan) para pemasok dari proses produksi.

2. **Persediaan barang setengah jadi (working in process inventory).** Adalah bahan baku atau komponen yang sudah mengalami beberapa perubahan tetapi belum selesai. Adanya work in process disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk (disebut siklus waktu). Mengurangi siklus waktu berarti mengurangi persediaan.

3. **Persediaan pemeliharaan, perbaikan dan operasi (maintenance, repair, operating, MRO)**. Pemeliharaan, perbaikan, operasi digunakan untuk menjaga agar permesinan dan proses produksi tetap produktif. MRO tetap ada karena kebutuhan dan waktu pemeliharaan dan perbaikan beberapa peralatan tidak diketahui.

4. **Persediaan barang jadi (finished goods inventory).** Adalah produk yang sudah selesai dan menunggu pengiriman. Barang jadi bisa saja disimpan karena permintaan pelanggan dimasa depan tidak diketahui

Sedangkan menurut Ristono (2009), berdasarkan tujuannya persediaan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

1. **Persediaan pengaman (safety stock).** Persediaan pengaman adalah persediaan yag dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi ketidakpastian tersebut, maka akan terjadi kekurangan persediaan (stockout).

2. **Persediaan antisipasi**. Persediaan antisipasi disebut sebagai stabilization stock merupakan persediaan yang dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.

3. **Persediaan dalam pengiriman (transit stock).** Persediaan dalam pengiriman disebut work-in process stock adalah persediaan yang masih dalam pengiriman. Persediaan ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu: 1) Eksternal transit stock adalah persediaan yang masih berada dalam transportasi. 2) Internal transit stock adalah persediaan yang masih menunggu untuk diproses atau menunggu sebelum dipindahkan.

   Ciri dari model inventory adalah solusi optimalnya yang selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Pada dasarnya masalah yang dianalisa oleh sistem inventory meliputi 2 hal, yaitu berapa banyak suatu item harus di pesan dan kapan pesanan dari suatu item tersebut harus dilakukan (pesanan dilakukan dengan jumlah unit material yang tepat).

2.3.3. Konsep Level Min-Maks Persediaan (*Min-Max Stock Level*)

Konsep persediaan minimum dan maksimum tidak berdasarkan perhitungan secara berkala tetap, tetapi dapat dilakukan setiap waktu, dengan konsep titik pemesanan kembali atau reorder point (Sumber :Indrajit ; 2005). Pada konsep ini setiap item ditentukan level stock maksimum-minimumnya agar cukup dan tidak berlebihan. Jadi kalau persediaan sudah mencapai jumlah minimum maka segera dilakukan pembelian barang, sampai jumlah barang sudah mencapai persediaan maksimum maka pembelian dihentikan. kalau barang dalam persediaan dipakai terus maka suatu saat akan sampai pada persediaan minimum lagi, dilakukan pembelian lagi, demikian seterusnya. (Subagyo, 2000)

Metode pengendalian persediaan bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah metode min-max stock. Metode min-max stock adalah metode pengendalian bahan baku yang didasarkan atas asumsi bahwa persediaan bahan baku berada pada dua tingkat, yaitu tingkat maksimum dan tingkat minimum. Jika tingkat maksimum dan tingkat minimum sudah ditetapkan, maka pada saat persediaan sampai ke tingkat minimum pemesanan bahan baku harus dilakukan untuk menempatkan persediaan pada

tingkat maksimum. Hal ini untuk menghindari jumlah persediaan yang terlalu besar atau terlalu kecil.

Penerapan metode min-max dilakukan sehingga gudang dapat mengetahui berapa stok minimum yang harus ada di gudang untuk memenuhi kapasitas kuantitas produksi serta berapa stok maksimum bahan baku di gudang agar tidak terjadi pemborosan biaya persediaan (Fithri dan Sindikia, 2013). Dengan begitu perusahaan akan terhindar dari berlebihnya persediaan yang mengakibatkan pemborosan dan persediaan bahan baku yang terlalu kecil dapat menghambat kelancaran proses produksi.

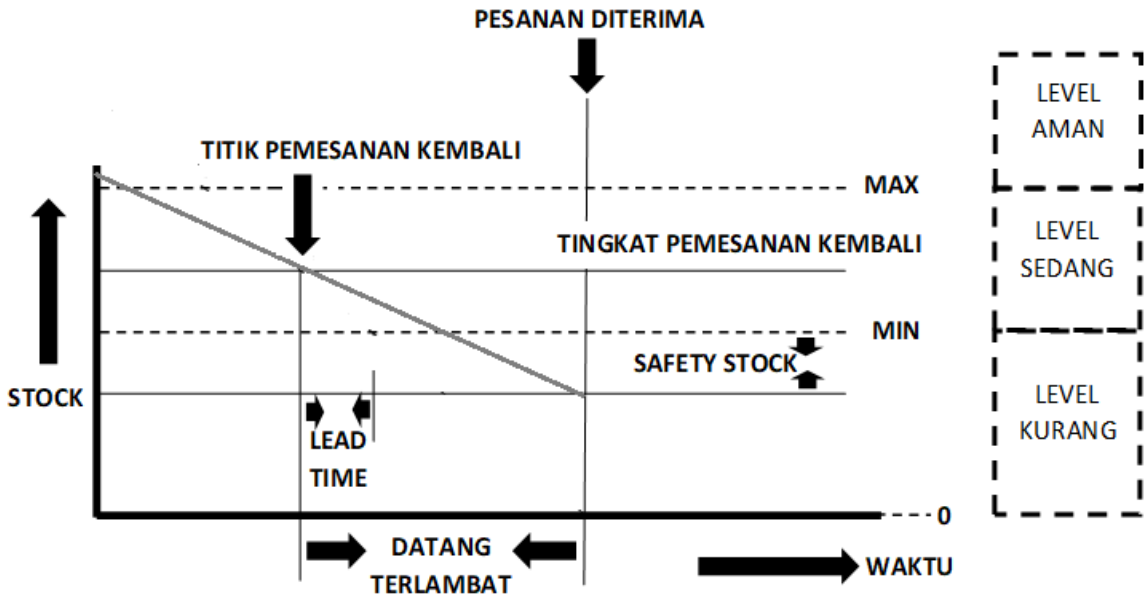
Konsep Min-Max ini dikembangkan berdasarkan suatu pemikiran sederhana sebagai berikut (Indrajit, 2004):

a) Untuk menjaga kelangsungan beroperasinya suatu pabrik atau fasilitas lain, diperlukan bahwa beberapa jenis material tertentu dalam jumlah minimum tersedia di gudang, supaya sewaktu-waktu ada yang rusak, dapat langsung diganti.

b) Tetapi material yang disimpan dalam persediaan tadi juga jangan terlalu banyak, ada maksimumnya, supaya biasanya tidak menjadi terlalu mahal.

c) Keduanya sebetulnya mengikuti prinsip *inventory control* yaitu pengendalian tingkat persediaan sedemikian rupa sehingga setiap kali barang diperlukan, selalu tersedia, tetapi sekaligus juga harus menjaga agar tingkat persediaan seminimal mungkin, untuk menghindari investasi berupa biaya penyediaan yang besar.

Dengan Perhitungan min-maks persediaan dapat ditentukan titik terendah maupun tertinggi persediaan dan titik ini digunakan untuk penentuan informasi level persediaan, adapun time phased order point digunakan untuk mencari titik pemesanan paling aman dan tepat dengan mempertimbangakan waktu dan jumlah persediaan. Gambaran proses penjadwalan berdasarkan titik pemesanan kembali (TPOP) dan persediaan pengaman dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Pemesanan Time Phased Order Point Dan Persediaan Pengaman

Dari Gambar 2.3 penjadwalan pemesanan persediaan terjadi jika stok berada pada titik pemesanan kembali atau di bawahnya, persediaan pengaman berfungsi untuk memenuhi kebutuhan jika terjadi keterlambatan pemesanan diatas batas waktu normal pengiriman. Tujuan utama dalam pengendalian persediaan ini adalah melakukan pemesanan persediaan pada waktu dan jumlah yang tepat sehingga pemenuhan kebutuhan persediaan dapat tercapai serta meminimalkan losses yang terjadi pada proses pemesanan. Losses adalah kerugian yang diakibatkan karena berkurangnya volume persediaan dan berkurangnya reservasi yang tidak bisa dilayani setiap adanya proses pemesanan.

Jika terjadi keterlambatan datangnya pemesanan maka pengiriman material akan tetap dapat dipenuhi dengan stok pengaman yang telah diperhitungkan berdasarkan waktu keterlambatannya. Posisi stok material diukur untuk menentukan level indikator persediaan, jika diatas Qmax maka level persediaan adalah AMAN, jika dibawah Qmin maka Level Persediaan adalah KURANG dan jika berada antara Qmin dan Qmax maka level persediaan adalah SEDANG.

Menurut Wild (2007), metode praktis mengurangi stock adalah dengan kembali pada prinsip dasar yaitu :

Decrease in stock = Output – Input (2.1)

Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengurangi stock adalah dengan mengurangi input (pembelian / pengisian stock) dan menaikkan output (konsumsi).

Batasan normal stock digudang berisi material / suku cadang fast moving, jumlah material khusus, dan material obsolete, material atau suku cadang lain yang fluktuatif, beberapa material kurang pasokannya dan beberapa material terlalu banyak disediakan. Ada beberapa potensi untuk mengurangi jumlah stock persediaan dalam jumlah significant dalam situasi ini, mungkin sekitar 30% selama 18 bulan.

Kebanyakan material yang memiliki kemampuan manuver kecil dapat mempengaruhi biaya satuan secara significant, namun demikian, hal ini perlu dipertimbangkan karena penurunan harga material sebesar 105 akan menyebabkan penurunan nilai persediaan yang sesuai dalam jangka panjang

Average value pada stock line dihitung dengan rumus :

Average value = Unit cost x Average inventory (2.2)

Jumlah rata – rata stock persediaan biasanya berada ditengah antara batas minimum dan maksimum. Batas minimum merupakan *safety stock* dan batas maksimum dapat diketahui segera setelah pesanan di *delivery*. Apabila jumlah stock turun ke titik *safety stock* sebelum pengantaran pesanan maka,

$$Average\ inventory = \frac{(Max + Min)}{2}$$

$$= \frac{(Safety\ stock + order\ quantity) + safety\ stock}{2}$$

$$= Safety\ stock + \frac{Order\ quantity}{2}$$

Order quantity = (Max-Stock) - (Min-Stock) (2.3)

$$Average\ inventory\ =\ Safety\ stock\ +\ \frac{Max-Min}{2} \quad (2.4)$$

2.3.4 *Safety Stock*

Pengertian persediaan pengaman (*safety stock*) menurut Freddy Rangkuty (2004) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*Stock out*). Sedangkan pengertian menurut Sofjan Assauri (2004:186) sama halnya dengan pengertian Freddy Rangkuty yaitu persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadi kekurangan bahan (*Stock out*)

Safety stock merupakan tingkat stok ekstra yang dipertahankan untuk mengurangi risiko kehabisan stok yang disebabkan oleh ketidakpastian pasokan dan permintaan (Monk & Wagner, 2009). *Safety stock* yang memadai akan memungkinkan operasi bisnis berjalan sesuai dengan rencana. *Safety stock* diadakan ketika ada ketidakpastian permintaan, pasokan, atau hasil manufaktur dan berfungsi sebagai penjamin resiko terjadinya kehabisan stok.

Tujuan *safety stock* adalah untuk meminimalkan terjadinya *stock out* dan mengurangi penambahan biaya penyimpanan dan biaya *stock out* total, biaya penyimpanan disini akan bertambah seiring dengan adanya penambahan yang berasal dari *reorder point* oleh karena adanya *safety stock*. Keuntungan adanya *safety stock* adalah pada saat jumlah permintaan mengalami lonjakan, maka persediaan pengaman dapat digunakan untuk menutup permintaan tersebut Menurut Fien Zulfikarijah (2005) ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan perusahaan melakukan *safety stock* yaitu:

1.) Biaya atau kerugian yang disebabkan oleh stockout tinggi. Apabila bahan yang digunakan untuk proses produksi tidak tersedia, maka aktivitas perusahaan akan terhenti yang menyebakan terjadinya idle tenaga kerja dan fasilitas pabrik yang pada akhirnya perusahaan akan kehilangan penjualannya.

2.) Variasi atau ketidakpastian permintaan yang meningkat. Adanya jumlah permintaan yang meningkat atau tidak sesuai dengan peramalan yang ada diperusahaan menyebabkan tingkat kebutuhan persediaan yang meningkat pula, oleh karena itu perlu dilakukan antisipasi terhadap *safety stock* agar semua permintaan dapat terpenuhi.

3.) Resiko *stock out* meningkat. Keterbatasan jumlah persediaan yang ada dipasar dan kesulitan yang dihadapi perusahaan mendapatkan persediaan akan berdampak pada sulitnya terpenuhi persediaan yang ada di perusahaan, kesulitan ini akan menyebabkan perusahaan mengalami *stock out*.

4.) Biaya penyimpanan *safety stock* yang murah. Apabila perusahaan memiliki gudang yang memadai dan memungkinkan, maka biaya penyimpanan tidaklah terlalu besar hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya *stock out*.

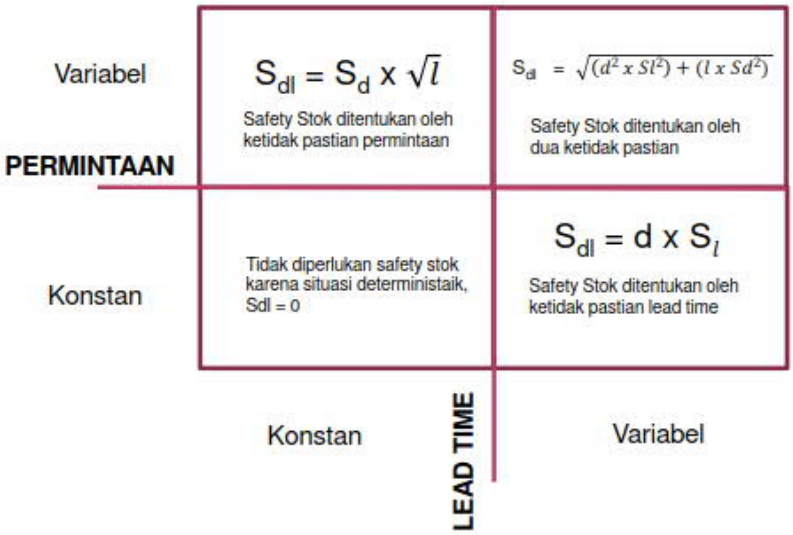
Nilai *safety stock* dihitung berdasarkan standar deviasi permintaan per periode dan standar deviasi *lead time.*

Jika permintaan per periode dan *lead time* sama-sama konstan maka tidak perlu *safety stock*, karena permintaan selama *lead time* memiliki standar deviasi 0. Jika permintaan per periode dan *lead time* tidak menentu maka standar deviasi permintaan selama lead time (S_{dl}) dapat dihitung sbb:

$$S_{dl} = \sqrt{((d^2 \times Sl^2) + (l \times Sd^2)} \qquad (2.5)$$

Dimana :

- S_{dl} : standar deviasi permintaan selama lead time
- d : rata-rata permintaan per bulan
- l : rata-rata lead time
- Sl : standar deviasi lead time
- Sd : standar deviasi permintaan



Maka perhitungan safety stocknya menjadi:

$SS = Z \times S_{dl}$ (2.6)

Dimana :

SS : Safety Stock

Z : adalah safety factor dimana nilainya berdasarkan Tabel service level

Hitung *safety factor* dengan rumus excel: = NORMSINV(sorot kolom *service level*)

S_{dl} : Standar Deviasi permintaan dan lead time

2.3.5 *Service level*

Menurut P.J Byrne dkk. (2016), *service level* didefinisikan sebagai suatu ukuran (yang dinyatakan dalam persentase) kepuasan permintaan melalui inventory yang tepat waktu untuk memenuhi permintaan pelanggan sesuai dengan jumlah dan tanggal pengiriman.

Ketika sulit untuk menentukan biaya saat kehabisan stok barang seorang manajer akan membuat kebijakan agar persediaan pengaman tetap tersedia untuk menjaga tingkat pelayanan. *Service level* adalah komplemen dari probabilitas kehabisan persediaan Misal, jika probabilitas kehabisan persediaan adalah 0,05, maka tingkat pelayanan (*service level*) adalah 95% (Heizer J & Render B. 2014).

Menentukan tingkat pelayanan tertentu adalah salah satu metode dalam menentukan jumlah persediaan pengaman. Tingkat pelayanan (*service level*) adalah probabilitas dimana jumlah persediaan *on hand* selama waktu tunggu cukup untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan yang diharapkan (Russel & Taylor, 2014), jJadi *service level* merupakan probabilitas yang menyatakan bahwa perusahaan dapat memenuhi permintaan. Semakin besar *service level* yang dimiliki akan semakin baik, karena semakin kecil kemungkinan perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan

Service level yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 95%. Berarti nilai persediaan yang didapat dari nilai *service level* akan mampu memenuhi ketersediaan *part* sebesar 95% dengan resiko *part* tidak dapat terpenuhi sebesar 5%. Apabila perusahaan ingin mengurangi resiko kekurangan persediaan maka perusahaan dapat meningkatkan nilai *service level* tersebut. Berarti hal ini juga akan menyebabkan meningkatnya jumlah persediaan. Namun tentunya kondisi yang terbaik adalah jumlah persediaan yang optimal.

Analisis ABC merupakan aplikasi persediaan yang menggunakan prinsip pareto. Prinsip ini menyatakan bahwa "*critical view and trivial many*". Prinsip ini mengajarkan untuk memfokuskan pengendalian persediaan kepada jenis persediaan yang bernilai tinggi atau kritikal daripada yang bernilai rendah atau trivial.

Setiap kategori kemudian diberi tingkat layanannya sendiri sebagai berikut:
- item A, produk 20% teratas, diklasifikasikan sebagai *"critical few":* tingkat layanan tinggi, mis. 96-98%;

- item B, produk 20-30% berikutnya yang diklasifikasikan sebagai "*interclass*": tingkat layanan menengah, mis. 91-95%;

- item C, 50-60% produk terakhir yang diklasifikasikan sebagai "*trivial many*": tingkat layanan lebih rendah, mis. 85-90%;

Bagi perusahaan, untuk memenuhi persyaratan tingkat service level yang ingin diberikan maka harus fokus pada tujuan yaitu kesiapan untuk melakukan *delivery* material, waktu

pengiriman, fleksibilitas pengiriman, keandalan dan kualitas Kesiapan *delivery* material adalah kemampuan untuk memenuhi kebutuhan material dengan tepat waktu. Kesiapan untuk pengiriman dapat diukur dengan berbagai cara, tergantung pada fokus perusahaan.

2.3.6 *Demand Forecast*

Menurut Murahartawaty (2009), peramalan (forecasting) merupakan bagian vital bagi setiap organisasi bisnis dan untuk setiap pengambilan keputusan manajemen yang sangat signifikan. Peramalan menjadi dasar bagi perencanaan jangka panjang perusahaan.

Saat ini perusahaan menerapkan metode demand forecast berdasarkan historical data kebutuhan dari pengguna internal, karakteristik dari semua forecast tersebut didasarkan pada semakin banyak data yang di observasi maka semakin banyak juga modifikasi dari rata – rata demand dan variabilitas demand, namun bisa juga prediksinya makin akurat (Simchi-Levi et al, 2004).

Forecast tidak selalu akurat sempurna, berikut adalah aturan yang berlaku di dalam *forecast* (Nahmias, 1997; citied in Simchi-Levi et al., 2004) :

1. *"The forecast is always wrong. It is very unlikely that actual demand will exactly equal forecast demand"*
2. *"The longer the forecast horizon, the worse is the forecast. A forecast of demand far in the future is likely to be less accurate than a forecast of near-future demand"*
3. *"Aggregate forecasts are more accurate"*

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusun yang baik. Menurut Gaspersz (2005), terrdapat 9 langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan, yaitu:

1. Menentukan tujuan dari peramalan

2. Memilih item independent demand yang akan diramalkan
3. Menentukan horison waktu dari permalan (jangka pendek, menengah, atau panjang)
4. Memilih model-model peramalan
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk peramalan
6. Validasi model peramalan
7. Membuat peramalan
8. Implementasi hasil-hasil peramalan
9. Memantau keandalan hasil peramalan

2.4 Penelitian terdahulu

Pada Tabel 2.1 merupakan tabel ringkasan penelitian terdahulu yang digunakan untuk menentukan gap penulisan studi kasus.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

Peneliti (Tahun)	Judul	Metode	Hasil / Keputusan
Radasanu, Alin. (2016)	*Inventory Management, Service Level, and Safety Stock*	*ABC Analysis, Statistical Method*	Untuk melakukan perhitungan *safety stock* adalah melalui pendekatan statistic untuk mencapai target *service level* dengan menjaga *level stock* minimal dan biaya operasional yang rendah.
Barwa, Talatu (2015)	*Inventory Control as an Effective Decision-Making Model and Implementations for Company's Growth*	*Literature review*	Paper bertujuan untuk melakukan analisa faktor yang melibatkan pengambilan keputusan dalam *inventory control* dan minimasi biaya.
Kinanthi Ade Putri, Herlina, Dukes, Finda Arwi Mahardika (2016)	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (studi kasus PT. Djitoe Indonesia Tobacoo)	Metode Min-Max	Dengan menggunakan metode Min-Max perusahaan dapat melakukan *saving* biaya sebesar IDR 700,000.
Kontus, Eleonora (2014)	*Management of Inventory in a Company*	*Mathematical optimization model*	Model baru optimasi dalam model matematis untuk mendapatkan keputusan yang optimal dari

Peneliti (Tahun)	Judul	Metode	Hasil / Keputusan
			perbedaan *inventory level* dan fungsi objective.
Nugroho, Eddy Rosalendro (2018)	*Improved Inventory Management Performance in Indonesia Spare-parts company using ABC classification and Min-Max Method*	*ABC, Min-Max Method*	Dengan menggunakan aplikasi Min-Max, dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan *turnover ratio* (TOR), *inventory turn over* (ITO), *Total inventory cost* (TIC) yang lebih rendah.
Byrne, P.J dkk, 2016	*Retail supply chain service level; The role of inventory storage*	*Statistic Mathematical method (ANOVA)*	Tujuan utama dari manajemen *inventory* adalah untuk mencapai titik keseimbangan optimum antara *inventory level* dan *customer service level*

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek penelitian

Objek penelitian yang akan dianalisa dalam penulisan studi kasus manajemen *inventory* ini adalah *stock level inventory* untuk mengurangi adanya *shadow warehouse* di beberapa area pengguna internal serta dampaknya terhadap service level yang diberikan kepada pengguna internal. Dalam penulisan studi kasus pergerakan material dalam manajemen inventory ini, pengambilan data dilakukan di area operasional *warehouse* SCM PT. Vale Indonesian yaitu: data *shadow warehouse*, data material yang teridentifikasi di *shadow warehouse*, data penggunaan material, data *lead time*.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses untuk dapat melakukan penelitian. Sesuai dengan rumusan masalah yang ingin dicapai maka dibutuhkan pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian ini yang akan dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis strategi pengelolaan material. Data yang digunakan dalam penulisan studi kasus mengenai manajemen *stock level inventory* ini merupakan data sekunder. Data sekunder yang digunakan bersumber dari laporan bulanan material monitoring. Sampling data material yang digunakan untuk bahan penulisan studi kasus merupakan material dengan *criticality* A, B dan C dengan kategori pergerakan *fast moving* dan *medium moving*.

Periode pergerakan material yang diambil data nya adalah periode selama tahun 2017 hingga tahun 2019. Data pergerakan sample material yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Data quantity penggunaan material
2. Data lead time material

3.3 Metode Pengolahan Data

Studi yang dilakukan adalah kajian terhadap kondisi manajemen *inventory* dan kaitanya dengan *service level* yang didapatkan pengguna internal. Dalam melakukan kajian terhadap manajemen *inventory* yang berjalan saat ini, metode yang digunakan adalah Min-Max *method*. Langkah yang dilakukan untuk mendapatkan hasil kajian dari studi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Melakukan identifikasi material dan jumlah *shadow warehouse* yang saat ini ada di area operasional SCM. Dari data yang ada, jumlah *shadow warehouse* yang ada saat ini adalah 44 unit *shadow warehouse* yang tersebar di 9 area department berbeda. Kajian yang dilakukan dalam penulisan studi ini adalah kategori material yang masuk dalam *material shadow warehouse* untuk *criticallity* A, B & C dengan pergerakan *fast moving* dan *medium moving*

Langkah 2: Dari hasil identifikasi material, untuk material yang masuk ke dalam kategori *shadow warehouse*, maka dilakukan identifikasi lanjutan untuk mengetahui pergerakan material dalam dua tahun terakhir. Untuk material yang tidak masuk dalam kategori *shadow warehouse*, maka pengguna internal diharuskan mengisi formulir deklarasi material yang menyatakan bahwa material tersebut adalah menjadi tanggung jawab pengguna internal. Setelah formulir deklarasi ditanda tangani baik oleh pengguna internal dan pihak *warehouse*, maka material tersebut akan disimpan di area departemen pengguna internal sesuai dengan standar 5S dan visual manajemen yang berlaku. Apabila terjadi kelebihan material yang disimpan di area pengguna internal, maka material tersebut akan diproses melalui CMD (*Central of Material Disposal)* departemen.

CMD bertanggung jawab untuk melakukan identifikasi dan evaluasi untuk material yang sudah tidak digunakan. Material yang sudah tidak digunakan ini, akan disortir untuk kemudian apakah akan diproses dengan dijual kembali atau dibuang sebagai *scrap*.

Langkah 3: Dari material yang terdapat di dalam *shadow warehouse*, dilakukan identifikasi pergerakan material dengan melakukan konfirmasi kepada pengguna

internal. Data yang diambil dalam konfirmasi pengguna internal ini dilakukan terhadap 9 pengguna internal dari departemen yang teridentifikasi memiliki *shadow warehouse* dengan 3 orang pengguna internal per department. Hasil dari konfirmasi pergerakan material yang didapatkan dari pengguna internal, kemudian diolah secara matematis dengan metode min-max untuk mendapatkan *stock level*.

Dalam langkah ini digunakan formula berikut (Kinanthi, dkk, 2016) :

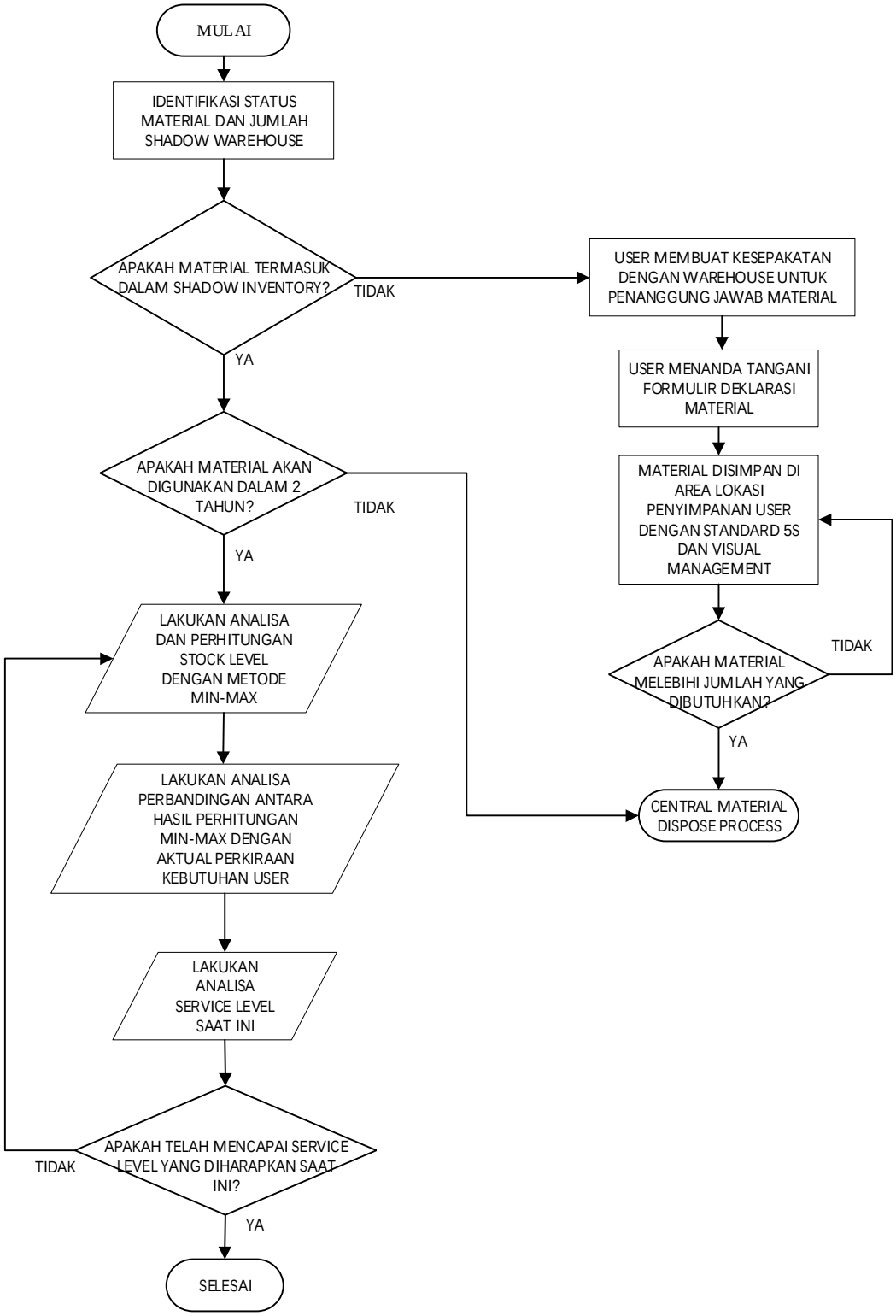
$$Min\ inventory = T \times \left(\frac{C}{30}\right) + R \tag{3.1}$$

$$Max\ inventory = \left(\frac{2 \times T \times C}{30}\right) + \mathrm{R} \tag{3.2}$$

Langkah 4: Data hasil perhitungan matematis yang didapatkan dari langkah 3 digunakan untuk melakukan perbandingan terhadap perkiraan kebutuhan dari pengguna internal.

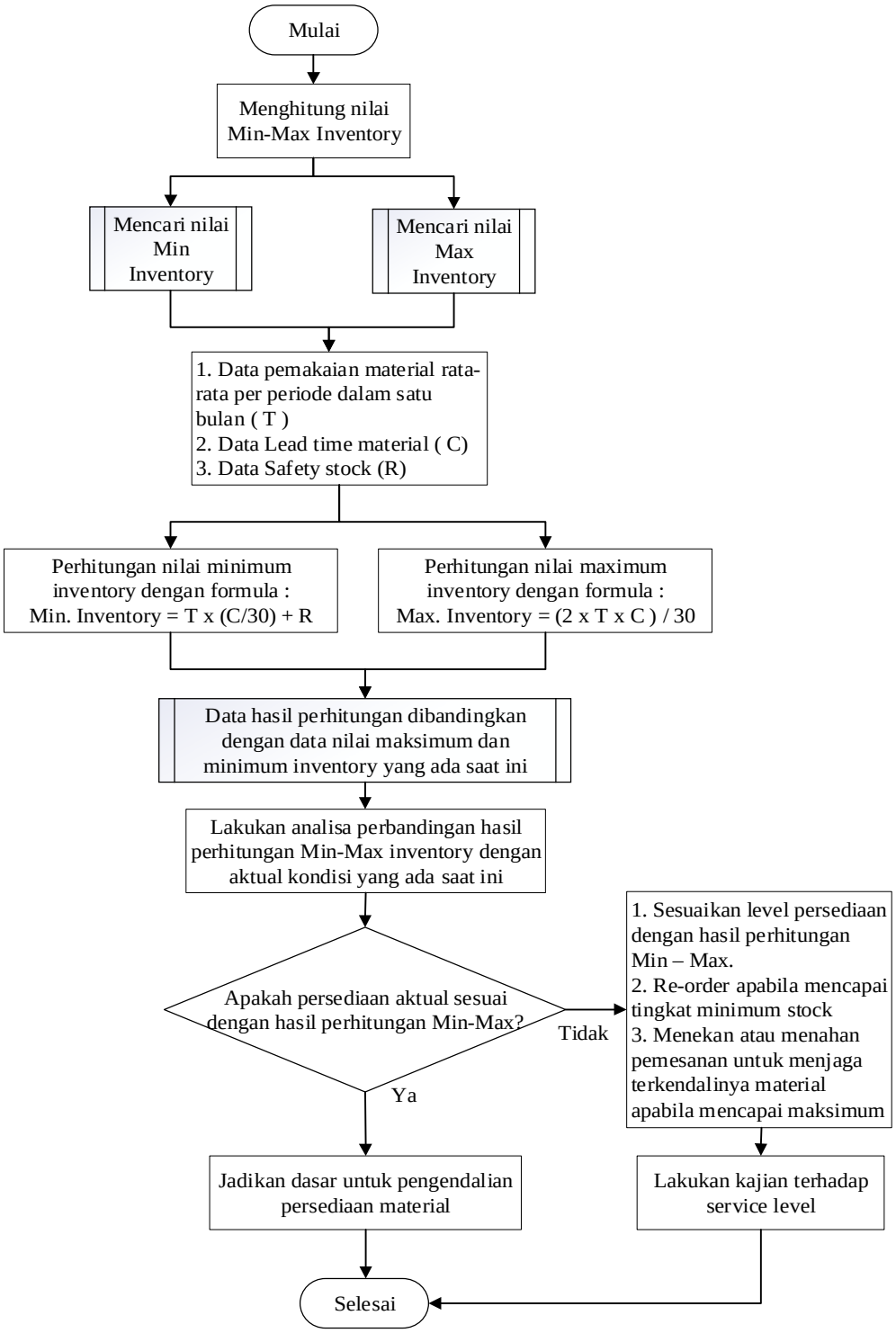
Langkah 5: Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan kajian terhadap *service level* yang ada saat ini dengan formula perhitungan service level sebagai berikut (Alin Constantin, 2016):

$$Service\ level = \frac{Quantity\ material\ yang\ di\ delivery\ tepat\ waktu}{Total\ quantity\ demand\ material} \tag{3.3}$$



Gambar 3. 1 Tahapan dalam studi manajemen *inventory*

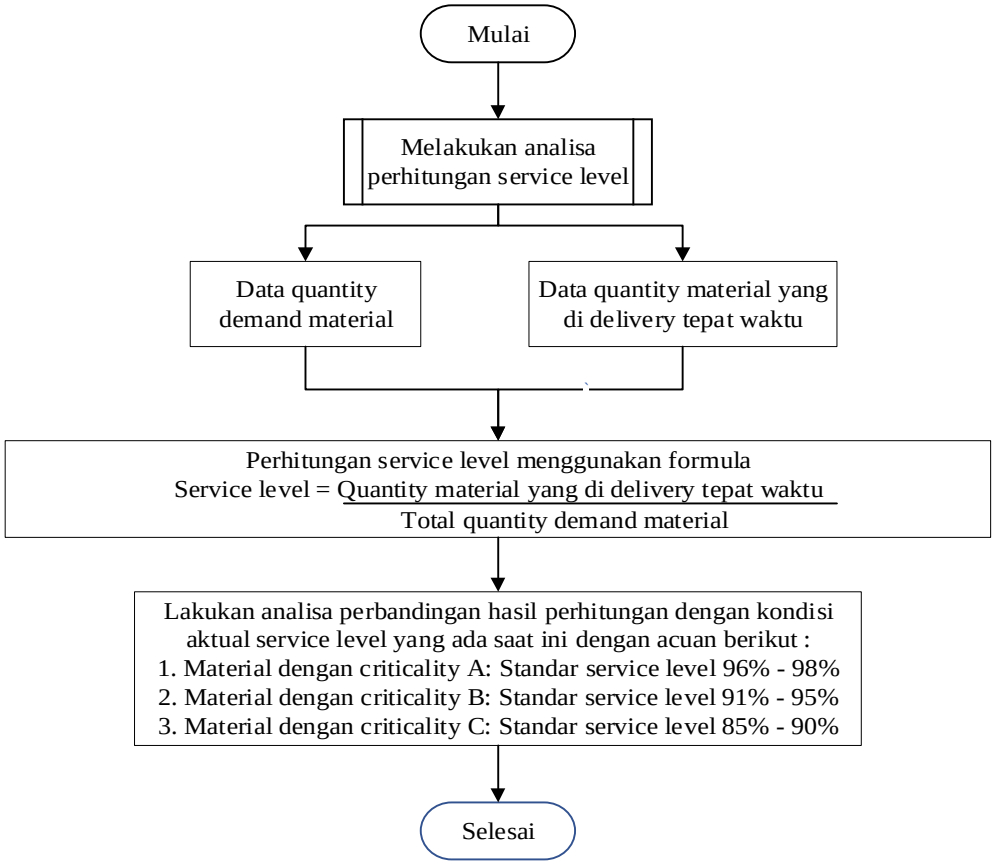
3.3.1. Tahap dalam perhitungan Min-Max *inventory*



Gambar 3. 2 Tahap dalam perhitungan Min – Max inventory

3.3.2. Tahap dalam perhitungan *service level*

Dalam melakukan Analisa *service level* dengan kondisi actual yang ada saat ini, tahapan yang dilakukan untuk melakukan perhitungan *service level* terdapat pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 3 Tahapan dalam melakukan kajian *service level*

3.3.3. Tahap Analisa dan Interpretasi data

Pada tahapan ini akan dihasilkan informasi mengenai kondisi stock material di dalam *warehouse* apakah dibawah nilai minimum atau berada diatas nilai maksimum. Hasil dari setiap tahapan perhitungan untuk selanjutnya dimasukan ke dalam satu table perbandingan yang menunjukan kondisi *actual level stock* dan perhitungan Min-Max. Kajian terhadap *service level juga* dilakukan untuk dibandingkan dengan actual service level dari sample material yang dikaji.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari data pemakaian material yang tersimpan di 44 (empat puluh empat) shadow warehouse yang dimiliki dan dikelola oleh 9 (sembilan) department yang ada di PT. Vale Indonesia untuk kategori *administrative building & infrastructure, repairable item, construction material, capital spare,* perhitungan parameter nilai persediaan dengan menggunakan metode Min-Max, perhitungan *inventory cost,* dan melakukan kajian terhadap *service level* untuk dibandingkan dengan aktual *service level* dari sample material yang dikaji

4. 1. Teknik Pengumpulan Data

Sumber data pada pengumpulan data ini adalah data Sekunder. Pengumpulan data yang digunakan dalam penyusunan penelitianr ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

   Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis berupa literatur dan metode kerja yang digunakan serta data internal maupun eksternal perusahaan.

2. Wawancara

   Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mendatangi instansi terkait dan sumber-sumber yang dianggap kompeten untuk dijadikan referensi, dalam hal ini Inventory dan Warehouse PT Vale serta beberapa area department yang menyimpan material shadow warehouse.

3. Observasi

   Observasi dilakukan dengan cara survei langsung ke lapangan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya.

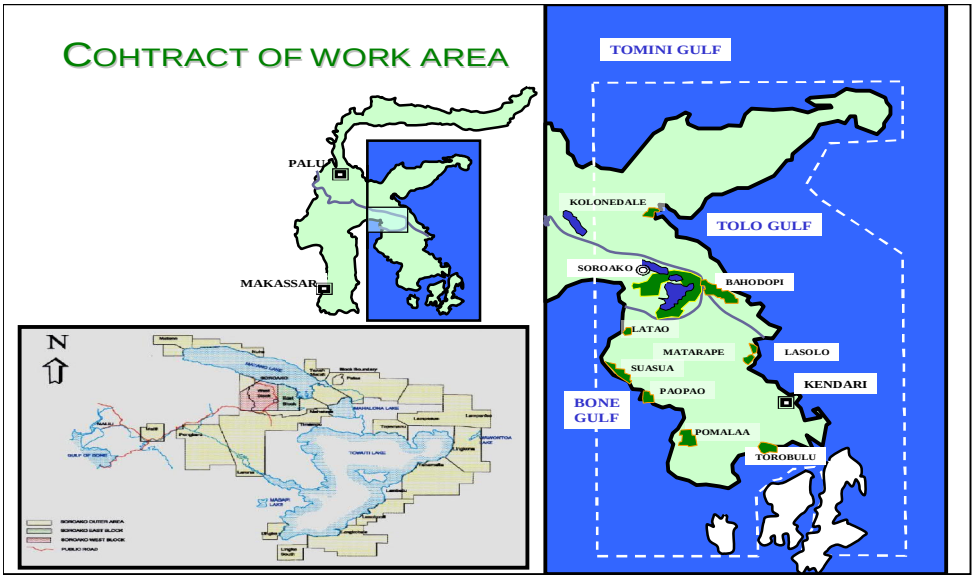
1. Profil Perusahaan

PT. Vale Indonesia, Tbk adalah perusahaan Nikel terkemuka di dunia. Nikel merupakan logam kaya manfaat yang penting untuk meningkatkan taraf hidup dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Sejak menandatangi kontrak karya dengan pemerintahan Indonesia pada 1968, PT. Vale telah memberikan konstribusi yang besar, baik bagi pemegang saham maupun devisa Negara. PT Vale juga telah mengubah desa-desa terpencil di tepi Danau Matano menjadi kota kecil berfasilitas lengkap yang menjanjikan masa depan.

Selama lebih dari empat dekade, PT Vale selalu bertekad menjalankan operasi lingkungan yang sehat dan aman. Komitmen ini tertuang dalam kebijakan perusahaan mengenai Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L). PT Vale terikat pada konsep pembangunan berkelanjutan tidak hanya di bidang ekonomi, tapi juga perlindungan kesehatan dan pelestarian lingkungan yang seimbang serta optimal. PT Vale telah menciptakan tenaga kerja terampil sebagai penggerak roda ekonomi rakyat Sorowako khususnya.

PT Vale Indonesia mempunyai kontrak karya seluas 218.528,99 Ha, terletak pada koordinat 121º18’57”-121º26’50” BT dan 2º32’59” LS. Secara umum wilayah kontak karya PT Vale Indonesia dibagi dalam 3 kategori, yaitu:

1. Lokasi Sorowako Project Area (SPA), luas sekitar 10.010,22 Ha.
2. Lokasi Sorowako Outer Area (SOA), luas sekitar 108.337,25 Ha.
3. Lokasi Sulawesi Coastel Deposite (SCD), luas sekitar 100,141,54 Ha.



Gambar 4. 1 Wilayah kontrak PT. Vale Indonesia, Tbk Sorowako

Departemen Supply Chain Management merupakan departemen turunan dari direktor finance yang berada pada PT. Vale Indonesia Tbk.

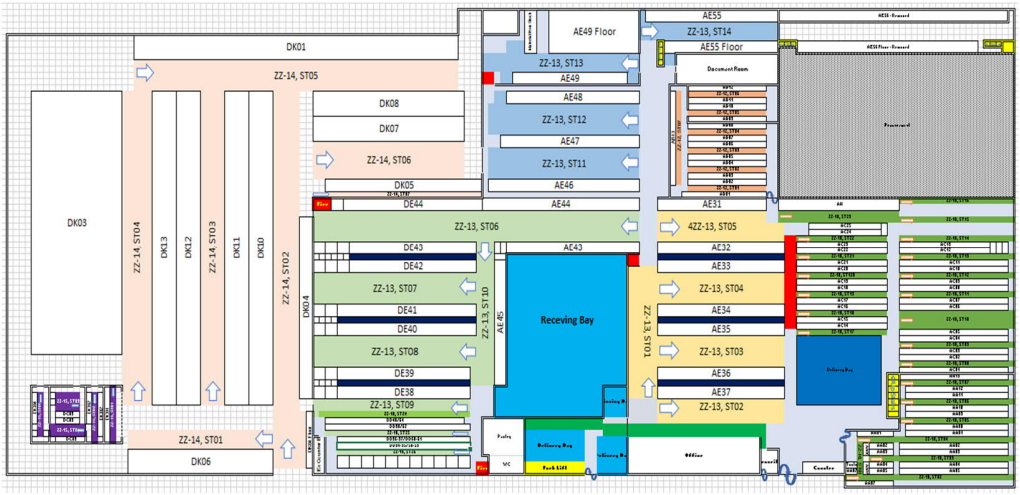
Berikut struktur organisasinya :

Gambar 4. 2 Struktur Organisasi SCM PT. Vale Indonesia

Departemen Supply Chain Management (SCM) PT. Vale Indonesia Tbk. merupakan departemen khusus yang menangani masalah aliran barang/material baik barang baku maupun barang support lainnya. *Departemen Supply Chain* Management (SCM) dikepalai oleh seorang *Senior General Manager* dan membawahi beberapa *sub - departement*, yaitu *Category Procurement, Operational Procurement, Material Management, Logistics, SCM Compliance, Project Portfolio, SCM Admin Officer*

Di *warehouse* terdiri dari beberapa proses, yaitu proses *receiving*, proses *binning*, *counter* dan proses *delivery*.

Main warehouse atau gudang utama yang terletak di *Plant Site* PT.Vale Indonesia Tbk. *Warehouse* ini berisikan barang-barang stock item yang memiliki dimensi relatif kecil maupun yang memerlukan perlakuan khusus dalam metode penyimpanannya.



Gambar 4. 3 *Layout Main Warehouse* PT. Vale Indonesia.

Dalam pengoperasian, ketersediaan material di warehouse harus selalu siap jika dibutuhkan baik itu untuk kegiatan routine, project ataupun kegiatan maintenance. Berdasarkan tarikan data yang ada di SAP jenis material yang tercatat di 44 gudang warehouse khusus untuk material fast moving adalah sebanyak 257 jenis material, medium moving sebanyak 72 jenis material dan slow moving sebanyak 3 jenis material. Adapun material tersebut dan jenis kategorinya dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah

Tabel 4. 1 Material Shadow Warehouse di 9 Department area PTVI

No	Stock Code	Category Material	Criticality	Type Movement
1	15094294	Capital Spare	Criticality C	Medium
2	15111076	Construction Material	Criticality C	Fast
3	15117356	Capital Spare	Criticality A	Fast
4	15098637	Capital Spare	Criticality A	Medium

5	15144666	Repairable item	Criticality A	Fast
6	15080059	Construction Material	Criticality C	Slow
……	……	……	……	……
330	70145926	Administrative building & infrastructure	Criticality B	Fast
331	15114105	Administrative building & infrastructure	Criticality C	Fast
332	15117139	Capital Spare	Criticality A	Fast

4. 2. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan dengan menggunakan MINITAB untuk menguji normalitas data.

4.2. 1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel pengganggu memiliki distribusi normal. Model regresi yang baik adalah distribusi data normal atau mendekati normal (Ghozali 2011). Uji normalitas ini dilakukan menggunakan bantuan software MINITAB.

1. Data Pergerakan Material

Dalam melakukan perhitungan dengan metode Min Max, salah satu variable yang digunakan adalah pergerakan material yang dikonsumsi oleh pengguna internal. Data yang didapatkan berdasarkan frekuensi pergerakan material ini untuk selanjutnya digunakan dalam tahapan perhitungan yaitu membandingkan kondisi awal yang menggunakan metode forecasting dan kondisi baru dengan menggunakan metode Min-Max.

Sesuai yang tertuang dalam *Inventory Policy* perusahaan, pergerakan material didefinisikan sebagai berikut:

- Material *fast moving* adalah material yang bergerak dengan frekwensi pemesanan atau penggunaan sebanyak 9 - 23 kali dalam periode 2 tahun.
- Material *medium moving* adalah material yang bergerak dengan frekwensi pemesanan atau penggunaan sebanyak 5 – 8 kali dalam periode 2 tahun.
- Material *slow moving* adalah material yang bergerak dengan frekwensi pemesanan atau penggunaan sebanyak kurang atau sama dengan 4 kali dalam periode 2 tahun.

Data material yang masuk dalam list *material shadow warehouse* berdasarkan frekuensi pergerakan material yang akan dipilih untuk kemudian dilakukan perhitungan pada penelitian ini yaitu material untuk *criticallity* A, B & C dengan pergerakan *fast moving* dan *medium moving*, Sedangkan material dengan pergerakan *slow moving* tidak dipertimbangkan dalam data penelitian karena penyediaan material *slow moving* lebih mudah diperkirakan, sehingga analisa terhadap *slow moving* material tidak akan memberi dampak signifikan dalam penentuan parameter min-max persediaan.

Berikut merupakan data penggunaaan material selama 2 (dua) tahun (Desember 2017 – Desember 2019). Data frekuensi pergerakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 2 Material Shadow Warehouse di 9 Department area PTVI

No	Stock Code	Category Material	Category	Frekuensi Pergerakan	Type Movement
1	15094302	Capital Spare	Criticality B	5	Medium
2	15116584	Repairable item	Criticality C	23	Fast
3	70141022	Capital Spare	Criticality C	11	Fast
4	15116591	Construction Material	Criticality C	22	Fast
5	15116975	Administrative building & infrastructure	Criticality C	24	Fast
…	……	……	……	……	……
327	15086087	Capital Spare	Criticality C	23	Fast
328	15115645	Construction Material	Criticality A	22	Fast
329	70204012	Capital spare	Criticality A	23	Fast

4.2. 2. Jumlah Sample Data Material Terpilih

Berikutnya dari list material diatas akan dipilih beberapa sampel material berdasarkan type movement fast moving dan medium moving material baik itu dari kategori material *administrative building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item* untuk dilakukan perhitungan parameter persediaannya. Data pendukung lain seperti *average demand usage*, data *lead time* dan *safety stock* diambil dari historis pemakaian yang tercatat di SAP *system* yang digunakan oleh perusahaan.

Sampel yang digunakan penulis sebanyak 30 material fast moving dan 30 sampel material medium moving. Jumlah sampel sebanyak 30 jenis material tersebut

ditentukan sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Gay yang dikutip oleh DR. Umi Narimawati, M.Si. (2007:43) bahwa: “menggunakan desain deskriptif dengan teknik korelasional, jumlah sampel minimal 30”

Material yang dipilih sebagai sample untuk *fast moving* dan *medium moving* adalah seperti pada tabel 4.3 dan 4.4 dibawah.

Tabel 4. 3 Data Sampel Material *Fast Moving*

Kategori Material	**Stock code Material**	**Criticality**	**Frekuensi Pergerakan**	**Average demand usage (Monthly)**	**Data lead time (days)**	**Safety stock**
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	13	35	93	188
	15105663	Criticality C	13	54	73	319
	15116648	Criticality B	17	34	76	299
	15116609	Criticality C	17	2	51	79
	15117764	Criticality C	22	4	54	38
	70240019	Criticality C	12	61	75	113
	15081621	Criticality C	16	10	91	276
Capital spare	15082066	Criticality A	12	389	146	1672
	15098133	Criticality C	17	5	93	25
	15097925	Criticality C	17	4	31	67
	15115576	Criticality A	17	20	73	181
	15114096	Criticality A	19	13	63	132
	15117139	Criticality A	20	9	43	53
	15117798	Criticality C	21	108	58	318
	15115561	Criticality A	21	4	20	19
	15097923	Criticality C	22	23	88	88
	15115559	Criticality A	16	12	88	149
	15162871	Criticality B	16	88	104	489
	15079637	Criticality A	16	24	103	115
Construction Material	15117446	Criticality A	17	72	40	809
	15115477	Criticality C	23	146	64	863
	15080071	Criticality B	15	26	65	157
	15114137	Criticality B	23	209	50	489
	15116591	Criticality C	22	82	56	419
Repairable item	15087576	Criticality C	9	53	47	217
	15087574	Criticality C	12	100	7	277
	70150104	Criticality C	23	278	82	1302

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock
	15117172	Criticality C	23	283	41	926
	15084628	Criticality C	21	563	93	1189
	15115642	Criticality A	19	390	70	2076

Tabel 4. 4 Data Sampel Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	7	33	81	90
	70158044	Criticality C	7	38	82	97
	70204014	Criticality C	7	29	62	73
	70117285	Criticality C	8	125	267	309
	70158041	Criticality C	7	29	63	80
	70245882	Criticality C	7	3	13	64
	15079212	Criticality B	6	1	3	8
	15116681	Criticality C	6	2	5	10
	15114164	Criticality C	6	2	7	19
	15114212	Criticality C	8	5	13	73
	70245881	Criticality C	8	5	21	158
	70245881	Criticality C	7	5	18	158
Capital Spare	70160088	Criticality B	6	81	198	219
	15117490	Criticality C	6	4	14	29
	15079665	Criticality C	8	2	11	32
	15117491	Criticality C	5	3	15	67
	15162883	Criticality B	6	11	33	125
Construction Material	70145934	Criticality B	7	5	12	28
	15080037	Criticality C	6	1	15	30
	15114140	Criticality C	5	2	5	12
	15115641	Criticality C	5	5	20	81
Repairable item	70158044	Criticality C	7	38	82	100
	15079215	Criticality C	6	0	2	5
	15115558	Criticality B	6	1	3	8
	15080078	Criticality C	7	0	1	2
	15079677	Criticality C	8	5	17	26
	15083660	Criticality C	6	2	7	15

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock
	15071719	Criticality C	8	4	31	46
	15087575	Criticality C	8	68	176	193
	15107515	Criticality C	7	65	171	188

4.2. 3. Perhitungan Min Max

Pengendalian inventori penting untuk dilakukan agar ketersediaan bahan baku terus terjaga sehingga produksi dapat terus berjalan. Min-Max System adalah salah satu metode untuk pengendalian persediaan bahan baku, rekomendasi dengan Min-Max System adalah menggunakan kebijakan safety stock dengan tujuan agar dapat meredam fluktuasi demand.

Formula Min-Max System untuk pengisian kembali persediaan, yaitu sebagai berikut.

a) Safety Stock (R)

Persediaan pengaman (safety stock) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (stock out).

***Safety Stock* (R) = S_{dl} x Z** (1)

S_{dl} : standar deviasi permintaan selama lead time

$$S_{dl} = \sqrt{((d^2 \times Sl^2) + (l \times Sd^2)} \quad (2)$$

b) Minimum Stock

Pada sistem Min-Max Inventory Management, minimum stock adalah batas dimana perusahaan harus melakukan pembelian bahan baku kembali (Reorder Point). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung minimum stock yaitu sebagai berikut : $T \times \left(\frac{C}{30}\right) + R$ (3)

c) Maximum Stock

Maximum stock adalah jumlah maksimum yang diperbolehkan disimpan dalam persediaan : $\left(\frac{2 \times T \times C}{30}\right)$ + R (4)

4.2. 4. Kajian Service Level

Melakukan kajian terhadap *service level* yang dicapai perusahaan saat ini dengan formula perhitungan service level, dan dibandingkan dengan service level standard dan target service level perusahaan

$$Service\ level = \frac{Quantity\ material\ yang\ di\ delivery\ tepat\ waktu}{Total\ quantity\ demand\ material} \quad (5)$$

4.2. 5. Perhitungan dan Analisa Biaya

Analisa biaya inventory sangat penting bagi perusahaan guna mengetahui efisiensi tingkat inventory perusahaan. Total inventory cost merupakan perhitungan total persediaan bahan baku, dihitung dengan mengkonversi dahulu menjadi perkiraan inventory rata-rata kemudian dikali harga barang untuk memperoleh inventory value.

a) Average Inventory Level (I)

Rata-rata tingkat persediaan yang akan disimpan di gudang perusahaan tiap periodenya (Fithri & Sindikia, 2014).

$$I = R + Q/2 \quad (6)$$

b) Order Quantity (Q)

Ukuran pemesanan (Q) adalah jumlah yang perlu dipesan untuk pengisian persediaan kembali. Setiap kali persediaan mencapai titik atau persediaan minimum maka harus dilakukan pemesanan kembali yang jumlahnya sebesar ukuran pemesanan (Indrajit, 2004) : Q = Max Stock – Min Stock (7)

c) Inventory value (Investasi Persediaan)

Inventory value adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam rangka pengadaan bahan baku (material) :

Inventory value = Average Inventory Level x harga per unit material (8)

BAB V
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan meneliti persediaan material yang disimpan di 44 (empat puluh empat) *shadow warehouse* yang dimiliki dan dikelola oleh hampir seluruh department yang ada di PT. Vale Indonesia dikategorikan menjadi 4 kategori terdiri dari; *administrative building & infrastructure, repairable item, construction material, capital spare*. Peneliti menggunakan beberapa pendekatan yang tujuannya untuk mengindentifikasi penyebab munculnya *Shadow Warehouse* dan mencari solusi untuk mengeliminasi atau mencegah *Shadow Warehouse* di kemudian hari. Pendekatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. **Analisa Pergerakan Material**

   Analisa pergerakan material dimaksudkan untuk mendapatkan data sampel penelitian yang diambil dari material yang disimpan di *Shadow Warehouse*.

2. **Analisa Persediaan Min-Max**

   Untuk mengetahui dan mengukur tingkat persedian optimum dari material yang disimpan di *Shadow Warehouse*, peneliti menggunakan metode Min-Max. Tingkat persediaan hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan tingkat persediaan yang telah ditentukan oleh bagian *Inventory Management*. Dari hasil Analisa ini akan diketahui apakah tingkat persediaan batas bawah (min) dan batas atas (max) yang ditentukan oleh *Inventory Management* sudah mencapai titik optimum atau tidak.

3. **Analisa *Service level***

   Untuk mengetahui efektivitas ketersediaan material dalam memenuhi kebutuhan pengguna, peneliti menganalisa pencapaian *Service Level* untuk setiap criticality material dan membandingkan dengan target Service Level perusahaan dan standard *service level* yang ingin dicapai. Dari hasil analisa ini akan diketahui apakah stock

parameter yang diterapkan Inventory Management telah mencapai batasan standard Service Level yang ingin dicapai.

4. **Analisa Biaya**

Untuk membantu perusahaan dalam mengambil keputusan penerapan tingkat persediaan, peneliti akan menghitung pengurangan biaya inventory value dan menghitung kerugian akibat adanya *Shadow Warehouse*.

5. 1. Analisa Data Pergerakan Material

Penelitian hanya membatasi pada 2 jenis pergerakan material yaitu *fast moving* dan *medium moving* untuk semua type material; c*riticallity* A, B dan C. Sebagian besar material yang ada di *Shadow Warehouse* merupakan material dengan pergerakan *fast moving* dan *medium moving*, sehingga analisa terhadap material *slow moving* tidak akan memberikan dampak signifikan terhadap identifikasi penyebab adanya *Shadow Warehouse*. Namun demikian, identifikasi penyebab adanya material *slow moving* di *Shadow Warehouse* dilakukan dengan mengumpulkan masukan dan input dari masing-masing pengguna, sehingga masukan tersebut akan digunakan sebagai salah satu penyebab munculnya *Shadow Warehouse*.

Selain dari hal tersebut di atas, penelitan juga tidak menganalisa pergerakan material *Vendor Held Stock* (VHS), hal ini dikarenakan vendor yang melakukan kontrol langsung terhadap persediaan material VHS yang disupplai, perusahaan hanya mengkontrol kinerja Supplier VHS berdasarkan waktu dan jumlah pemenuhan material yang dipesan. VHS adalah kontrak pengadaaan material dimana material disiapkan dan disimpan dalam jumlah tertentu di gudang Penyedia sesuai dengan konsumsi sebelumnya, dimana Penyedia berkewajiban mengantarkan material ke pemesan (pengguna internal) sesuai dengan jumlah pesanan dalam batas waktu maksimal 3 hari. Keberadaan kontrak VHS dimaksudkan agar perusahaan dan penyedia mendapatkan manfaat berupa kepastian, yaitu; kepastian jumlah material yang harus disediakan dengan harga tetap, dan kepastian waktu penyediaan. Perusahaan juga akan diuntungkan karena menghemat tempat simpan dan meniadakan pengantaran material ke pengguna.

Populasi material *fast moving* berjumlah 257 item material, dan populasi material *medium moving* berjumlah 72 item material. Dalam penentuan sampel yang digunakan dalam penelitian, peneliti menganalisa sebaran data populasi dimana sampel yang digunakan dalam penelitian adalah material yang masuk atau mengikuti distribusi normal, sehingga sampel tersebut dapat dipercaya mewakili seluruh populasi.

Pada sub bab ini akan dijabarkan tahapan dalam pengujian normalitas data untuk pergerakan *fast moving* dan *medium moving*. Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel pengganggu memiliki distribusi normal. Model regresi yang baik adalah distribusi data normal atau mendekati normal (Ghozali 2011). Uji normalitas ini dilakukan menggunakan bantuan *software* MINITAB. Parameter yang digunakan adalah parameter *Skewness* dan Kurtosis, serta p-*value* dari histogram yang terbentuk. Adapun hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya adalah sebagai berikut:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Uji normalitas ini menggunakan uji Anderson Darling dengan taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\alpha = 0.05$. H_0 ditolak apabila taraf signifikansi P-*value* $< \alpha$, sedangkan H_0 diterima apabila taraf signifikansi P-*value* $\geq \alpha$. Sebaran data populasi yang ada harus dipastikan mengikuti pola distribusi normal.

Skewness mengukur asimetri data di sekitar rata-rata sampel. Nilai s*kewness* negatif menyiratkan bahwa pengamatan tersebar lebih ke kiri daripada ke kanan rata-rata sampel. Nilai kecondongan positif menyiratkan hasil yang berlawanan. Oleh karena itu, apabila data yang dihasilkan membentuk pola distribusi simetris yang sempurna atau distribusi normal, kemiringannya nol (Thode, 2002). Kurtosis mengukur seberapa rawan outliers distribusi. Jika data berasal dari distribusi normal maka koefisien kurtosis adalah 3. Nilai lebih tinggi dari tiga menyiratkan distribusi yang lebih rawan outlier daripada distribusi normal dan nilai lebih kecil dari 3 sebaliknya, maka distribusi normal (Thode, 2002).

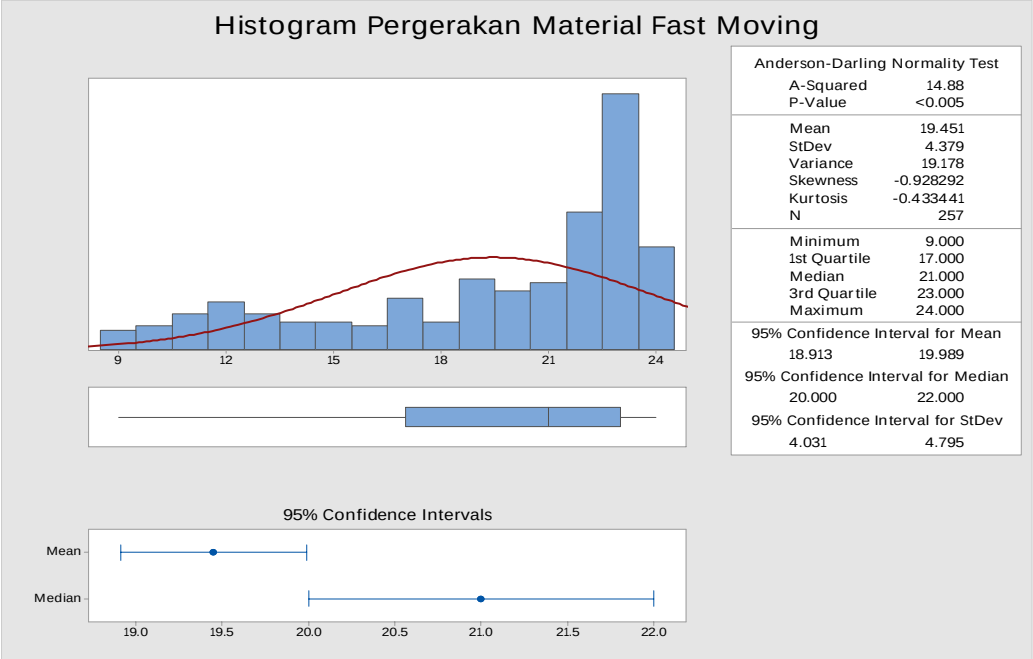
Rentang nilai *Skewness* dan kurtosis yang dapat diterima untuk pola data dengan distribusi normal berdasarkan nilai *confidence level* 95 % adalah nilai kritis dengan rentang antara -1,96 dan 1,96. Nilai 1,96 merupakan nilai yang didapat dari tabel normal distribusi *(Appendix D, Groebner, F. David, 2011)* untuk nilai *confidence level* 95%. Untuk pengujian data sebaran populasi hasil unduhan dan pemilahan data, data frekuensi pergerakan material *fast moving* digambarkan pada Gambar 5.1 dibawah yaitu merupakan tampilan setelah data populasi dipindahkan ke MINITAB.

Data Pergerakan Material Fast Moving

12	24	24	24	24	20	23	24	17	24	22	22	22	22	24	20	23	13
23	21	16	16	12	17	11	13	20	9	21	9	13	10	12	16	9	12
19	19	12	17	11	23	11	9	16	23	13	21	23	21	18	23	20	12
14	15	10	22	9	11	23	22	23	23	12	24	13	24	24	24	23	20
13	22	22	11	23	22	15	21	22	23	23	17	22	19	10	23	22	23
23	22	23	23	21	15	22	19	17	11	18	23	14	17	16	22	20	19
17	20	18	14	24	23	24	19	20	21	14	20	23	20	19	23	19	23
23	23	23	24	23	18	23	17	22	23	21	24	12	24	19	20	23	19
21	22	24	17	19	23	24	24	23	20	18	19	23	19	21	20	15	23
23	22	24	23	22	21	23	23	22	22	17	23	23	22	19	19	21	23
23	23	23	23	22	24	24	23	23	23	22	21	24	23	24	23	21	22
23	22	22	23	22	21	22	23	17	23	22	11	14	16	12	11	10	15
15	15	14	19	14	23	12	23	23	13	23	19	22	22	22	17	24	11
18	13	22	18	17	23	12	13	23	23	23	19	21	24	20	23	21	12
20	23	22	10	10													

Gambar 5. 1 Sebaran Data Populasi Material Fast Moving

Analisa untuk pengujian sebaran data dengan pola distribusi normal dilakukan pada sebaran data populasi pergerakan material *fast moving* menggunakan aplikasi perangkat lunak MINITAB. Hasil histogram untuk pengujian normalitas material *fast moving* ditunjukan pada Gambar 5.2. Nilai *Skewness* dan kurtosis yang ditunjukan untuk data pergerakan material *fast moving* menunjukan bahwa data masih dalam rentang data untuk pola distribusi normal, yaitu *skewness* -0,928292 dan kurtosis -0,0433441, hal ini menunjukkan bahwa data populasi untuk sebaran data *fast moving* sudah mengikut pola distribusi normal dan masih terdapat data *outliers*. Dari hasil pengujian juga terlihat nilai *p-value* adalah <0.005, nilai p-*value* lebih kecil daripada nilai alpha 0.05 maka berarti bahwa data belum memiliki distribusi normal.



Gambar 5. 2 Histogram Pergerakan Material Fast Moving dengan Data Populasi

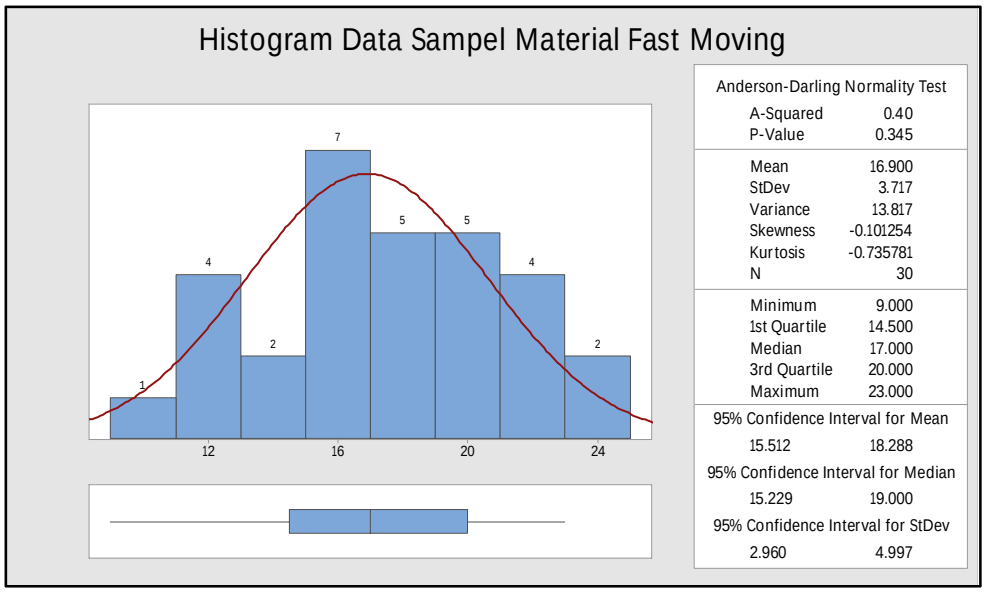
Langkah selanjutnya untuk mendapatkan sampel dengan pola distribusi normal, maka data *outlier* dikeluarkan, dan dalam penulisan ini diambil sampel data dengan menggunakan aplikasi sampling tools pada data analisis dari program *Microsoft Excel*. Sampel yang diambil dari data populasi adalah secara random dengan menentukan sampel data yang harus diambil adalah sejumlah 30 data sampel yang akan dijadikan acuan dalam melakukan perhitungan min max. Data yang diambil sebagai sampel sejumlah 30 adalah sebagai berikut:

Sampel Data Material Fast Moving

9	12	12	12	13	13	15	17	17	17	17	17	17	19	19	20	21	21
21	22	22	22	23	23	23	23	16	16	16	16						

Gambar 5. 3 Sebaran Data Sample Material *Fast Moving*

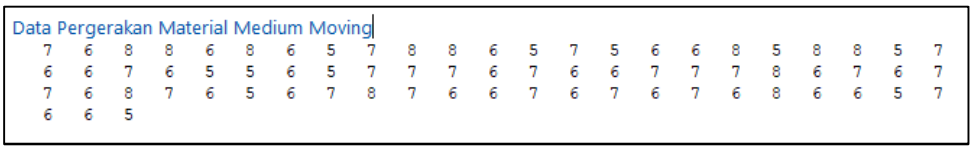
Data sampel yang telah ditentukan dalam penulisan studi ini kemudian dilakukan uji normalitas data. Hasil uji normalitas data dari 30 data sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 4 Histogram Pergerakan Material *Fast Moving* dengan Data Sample

Berdasarkan Gambar 5.4 uji normalitas setelah dilakukan pengurangan jumlah data yang dinilai ekstrim (*outlier*) maka hasil diatas diketahui bahwa nilai *skewness* -0,101254 dan kurtosis -0,735781 yang artinya data pergerakan material *fast moving* menunjukan masih dalam rentang data untuk pola distribusi normal, untuk *p-value* nilainya adalah 0.345 yang berarti lebih besar dari 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa data sudah memenuhi kriteria normalitas.

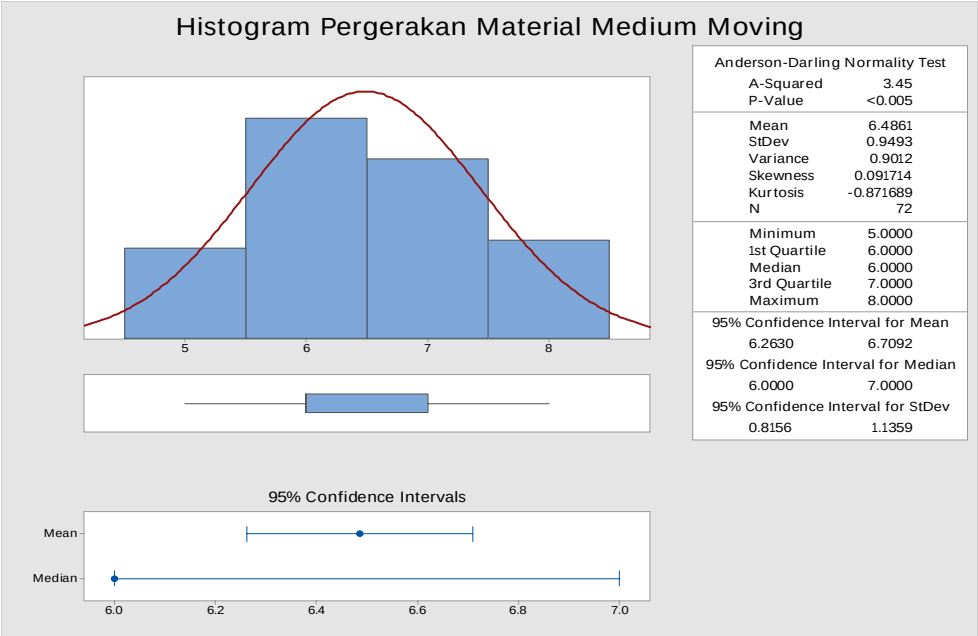
Dengan cara yang sama dilakukan pengujian normalitas data untuk pergerakan kategori *medium moving*, data yang merupakan data tampilan setelah data populasi dipindahkan ke MINITAB.



Gambar 5. 5 Sebaran Data Populasi Material *Medium Moving*

Analisa yang dilakukan untuk mengetahui pola distribusi normal pada data populasi adalah dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak MINITAB. Parameter yang digunakan adalah parameter *Skewness* dan Kurtosis dari histogram yang terbentuk. Hasil

histogram untuk pengujian normalitas material *medium moving* ditunjukan pada Gambar 5.6. Nilai *Skewness* dan kurtosis yang ditunjukan untuk data pergerakan material *medium moving* menunjukan bahwa data masih dalam rentang data untuk pola distribusi normal, yaitu *skewness* 0,091714 dan kurtosis -0,871689, hal ini menunjukkan bahwa data populasi untuk sebaran data *medium moving* sudah mengikut pola distribusi normal dan masih terdapat data *outliers*, untuk *p-value* adalah <0.005, nilai p-value lebih kecil daripada nilai alpha 0.05 dapat disimpulkan bahwa data belum memiliki distribusi normal.



Gambar 5. 6 Histogram Pergerakan Material *Medium Moving* dengan Data Populasi

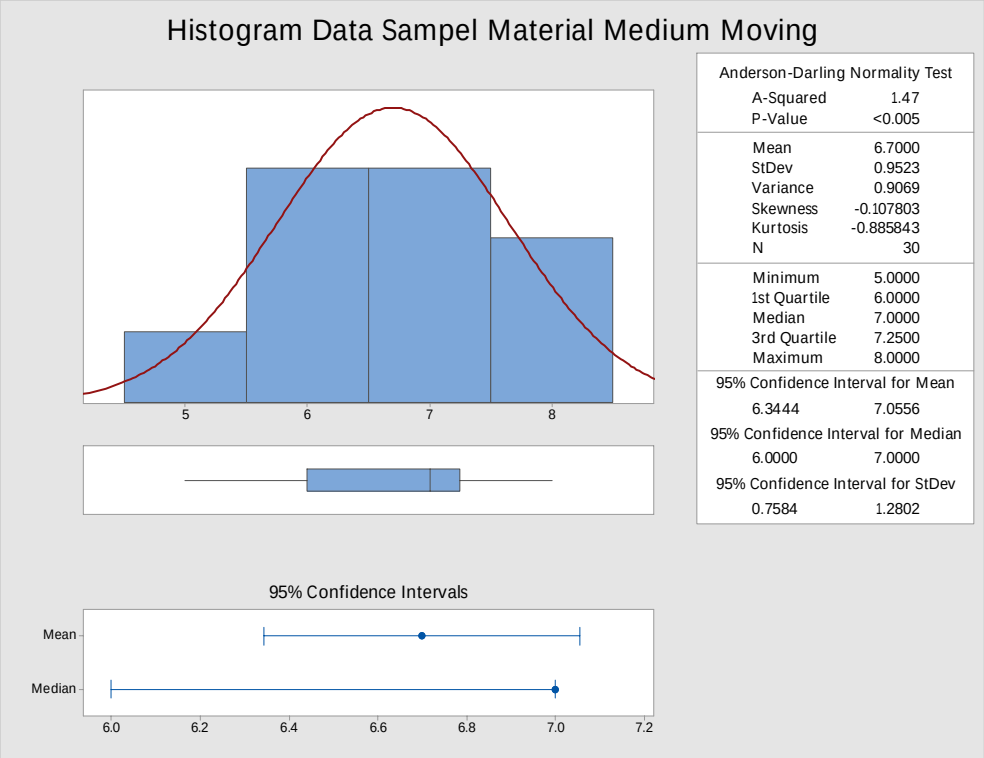
Sama dengan tahapan pada *fast moving*, untuk mendapatkan data dengan pola distribusi normal, maka data *outlier* dikeluarkan, dan secara *random* sampel yang diambil dari data populasi adalah sejumlah 30 data sampel dengan menggunakan fitur data analisis dari aplikasi program *Microsoft Excel*, sampel sebanyak 30 data sampel yang akan dijadikan acuan dalam melakukan perhitungan min max. Data yang diambil sebagai sampel sejumlah 30 adalah sebagai berikut :

Sampel Data Material Medium Moving

8	8	7	6	8	8	6	5	5	6	8	7	7	7	8	6	6	5	6	7	7	6	8
7	6	7	6	7	6	7																

Gambar 5. 7 Sebaran Data Sample Material *Medium Moving*

Data sampel yang telah ditentukan dalam penulisan studi ini kemudian dilakukan uji normalitas data. Hasil uji normalitas data dari 30 data sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 8 Histogram Pergerakan Material *Medium Moving* dengan Data Sample

Berdasarkan gambar 5.8 uji normalitas setelah dilakukan pengurangan jumlah data yang dinilai ekstrim (*outlier*) maka hasil diatas diketahui bahwa nilai *skewness* – 0,107803 dan kurtosis -0,885843 yang artinya data pergerakan material *fast moving* menunjukan masih dalam rentang data untuk pola distribusi normal, untuk *p-value* nilainya adalah <0.005, maka dapat disimpulkan data tidak berdistribusi normal, namun untuk melakukan analisis pergerakan material, data tidak harus berdistribusi normal

terutama untuk material *medium moving* karena datanya pasti berdistribusi lognormal, hal ini disebabkan karena material dengan kategori *medium moving* jumlah nilai yang berbeda sangat terbatas, selain itu mayoritas *medium moving* berada pada area transisi dari kondisi slow moving ke *fast moving* atau sebaliknya.

5. 2. Analisa Persediaan

Pengendalian persediaan harus dilakukan dengan tujuan untuk menjaga persediaan agar tidak habis, menjaga tingkat kepuasan konsumen sehingga tidak akan mengecewakan dan menjaga jumlah persediaan barang agar tidak berlebihan.

Min-Max System adalah salah satu metode untuk pengendalian persediaan bahan baku. Cara kerja metode ini yaitu apabila persediaan telah menyentuh batas *safety stock* atau *minimum stock*, maka *re-order* (pemesanan kembali) harus dilakukan. Jadi, batas *safety stock* atau *minimum stock* merupakan batas *re-order* level sedangkan batas maksimum stock merupakan batas ketersediaan perusahaan untuk menginvestasikan uangnya dalam bentuk persediaan material.

Perhitungan nilai Min Max dilakukan berdasarkan sampel yang diambil sesuai hasil Analisa pergerakan material. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini, akan diketahui batasan nilai minimum, batasan nilai maksimum, dan *safety stock*. Data tersebut dapat menjadi suatu acuan penentuan batasan persediaan stock optimal yang baru bagi perusahaan, sehingga meminimasi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

5.2. 1. Perhitungan Persediaan Min - Max Fast Moving

Data konsumsi persediaan diunduh dari sistem inventori SAP perusahaan, termasuk nilai *safety stock*, minimum stock (titik ROP), maksimum stock (Q), rata-rata tingkat persediaan, dan total biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing kebijakan yang akan digunakan untuk dibandingkan dengan hasil Analisa perhitungan Min Max.

Dengan melihat laporan banyaknya stock pada *shadow warehouse*, menunjukan bahwa banyak material yang disimpan di area pengguna yang tidak secara maksimal dimanfaatkan, maka dengan mengetahui tingkat persediaan yang optimum diharapkan dapat diidentifikasi alasan penyebab tidak efektifnya metode penentuan persediaan saat ini yang menyebabkan munculnya *shadow warehouse*, sehingga faktor-faktor penyebab tersebut dapat dicegah dan dihilangkan agar penyimpanan material oleh pengguna tidak lagi terjadi di perusahaan.

Berikut adalah contoh perhitungan nilai persediaan MIN dan MAX untuk kategori *Administrative Building & Infrastructure*:

Untuk material stock code : **15108408 - *(Criticality* B)**

Rata-rata Pemakaian material dalam satu bulan (T) = 35 Ea

Data *lead time* (C) = 93 hari = 3.1 bulan

Perhitungan *Safety Stock* (R)

Safety Stock = S_{dl} x Z (1)

$S_{dl} = \sqrt{((d^2 \times Sl^2) + (l \times Sd^2)}$ (2)

$= \sqrt{((35^2 \times 0.943^2) + (3.1 \times 65.85^2)}$

= 120.625

- Z : *Safety factor* (Untuk material criticality B, *service level* yang ditentukan adalah 91%
- Hitung *safety factor* dengan rumus excel: = NORMSINV (sorot kolom *service level*) diperoleh angka 1.34
- *Safety Stock* = S_{dl} x Z = 120.625 x 1.34 = 162 Ea

Adapun rekap perhitungan nilai safety stock untuk semua kategori material yaitu *capital spare, construction material* dan *repairable item dengan pergerakan* fast moving adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Nilai *Safety Stock* Material *Fast Moving*

Kategori Material	Stock Code Material	Criticality	Safety Factor	Standard Deviasi	Safety Stock
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	1.34	120.625	162
	15105663	Criticality C	1.17	127.900	150
	15116648	Criticality B	1.34	206.194	276
	15116609	Criticality C	1.17	55.698	65
	15117764	Criticality C	1.34	23.168	31
	70240019	Criticality C	1.17	74.735	87
	15081621	Criticality C	1.17	165.248	193
Capital spare	15082066	Criticality A	2.05	367.413	753
	15098133	Criticality C	1.17	10.951	13
	15097925	Criticality C	1.17	29.158	34
	15115576	Criticality A	2.05	73.565	151
	15114096	Criticality A	2.05	55.536	114
	15117139	Criticality A	2.05	8.482	17
	15117798	Criticality C	1.17	140.741	165
	15115561	Criticality A	2.05	6.884	14
	15097923	Criticality C	1.17	28.401	33
	15115559	Criticality A	2.05	44.469	91
	15162871	Criticality B	1.34	222.166	298
	15079637	Criticality A	2.05	23.024	47
Construction Material	15117446	Criticality A	2.05	380.678	780
	15115477	Criticality C	1.17	139.403	163
	15080071	Criticality B	1.34	25.250	34
	15114137	Criticality B	1.34	236.930	317
	15116591	Criticality C	1.17	199.670	234
Repairable item	15087576	Criticality C	1.17	50.406	59
	15087574	Criticality C	1.17	105.655	124
	70150104	Criticality C	1.17	321.196	376
	15117172	Criticality C	1.17	267.139	313
	15084628	Criticality C	1.17	531.459	622
	15115642	Criticality A	2.05	376.552	772

Menghitung Persediaan Minimum :

- Persediaan Minimum $= T \times \left(\frac{C}{30}\right) + R$ (3)

$= 35 \times \left(\frac{93}{30}\right) + 162 = 271$ Ea

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan nilai MIN untuk seluruh sample kategori material *administrative building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item.*

Menghitung Persediaan Maksimum :

- Persediaan Maximum = $\left(\frac{2 \times T \times C}{30}\right)$ + R (4)

= $\left(\frac{2 \text{ x } 35 \text{ x } 93}{30}\right)$ + 162 = 380 Ea

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan nilai MAX untuk seluruh sample kategori *administrasi building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item.*

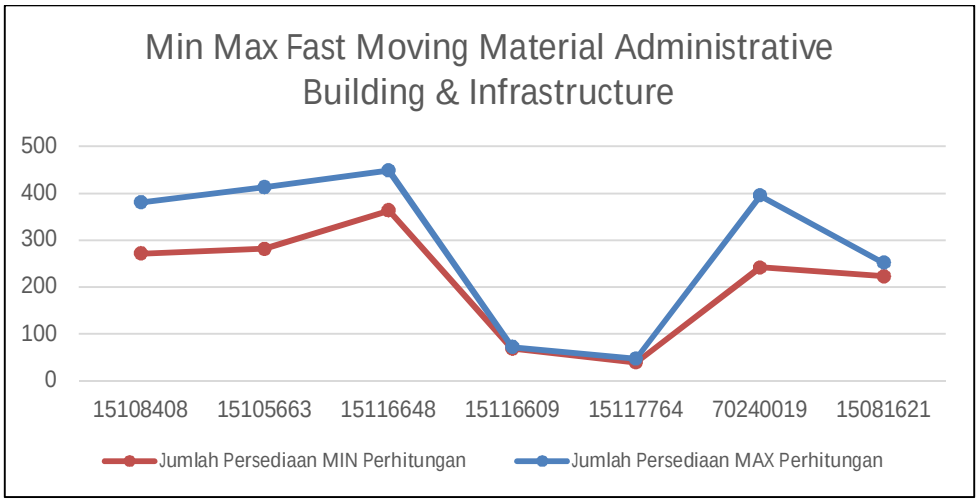
Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan untuk setiap kategori material dengan pergerakan *fast moving* ditunjukkan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Tabel Hasil Perhitungan Persediaan Min Max *Fast Moving*

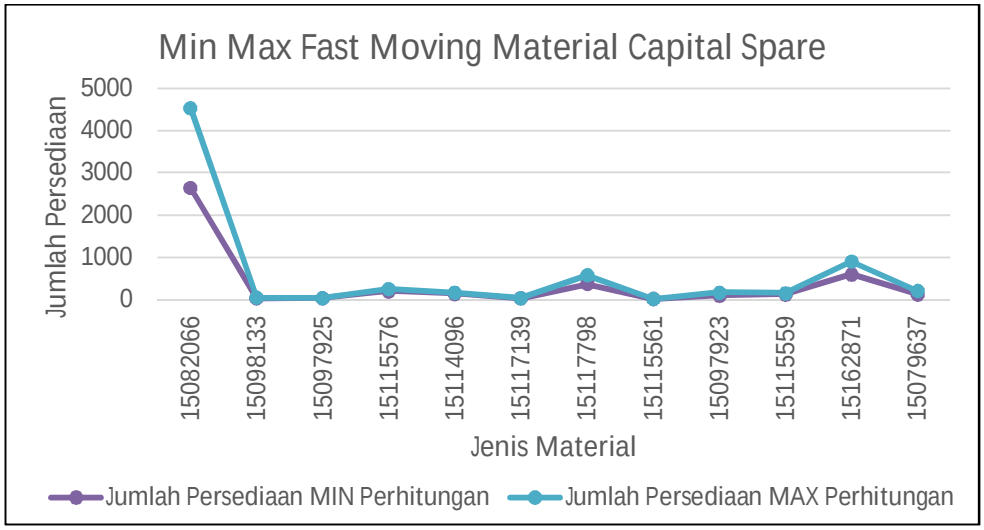
Kategori Material	**Stok Code Material**	**Criticality**	**Jumlah Persediaan MIN (Ea)**	**Jumlah Persediaan MAX (Ea)**
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	271	380
	15105663	Criticality C	281	412
	15116648	Criticality B	362	449
	15116609	Criticality C	68	72
	15117764	Criticality C	39	46
	70240019	Criticality C	241	395
	15081621	Criticality C	222	251
Capital spare	15082066	Criticality A	2647	4540
	15098133	Criticality C	29	45
	15097925	Criticality C	38	42
	15115576	Criticality A	201	250
	15114096	Criticality A	140	167
	15117139	Criticality A	30	42
	15117798	Criticality C	373	581
	15115561	Criticality A	17	19
	15097923	Criticality C	101	169
	15115559	Criticality A	125	159
	15162871	Criticality B	602	906

Kategori Material	Stok Code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MIN (Ea)	Jumlah Persediaan MAX (Ea)
	15079637	Criticality A	129	211
Construction Material	15117446	Criticality A	876	972
	15115477	Criticality C	474	785
	15080071	Criticality B	91	148
	15114137	Criticality B	666	1014
	15116591	Criticality C	386	538
Repairable item	15087576	Criticality C	142	225
	15087574	Criticality C	147	170
	70150104	Criticality C	1136	1896
	15117172	Criticality C	699	1085
	15084628	Criticality C	2367	4112
	15115642	Criticality A	1683	2594

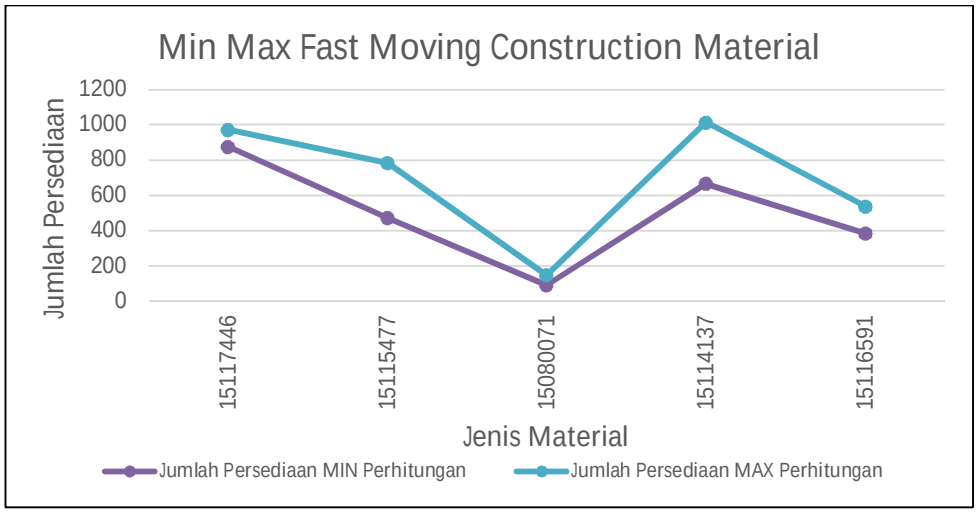
Apabila nilai persediaan hasil perhitungan Min Max dituangkan dalam grafik untuk masing – masing kategori material, maka digambarkan pada tiap gambar berikut.



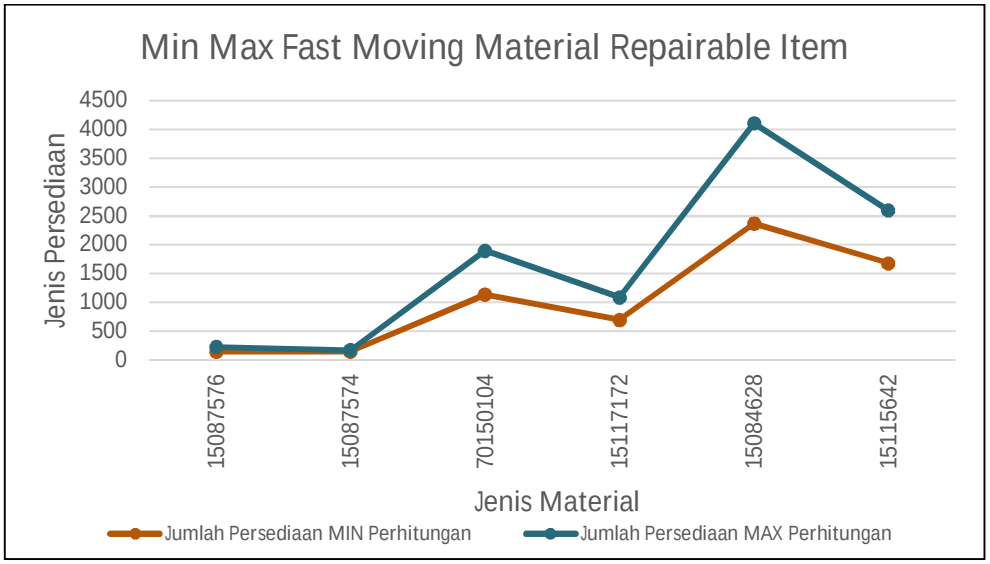
Gambar 5. 9 Persediaan Min - Max *Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure*



Gambar 5. 10 Persediaan Min - Max *Fast Moving - Capital Spare*



Gambar 5. 11 Persediaan Min - Max *Fast Moving - Construction Material*



Gambar 5. 12 Persediaan Min - Max *Fast Moving - Repairable Item*

Dari hasil analisa perhitungan tingkat persediaan dengan menggunakan Metode Min-Max seperti terlihat pada tabel dan grafik di atas, peneliti akan membandingkan hasil analisa tersebut dengan tingkat persediaan yang telah diterapkan oleh *Inventory Management* perusahaan. Tingkat efektifitas perusahaan dalam mengelola inventory persediaan akan jelas terlihat, sehingga akan diperoleh efisiensi biaya yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Perbandingan tingkat persediaan minimum dan maksimum untuk material *fast moving* ditunjukan pada pembahasan di bawah.

5.2.1. 1. Persediaan Minimum Fast Moving

Idealnya persediaan minimum berada pada level nol, atau dengan kata lain bahwa perusahaan tidak perlu menyimpan material; material yang dibeli sejumlah sesuai dengan yang dibutuhkan. Namun, dalam kenyataannya tidak ada jaminan bahwa perencanaan penyediaan barang dapat terpenuhi secara sempurna, selalu ada kemungkinan kebutuhan/konsumsi material berubah. Pada kondisi tertentu kebutuhan material dapat meningkat secara mendadak, misalnya pada saat adanya pekerjaan pemeliharaan besar yang terencana (*shutdown*), dimana permintaan beberapa material *fast moving* dapat meningkat tinggi. Alasan lain perlunya tingkat persediaan minimum ditentukan dengan baik adalah adanya kemungkinan keterlambatan yang dikarenakan

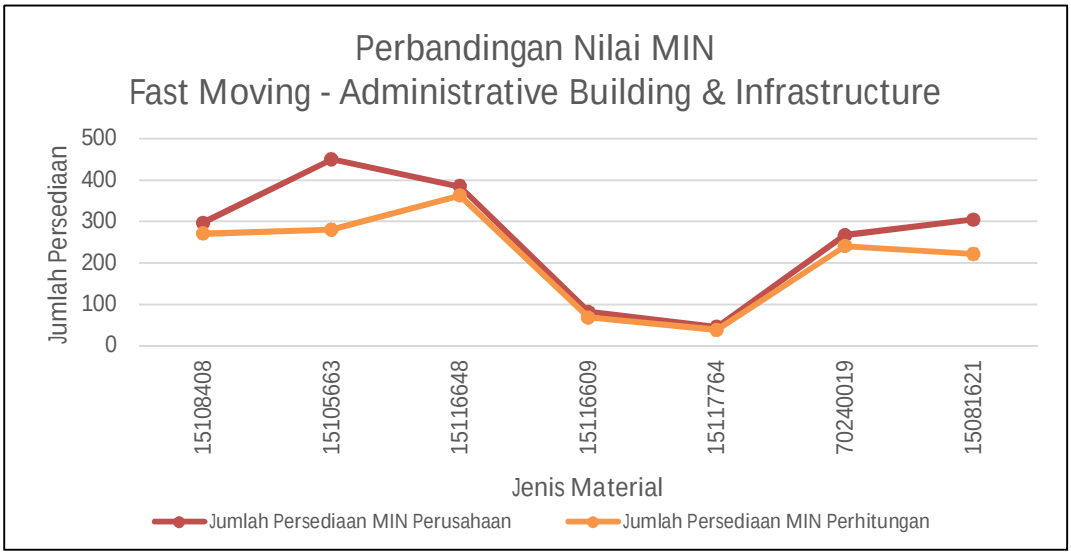
lamanya proses pembelian (*tender*), proses pengiriman barang, atau kinerja pihak penyedia barang (*supplier*).

Tabel 5. 3 Perbandingan Persediaan Minimum Fast Moving

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	297	271	26	10%
	15105663	Criticality C	450	281	169	60%
	15116648	Criticality B	385	362	23	6%
	15116609	Criticality C	82	68	14	20%
	15117764	Criticality C	46	39	7	19%
	70240019	Criticality C	267	241	26	11%
	15081621	Criticality C	305	222	83	37%
Capital spare	15082066	Criticality A	3566	2647	919	35%
	15098133	Criticality C	41	29	12	42%
	15097925	Criticality C	71	38	33	86%
	15115576	Criticality A	231	201	30	15%
	15114096	Criticality A	158	140	18	13%
	15117139	Criticality A	65	30	35	120%
	15117798	Criticality C	526	373	153	41%
	15115561	Criticality A	21	17	4	27%
	15097923	Criticality C	156	101	55	54%
	15115559	Criticality A	183	125	58	47%
	15162871	Criticality B	793	602	191	32%
	15079637	Criticality A	197	129	68	53%
Construction Material	15117446	Criticality A	905	876	29	3%
	15115477	Criticality C	1174	474	700	148%
	15080071	Criticality B	214	91	123	135%
	15114137	Criticality B	837	666	171	26%
	15116591	Criticality C	571	386	185	48%
Repairable item	15087576	Criticality C	300	142	158	111%
	15087574	Criticality C	300	147	153	104%
	70150104	Criticality C	2062	1136	926	82%
	15117172	Criticality C	1312	699	613	88%
	15084628	Criticality C	2934	2367	567	24%
	15115642	Criticality A	2987	1683	1304	77%

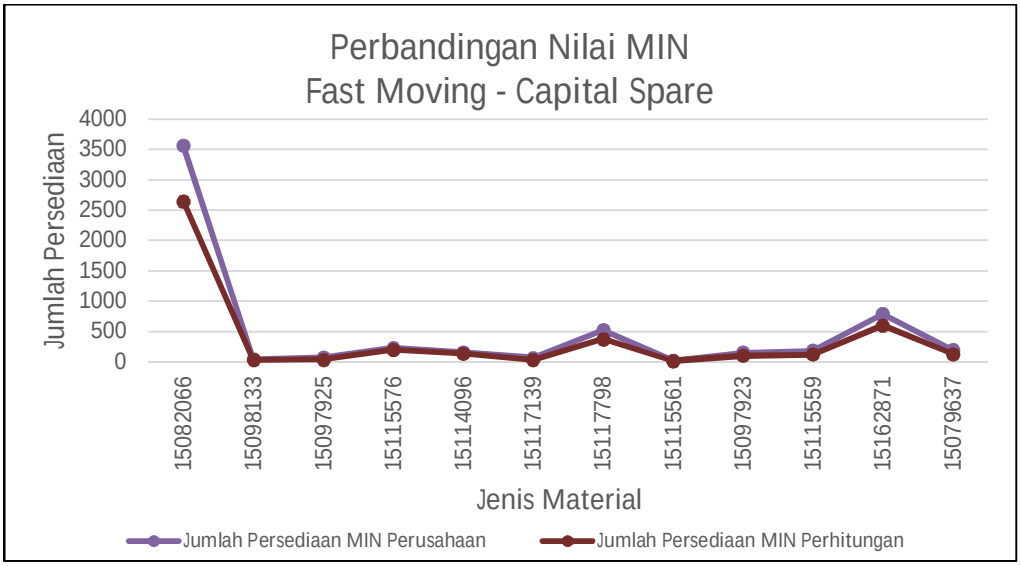
Dari hasil perbandingan sesuai table 5.3 di atas diketahui bahwa nilai batasan minimum untuk semua kategori material yang diterapkan perusahaan lebih tinggi dengan tingkat perbedaan rata-rata secara keseluruhan sebesar 31,98%.

Perbandingan nilai minimum untuk material *fast moving* ditunjukkan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah.



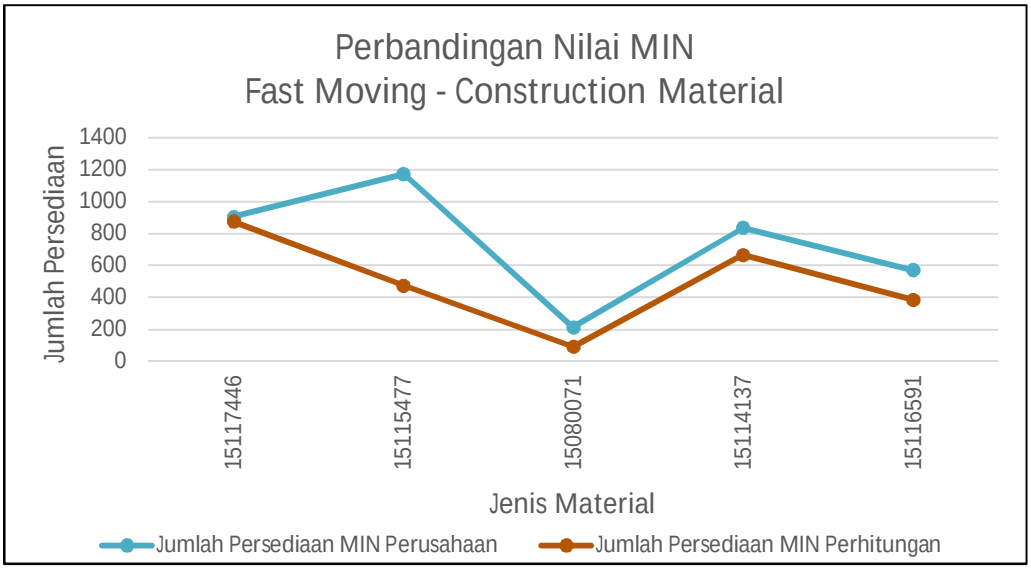
Gambar 5.13 Perbandingan Persediaan Minimum *Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 2 dari 7 sampel material dengan kategori *Administrative building & infrastructure* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 5 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan telah mencapai titik optimal. Penurunan batas minimum hanya berlaku pada beberapa material untuk menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



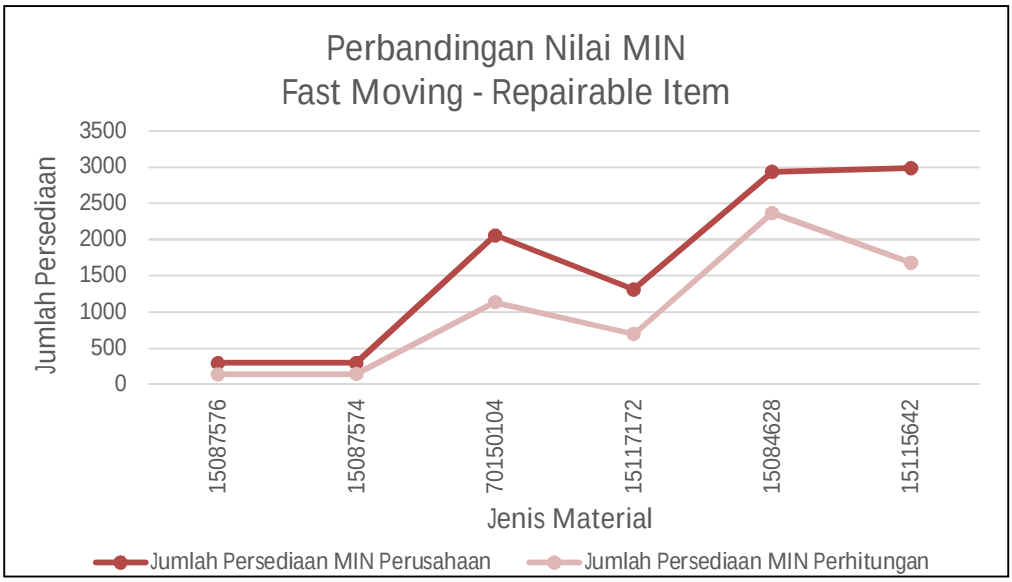
Gambar 5. 14 Perbandingan Persediaan Minimum *Fast Moving - Capital Spare*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 9 dari 12 sampel material dengan kategori *Capital Spare* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 3 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 15 Perbandingan Persediaan Minimum *Fast Moving - Construction Material*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 3 dari 5 sampel material dengan kategori *Construction Material* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 2 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 16 Perbandingan Persediaan Minimum *Fast Moving - Repairable Item*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 5 dari 6 sampel material dengan kategori *Repairable Item* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 1 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan penurunan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.

Membandingkan batas persediaan minimum yang digunakan saat ini dengan batas nilai minimum hasil perhitungan Metode Min-Max, terdapat selisih yang menunjukan barang yang dibeli dan disimpan di gudang lebih tinggi dari kebutuhan yang sebenarnya. Potensi terjadinya kehabisan persediaan (*stock out*) untuk material *fast* moving sangat kecil terjadi karena minimum persediaan di Gudang melebihi dari kebutuhan, sehingga asumsi pengguna akan kejadian kehabisan persediaan tidak berdasar. Asumsi tersebut

didukung oleh pola konsumsi yang tidak didasarkan pada rencana penggunaan yang tepat, sehingga penyebab adanya shadow warehouse bukan dikarenakan penentuan batas nilai minimum material *fast moving*.

Jika tingkat minimum persediaan material *fast moving* bukan menjadi penyebab utama, maka peneliti melakukan analisa berdasarkan trend konsumsi material dan melakukan wawancara ke pengguna secara langsung untuk mengetahui penyebab utama adanya shadow warehouse. Dari hasil pengumpulan data dan analisa, diperoleh informasi terkait penggunaan material *fast moving* sebagai berikut:

- Material *Repairable Item*
  - Perbaikan komponen/peralatan dilakukan di internal perusahaan oleh bagian pemeliharaan (*central maintenance*). Proses perbaikan komponen/peralatan memakan waktu relatif lama karena sebagian besar komponen/peralatan tersebut merupakan peralatan yang dibuat lebih dari 10 tahun lalu dimana spare-parts sudah langka di pasaran dan sulit ditemukan, sehingga penyediaan parts tersebut memakan waktu panjang. Pengguna memesan spare-parts dalam jumlah banyak untuk kemudian disimpan di gudangnya sendiri karena khawatir parts tersebut diambil pengguna lain.
  - Meskipun *spare-parts* tersedia di gudang SCM, proses perbaikan memerlukan tahapan panjang dan membutuhkan waktu yang lama mulai dari pembongkaran komponen/peralatan, identifikasi parts yang rusak, pembelian spare-parts, pemasangan, uji coba, dan seterusnya, sehingga pengguna memesan parts/material perbaikan di awal agar proses perbaikan tidak berhenti karena menunggu material dari SCM.
  - Kondisi fasilitas produksi yang sudah berumur dan untuk menjamin keberlanjutan proses produksi dan operasional perusahan, sebagian besar pengguna dari bagian maintenance dan operation membutuhkan ketersediaan komponen/peralatan yang relative lebih banyak demi menjamin kelancaran produksi dan operasional perusahaan, sehingga pengguna harus menjamin kesediaan (*readiness*) peralatan yang siap digunakan (*ready to use*).

- Material Konstruksi
  - Material *fast moving* dipesan di awal sebagai bagian dari persiapan pelaksanaan konstruksi, untuk kemudian disimpan sementara waktu sampai jumlahnya mencukupi dan skedul waktu pelaksanannya tiba. Oleh karena ada kejadian *urgent* dan prioritas dilakukan atas dasar kebutuhan produksi dan keselamatan kerja, menyebabkan rencana pelaksanaan konstruksi ditunda. Penundaan rencana ini tidak dapat serta merta dilanjutkan setelah pekerjaan urgent tersebut selesai, sehingga material yang sudah disiapkan menjadi menumpuk dan tidak lengkap karena diambil untuk pelaksanaan pekerjaan lain. Ketidak-seimbangan antara rencana dan eksekusi pekerjaan konstruksi menyebabkan banyak material yang menumpuk dan harus dibuatkan tempat penyimpanan tersendiri oleh pengguna.
  - Belum ada mekanisme pengembalian material sisa/lebih. Material yang tidak terpakai atau sisa material tidak dapat/ingin dikembalikan ke Warehouse, tetapi disimpan sendiri di gudang pengguna untuk kemudian digunakan kembali pada pekerjaan konstruksi yang lain. Kondisi ini menyebabkan material semakin menumpuk di gudang pengguna.
  - Kombinasi dari 2 kondisi di atas mengakibatkan konsumsi material yang tidak stabil sehingga penentuan batasan minimum persediaan menjadi tidak tepat.
- Material *Capital Spare*
  - Material persediaan yang merupakan penyerta dari pembelian peralatan yang menggunakan budget Capital (investasi) tidak dapat disimpan di Warehouse SCM karena keterbatasan tempat penyimpanan, sehingga pengguna mengambil keputusan menyimpan material tersebut di gudangnya sendiri.
- Material *Administrative Building and Infrastructure*
  - Trend konsumsi material kategori *Administrative Building and Infrastructure* lebih stabil sehingga tidak banyak material ketegori ini menjadi *material shadow warehouse*. Tampak dari sebagian besar batas minimum telah mencapai titik optimal.

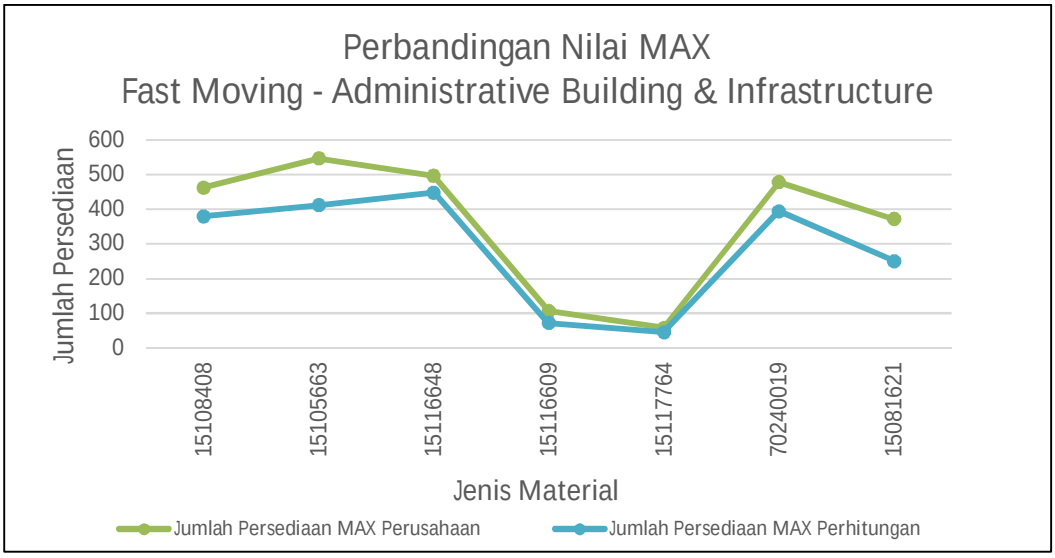
5.2.1. 2. Perhitungan Persediaan Maksimum *Fast Moving*

Tabel 5. 4 Perbandingan Persediaan *Maximum Fast Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
Administrative building & infrastructure	15108408	463	380	83	22%
	15105663	546	412	134	33%
	15116648	496	449	47	11%
	15116609	107	72	35	49%
	15117764	59	46	13	27%
	70240019	478	395	83	21%
	15081621	372	251	121	48%
Capital spare	15082066	4.695	4540	155	3%
	15098133	58	45	13	29%
	15097925	84	42	42	99%
	15115576	255	250	5	2%
	15114096	183	167	16	10%
	15117139	68	42	26	63%
	15117798	720	581	139	24%
	15115561	35	19	16	85%
	15097923	202	169	33	20%
	15115559	246	159	87	55%
	15162871	994	906	88	10%
	15079637	213	211	2	1%
Construction Material	15117446	1.099	972	127	13%
	15115477	1.566	785	781	99%
	15080071	230	148	82	55%
	15114137	1.692	1014	678	67%
	15116591	818	538	280	52%
Repairable item	15087576	500	225	275	122%
	15087574	500	170	330	194%
	70150104	2.945	1896	1.049	55%
	15117172	1.684	1085	599	55%
	15084628	4.175	4112	63	2%
	15115642	3.000	2594	406	16%

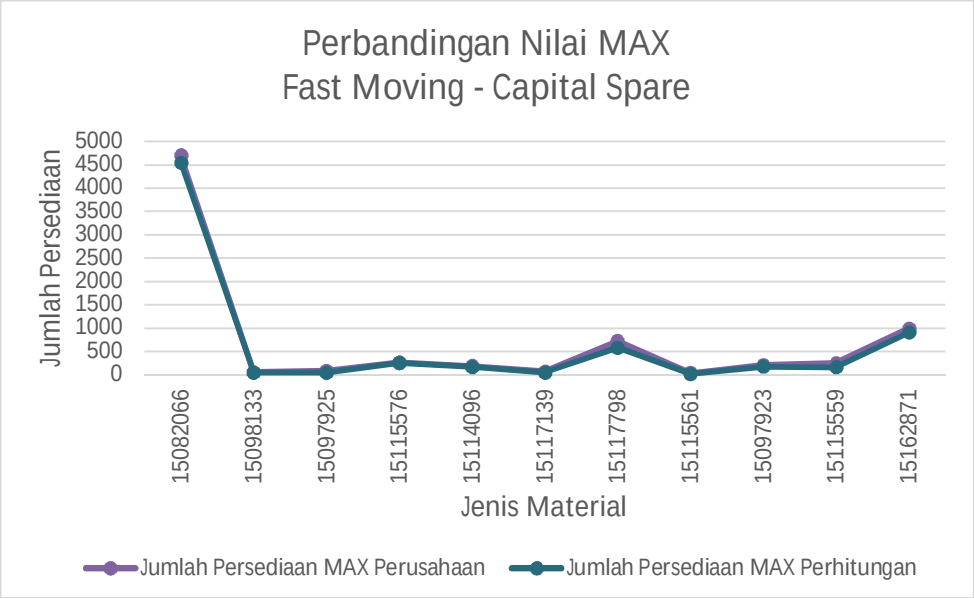
Sesuai hasil perbandingan pada table 5.4 di atas, diketahui bahwa nilai batas maksimum material *fast moving* untuk semua kategori material yang diterapkan perusahaan lebih tinggi dengan tingkat perbedaan rata-rata secara keseluruhan sebesar 20,39%.

Perbandingan nilai maksimum untuk material *fast moving* ditunjukkan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah.



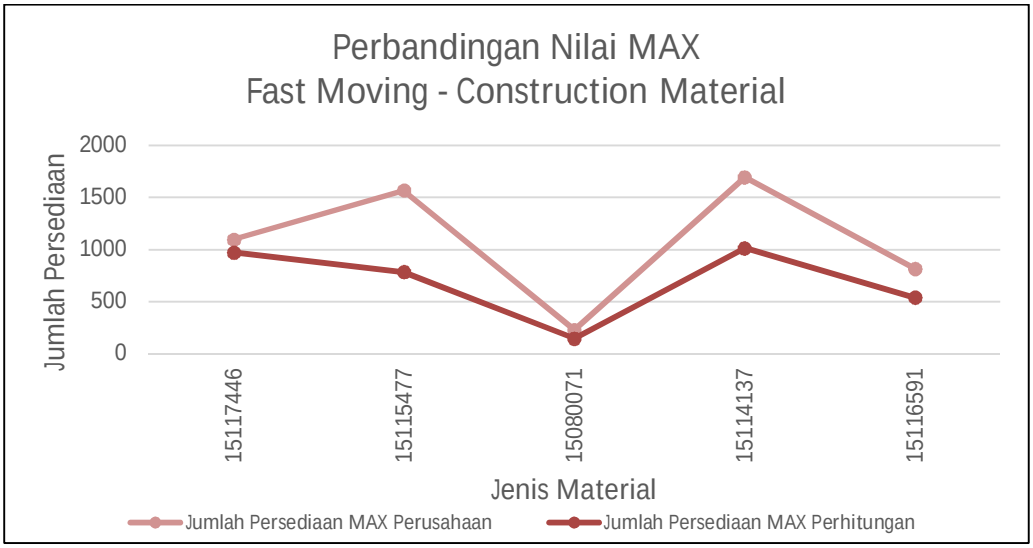
Gambar 5. 17 Perbandingan Persediaan Maksimum *Fast Moving – Adm. Building & Infrastructure*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 3 dari 7 sampel material dengan kategori *Administrative building & infrastructure* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 4 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan telah mencapai titik optimal. Penurunan batas maksimum hanya berlaku pada beberapa material untuk menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



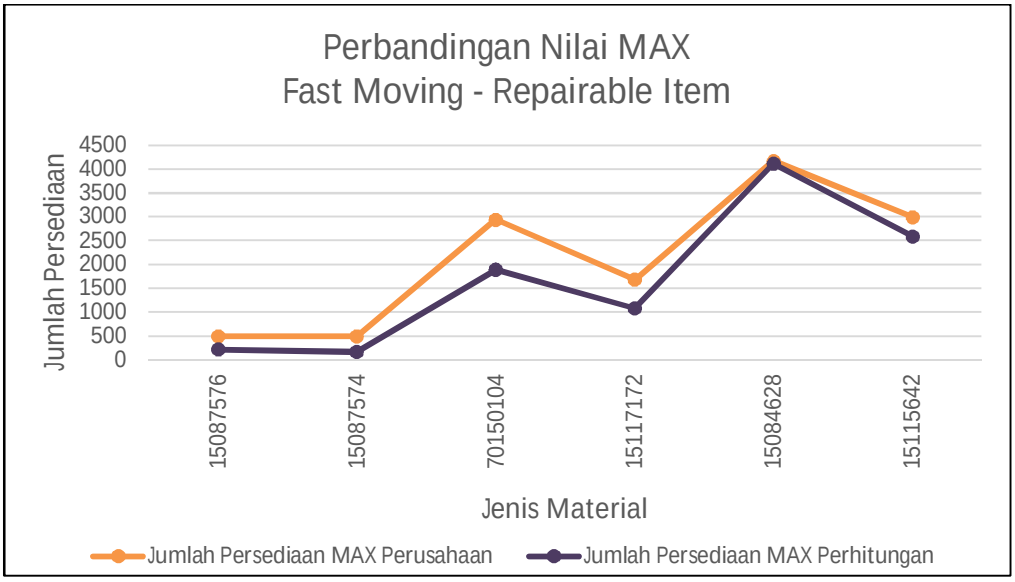
Gambar 5. 18 Perbandingan Persediaan Maksimum *Fast Moving - Capital Spare*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 4 dari 12 sampel material dengan kategori *Capital Spare* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 8 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan telah mencapai titik optimal. Penurunan batas nilai maksimum tetap diperlukan untuk sebagian kecil material dalam rangka menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 19 Perbandingan Persediaan Maksimum Fast Moving - Construction Material

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 4 dari 5 sampel material dengan kategori *Construction Material* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 1(satu) sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 20 Perbandingan Persediaan maksimum Fast Moving - Repairable Item

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 4 dari 6 sampel material dengan kategori *Repairable Item* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 2 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.

Membandingkan batas persediaan maksimum yang digunakan saat ini dengan batas nilai maksimum hasil perhitungan Metode Min-Max, sebagian besar batas maksimum material *fast* moving berada nilai optimal. Sebagian lainnya menunjukan beberapa batasan maksimum material lebih tinggi dari titik optimal yang berarti material tersebut dibeli dan disimpan di gudang lebih tinggi dari kebutuhan yang sebenarnya. Potensi terjadinya kehabisan persediaan (*stock out*) akibat kenaikan kebutuhan mendadak (*spike usage*) untuk material *fast* moving sangat kecil terjadi karena batas tingkat persediaan maksimum di gudang melebihi kebutuhan maksimal, sehingga dapat dianalisa bahwa asumsi pengguna akan kejadian kehabisan persediaan tidak berdasar, sehingga penyebab adanya shadow warehouse bukan dikarenakan kesalahan penentuan batas nilai maksimum material *fast moving*.

Agar tingkat persediaan maksimum material *fast moving* lebih optimal, batas nilai maksimum harus diturunkan. Dengan mengurangi tingkat persediaan maksimum, maka perusahaan akan mendapat keuntungan diataranya:

- Efisiensi biaya persediaan, termasuk didalamnya biaya pembelian material, biaya pengiriman, biaya penyimpanan dan biaya-biaya lain yang terkait dengan penyediaan material perusahaan.
- Optimalisasi tempat penyimpanan material di dalam Gudang, bertambahnya tempat penyimpanan material dapat dikurangi resiko kerja dan menaikkan produktivitas kinerja gudang.

Dari perbandingan hasil perhitungan diatas diketahui bahwa selisih nilai persediaan maksimum material *fast moving* yang ditetapkan perusahaan dengan nilai persediaan maksimum perhitungan relative tidak besar (dibawah 30%) dibandingkan dengan selisih perbedaan batasan nilai persediaan minimum. Sama halnya dengan analisa *root-cause* pada nilai minimum *fast moving*, peneliti menganalisa material kategori *Construction Material* dan *Repairable Items* yang memiliki perbedaan selisih batas maksimum lebih besar dibandingkan nilai optimalnya. Fakta yang didapatkan dari hasil analisa tersebut adalah:

- Pengguna di area operasional bekerja 24 jam, sedangkan gudang SCM hanya beroperasi selama 8 jam. Kondisi ini membuat kebutuhan material di area *maintenance* tidak bisa dilayani pada saat dibutuhkan, khususnya pada waktu-waktu dimana tidak adanya layanan gudang SCM. Atas dasar adanya kebutuhan yang harus dipenuhi maka pengguna menyimpan material *Repairable Items* tersebut lebih banyak di gudangnya.
- *Construction Material* merupakan barang umum yang digunakan oleh beberapa pengguna, sehingga beberapa pengguna memesan material tersebut lebih banyak dari yang dibutuhkan atau sekedar memesan material tersebut untuk kemudian akan digunakan sendiri sebagai langkah antisipasi ketidak-tersediaan material *fast moving* yang dapat mempengaruhi target waktu penyelesaian pekerjaan.

5.2. 2. Perhitungan Persediaan Min - Max Medium Moving

Dengan menggunakan rumus perhitungan Metode Min-Max yang sama pada material *fast moving*, berikut adalah contoh perhitungan nilai persediaan MIN dan MAX untuk kategori Administrative Building & Infrastructure pada material *medium moving*:

Untuk material stock code : **15081596 - *(Criticality* B)**

Rata-rata Pemakaian material dalam satu bulan (T) = 33 Ea

Data *lead time* (C) = 3 hari = 0.10 bulan

Perhitungan *Safety Stock* (R)

Safety Stock = S_{dl} x Z (5)

- S_{dl} : standar deviasi permintaan selama lead time

$$\mathbf{S_{dl}} = \sqrt{((\boldsymbol{d^2} \text{ x } \boldsymbol{Sl^2}) \ + \ (\mathbf{l} \text{ x } \boldsymbol{Sd^2})} \quad (6)$$

Dari perhitungan didapatkan

$$= \sqrt{((33^2 \text{ x } 1.82^2) \ + \ (0.10 \text{ x } 14.79^2)}$$

= 60.55

- Z : *Safety factor* (Untuk material criticality B, *service level* yang ditentukan adalah 91%
- Hitung *safety factor* dengan rumus excel: = NORMSINV (sorot kolom *service level*) diperoleh angka 1.34
- *Safety Stock* = S_{dl} x Z = 60.55 x 1.34 = 81 Ea

Adapun rekap perhitungan nilai safety stock untuk semua kategori material yaitu *capital spare, construction material* dan *repairable item dengan pergerakan medium moving* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Nilai *Safety Stock* Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock Code Material	Criticality	Safety Factor	Standard Deviasi	Safety Stock
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	1.34	60.548	81
	70158044	Criticality C	1.17	70.149	82
	70204014	Criticality C	1.17	52.922	62
	70117285	Criticality C	1.17	228.105	267
	70158041	Criticality C	1.17	53.998	63
	70245882	Criticality C	1.17	10.962	13
	15079212	Criticality B	1.34	2.020	3
Capital spare	15116681	Criticality C	1.17	4.287	5
	15114164	Criticality C	1.17	6.264	7
	15114212	Criticality C	1.17	11.303	13
	70245881	Criticality C	1.17	17.563	21
	70245881	Criticality C	1.17	15.776	18
	70160088	Criticality B	1.34	147.430	198
	15117490	Criticality C	1.17	11.882	14
	15079665	Criticality C	1.17	9.264	11
	15117491	Criticality C	1.17	12.416	15
	15162883	Criticality B	1.34	24.685	33
	70145934	Criticality B	1.34	8.961	12
	15080037	Criticality C	1.17	12.883	15
Construction Material	15114140	Criticality C	1.17	4.349	5
	15115641	Criticality C	1.17	16.710	20
	70158044	Criticality C	1.17	70.206	82
	15079215	Criticality C	1.17	1.664	2
	15115558	Criticality B	1.34	2.041	3
Repairable item	15080078	Criticality C	1.17	0.750	1
	15079677	Criticality C	1.17	14.348	17
	15083660	Criticality C	1.17	5.809	7
	15071719	Criticality C	1.17	26.219	31
	15087575	Criticality C	1.17	150.791	176
	15107515	Criticality C	1.17	146.320	171

Menghitung Persediaan Minimum :

- Persediaan Minimum $= T \times \left(\frac{C}{30}\right) + R$ (7)

$$= 33 \times \left(\frac{3}{30}\right) + 81 = 84\,E$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan nilai MIN untuk seluruh sample kategori material *administrative building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item.*

Menghitung Persediaan Maksimum :

- Persediaan Maximum = $\left(\frac{2 \times T \times C}{30}\right) + R$ (8)

$$= \left(\frac{2 \times 33 \times 33}{30}\right) + 81 = 88 \text{ Ea}$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan nilai MAX untuk seluruh sample kategori *administrasi building & infrastructure, capital spare, construction material* dan *repairable item.*

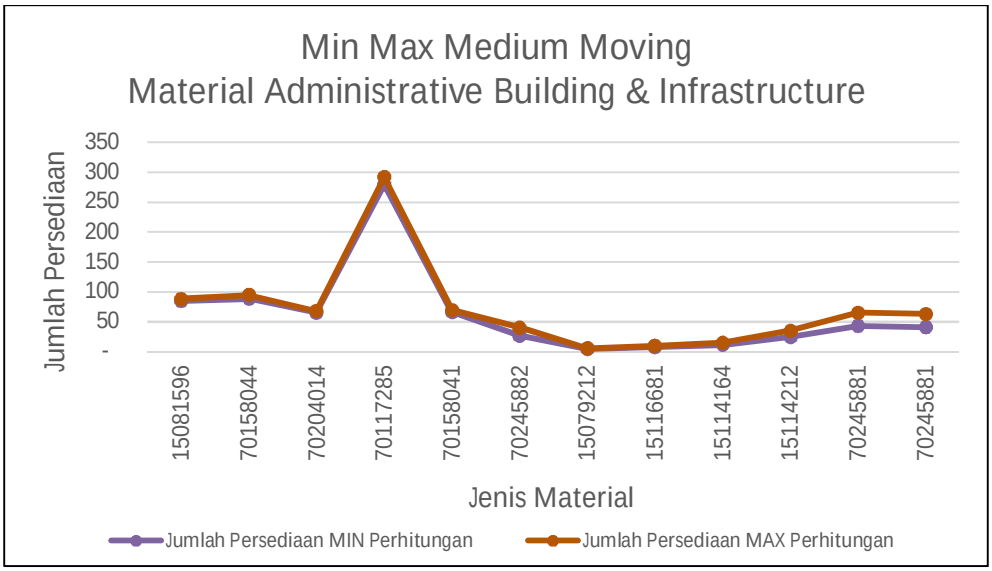
Berikut adalah hasil perhitungan nilai persediaan minimum dan nilai persediaan maksimum material *medium moving* ditunjukan pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Tabel Hasil Perhitungan Persediaan Min - Max *Medium Moving*

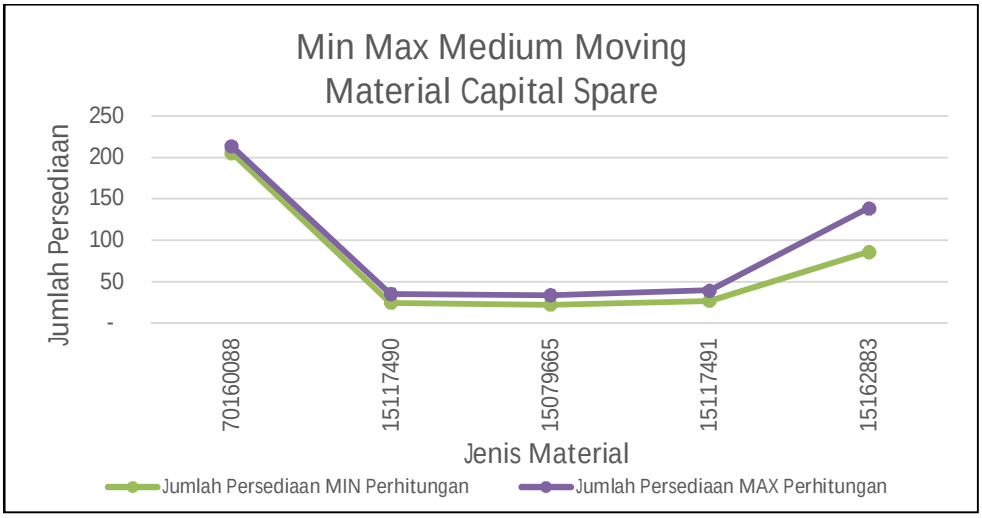
Kategori Material	**Stock code Material**	**Jumlah Persediaan MIN (Ea)**	**Jumlah Persediaan MAX (Ea)**
Administrative building & infrastructure	15081596	84	88
	70158044	88	95
	70204014	65	68
	70117285	279	292
	70158041	66	69
	70245882	26	40
	15079212	4	5
Capital spare	15116681	7	9
	15114164	11	15
	15114212	24	35
	70245881	43	65
	70245881	41	63
	70160088	206	214
	15117490	25	35
	15079665	22	33
	15117491	27	39
	15162883	86	139
	70145934	12	13
	15080037	21	26
	15114140	8	12

Kategori Material	Stock code Material	Jumlah Persediaan MIN (Ea)	Jumlah Persediaan MAX (Ea)
Construction Material	15115641	34	48
	70158044	89	95
	15079215	3	4
	15115558	4	5
Repairable item	15080078	1	2
	15079677	30	43
	15083660	12	17
	15071719	46	62
	15087575	283	389
	15107515	273	375

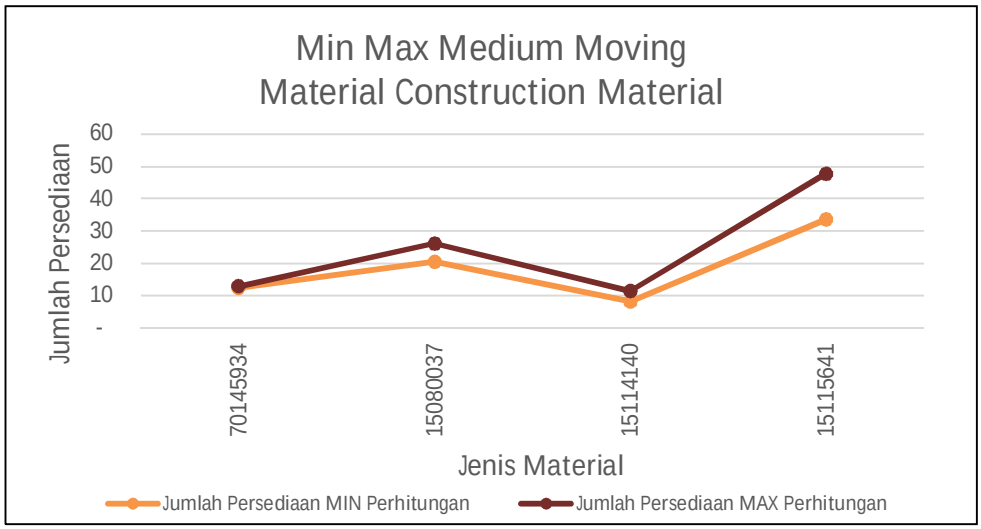
Batasan nilai persediaan hasil perhitungan dengan Metode Min-Max material *Medium Moving* dituangkan dalam grafik berikut.



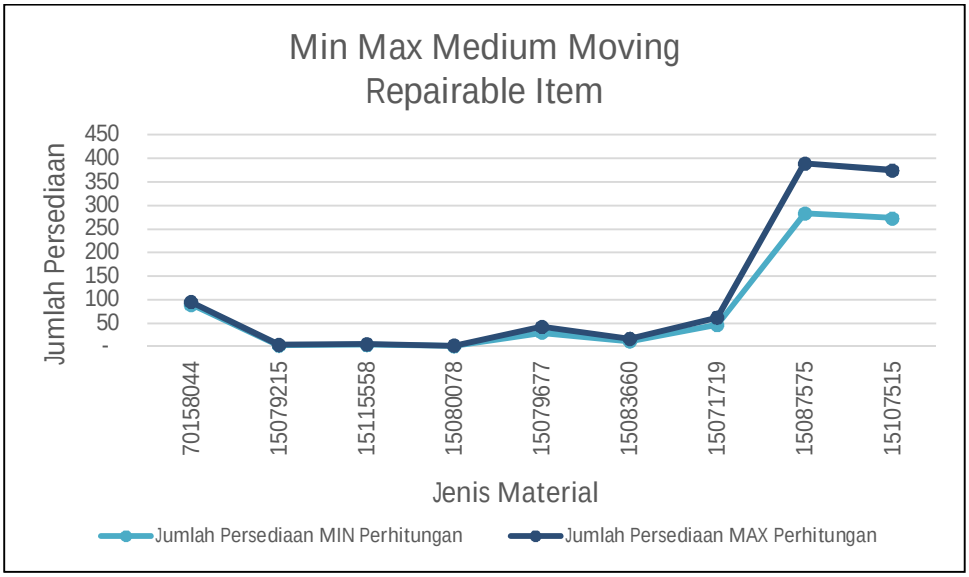
Gambar 5. 21 Persediaan Min - Max *Medium Moving – Adm. Building & Infrastructure*



Gambar 5. 22 Persediaan Min - Max *Medium Moving - Capital Spare*



Gambar 5. 23 Persediaan Min - Max *Medium Moving - Construction Material*



Gambar 5. 24. Persediaan Min - Max Medium Moving – Repairable item

Dari hasil perhitungan tingkat persediaan dengan menggunakan Metode Min-Max seperti terlihat pada tabel dan grafik di atas, peneliti akan membandingkan hasil analisa tersebut dengan tingkat persediaan yang telah diterapkan oleh perusahaan. Tingkat efektifitas perusahaan dalam mengelola inventory persediaan akan terlihat dalam perbandingan tersebut, sehingga dengan menerapkan hasil perhitungan Metode Min-Max akan diperoleh efisiensi biaya dengan penyediaan material pada tingkat yang lebih optimal. Perbandingan tingkat persediaan minimum dan maksimum untuk material *medium moving* dijelaskan pada pembahasan di bawah.

5.2.2. 1. Persediaan Minimum pada Material Medium Moving

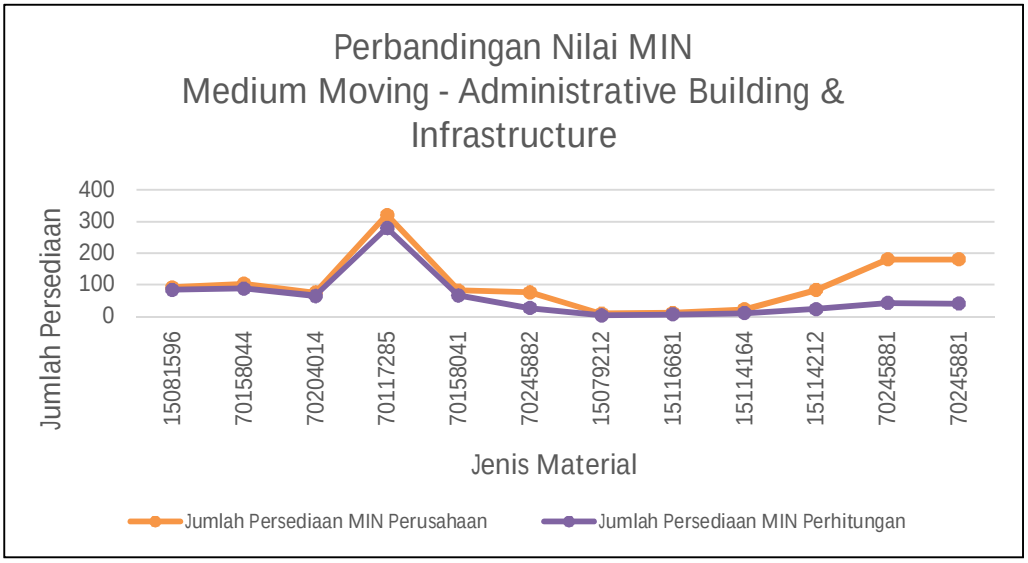
Tabel 5. 7 Tabel Perbandingan Persediaan Minimum pada Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	93	84	9	10%
	70158044	Criticality C	103	88	15	16%
	70204014	Criticality C	76	65	11	17%

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
	70117285	Criticality C	321	279	42	15%
	70158041	Criticality C	83	66	17	26%
	70245882	Criticality C	77	26	51	193%
	15079212	Criticality B	9	4	5	136%
Capital spare	15116681	Criticality C	12	7	5	73%
	15114164	Criticality C	23	11	12	106%
	15114212	Criticality C	84	24	60	249%
	70245881	Criticality C	180	43	137	322%
	70245881	Criticality C	180	41	139	344%
	70160088	Criticality B	227	206	21	10%
	15117490	Criticality C	40	25	15	63%
	15079665	Criticality C	43	22	21	94%
	15117491	Criticality C	79	27	52	194%
	15162883	Criticality B	178	86	92	107%
	70145934	Criticality B	28	12	16	124%
	15080037	Criticality C	36	21	15	75%
Construction Material	15114140	Criticality C	15	8	7	81%
	15115641	Criticality C	95	34	61	182%
	70158044	Criticality C	106	89	17	20%
	15079215	Criticality C	6	3	3	97%
	15115558	Criticality B	9	4	5	119%
Repairable item	15080078	Criticality C	3	1	2	108%
	15079677	Criticality C	39	30	9	31%
	15083660	Criticality C	20	12	8	71%
	15071719	Criticality C	62	46	16	34%
	15087575	Criticality C	300	283	17	6%
	15107515	Criticality C	290	273	17	6%

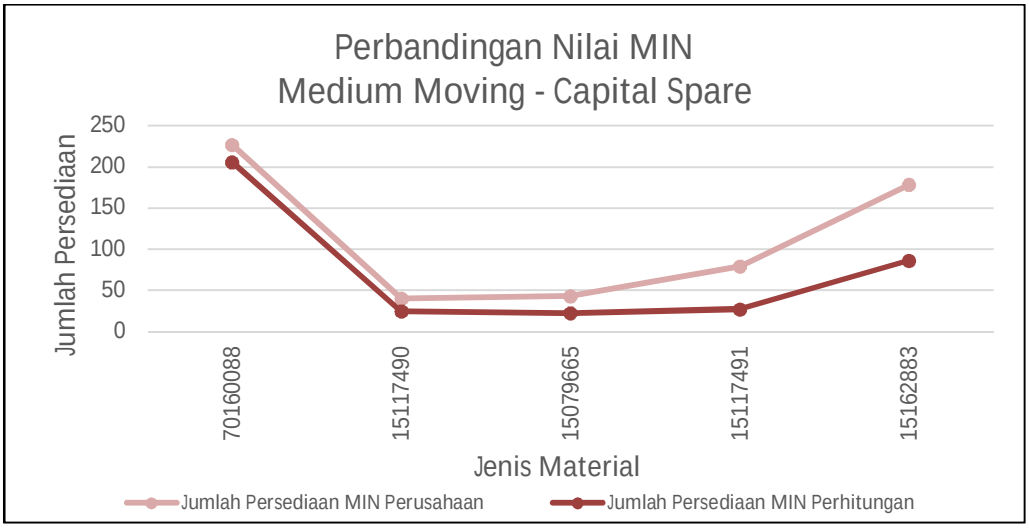
Dari hasil perbandingan sesuai table 4.4 di atas diketahui bahwa nilai batasan minimum material *medium moving* yang ditetapkan perusahaan lebih tinggi dengan tingkat perbedaan rata-rata secara keseluruhan sebesar 31,85%.

Perbandingan nilai minimum untuk material *medium moving* ditunjukkan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah.



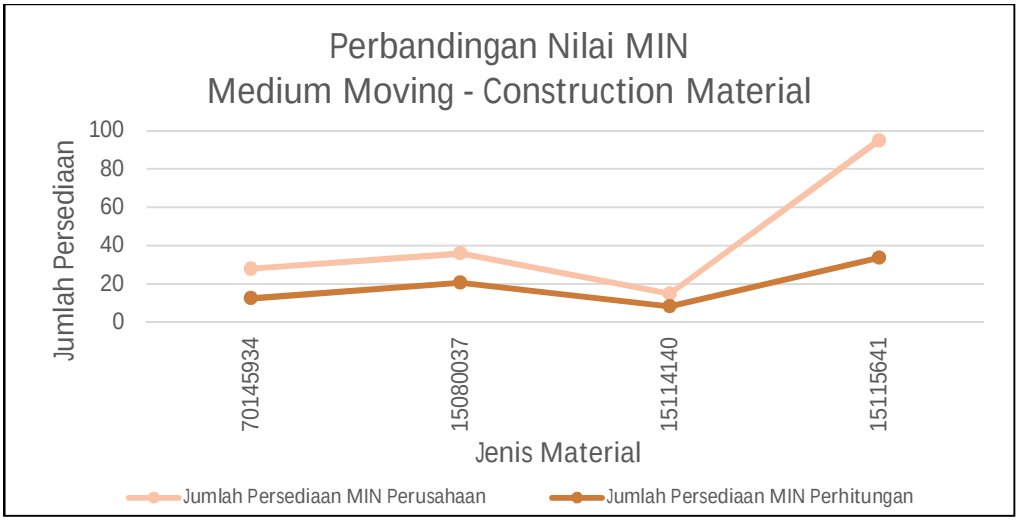
Gambar 5. 25 Perbandingan Persediaan minimum untuk *Medium Moving Adm. Building & Infrastructure*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 7 dari 12 sampel material dengan kategori *Administrative building & infrastructure* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 5 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Penurunan batas minimum perlu diterapkan pada sebagian besar material untuk menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



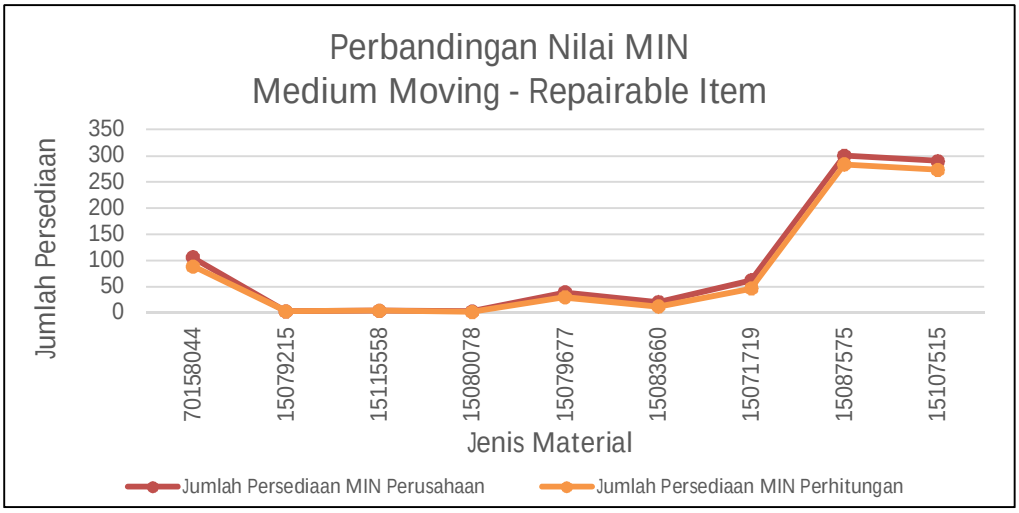
Gambar 5. 26 Perbandingan Persediaan Minimum untuk *Medium Moving - Capital Spare*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 4 dari 5 sampel material dengan kategori *Capital Spare* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 1 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 27 Perbandingan Persediaan Minimum *Medium Moving - Construction Material*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 4 dari 4 sampel material dengan kategori *Construction Material* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%. Dapat diartikan bahwa seluruh atau sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 28 Perbandingan Persediaan Minimum *Medium Moving - Repairable Item*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 6 dari 9 sampel material dengan kategori *Repairable Item* yang memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 3 sampel material memiliki perbedaan lebih kecil (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai minimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.

Membandingkan batas persediaan minimum material *medium moving* yang digunakan saat ini dengan hasil perhitungan Metode Min-Max, terdapat selisih yang menunjukan barang yang dibeli dan disimpan di gudang lebih tinggi dari kebutuhan yang sebenarnya. Potensi terjadinya kehabisan persediaan (*stock out*) untuk material *medium* moving sangat kecil terjadi karena minimum persediaan di gudang melebih dari kebutuhan, sehingga asumsi pengguna akan kejadian kehabisan persediaan tidak berdasar. Asumsi tersebut didukung oleh pola konsumsi yang tidak didasarkan pada

rencana penggunaan yang tepat, sehingga penyebab adanya *shadow warehouse* bukan dikarenakan penentuan batas nilai minimum material *medium moving*.

5.2.2. 2. Persediaan Maksimum Material Medium Moving

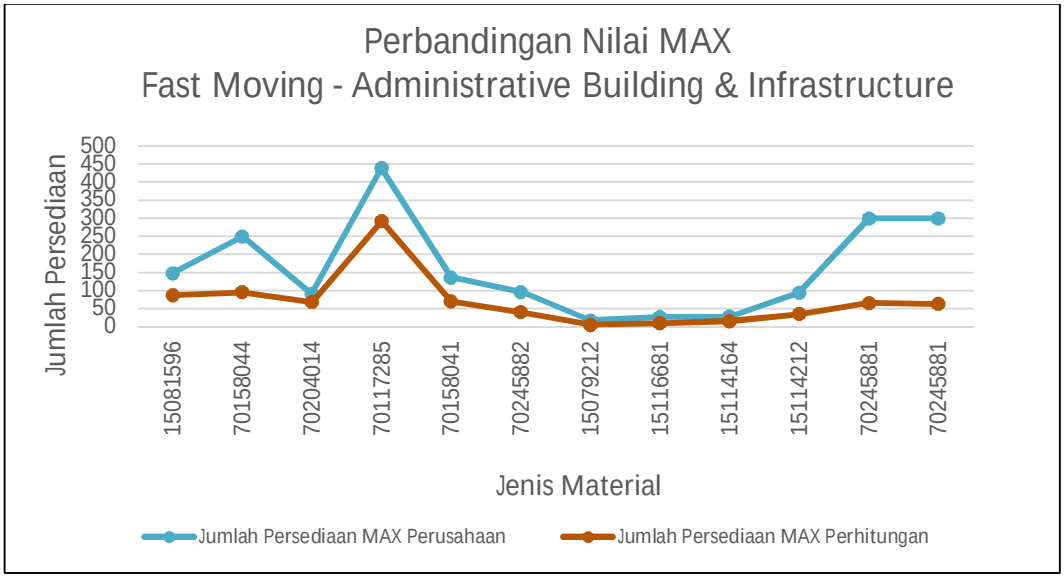
Tabel 5. 8 Tabel Perbandingan Persediaan Maksimum pada Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	148	88	60	69%
	70158044	Criticality C	250	95	155	163%
	70204014	Criticality C	91	68	23	34%
	70117285	Criticality C	439	292	147	50%
	70158041	Criticality C	136	69	67	97%
	70245882	Criticality C	96	40	56	141%
	15079212	Criticality B	17	5	12	246%
Capital spare	15116681	Criticality C	27	9	18	204%
	15114164	Criticality C	28	15	13	86%
	15114212	Criticality C	94	35	59	169%
	70245881	Criticality C	300	65	235	363%
	70245881	Criticality C	300	63	237	378%
	70160088	Criticality B	376	214	162	76%
	15117490	Criticality C	41	35	6	17%
	15079665	Criticality C	47	33	14	40%
	15117491	Criticality C	83	39	44	112%
	15162883	Criticality B	178	139	39	28%
	70145934	Criticality B	51	13	38	293%
	15080037	Criticality C	47	26	21	80%
Construction Material	15114140	Criticality C	17	12	5	47%
	15115641	Criticality C	113	48	65	137%
	70158044	Criticality C	176	95	81	85%
	15079215	Criticality C	12	4	8	189%
	15115558	Criticality B	27	5	22	392%

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)	Selisih	% Selisih
Repairable item	15080078	Criticality C	4	2	2	99%
	15079677	Criticality C	63	43	20	47%
	15083660	Criticality C	40	17	23	141%
	15071719	Criticality C	79	62	17	28%
	15087575	Criticality C	500	389	111	28%
	15107515	Criticality C	500	375	125	33%

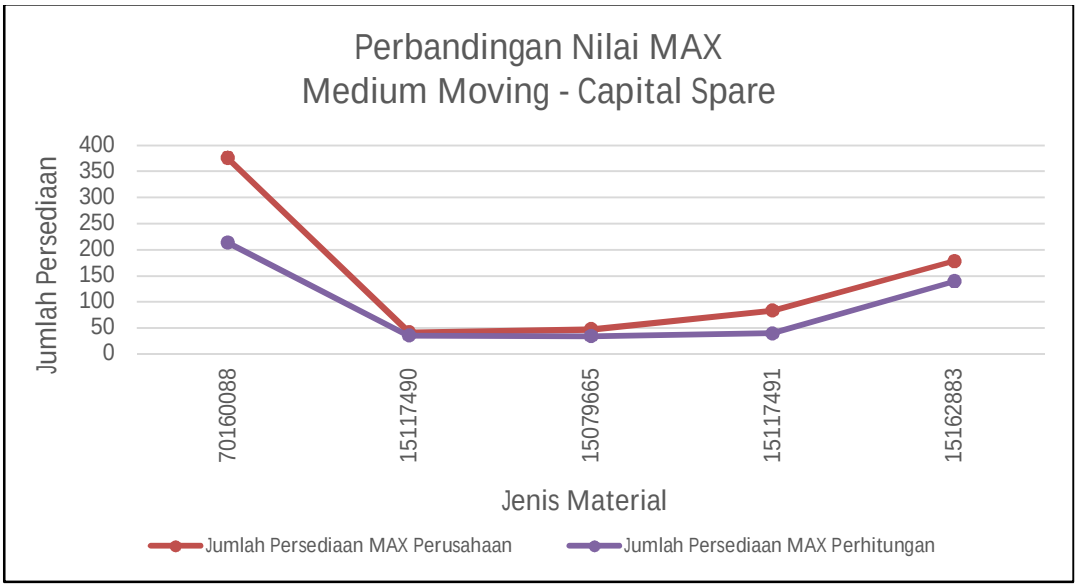
Dari hasil perbandingan sesuai table 4.5 di atas diketahui bahwa nilai batas maksimum persediaan untuk semua kategori material yang diterapkan perusahaan lebih tinggi dengan tingkat perbedaan rata-rata secara keseluruhan sebesar 44,08%.

Perbandingan nilai maksimum untuk material *medium moving* dengan kategori *administrative building & infrastructure, repairable item, construction material, capital spare* ditunjukkan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah.



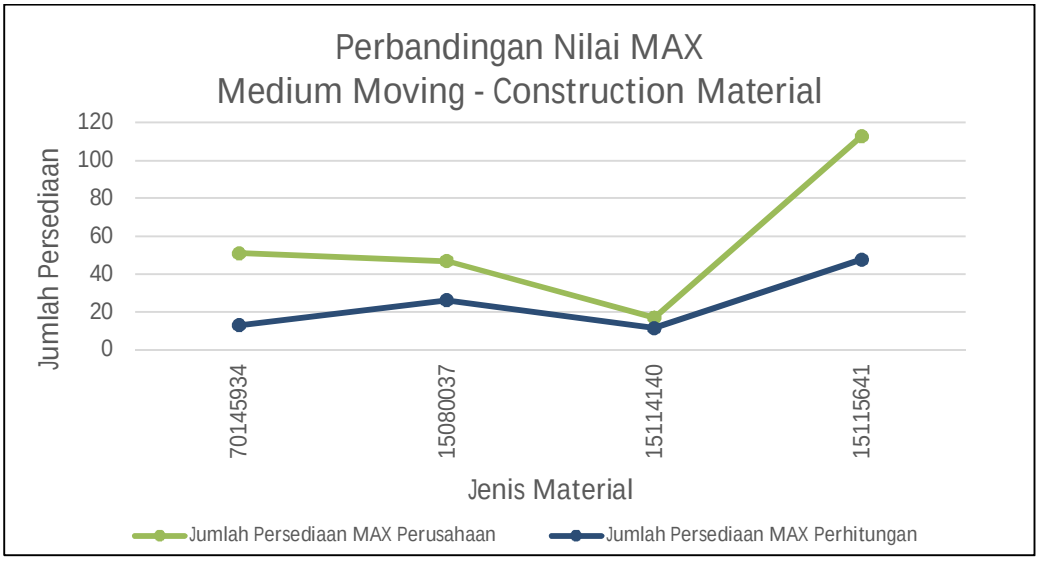
Gambar 5. 29 Perbandingan Persediaan Maksimum *Medium Moving – Adm. Building & Infrastructure*

Dari hasil perbandingan di atas, seluruh 12 sampel material dengan kategori *Administrative building & infrastructure* memiliki perbedaan lebih dari 30%. Dapat diartikan bahwa seluruh atau sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Penurunan batas maksimum akan diberlakukan pada seluruh ataau sebagian besar material dengan tujuan menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



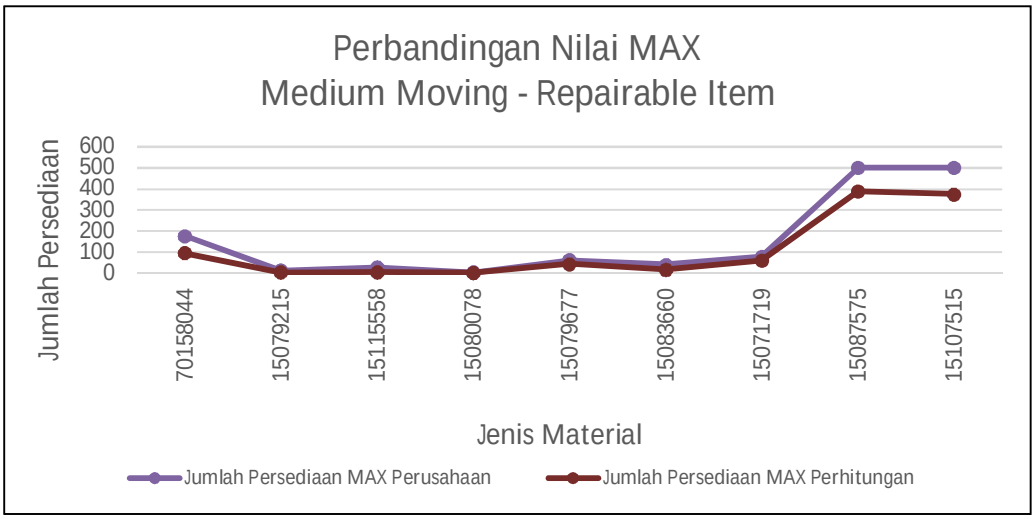
Gambar 5. 30 Perbandingan Persediaan Maksimum *Medium Moving - Capital Spare*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 3 dari 5 sampel material dengan kategori *Capital Spare* memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 2 sampel material memiliki selisih perbedaan tidak signifikan (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Penurunan batas maksimum akan diberlakukan pada sebagian besar material dengan tujuan menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 31 Perbandingan Persediaan Maksimum *Medium Moving - Construction Material*

Dari hasil perbandingan di atas, seluruh 4 sampel material dengan kategori *Construction Material* memiliki perbedaan lebih dari 30%. Dapat diartikan bahwa seluruh atau sebagian besar batas nilai maksimum material yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Penurunan batas maksimum akan diberlakukan pada seluruh atau sebagian besar material dengan tujuan menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.



Gambar 5. 32 Perbandingan Persediaan Maksimum *Medium Moving - Repairable Item*

Dari hasil perbandingan di atas, terdapat 7 dari 9 sampel material dengan kategori *Repairable Item* memiliki perbedaan lebih dari 30%, sedangkan 2 sampel material memiliki selisih perbedaan tidak signifikan (kurang dari 30%). Dapat diartikan bahwa sebagian besar batas nilai maksimum material tersebut yang ditentukan oleh perusahaan belum mencapai titik optimal. Penurunan batas maksimum akan diberlakukan pada sebagian besar material dengan tujuan menurunkan biaya persediaan, perhitungan biaya akan didetailkan pada bagian Analisa Biaya.

Membandingkan batas persediaan maksimum yang digunakan saat ini dengan batas nilai maksimum hasil perhitungan Metode Min-Max, terdapat selisih yang menunjukan bahwa barang yang dibeli dan disimpan di gudang lebih tinggi dari kebutuhan yang sebenarnya. Potensi terjadinya kehabisan persediaan (*stock out*) akibat kenaikan kebutuhan mendadak (*spike usage*) untuk material *medium moving* sangat kecil terjadi karena batas tingkat persediaan maksimum di gudang melebihi kebutuhan maksimal, sehingga asumsi pengguna akan kejadian kehabisan persediaan tidak berdasar, sehingga penyebab adanya *shadow warehouse* bukan dikarenakan penentuan batas nilai maksimum material *medium moving*.

Meskipun populasi keberadaan material *medium moving* yang ditemukan secara keseluruhan di *Shadow Warehouse* tidak terlalu banyak dibandingkan material *fast moving*, peneliti melanjutkan analisa untuk mengetahui relevansi material *medium moving* dalam kontribusinya menyebabkan adanya *Shadow Warehouse*. Dari hasil pengamatan atas trend penentuan batas minimum dan batas maksum material *medium moving* yang hampir keseluruhan berada di atas titik optimum, tampak perusahaan menetapkan batasan tersebut berdasarkan data konsumsi yang salah arah yang diakibatkan oleh tingkah laku pengguna dalam memesan material. Perilaku tersebut didukung dengan hasil informasi yang diperoleh dari *Inventory Management* dan pengguna yang menunjukkan kondisi sebagai berikut:

- Material *Administrative Building & Infrastructure*

  Perhitungan nilai minimum persediaan *medium moving* yang ditetapkan perusahaan menjadi salah arah diakibatkan kebiasaan pengguna menyimpan material untuk

mengamankan dirinya dari kejadian *stock out*. Tingkah laku konsumsi yang dilakukan oleh pengguna tersebut membuat variable penghitungan yang digunakan oleh tim *Inventori Management* menjadi kurang tepat.

- Material *Capital Spare*

  Sama halnya dengan material *fast moving* ketegori *Capital Spare*, ditemukan bahwa pengguna berusaha menyimpan sendiri material tersebut karena keterbatasan tempat penyimpanan di gudang SCM. Hal tersebut memotivasi pengguna untuk membuat gudang sendiri yang berada dalam kendalinya, atau dalam hal ini gudang itu disebut sebagai *Shadow Warehouse*. Selain itu, telah menjadi stigma di Warehouse bahwa semua material yang dibeli menggunakan budget capital adalah barang non-stock yang bukan menjadi tanggung jawab Warehouse untuk menyimpan material tersebut. Kondisi-kondisi ini membuat material *capital spare* tersebar di area pengguna dan disimpan di gudang pengguna.

- Material *Repairable Items*

  Material *medium moving* kategori *Repariable items* yang tersimpan di *Shadow Warehouse* menunjukkan kurang baiknya perencanaan pengguna dalam memperkirakan jumlah kebutuhan material dan penentuan waktu dengan valid. Berdasarkan definisi material *medium moving*, material ini lebih sedikit dikonsumsi karena kerusakan material *repairable items – medium moving* tidak sering terjadi, sehingga dengan perencanaan yang lebih teliti dan bijak maka pemesanan material berlebihan seharusnya dapat dihindari.

- Material *Cosntruction material*

  Sama halnya dengan material *fast moving*, pengguna mengambil/memesan material jauh hari sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam rangka persiapan pekerjaan. Kadangkala pelaksanaan konstruksi mengalami penundaan karena pengalihan prioritas kerja, sehingga material tersebut tetap tersimpan di area pengguna dan terlambat dikonsumsi.

5. 3. Analisa Service Level

Tingkat pelayanan (*Service level*) merupakan penilaian kepuasan pelanggan atas terkirimnya pesanan berdasarkan ketepatan waktu dan jumlah/spesifikasi pesanan. Pencapaian *Service Level* dipengaruhi oleh tingkat kepentingan material yang dapat mempengaruhi kinerja perusahaan.

Sebagian material yang disimpan di *shadow warehouse* memiliki klasifikasi yang dibedakan berdasarkan tipe criticality-nya seperti yang dijelaskan pada tabel 5.9 dibawah.

Tabel 5. 9 Klasifikasi Material Berdasarkan Type *Criticality*

Criticallity	Deskripsi
CRITICALITY A	Kerugian produksi > 60 metric ton nickel matte dalam 24 jam (meliputi kerugian yang menyangkut keselamatan dan lingkungan terkait dengan kerugian produksi). Kriteria ini hanya meliputi material kritis dari area *Furnace, Kiln, CTS, Steam, Hydro, Compressor* dan *Switchyard*
CRITICALITY B	Kerugian produksi < 60 metric ton nickel matte dalam 24 jam (meliputi kerugian yang menyangkut keselamatan dan lingkungan terkait dengan kerugian produksi)
CRITICALITY C	Tidak ada dampak langsung terhadap produksi

Dengan adanya pengelompokan ini maka penerapan kebijakan persediaan dilakukan secara berbeda untuk setiap tipe dari ketiga kelompok tersebut di atas. Kelompok criticality A merupakan material yang penggunaannya sangat terkait dengan kegiatan produksi dan keselamatan kerja sehingga tingkat persediaan material ini diawasi lebih ketat dibandingkan dengan kelompok material criticality B dan C. Sedangkan kontrol ketersediaan material criticality B dilakukan dengan cara tidak terlalu ketat, dalam arti bahwa keterlambatan penyediaan material masih dapat ditelorir pada batas-batas tertentu. Sebaliknya dengan material ciriticality C, kontrol ketersediaan material tidak dilakukan dengan ketat karena implikasi ketidak-tersediaan material ini

tidak akan memberikan dampak langsung terhadap proses produksi, sehingga perusahaan masih dapat menerima jika terjadi keterlambatan.

Untuk mendapatkan gambaran tingkat *Service Level* material criticality A, B dan C, peneliti melakukan perhitungan *Service Level* yang datanya diambil berdasarkan data yang tercatat pada data SAP perusahaan periode tahun 2019 sebagai berikut.

$$\text{Service Level} = \frac{Quantity\ material\ yang\ di\ delivery\ tepat\ waktu}{Total\ quantity\ demand\ material} \quad (9)$$

$$Criticality\ A = \frac{288}{294} = 0.979 = 98\%$$

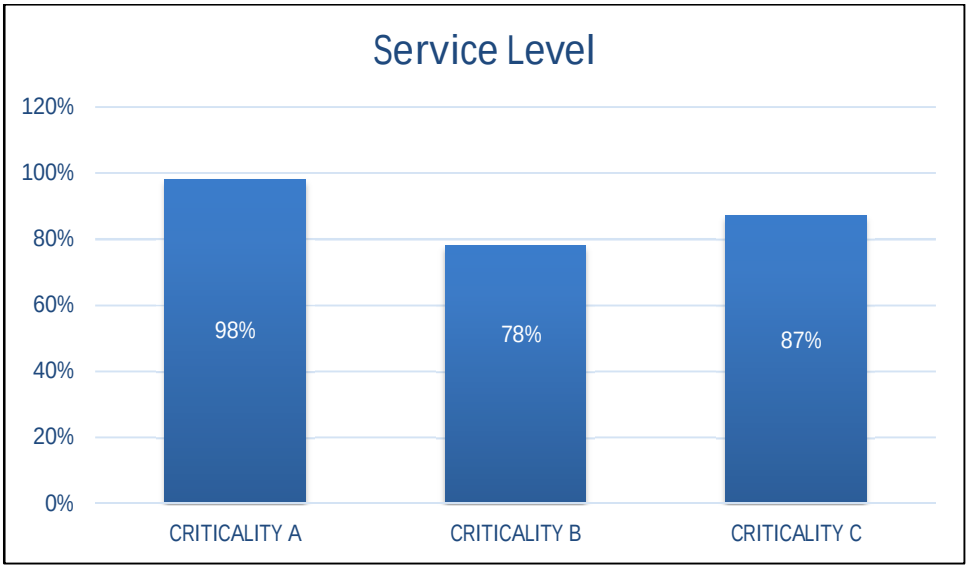
$$Criticality\ B = \frac{816}{1044} = 0.781 = 78\%$$

$$Criticality\ C = \frac{13128}{15048} = 0.872 = 87\%$$

Tabel 5. 10 *Service Level* Material Criticality A, B & C Perusahaan Tahun 2019

Criticallity	**Jumlah Pelayanan Reservasi Tepat Waktu Per tahun**	**Jumlah Pelayanan Reservasi Terlambat Per tahun**	**Total Jumlah Pelayanan Reservasi**	**Service Level**
Criticality A	288	6	294	98%
Criticality B	816	228	1.044	78%
Criticality C	13.128	1.920	15.048	87%

Pencapaian *service level* saat ini untuk masing-masing Criticality ditunjukkan pada gambar 5.35 berikut:



Gambar 5. 33 *Service Level Critically* Perusahaan A, B & C

Tingkat *Service Level* di atas selanjutnya dibandingkan dengan penentuan *Service Level pada perhitungan metode Min Max*, dan juga dibandingkan terhadap service level standard, berikut tabel perbandingannya.

Tabel 5. 11 Perbandingan Nilai *Service Level* Perusahaan dengan *Service Level Standard*

Criticallity	**Pencapaian Service Level Perusahaan 2019**	**Target Service Level Perusahaan**	**Service Level Standard**
Criticality A	98%	98%	96% - 98%
Criticality B	78%	91%	91% - 95%
Criticality C	87%	88%	85% – 90%

Berdasarkan table diatas terlihat *Service Level* Criticality A dengan nilai 98% telah memenuhi standard service level yaitu 96-98%, begitu pula dengan pencapaian *Service Level* material Criticality C dengan nilai 87% telah memenuhi standard service level yaitu 85-90%. Namun untuk Criticality B dengan nilai 78% masih dibawah batasan standard Service Level 91-95%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan SCM dalam

memenuhi kebutuhan material criticality B masih belum mencapai target dari batasan wajar *Service Level*.

Untuk mengetahui korelasi antara *Service Level* dengan penyebab munculnya *Shadow Warehouse*, peneliti membandingkan perhitungan *Service Level* dengan persentase criticality material yang disimpan di *Shadow Warehouse*. Perhitungannya ditunjukkan pada table dibawah.

Tabel 5. 12 Profile Material *Criticality* di *Shadow Warehouse*

Criticality	***Quantity***	***UoM***	***Persentase***
A	26	*items*	7.90%
B	39	*items*	11.85%
C	264	*items*	80.25%
TOTAL	329	*items*	100%

Dari table di atas menunjukkan bahwa 80,25% material yang disimpan di *Shadow Warehouse* adalah material Criticality C dimana *Service Level* material Criticality C tersebut telah mencapai 87% atau sebagian besar tersedia. Jika dikorelasikan keberadaan material Criticality C di *Shadow Warehouse* dengan Analisa Batasan Minimum dan Maksimum pada bagian diatas, maka kecil kemungkinan terjadi *stock out.* Hal ini berlaku juga untuk material Criticality A dimana pencapaian *Service Level* material criticality A tinggi, asumsi potensi *stock out* kecil terjadi. Oleh karena itu kekhawatiran atau asumsi pengguna akan mengalami *stock out* ternyata bertolak belakang dengan fakta ketersediaan material.

Namun demikian, ada sebagian kecil material Criticality B sebesar 11,85% yang disimpan di *Shadow Warehouse* dan pencapaian *Service Level* material Criticality B yang berada dibawah batasan standard, maka hal ini menunjukkan kondisi ketidak-tersediaan material Criticality B di gudang SCM pada saat pengguna membutuhkan material tersebut. Jika dikorelasikan dengan Analisa Batasan Minimum dan Maximum seperti yang dibahas pada bagian di atas, dapat dianalisa bahwa tindak-lanjut dari penentuan batas Min-Max tidak dapat direalisasikan oleh tim SCM dengan baik,

sehingga SCM perlu melakukan evaluasi untuk mengidentifikasi penyediaan material, khususnya pada material criticality B.

Kegagalan pemenuhan material sesuai permintaan pengguna dapat disebabkan oleh 2 hal, yaitu:

1. Ketersediaan material (*stock availability*) di gudang rendah

   Jika parameter stock sudah ditentukan pada titik optimum, namun masih terjadi keterlambatan pemenuhan pemesanan, maka hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya:

   - Keterlambatan proses pengadaan material yang disebabkan oleh proses internal SCM.
     - Penentuan waktu kebutuhan yang tidak terencana dari pengguna sehingga tidak bisa dilayani tepat waktu (*required date by today*).
     - Proses konversi dari reservasi (pemesanan) menjadi PR (*purchase requisition*) yang dibuat oleh Inventory Management. Inventory Management bertugas untuk melakukan control ketersediaan material setiap pemesanan material dari user harus dikonversi menjadi PR agar
     - Proses PR menjadi PO (*purchase order*) yang dilakukan oleh Procurement. Pembelian material mulai dari proses lelang sampai dengan penunjukan pemenang lelang.
     - Proses penerimaan dan penyimpanan material di gudang. Bagian Gudang berkewajiban melakukan proses penerimaan dan penyimpanan material.
   - Proses pengadaan material yang disebabkan oleh proses eksternal SCM.
     - Kinerja Penyedia barang (suppier) tidak baik karena terlambat menyediakan material sesuai kesepakatan yang tertuang dalam kesepakatan jual-beli barang (*Purchase Order* atau *Contract*).
     - Ketidak-sesuaian jumlah dan/atau spesifikasi material yang disediakan oleh pihak Penyedia.
     - Proses pengiriman material menuju gudang perusahaan.
2. Keterlambatan proses pengiriman material dari gudang SCM ke pengguna.

Jika material telah tersedia di gudang, namun masih terjadi keterlambatan pengiriman material ke pengguna, penyebab diantaranya:

- Proses pengambilan dan pengiriman material dari warehouse ke pengguna.
- Kesalahan penentuan prioritas pengiriman material
- Kekurangan sumber daya alat angkut

Tabel 5. 13 Profil Penyebaran Material *Criticality* pada Material *Shadow Warehouse*

Movement	***Material Category***	***Criticality A***	***Criticality B***	***Criticality C***
Fast	Administrative Building & Infrastructure	2	9	133
	Capital Spare	5	4	21
	Construction Material	10	10	41
	Repairable Item	7	0	15
Medium	Administrative Building & Infrastructure	0	2	20
	Capital Spare	1	3	11
	Construction Material	1	10	13
	Repairable Item	0	1	10
TOTAL		**26**	**39**	**264**

Dari table di atas menunjukkan bahwa perilaku pengguna menyimpan material di *Shadow Warehouse* meningkatkan resiko kesalahan tim *Inventori* dalam melakukan kalkulasi batasan tingkat persediaan minimum dan maksimum. Material yang tersimpan di *Shadow Warehouse* seharusnya dapat diutilisasi oleh pengguna lain, tapi karena material tersebut hanya dikuasai oleh beberapa pengguna, maka tim Inventori harus bekerja lebih untuk mendatangkan material lebih banyak. Hal tersebut tampak bahwa tingkat persediaan minimum dan maksimum ditentukan lebih tinggi dari yang seharusnya.

5.3. 1. Pengaruh Parameter Min Max terhadap Nilai Service Level

Pengukuran *Service Level* (tingkat pelayanan) penting karena berhubungan dengan manajemen persediaan, dan ini sangat berpengaruh pada hubungan kerja dengan pengguna. Penentuan *Service Level* memiliki pengaruh penting bagi perusahaan karena dapat digunakan untuk menentukan tingkat profit perusahaan, pencapaian tingkat pelayanan atas ketersediaan material yang rendah dapat memberikan dampak besar dan mempengaruhi jalannya operasional perusahaan secara keseluruhan, dimana dalam kurun waktu tertentu apabila terjadi kekurangan material maka akan dapat menghentikan proses produksi dan menunda pekerjaan pemeliharaan. Persediaan material harus selalu tesedia di gudang pada level tetentu, semakin tinggi persediaan dalam gudang maka service level perusahaan akan tinggi namun apabila persediaan terlalu tinggi maka akan mengakibatkan kerugian perusahaan karena investasi yang ditanamkan untuk pembelian material tersebut tidak bergerak. Kondisi sebaliknya, apabila persediaan terlalu sedikit maka perusahaan tidak bisa melakukan operasional secara maksimal, oleh karena tingginya keterkaitan *Service Level* yang berkontribusi pada operasional perusahaan, *Inventory management* harus mampu menjaga tingkat inventory (batasan nilai persediaan min-max) pada level optimum, sehingga operasional dan produksi perusahaan dapat dicapai sesuai target yang ditetapkan.

Cara kerja metode Min – Max ini yaitu apabila persediaan telah melewati batas minimum dan mendekati safety stock maka re-order harus dilakukan. Jadi batas safety stock merupakan batas re-order level. Batas maksimum adalah batas kesediaan perusahaan atau manajemen untuk menginvestasikan uangnya dalam bentuk persediaan material, jadi dalam hal ini yang terpenting adalah batas minimum dan maximum untuk dapat menentukan order quantity.

Bila perusahaan terlalu banyak menanamkan dananya dalam persediaan maka menyebabkan biaya pembelian dan penyimpanan material yang berlebihan, namun apabila perusahaan tidak mempunyai persediaan yang mencukupi maka dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan material yang berpengaruh pada kepuasan customer atau pengguna internal. Untuk itu perencanaan dan pengendalian persediaan pada tingkat yang optimal sangat diperlukan agar diperoleh optimasi persediaan material

di gudang. Kriteria optimal adalah minimasi keseluruhan biaya yang terkait dengan semua konsekuensi kebijakan persediaan.

5.3. 2 Pengaruh Safety Stock terhadap Nilai Service Level

Service level perusahaan ditentukan oleh tingkat ketersediaan persediaan. Oleh karena itu tingkat persediaan aman (*safety stock*) berfungsi sebagai asuransi terhadap stockout demi menjamin operasional perusahaan terus berjalan.

Perhitungan *Safety stock* dilakukan untuk melindungi perusahaan dari risiko kehabisan bahan baku dan untuk menghindari adanya keterlambatan penerimaan bahan baku yang dipesan. Untuk menentukan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi antara perkiraan pemakaian material dan pemakaian material yang sesungguhnya dapat dilihat pada perhitungan deviasi pada tabel 4. 1 Nilai *Safety Stock* Material *Fast Moving* dan Tabel 4. 2 Nilai *Safety Stock* Material *Medium Moving*. Dari perhitungan *safety stock* yang diperoleh, dapat diketahui besarnya jumlah persediaan yang dapat dicadangkan sebagai pengaman kelangsungan proses produksi dari risiko kehabisan bahan baku (stock out). Persediaan pangaman sejumlah unit ini akan tetap dipertahankan walaupun jenis material dapat diganti yang baru.

Besarnya nilai persediaan *safety stock* yang disiapkan adalah untuk mengantisipasi ketidakpastian, oleh karena itu elemen ketidakpastian ini harus dipertimbangkan dalam perhitungan *safety stock*. Elemen ketidakpastian tersebut adalah *demand, leadtime* dan *service level*.

Demand sangat dipengaruhi oleh perilaku pelanggan. Perilaku pelanggan yang tidak konsisten dalam pemakaian produk akan menyebabkan permintaan terhadap produk tersebut menjadi tidak stabil. Semakin besar variasi permintaan maka semakin besar *safety stock* yang harus disiapkan.

Leadtime sangat dipengaruhi oleh perilaku pemasok dan pihak-pihak lain yang terkait dengan pengiriman barang, seperti transporter, selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas, baik darat, laut maupun udara, kebijakan pemerintah serta lingkungan-lingkungan eksternal lainnya yang sulit untuk dikendalikan oleh perusahaan. sehingga

leadtime juga akan menjadi faktor yang sangat tidak pasti dalam hal pengadaan barang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama *leadtime* maka diperlukan tingkat pengamanan persediaan yang semakin besar pula. Hal ini sejalan dengan pernyataan Chopra et. al. (2004) bahwa ketidakpastian *leadtime* akan meningkatkan jumlah persediaan sehingga tingkat pelayanan yang diinginkan bisa terpenuhi.

Semakin besar tingkat *safety stock*-nya maka resiko kekurangan persediaan semakin kecil, namun kondisi tersebut akan membutuhkan serapan modal yang lebih besar karena biaya *inventory* akan semakin besar karena jumlah total persediaan meningkat, dalam hal ini tujuan minimasi total biaya persediaan tidak tercapai karena total biaya dalam model persediaan tradisional didapatkan pada titik keseimbangan antara kelebihan dan kehabisan persediaan.

Biaya kelebihan persediaan relative lebih mudah diperkirakan daripada biaya kehabisan persediaan, karena sulitnya memperkirakan biaya kehabisan persediaan secara tepat maka penentuan ukuran *safety stock* berdasarkan tingkat pelayanan (*service level*) tertentu yang harus diberikan kepada konsumen. Tujuan penentuan *safety stock* dengan *service level* tertentu adalah mengurangi resiko kekurangan persediaan tersebut menjadi hanya 5% atau l0% saja (umumnya). Bila diinginkan resiko terjadinya kekurangan persediaan adalah sebesar 5%, maka tingkat keyakinan tidak terjadi kekurangan persediaan adalah sebesar 95% (yaitu didapat dari 100%-5%).

Tingkat pelayanan berarti persentase (kemungkinan) tidak terjadi kehabisan persediaan. Jika diinginkan keyakinan yang tinggi agar tidak kehabisan persediaan, maka dipilih tingkat pelayanan yang besar. Tingkat pelayanan yang besar berarti $Z\alpha$ (faktor pengaman) besar. $Z\alpha$ besar berarti jumlah R (titik pemesanan kembali) lebih besar. Jumlah R besar berarti biaya persediaan lebih besar, kepastian agar tidak terjadi kehabisan persediaan akan memerlukan biaya persediaan yang lebih besar.

5. 4. Analisa Perbandingan Biaya

Menentukan tingkat *inventory* yang sesuai adalah satu tugas yang sangat penting dan sangat menantang yang dihadapi oleh manajemen operasi. Jika perusahaan membeli

persediaan dalam jumlah banyak, maka uangnya akan terikat dalam bentuk modal kerja. Sebaliknya jika perusahaan membeli persediaan dalam jumlah yang sedikit, maka perusahaan akan dihadapkan pada kondisi *stock out* dan mengurangi *service level*. Harus ada keseimbangan antara biaya inventory dan kepuasan pelanggan.

5.4. 1. Analisa Total Biaya (Inventory value)

Total inventory cost merupakan perhitungan total persediaan bahan baku yang digunakan untuk mengetahui apakah perhitungan pembelian persediaan menggunakan metode Min Max lebih baik dibandingkan dengan metode existing perusahaan serta bertujuan mencari nilai efisiensi yang mampu dihasilkan jika melakukan optimasi besaran persediaan perusahaan.

5.4. 2. Analisa Perbandingan Total Biaya Investasi Persediaan

Setelah dilakukan proses pengendalian persediaan menggunakan metode Min-Max yang meliputi kebijakan persediaan minimum dan persediaan maksimum, dari hasil perhitungan tersebut terlihat perbandingan jumlah stock di dalam gudang sebelum dilakukan pengendalian menggunakan metode min-max stock dan setelah dilakukan perhitungan, yang mana hal ini tentu berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan Perusahaan.

Perhitungan total biaya persediaan menggunakan metode Min - Max mampu memberikan efisiensi biaya. Hal tersebut dikarenakan dengan menggunakan metode Min - Max nantinya akan didapatkan jumlah persediaan yang lebih optimal yang dapat menekan biaya pembelian dan biaya penyimpanan persediaan. Tabel 5.14 dan tabel 5.15 dibawah menunjukkan nilai efisiensi yang mampu dihasilkan jika melakukan optimasi nilai persediaan perusahaan dengan metode Min – Max.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan penurunan *inventory value* ini adalah:

$$Average\ inventory\ =\ Safety\ stock\ +\ \frac{Max-Min}{2} \qquad (10)$$

Inventory value = Average Inventory level x Unit cost material (11)

Berikut adalah contoh perhitungan penurunan nilai investasi persediaan untuk kategori *Administrative Building & Infrastructure – fast moving :*

Untuk material stock code : **15108408 - *(Criticality* B)**

Safety stock = 162 Ea

Nilai MIN = 271 Ea ; Nilai MAX = 380 Ea

Data *unit cost* = USD 65.39

$$Average\ inventory = 162 + \frac{380 - 271}{2}$$

= 216.21 Ea

Inventory value = Average Inventory level x Unit cost material

= USD 65.39 x 216.21

= USD 14,138.01

berikut rekap perhitungan penurunan nilai persediaan untuk semua kategori material yaitu *capital spare, construction material* dan *repairable item dengan pergerakan medium moving* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 14 Penghematan Nilai Investasi Persediaan untuk *Fast Moving*

Kategori Material	**Stock code Material**	**Average Inventory (Ea)**		**Inventory value (USD)**	
		Perusahaan	**Perhitungan**	**Perusahaan**	**Perhitungan**
Administrative building & infrastructure	15108408	271	216	$ 17,711.15	$ 14,138.01
	15105663	367	215	$ 194.41	$ 114.08
	15116648	354	319	$ 4,071.67	$ 3,669.51
	15116609	91	67	$ 3,223.80	$ 2,363.15
	15117764	45	35	$ 6,889.98	$ 5,371.62
	70240019	219	164	$ 2,954.53	$ 2,217.55
	15081621	310	208	$ 5,503.07	$ 3,691.68
Capital spare	15082066	2237	1700	$ 97,039.37	$ 73,744.50
	15098133	33	21	$ 409.26	$ 256.27
	15097925	73	36	$ 334.21	$ 164.43
	15115576	193	176	$ 3,626.70	$ 3,297.86
	15114096	144	127	$22,212.04	$ 19,589.09
	15117139	54	23	$104,877.8	$ 45,336.82
	15117798	415	269	$1,899.99	$ 1,230.85
	15115561	26	15	$ 2,344.46	$ 1,403.91
	15097923	111	67	$ 401.31	$ 242.40

Kategori Material	Stock code Material	Average Inventory (Ea)		Inventory value (USD)	
		Perusahaan	Perhitungan	Perusahaan	Perhitungan
	15115559	181	108	$ 6,923.36	$ 4,137.49
	15162871	590	450	$ 3,643.66	$ 2,778.88
	15079637	123	88	17,109.67	$ 12,263.76
Construction Material	15117446	906	828	$15,604.19	$ 14,263.43
	15115477	1059	319	$ 1,906.00	$ 573.58
	15080071	165	62	$10,445.93	$ 3,949.46
	15114137	916	492	$ 9,151.12	$ 4,912.30
	15116591	542	310	$ 2,912.09	$ 1,663.19
Repairable item	15087576	317	100	$11,098.40	$ 3,514.92
	15087574	377	135	$62,150.00	$ 22,321.75
	70150104	1743	756	$ 1,464.37	$ 634.96
	15117172	1112	506	$ 4,358.04	$ 1,982.27
	15084628	1809	1494	$ 3,202.78	$ 2,644.94
	15115642	2082	1227	$ 69,303.29	$ 40,850.06

Tabel 5. 15 Tabel Penghematan Nilai Persediaan untuk *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Average Inventory (Ea)		Inventory value (USD)	
		Perusahaan	Perhitungan	Perusahaan	Perhitungan
Administrative building & infrastructure	15081596	117	83	$2,321.57	$1,640.04
	70158044	170	85	$1,020.58	$511.66
	70204014	81	63	$145.08	$114.06
	70117285	368	273	$2,021.25	$1,502.23
	70158041	107	65	$27.71	$16.81
	70245882	73	20	$1,185.04	$317.58
	15079212	12	3	$1,112.06	$304.35
Capital spare	15116681	18	6	$35.13	$11.97
	15114164	22	9	$228.41	$97.62
	15114212	78	19	$759.78	$181.19
	70245881	218	32	$3,279.02	$475.74
	70245881	218	30	$3,279.02	$444.29
	70160088	293	202	$19,377.51	$13,313.39
	15117490	30	19	$2,800.30	$1,801.90
	15079665	34	16	$946.05	$463.46
	15117491	69	21	$3,593.14	$1,083.51
	15162883	125	60	$1,330.08	$632.65
	70145934	39	12	$7,608.25	$2,388.61

Kategori Material	Stock code Material	Average Inventory (Ea)		Inventory value (USD)	
		Perusahaan	Perhitungan	Perusahaan	Perhitungan
	15080037	36	18	$1,085.20	$538.90
Construction Material	15114140	13	7	$63.90	$33.49
	15115641	90	27	$3,775.13	$1,116.84
	70158044	135	85	$807.58	$512.06
	15079215	8	2	$597.95	$188.99
	15115558	17	3	$7,079.76	$1,457.51
Repairable item	15080078	3	1	$331.46	$130.89
	15079677	38	23	$3,337.16	$2,045.08
	15083660	25	9	$2,511.11	$924.04
	15071719	55	38	$270.97	$189.53
	15087575	293	230	$10,271.3	$8,039.24
	15107515	293	222	$10,260.83	$7,773.89

Tabel diatas menunjukkan bahwa pengendalian persediaan material di PT. Vale Indonesia dianggap layak untuk diterapkan sesuai dengan metode Min - Max. Perusahaan dapat lebih menghemat biaya yang harus dikeluarkan untuk persediaan material *fast moving* dan *medium moving*. Total penghematan biaya adalah sebagai berikut:

- Penurunan nilai inventory - *fast moving* sebesar USD 199,644.01 atau sama dengan penghematan 40.50%,
- Penurunan nilai inventory - *medium moving* sebesar USD 43,210.82 atau sama dengan penghematan 47.24%,

Total penghematan yang dapat diperoleh perusahaan adalah sebesar USD 242,854.83.

Hasil nilai yang diperoleh diatas sudah memperoleh pandangan dari management inventory terkait.

5.4. 3. Loss Value Shadow Warehouse

Analisa perhitungan *loss value* berikut adalah mencakup perhitungan nilai material yang tersimpan di *shadow warehouse*.

Perhitungan biaya kerugian akibat adanya *Shadow Warehouse* diidentifikasi berdasarkan biaya yang ditanggung perusahaan selama beroperasinya *Shadow Warehouse* dan pada saat proses penutupan *Shadow Warehosue*. Data ini diambil berdasarkan biaya actual yang diambil dari SAP.

- Material yang masih dibutuhkan dan dapat digunakan harus dikembalikan dan disimpan di gudang, material tersebut harus dikumpulkan dan dipindahkan dari lokasi asalnya menuju Gudang yang dalam prosesnya mengeluarkan biaya operasional diluar dari yang dianggarkan. Material tersebut juga membutuhkan tempat penyimpanan sehingga dibutuhkan penambahan investasi untuk membuat gudang/lokasi penyimpanan baru.
  - Biaya sewa alat dan tambahan personel: $121,230
  - Biaya pembelian rak baru: $62,350
  - Biaya pembelian material tenda untuk Gudang baru: $670,221
  - TOTAL: $ 853,801
- Kehilangan material yang disimpan di *Shadow Warehouse* karena kesalahan penyimpanan dan/atau kurang pengetahuan pengguna pada tata cara penyimpanan dan control material.
  - Biaya kehilangan material: tidak dapat diestimasi dengan akurat karena pengguna tidak memiliki catatan penggunaan material.
- Perusahaan dibebankan tambahan biaya investasi dan operasional pada saat pengguna mengoperasikan *Shadow Warehouse*.
  - Biaya operasional *shadow warehouse* menggunakan asumsi 5% dari biaya operasional Gudang SCM (rata-rata sebesar $1,000,000 per tahun), total biaya operasional 44 *shadow warehouse* adalah $2,200,000
- Material rusak dan material yang sudah kadaluarsa dibuang sebagai sampah, dan nilainya hanya dapat dikembalikan sebagian kecil, sehingga perusahaan tidak mendapat nilai manfaat dari pembelian material tsb.
  - Harga pembelian untuk semua material dari *shadow warehouse* yang tidak dapat digunakan lagi untuk kegiatan operasional perusahaan yang diserahkan ke CMD diambil dari data di SAP sebesar $ 364,844.28

- Biaya diatas dikurangi perolehan hasil penjualan material bekas yang diestimasi sebesar 10% dari nilai material, yaitu $ 36,484.428
- Total estimasi kerugian akibat material rusak sebesar $ 328,359.85.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6. 1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan evaluasi untuk menentukan nilai – nilai parameter persediaan material melalui metode Min, Max, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengendalian persediaan dengan menggunakan metode Min Max lebih efisien daripada metode pengendalian persediaan yang digunakan perusahaan, ada perubahan nilai parameter nilai Min dan Max yang diterapkan dilapangan saat ini dengan yang direkomendasikan penulis dari hasil penelitian ini, jumlah persediaan Min dan Max masing – masing kategori material hasil perhitungan mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi *existing* perusahaan.
2. Total *inventory value* yang dikeluarkan untuk masing – masing kebijakan dihitung dari perkiraan *inventory* rata-rata. Kebijakan perusahaan saat ini untuk kategori *fast moving* menghabiskan total *inventory value* sebesar USD 492,966.73 sedangkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Min Max total *inventory value* adalah sebesar USD 293,322.71, sementara untuk kategori *medium moving*, total *inventory value* berdasarkan kebijakan perusahaan menghabiskan biaya sebesar USD 91,462.36, sedangkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Min Max diperoleh nilai sebesar USD 48251.53, dapat disimpulkan bahwa dengan Nilai Min dan Max yang dihasilkan untuk kategori *fast moving* mampu menurunkan *inventory value* sebesar USD 199,644.02 atau sama dengan penghematan 40.50%, dan untuk kategori *medium moving* penurunan *inventory value* yang dihasilkan adalah sebesar USD 43,210.82 atau sama dengan penghematan 47.24%.
3. Sentralisasi inventory dapat menekan potensi kerugian yang cukup besar kepada perusahaan karena dengan sentralisasi inventory maka stock dipusatkan hanya pada satu warehouse yaitu warehouse SCM PT Vale dan variasi kebutuhan dapat di netralisir, yaitu dengan pengurangan variansi dengan melakukan pengumpulan material pada satu warehouse.

4. Nilai Min - Max yang dihasilkan mampu memberikan nilai *service level* perusahaan pada material *criticality* A adalah sebesar 98%, *criticality* B sebesar 91% dan *criticality* C sebesar 88%,
5. Meskipun parameter Min Max yang ditetapkan perusahaan lebih tinggi dari nilai optimal seperti yang ditunjukkan dari hasil perhitungan Metode Min Max, pencapaian Service Level belum berhasil mencapai target yang diinginkan perusahaan, khususnya material Criticality B. Hal ini menunjukkan bahwa penentuan parameter Min Max bukan menjadi penyebab utama adanya Shadow Warehouse, penyebab utama adanya Shadow Warehouse adalah Ketersediaan material (*stock availability*) di gudang rendah dan keterlambatan pengiriman material yang tidak sesuai dengan harapan batas waktu pesanan pengguna. Keterlambatan pengiriman material disebabkan oleh beberapa hal yang perlu dianalisa lebih lanjut untuk dicarikan solusi yang lebih optimal. Kerjasama, koordinasi dan komunikasi antara SCM dan pengguna merupakan factor kunci untuk menjamin keberhasilan proses Supply-demand di perusahaan dapat berjalan dengan baik.

6. 2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti merekomendasikan hal berikut ini yang dapat diterapkan PTVI dalam memperbaiki operasional dan pengelolaan *inventory management* perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan pengguna dalam penentuan pemesanan material (*demand planning*) atau dalam perencanaan pelaksanaan pekerjaan (work *plan VS work execution*) tidak dilakukan dengan baik dan benar. Tingkah laku ini tidak menjadi perhatian serius manajemen yang terkait dalam melakukan koreksi atas penyimpangan yang terjadi, sehingga tingkah laku ini menjadi kebiasaan yang membuat pengguna terlena atas kondisi tersebut. Hal ini menyulitkan tim Inventori dalam melakukan estimasi penentuan nilai minimum dan nilai maksimum persediaan yang benar.

2. Memperbaiki perencanaan kerja perusahaan secara keseluruhan, terutama terkait aktivitas utama; produksi (*mining and processing*), perawatan dan pemeliharaan (*maintenance*), dan penyediaan material (*material supply*). Ketiga aspek tersebut harus sejalan dan saling mendukung sehingga ketidak-sesuaian dapat diidentifikasi dan diperbaiki dalam waktu singkat dan tepat sasaran.
3. *Inventory Management* harus membuat analisa dan perhitungan parameter (*supply planning*) yang kemudian divalidasi dengan rencana pemakaian material pengguna (*demand planning*).
4. Impelementasi *Kanban Station* untuk pemenuhan material fast moving pengguna. *Kanban Station* adalah tempat penyimapanan yang dikontrol oleh SCM dan ditempatkan di area user. Implementasi *Kanban Station* dapat menekan *leadtime* pengantaran barang dari Gudang ke lokasi pengguna.
5. Implementasi *Kit Delivery* untuk pemenuhan kebutuhan parts pekerjaan pemeliharaan. *Kit Delivery* berisi berbagai macam material/parts yang dikumpulkan berdasarkan kebutuhan stiap jenis alat atau setiap Perintah Kerja Pemeliharaan (*Maintenance order*). Kit yang sudah lengkap akan diantar ke pengguna sesuai jadwal pemeliharaan alat atau sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan.
6. Implementasi *Kit Store* untuk menampung material sisa dari pengguna. Material sisa seringkali muncul pada saat pengguna tidak menggunakan seluruh material yang dipesan. Penampungan ini sangat bermanfaat karena sisa material dapat digunakan kembali oleh pengguna lain, dan bagian SCM tidak perlu sering melakukan pembelian.
7. Meningkatkan komunikasi dan kolaborasi antar bagian SCM dan Departmen-departmen pengguna agar masing-masing pihak dapat memahami kebutuhan dan kesulitan masing-masing.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Alin Constantin RĂDĂŞANU. (2016), "Inventory Management, Service Level, and Safety Stock", *Journal of Public Administration, Finance and Law.Alexandru Ioan Cuza University, Iaşi, Romania*.

[2] Talatu Muhammad Barwa. (2015), "Inventory Control as an Effective Decision-Making Model and Implementations for Company's Growth". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*. Vol. 3, No. 5, 2015, pp. 465-472.

[3] Asif Salam Farhad Panahifar P.J. Byrne. (2016),"Retail Supply Chain Service Levels: The Role of Inventory Storage", *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 29 Iss 6 pp. 887 – 902

[4] M. Hudori. (2018), "Formulasi Model Safety Stock dan Reorder Point untuk Berbagai Kondisi Persediaan Material". *Jurnal Citra Widya Edukasi Vol X No. 3 Desember 2018 ISSN. 2086-0412*

[5] Sanita Rochman, Didit Damur (2011), "Analisis Terhadap Perbedaan Nilai Safety Stock Produk Berdasarkan Perbedaan Nilai Tingkat Pelayanan (Service Level) Perusahaan (Studi Kasus Di PT Sinar Terang Logamjaya*)" Seminar on Application and Research in Industrial Technology, SMART, Universitas Widyatama. Bandung. ISBN 9786029756746*

[6] Chopra, S., and Meindl, P. (2004)." *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations"*. New Jersey – Prentice Hall.

[7] I Nyoman Pujawan & Mahendrawathi Er. (2017) "*Supply Chain Management, Edisi 3"*, Surabaya: Guna Widya.

[8] Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2003). *Manajemen Persediaan, Barang Umum dan Suku Cadang Untuk Pemeliharaan dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.

[9] Kinanthi Ade Putri, Herlina, Dukes, Finda Arwi Mahardika. (2016), "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (studi kasus PT. Djitoe Indonesia Tobacoo)", *Performa (2016) Vol. 15 No. 2 : 87-92.*

[10] Rosalendro Eddy Nugroho, Donnie Albar, Sawarni Hasibuan. (2018), "Improved Inventory Management Performance in Indonesia Spare-Parts Company Using ABC Classification and Min-Max Method" *Saudi Journal of Business and Management Studies (SJBMS), Vol-3, Iss-3 (Mar, 2018): 248-252.*

[11] Della M. Putri1, M. Mujiya Ulkhaq. (2017), "Analisis Pengendalian pengendalian persediaan bahan baku kertas Duplex 120 gram dengan metode Min – Max system di

PT Jaya Aflaha, Batam" *4th Annual Conference in Industrial and System Engineering, Semarang, Indonesia. ISBN: 978-979-97571-7-3*

[12] Dea Misbachul Umami1, Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, Rakhmawati Rakhmawati. (2018). "Analisis Efisiensi Biaya Persediaan Menggunakan Metode EOQ (Economic Order Quantity) pada PT XYZ" *Jurnal Agroteknologi, Vol. 12 No. 01*

[13] Nasution, Arman H dan Prasetyawan, Yudha. (2008). "*Perencanaan dan Pengendalian Produksi"*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[14] Ristono, Agus. (2009). "*Buku Manajemen Persediaan"*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[15] Assauri, Sofyan. (1980). "*Manajemen Produksi*". Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.

[16] Hadiguna, R. A., dan Setiawan, H (2008). "*Tata Letak Pabrik*", Yogyakarta.

[17] Monk, E & Wagner B. (2009). "*Concepts in Enterprise Resources Planning*", 3rd Ed. Boston: Course Technology Cengage Learning

[18] Simchi Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi Levi, E. (2000). "*Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies" (1st Edition)*. New York: McGraw-Hill.

[19] Groebner, D.F., Shanon P.W., Fry, P.C., Smith, K.D., (2011), "*Business Statistics A decision Making approach*", 8th edition, Pearson Education Inc., New Jersey.

[20] Rangkuti, Freddy. (2004). "*Manajemen Persediaan Aplikasi*". Jakarta: Raja Grafindo Persada

[21] Zulfikarijah, fien. (2005). "*Manajemen Operasional*". Malang: UMM Press

[22] Purnomo, Hari. (2004). "*Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*". Yogyakarta: Graha Ilmu

[23] Chopra, S., Reinhardt, G., & Dada, M. (2004). "*The Effect of Lead Time Uncertainty on Safety Stocks"*. Decision Sciences

[25] Tony Wild (2017). "*Best Practice in Inventory Management*". 2nd edition, Elsevier science Ltd 2002

[26] Bowersox, Donald J. (1978). "*Manajemen Logistik: Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material (terjemahan Drs. A. Hasymi Ali)"*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.

LAMPIRAN A
UJI NORMALITAS DATA PERGERAKAN MATERIAL

Lampiran A merupakan tahapan dalam pengujian normalitas data untuk pergerakan *fast moving* dan *medium moving.* Data yang diolah merupakan data laporan bulanan inventory dengan rentang data yang diambil adalah data tahun 2017 hingga tahun 2019.

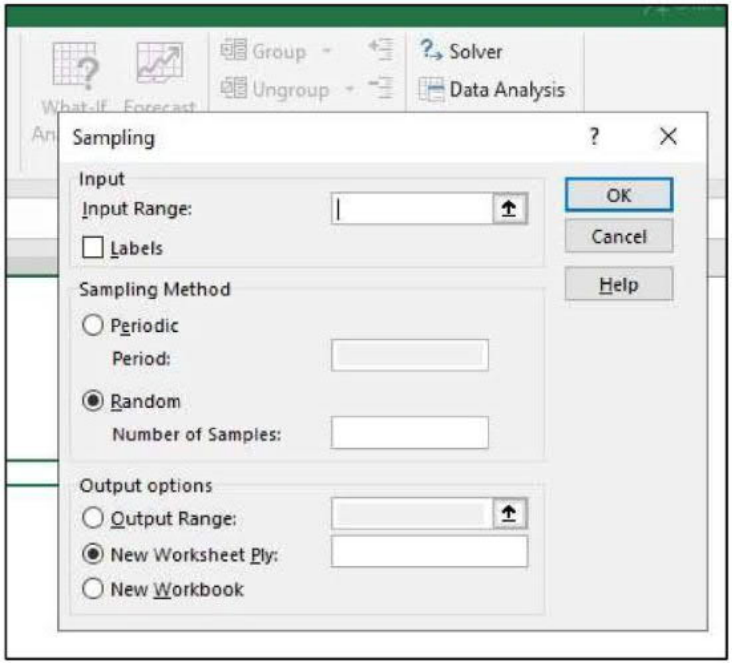
Dalam melakukan uji normalitas data, jumlah populasi material *fast moving* berjumlah 257 item material. Sebaran data populasi *fast moving* material digambarkan pada gambar A.1 yang merupakan tampilan hasil pengolahan data yang diolah menggunakan aplikasi perangkat lunak MINITAB.

Data Pergerakan Material Fast Moving

12	24	24	24	24	20	23	24	17	24	22	22	22	22	24	20	23	13
23	21	16	16	12	17	11	13	20	9	21	9	13	10	12	16	9	12
19	19	12	17	11	23	11	9	16	23	13	21	23	21	18	23	20	12
14	15	10	22	9	11	23	22	23	23	12	24	13	24	24	24	23	20
13	22	22	11	23	22	15	21	22	23	23	17	22	19	10	23	22	23
23	22	23	23	21	15	22	19	17	11	18	23	14	17	16	22	20	19
17	20	18	14	24	23	24	19	20	21	14	20	23	20	19	23	19	23
23	23	23	24	23	18	23	17	22	23	21	24	12	24	19	20	23	19
21	22	24	17	19	23	24	24	23	20	18	19	23	19	21	20	15	23
23	22	24	23	22	21	23	23	22	22	17	23	23	22	19	19	21	23
23	23	23	23	22	24	24	23	23	23	22	21	24	23	24	23	21	22
23	22	22	23	22	21	22	23	17	23	22	11	14	16	12	11	10	15
15	15	14	19	14	23	12	23	23	13	23	19	22	22	22	17	24	11
18	13	22	18	17	23	12	13	23	23	23	19	21	24	20	23	21	12
20	23	22	10	10													

Gambar A.1 Sebaran Data Populasi Material *Fast Moving*

Data populasi tersebut dimasukkan dalam aplikasi MINITAB untuk kemudian diolah menggunakan menu analisis summary report dan histogram yang telah terbentuk. Dari hasil summary report yang menjadi acuan parameter normalitas adalah nilai Skewness, kurtosis dan p-value. Nilai yang didapatkan dari histogram berdasarkan sebaran data populasi untuk material fast moving adalah *skewness* -0,928292 dan kurtosis -0,0433441 dan p-*value* <0.005 sehingga data belum berdistribusi normal. untuk mendapatkan sampel dengan pola distribusi normal, maka data yang teridentifikasi *outlier* dikeluarkan, dengan menggunakan aplikasi sampling tools pada data analisis dari program *Microsoft Excel*, yang ditunjukkan pada gambar dibawah :



Gambar A.2 Sampling tools pada data analysis

Sampel yang diambil dari data populasi adalah secara random dengan menentukan sampel data yang harus diambil adalah sejumlah 30 data sampel, hasil sebaran data digambarkan pada gambar A.3 berikut :

Sampel Data Material Fast Moving

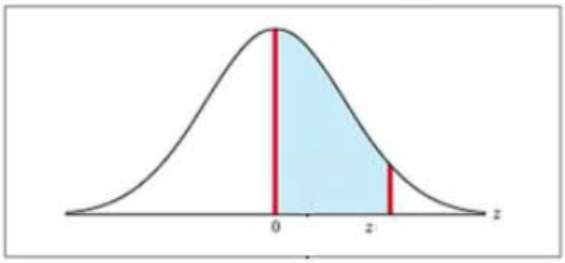
9	12	12	12	13	13	15	17	17	17	17	17	17	19	19	20	21	21
21	22	22	22	23	23	23	23	16	16	16	16						

Gambar A.3 Sebaran Data Populasi Material Fast Moving

Data populasi pada gambar A.3 diatas dimasukkan ke dalam aplikasi MINITAB, hasil summary report yang muncul adalah nilai skewness -0,101254 dan kurtosis -0,735781, nilai skewness dan nilai kurtosis dibandingkan dengan nilai kritis dari 95% nilai *confidence level*. Nilai kritis ini diambil dari tabel standar normal distribusi yang ditunjukkan pada gambar A.4 dibawah dengan nilai $\alpha = 0.05$.

APPENDIX D

Standard Normal Distribution Table

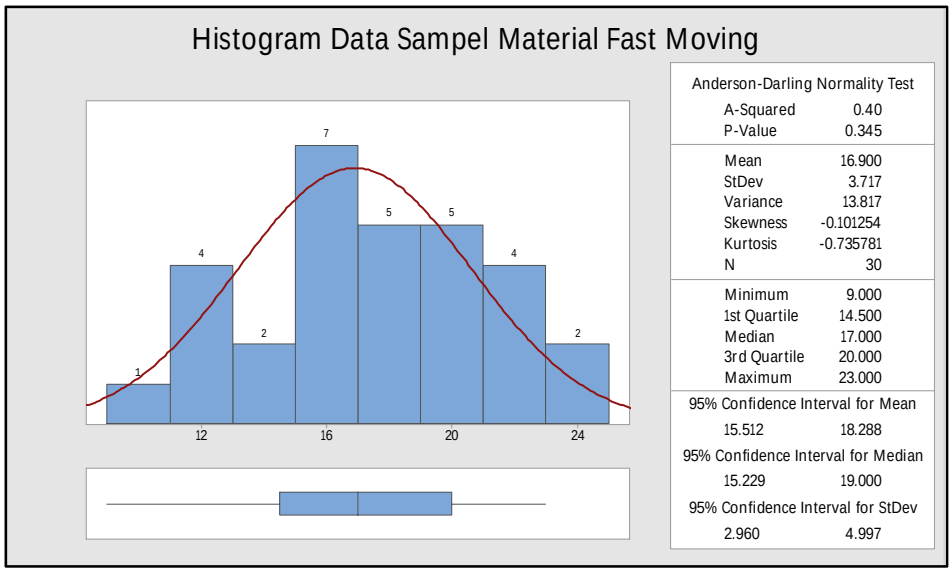


z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

Gambar A.4 Tabel Z Distribusi Normal *(David F. Groebner, 2011, Business Statistic)*

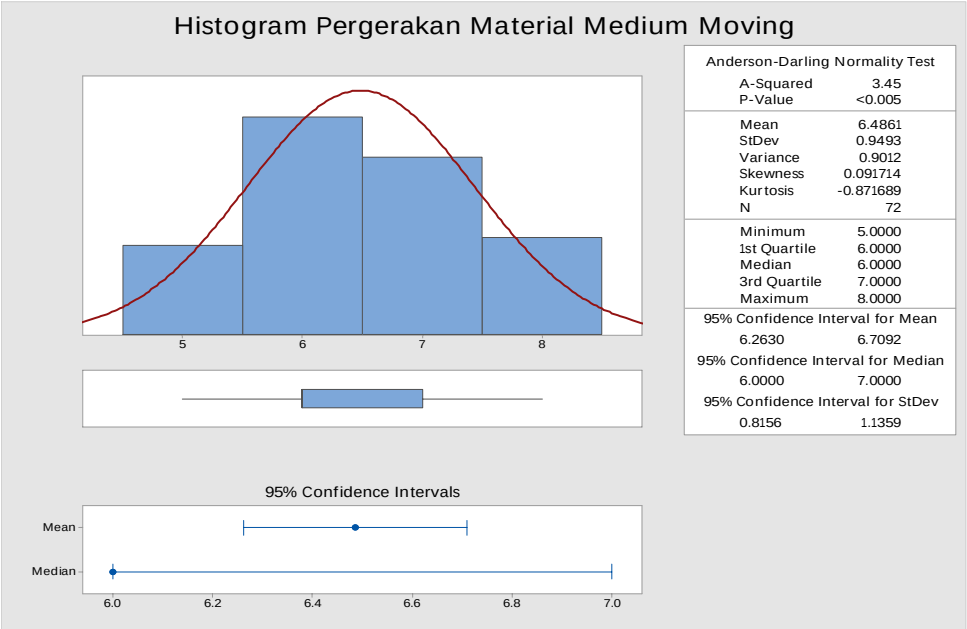
Nilai kritis yang ditunjukkan untuk nilai $\alpha = 0.05$ dari tabel pada gambar A.4 adalah 1.96. Rentang nilai *Skewness* dan kurtosis yang dapat diterima untuk pola data dengan distribusi adalah nilai kritis dengan rentang antara -1,96 dan 1,96, apabila dibandingkan dengan rentang besaran nilai kritis, nilai skewness dan kurtosis dari hasil analisa histogram berada dalam rentang nilai kritis tersebut. untuk *p-value* nilainya adalah 0.345 yang berarti lebih besar dari 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa data sudah memenuhi kriteria normalitas.

Berikut hasil pengolahan data pada aplikasi MINITAB untuk histogram dan nilai parameter skewness, kurtosis dan p-value ditunjukkan pada gambar A.5



Gambar A.5 Histogram uji normalitas pergerakan material *fast moving*

Dengan cara yang sama dilakukan pengujian normalitas data untuk pergerakan kategori *medium moving*, tampilan histogram dan nilai parameter skewness, kurtosis dan p-*value* dari pengolahan data pada aplikasi MINITAB ditunjukkan pada gambar A.6



Gambar A.6 Histogram Pergerakan Material Medium Moving

LAMPIRAN B
MATERIAL FAST MOVING

Lampiran B merupakan daftar data item material dengan pergerakan *fast moving*. Tabel B.1 berikut menunjukan data item material *fast moving* untuk kategori material *Administrative building & infrastructure, Capital spare, Construction Material, Repairable item* dan nilai Min Max kondisi *existing* (Perusahaan) dibandingkan dengan nilai Min Max hasil perhitungan per item material.

Tabel B.1 Perbandingan nilai Parameter Min Max Item Material Fast Moving

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock (Perusahaan)	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Safety factor SL	SdL	Safety stock	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	13	35	93	188	297	463	1.34	120.625	162	271	380
	15105663	Criticality C	13	54	73	319	450	546	1.17	127.900	150	281	412
	15116648	Criticality B	17	34	76	299	385	496	1.34	206.194	276	362	449
	15116609	Criticality C	17	2	51	79	82	107	1.17	55.698	65	68	72
	15117764	Criticality C	22	4	54	38	46	59	1.34	23.168	31	39	46
	70240019	Criticality C	12	61	75	113	267	478	1.17	74.735	87	241	395
	15081621	Criticality C	16	10	91	276	305	372	1.17	165.248	193	222	251
Capital spare	15082066	Criticality A	12	389	146	1672	3566	4695	2.05	367.413	753	2647	4540
	15098133	Criticality C	17	5	93	25	41	58	1.17	10.951	13	29	45
	15097925	Criticality C	17	4	31	67	71	84	1.17	29.158	34	38	42

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock (Perusahaan)	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Safety factor SL	SdL	Safety stock	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)
	15115576	Criticality A	17	20	73	181	231	255	2.05	73.565	151	201	250
	15114096	Criticality A	19	13	63	132	158	183	2.05	55.536	114	140	167
	15117139	Criticality A	20	9	43	53	65	68	2.05	8.482	17	30	42
	15117798	Criticality C	21	108	58	318	526	720	1.17	140.741	165	373	581
	15115561	Criticality A	21	4	20	19	21	35	2.05	6.884	14	17	19
	15097923	Criticality C	22	23	88	88	156	202	1.17	28.401	33	101	169
	15115559	Criticality A	16	12	88	149	183	246	2.05	44.469	91	125	159
	15162871	Criticality B	16	88	104	489	793	994	1.34	222.166	298	602	906
	15079637	Criticality A	16	24	103	115	197	213	2.05	23.024	47	129	211
Construction Material	15117446	Criticality A	17	72	40	809	905	1099	2.05	380.678	780	876	972
	15115477	Criticality C	23	146	64	863	1174	1566	1.17	139.403	163	474	785
	15080071	Criticality B	15	26	65	157	214	230	1.34	25.250	34	91	148
	15114137	Criticality B	23	209	50	489	837	1692	1.34	236.930	317	666	1014
	15116591	Criticality C	22	82	56	419	571	818	1.17	199.670	234	386	538
Repairable item	15087576	Criticality C	9	53	47	217	300	500	1.17	50.406	59	142	225
	15087574	Criticality C	12	100	7	277	300	500	1.17	105.655	124	147	170
	70150104	Criticality C	23	278	82	1302	2062	2945	1.17	321.196	376	1136	1896
	15117172	Criticality C	23	283	41	926	1312	1684	1.17	267.139	313	699	1085
	15084628	Criticality C	21	563	93	1189	2934	4175	1.17	531.459	622	2367	4112
	15115642	Criticality A	19	390	70	2076	2987	3000	2.05	376.552	772	1683	2594

LAMPIRAN C
MATERIAL MEDIUM MOVING

Lampiran C merupakan daftar data item material dengan pergerakan *medium moving*. Tabel C.1 berikut menunjukan data item material *medium moving* untuk kategori material *Administrative building & infrastructure, Capital spare, Construction Material, Repairable item* dan nilai Min Max kondisi *existing* (Perusahaan) dibandingkan dengan nilai Min Max hasil perhitungan per item material.

Tabel C.1 Perbandingan nilai Parameter Min Max Item Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock (Perusahaan)	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Safety factor SL	SdL	Safety stock	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	7	33	81	90	93	148	1.34	60.548	81	84	88
	70158044	Criticality C	7	38	82	97	103	250	1.17	70.149	82	88	95
	70204014	Criticality C	7	29	62	73	76	91	1.17	52.922	62	65	68
	70117285	Criticality C	8	125	267	309	321	439	1.17	228.105	267	279	292
	70158041	Criticality C	7	29	63	80	83	136	1.17	53.998	63	66	69
	70245882	Criticality C	7	3	13	64	77	96	1.17	10.962	13	26	40
	15079212	Criticality B	6	1	3	8	9	17	1.34	2.020	3	4	5

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock (Perusahaan)	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Safety factor SL	SdL	Safety stock	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)
	15116681	Criticality C	6	2	5	10	12	27	1.17	4.287	5	7	9
	15114164	Criticality C	6	2	7	19	23	28	1.17	6.264	7	11	15
	15114212	Criticality C	8	5	13	73	84	94	1.17	11.303	13	24	35
	70245881	Criticality C	8	5	21	158	180	300	1.17	17.563	21	43	65
	70245881	Criticality C	7	5	18	158	180	300	1.17	15.776	18	41	63
Capital Spare	70160088	Criticality B	6	81	198	219	227	376	1.34	147.430	198	206	214
	15117490	Criticality C	6	4	14	29	40	41	1.17	11.882	14	25	35
	15079665	Criticality C	8	2	11	32	43	47	1.17	9.264	11	22	33
	15117491	Criticality C	5	3	15	67	79	83	1.17	12.416	15	27	39
	15162883	Criticality B	6	11	33	125	178	178	1.34	24.685	33	86	139
Construction Material	70145934	Criticality B	7	5	12	28	28	51	1.34	8.961	12	12	13
	15080037	Criticality C	6	1	15	30	36	47	1.17	12.883	15	21	26
	15114140	Criticality C	5	2	5	12	15	17	1.17	4.349	5	8	12
	15115641	Criticality C	5	5	20	81	95	113	1.17	16.710	20	34	48
Repairable item	70158044	Criticality C	7	38	82	100	106	176	1.17	70.206	82	89	95
	15079215	Criticality C	6	0	2	5	6	12	1.17	1.664	2	3	4

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Frekuensi Pergerakan	Average demand usage (Monthly)	Data lead time (days)	Safety stock (Perusahaan)	Jumlah Persediaan MIN - Perusahaan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perusahaan (Ea)	Safety factor SL	SdL	Safety stock	Jumlah Persediaan MIN - Perhitungan (Ea)	Jumlah Persediaan MAX - Perhitungan (Ea)
	15115558	Criticality B	6	1	3	8	9	27	1.34	2.041	3	4	5
	15080078	Criticality C	7	0	1	2	3	4	1.17	0.750	1	1	2
	15079677	Criticality C	8	5	17	26	39	63	1.17	14.348	17	30	43
	15083660	Criticality C	6	2	7	15	20	40	1.17	5.809	7	12	17
	15071719	Criticality C	8	4	31	46	62	79	1.17	26.219	31	46	62
	15087575	Criticality C	8	68	176	193	300	500	1.17	150.791	176	283	389
	15107515	Criticality C	7	65	171	188	290	500	1.17	146.320	171	273	375

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN INVENTORY VALUE

Perencanaan dan pengendalian persediaan material yang baik akan membantu pencapaian tujuan perusahaan secara efektif dan efesiensi dalam penggunaan biaya. Lampiran D.1 merupakan hasil perhitungan *inventory* value untuk material *fast moving*, dan tabel D.2 merupakan hasil perhitungan *inventory* value untuk material *medium moving*. Tabel D.1 dan D.2 berikut menunjukan nilai perkiraan *average inventory*, harga per unit material dan *inventory value*.

Tabel D.1 Tabel *Inventory value* untuk Material *Fast Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Unit Price (USD)	Average Inventory (Perusahaan)	Inventory value (Perusahaan)	Average Inventory (Perhitungan)	Inventory value (Perhitungan)
Administrative building & infrastructure	15108408	Criticality B	$ 65.39	271	$ 17,711.15	216	$ 14,138.01
	15105663	Criticality C	$ 0.53	367	$ 194.41	215	$ 114.08
	15116648	Criticality B	$ 11.49	354	$ 4,071.67	319	$ 3,669.51
	15116609	Criticality C	$ 35.36	91	$ 3,223.80	67	$ 2,363.15
	15117764	Criticality C	$ 153.88	45	$ 6,889.98	35	$ 5,371.62
	70240019	Criticality C	$ 13.50	219	$ 2,954.53	164	$ 2,217.55
	15081621	Criticality C	$ 17.77	310	$ 5,503.07	208	$ 3,691.68
Capital spare	15082066	Criticality A	$ 43.38	2237	$ 97,039.37	1700	$ 73,744.50
	15098133	Criticality C	$ 12.27	33	$ 409.26	21	$ 256.27
	15097925	Criticality C	$ 4.55	73	$ 334.21	36	$ 164.43

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Unit Price (USD)	Average Inventory (Perusahaan)	Inventory value (Perusahaan)	Average Inventory (Perhitungan)	Inventory value (Perhitungan)
	15115576	Criticality A	$ 18.77	193	$ 3,626.70	176	$ 3,297.86
	15114096	Criticality A	$ 154.17	144	$ 22,212.04	127	$ 19,589.09
	15117139	Criticality A	$ 1,930.86	54	$ 104,877.88	23	$ 45,336.82
	15117798	Criticality C	$ 4.58	415	$ 1,899.99	269	$ 1,230.85
	15115561	Criticality A	$ 91.64	26	$ 2,344.46	15	$ 1,403.91
	15097923	Criticality C	$ 3.61	111	$ 401.31	67	$ 242.40
	15115559	Criticality A	$ 38.30	181	$ 6,923.36	108	$ 4,137.49
	15162871	Criticality B	$ 6.18	590	$ 3,643.66	450	$ 2,778.88
	15079637	Criticality A	$ 139.07	123	$ 17,109.67	88	$ 12,263.76
Construction Material	15117446	Criticality A	$ 17.22	906	$ 15,604.19	828	$ 14,263.43
	15115477	Criticality C	$ 1.80	1059	$ 1,906.00	319	$ 573.58
	15080071	Criticality B	$ 63.33	165	$ 10,445.93	62	$ 3,949.46
	15114137	Criticality B	$ 9.99	916	$ 9,151.12	492	$ 4,912.30
	15116591	Criticality C	$ 5.37	542	$ 2,912.09	310	$ 1,663.19
Repairable item	15087576	Criticality C	$ 35.00	317	$ 11,098.40	100	$ 3,514.92
	15087574	Criticality C	$ 165.00	377	$ 62,150.00	135	$ 22,321.75
	70150104	Criticality C	$ 0.84	1743	$ 1,464.37	756	$ 634.96
	15117172	Criticality C	$ 3.92	1112	$ 4,358.04	506	$ 1,982.27
	15084628	Criticality C	$ 1.77	1809	$ 3,202.78	1494	$ 2,644.94
	15115642	Criticality A	$ 33.28	2082	$ 69,303.29	1227	$ 40,850.06

Tabel D.2 Tabel *Inventory value* untuk Material *Medium Moving*

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Unit Price (USD)	Average Inventory (Perusahaan)	Inventory value (Perusahaan)	Average Inventory (Perhitungan)	Inventory value (Perhitungan)
Administrative building & infrastructure	15081596	Criticality B	$ 19.81	117	$ 2,321.57	83	$ 1,640.04
	70158044	Criticality C	$ 6.00	170	$ 1,020.58	85	$ 511.66
	70204014	Criticality C	$ 1.80	81	$ 145.08	63	$ 114.06
	70117285	Criticality C	$ 5.50	368	$ 2,021.25	273	$ 1,502.23
	70158041	Criticality C	$ 0.26	107	$ 27.71	65	$ 16.81
	70245882	Criticality C	$ 16.23	73	$ 1,185.04	20	$ 317.58
	15079212	Criticality B	$ 93.45	12	$ 1,112.06	3	$ 304.35
	15116681	Criticality C	$ 2.00	18	$ 35.13	6	$ 11.97
	15114164	Criticality C	$ 10.55	22	$ 228.41	9	$ 97.62
	15114212	Criticality C	$ 9.72	78	$ 759.78	19	$ 181.19
	70245881	Criticality C	$ 15.05	218	$ 3,279.02	32	$ 475.74
	70245881	Criticality C	$ 15.05	218	$ 3,279.02	30	$ 444.29
Capital Spare	70160088	Criticality B	$ 66.04	293	$ 19,377.51	202	$ 13,313.39
	15117490	Criticality C	$ 93.76	30	$ 2,800.30	19	$ 1,801.90
	15079665	Criticality C	$ 28.09	34	$ 946.05	16	$ 463.46
	15117491	Criticality C	$ 52.34	69	$ 3,593.14	21	$ 1,083.51
	15162883	Criticality B	$ 10.63	125	$ 1,330.08	60	$ 632.65
Construction Material	70145934	Criticality B	$ 95.00	39	$ 7,608.25	12	$ 2,388.61
	15080037	Criticality C	$ 30.19	36	$ 1,085.20	18	$ 538.90
	15114140	Criticality C	$ 5.00	13	$ 63.90	7	$ 33.49
	15115641	Criticality C	$ 41.99	90	$ 3,775.13	27	$ 1,116.84
	70158044	Criticality C	$ 6.00	135	$ 807.58	85	$ 512.06

Kategori Material	Stock code Material	Criticality	Unit Price (USD)	Average Inventory (Perusahaan)	Inventory value (Perusahaan)	Average Inventory (Perhitungan)	Inventory value (Perhitungan)
Repairable item	15079215	Criticality C	$ 75.69	8	$ 597.95	2	$ 188.99
	15115558	Criticality B	$ 425.85	17	$ 7,079.76	3	$ 1,457.51
	15080078	Criticality C	$ 112.89	3	$ 331.46	1	$ 130.89
	15079677	Criticality C	$ 87.82	38	$ 3,337.16	23	$ 2,045.08
	15083660	Criticality C	$ 100.00	25	$ 2,511.11	9	$ 924.04
	15071719	Criticality C	$ 4.93	55	$ 270.97	38	$ 189.53
	15087575	Criticality C	$ 35.00	293	$ 10,271.33	230	$ 8,039.24
	15107515	Criticality C	$ 35.00	293	$ 10,260.83	222	$ 7,773.89

DAFTAR RIWAYAT PENULIS

RAHMA MULYATI

Jl. Nusa Indah No. 11A, Wawondula - Sorowako, Sulawesi Selatan,

Phone. +62 811 424 619, Email. **Rahma.mulyati@yahoo.com**

Penulis dilahirkan di Wawondula, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan pada tanggal 17 Oktober 1979, anak dari pasangan ayahanda (Alm) Agus Salim dan Ibunda Maria Kadang. Penulis merupakan anak ke-3 dari 4 (empat) bersaudara.

PENDIDIKAN

Tahun 2018 - 2020	Program Pendidikan Magister (S2) Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya-Indonesia GPA 3.69 of 4.00
Tahun 2001 - 2003	Program Pendidikan Sarjana (S1) Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang-Indonesia GPA 2.94 of 4.00

PENGALAMAN KERJA

(October 2014 – July 2015), (January 2018 – now)	Procurement Analyst PT. Vale Indonesia, Tbk. Area Kerja: Supply Chain Management Department
(November 2011–October 2014); (July 2015 – January 2018)	Contract Engineer PT. Vale Indonesia, Tbk. Area Kerja: Supply Chain Management Department
(July 2005 – November 2011)	Contract Assistant PT. Vale Indonesia, Tbk. Area Kerja: Supply Chain Management Department

PENELITIAN THESIS

Judul Penelitian Tesis	Sentralisasi Pengelolaan Persediaan Material dengan Metode Min-Max untuk Menghilangkan Shadow Warehouse: Studi Kasus di PT. Vale Indonesia.
Referensi	1. Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng.Ph.D. 2. Prof. Iwan Vanany ST.M.T., Ph.D Teknik Sistem dan Industri, Department Sistem dan Teknologi Industri - ITS