



TESIS - BM185407

**PEMBUATAN ALAT BANTU PENGAMBIL
KEPUTUSAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN DAN
PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN
PERIODIC REVIEW SYSTEM DAN *LINEAR
PROGRAMMING.***

REDY ARDIANSYAH

NRP 09211750015301

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.

Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Redy Ardiansyah

NRP: 09211750015301

Tanggal Ujian: 13 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

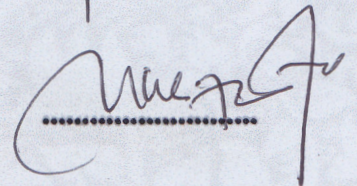
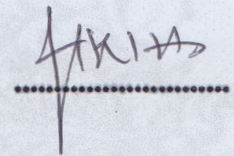
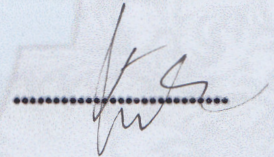
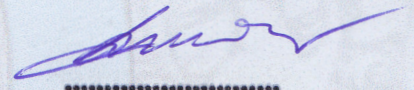
Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076
2. Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198407062009122007

Penguji:

1. Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D
NIP: 197005231996011001
2. Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197504081998022001



**Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital**

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PEMBUATAN ALAT BANTU PENGAMBIL KEPUTUSAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN DAN PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN *PERIODIC REVIEW SYSTEM* DAN *LINEAR PROGRAMMING*.

Nama : Redy Ardiansyah
NRP : 092 1175 001 5301
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.
Dosen Ko Pembimbing : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

PT. Mortars adalah produsen semen instan yang memiliki banyak varian produk. Ketidakpastian permintaan, batasan kapasitas produksi dan kapasitas persediaan merupakan kesulitan yang dihadapi perusahaan. Permasalahan tersebut berdampak pada terjadinya kekurangan produk dan tingginya biaya persediaan. Proses rencana produksi dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang lama, mengandalkan kemampuan dan pengalaman *production planner* serta rentan terjadi kesalahan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode dan alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi untuk menurunkan jumlah kekurangan produk dan total biaya persediaan. Metode *periodic review system* (R, S) dan (R, s, S) diusulkan dalam penelitian ini untuk memperbaiki parameter persediaan dan sistem pemesanan kembali yang berdampak pada rasio pemenuhan permintaan dan total biaya persediaan. Alat bantu dirancang menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan fungsi *Solver Add-ins* dan pendekatan *linear programming* untuk menghasilkan keputusan perencanaan produksi yang optimal secara otomatis. Analisa persediaan dilakukan menggunakan alat bantu yang telah dibuat untuk mengetahui rasio pemenuhan permintaan dan biaya persediaan yang dihasilkan oleh setiap metode. Analisa persediaan metode eksisting menghasilkan rasio pemenuhan permintaan 98,64% dan total biaya persediaan sebesar Rp.1.167.160.494. Metode (R, S) menghasilkan perbaikan rasio pemenuhan permintaan 0,96% dan biaya persediaan lebih hemat Rp.15.130.801, sedangkan metode (R, s, S) menghasilkan perbaikan rasio pemenuhan permintaan 1,29% dan biaya persediaan lebih hemat Rp.448.653 dibanding metode eksisting. Metode (R, S) menghasilkan biaya persediaan paling rendah, sedangkan metode (R, s, S) menghasilkan rasio pemenuhan permintaan paling tinggi dibandingkan metode lainnya.

Keywords – Pengendalian Persediaan, Rencana Produksi, *Periodic Review System* (R, S), (R, s, S), *Linear Programming*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

THE ESTABLISHMENT OF DECISION MAKING SUPPORT TOOL FOR INVENTORY CONTROL AND PRODUCTION PLANNING WITH PERIODIC REVIEW SYSTEM AND LINEAR PROGRAMMING APPROACH.

Student Name : Redy Ardiansyah
NRP : 092 1175 001 5301
Advisor Lecturer : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.
Co-Advisor Lecturer : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

PT. Mortars is an instant cement producer with many product variants. Some problems that PT. Mortars encountered are uncertainty of demand, limitation on production capacity, and inventory capacity, which caused product shortages and high inventory costs. The production scheduling process is produced manually so it requires a long time, relying on the ability and experience of the production planner which is vulnerable to mistakes. Therefore, new methods and tools are needed for inventory control and production scheduling to reduce product shortage and total inventory cost. Periodic review system (R, S) and (R, s, S) methods are proposed in this study to improve inventory parameters and reorder systems that have an impact on order fulfillment rate and inventory costs. The tools are designed using Microsoft Excel software with Solver Add-ins functions and linear programming approaches to generate optimal production schedule decisions automatically. In order to determine the level of service and inventory costs generated by each method, a simulation is conducted by using the tools that have been made. The simulation of the existing method produces an order fulfillment rate of 98,64% and a total inventory cost of Rp. 1.167.160.494. The (R, S) method resulted in increasing order fulfillment rate of 0,96% and lower inventory cost of Rp. 15.130.801 while the (R, s, S) method resulted in increasing order fulfillment rate of 1,29% and a lower inventory cost of Rp. 448.653 compared to the existing method. The (R, S) method produces the lowest inventory costs while the (R, s, S) method produces the highest order fulfillment rate compared to other methods.

Keywords – Production Planning and Inventory Control, Periodic Review System (R, S), (R, S, S), Linear Programming.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan dan Asumsi Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Konsep dan Teori Persediaan.....	9
2.1.1 Pemicu Kebutuhan Persediaan dan Klasifikasi Permintaan.....	10
2.1.2 Klasifikasi Persediaan.....	12
2.1.3 Biaya Persediaan.....	12
2.1.4 Alat Ukur Persediaan.....	13
2.2 Mekanisme Pengendalian Persediaan.....	14
2.2.1 <i>Continuous Review System</i>	16
2.2.2 <i>Periodic Review System</i>	18
2.2.3 Perbandingan Antara <i>Periodic Review</i> dan <i>Continuous Review</i>	19
2.3 Perencanaan Produksi Agregat.....	20
2.4 Pengertian Optimasi dan <i>Linear Programming</i>	23
2.5 Penelitian Terdahulu.....	26

3.	BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1	Tahap Pengumpulan Data	28
3.2	Tahap Pengolahan Data.....	28
3.3	Tahap Perancangan Model dan Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan.....	29
3.4	Tahap Uji Numerik Model dan Sistem Pengambil Keputusan	29
3.5	Tahap Analisa persediaan	30
3.6	Pembahasan Hasil Analisa persediaan	30
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	30
4.	BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN ALAT BANTU	31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.1.1	Permintaan Produk.....	31
4.1.2	Biaya Simpan.....	32
4.1.3	Biaya Pergantian Produk (Biaya <i>Set-Up</i>)	32
4.1.4	Biaya Proses.....	33
4.1.5	Biaya Selisih Persediaan.....	34
4.1.6	Rasio Pemenuhan Permintaan (<i>order fullfilment rate</i>).....	35
4.1.7	<i>Utilisation Loss</i>	35
4.2	Pengolahan Data.....	35
4.2.1	Metode dan Parameter Pengendalian Persediaan PT. Mortars	36
4.2.2	Parameter Persediaan <i>Periodic Review System</i> (R, S).....	37
4.2.3	Parameter Persediaan <i>Periodic Review System</i> (R, s, S)	40
4.3	Tahap Perancangan Model dan Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan.....	45
4.3.1	Penggambaran dan Analisa Sistem Eksisting.....	45

4.3.2	Perancangan Model Pengambilan Keputusan.....	46
4.3.3	Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan	51
4.4	Tahap Uji Numerik Model dan Sistem Pengambil Keputusan	57
4.4.1	Contoh <i>Dialog Box</i> Saat Terjadi Kesalahan Sistem.....	59
5.	BAB V ANALISA PERSEDIAAN.....	61
5.1	Analisa Persediaan.....	61
5.2	Analisa Persediaan Eksisting.....	62
5.2.1	Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Januari 2019.....	63
5.2.2	Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Februari 2019.....	65
5.2.3	Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Maret 2019.....	66
5.3	Analisa Persediaan Metode <i>Periodic Review System</i> (R, S)	68
5.3.1	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Januari 2019	69
5.3.2	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Februari 2019.....	70
5.3.3	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Maret 2019.....	72
5.4	Analisa Persediaan Metode <i>Periodic Review System</i> (R, s, S).....	73
5.4.1	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Januari 2019.....	74
5.4.2	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Februari 2019.....	76
5.4.3	Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Maret 2019.....	77
5.5	Analisa dan Pembahasan	79
5.5.1	Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Januari 2019.....	79
5.5.2	Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Februari 2019.....	81
5.5.3	Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Maret 2019.....	83
5.5.4	Pembahasan Hasil Analisa Persediaan (Q1) 2019.....	85
6.	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
6.1	Kesimpulan.....	87
6.2	Saran	88

DAFTAR PUSTAKA.....	91
7. LAMPIRAN 1.....	93
8. LAMPIRAN 2.....	97
9. LAMPIRAN 3.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Jenis Pola Permintaan	11
Gambar 2-2 Contoh Pola Permintaan <i>Intermitent</i>	11
Gambar 2-3 Ilustrasi Pemesanan Kembali dengan Metode <i>Continues Review</i>	18
Gambar 2-4 Ilustrasi Pemesanan Kembali dengan Metode <i>Periodic Review</i>	19
Gambar 3-1 Diagram Metodologi Penelitian.....	27
Gambar 4-1 Data <i>Flow Diagram</i> Proses Perencanaan Produksi	46
Gambar 4-2 Tahap Pemesanan Kembali Pada <i>Periodic Review System (R, S)</i>	46
Gambar 4-3 Diagram Alir Keputusan Perencanaan Produksi	48
Gambar 4-4 Sistem dan Proses <i>Flowchart</i>	51
Gambar 4-5 Contoh Hasil Pengolahan Data	53
Gambar 4-6 Proses Menjalankan <i>Solver Add-ins</i>	54
Gambar 4-7 Hasil Optimal pada Pemodelan Perencanaan Produksi	55
Gambar 4-8 Contoh <i>Dialog Box</i> Saat Hasil Optimasi Tidak Optimal.....	55
Gambar 4-9 Contoh <i>Feasibility Report</i> Saat Hasil Tidak Optimal	56
Gambar 4-10 Contoh <i>Dialog Box</i> Sistem <i>Error</i>	60
Gambar 4-11 Contoh <i>Dialog Box</i> Pemodelan <i>Error</i>	60
Gambar 5-1 Tahapan Pemesanan Kembali Metode Eksisting.....	63
Gambar 5-2 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019	63
Gambar 5-3 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019.....	64
Gambar 5-4 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019	65
Gambar 5-5 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019.....	65
Gambar 5-6 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019	67
Gambar 5-7 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019.....	67
Gambar 5-8 Tahapan Pemesanan Kembali Metode (R, S)	68
Gambar 5-9 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019	69
Gambar 5-10 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019.....	69
Gambar 5-11 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019	70
Gambar 5-12 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019...71	
Gambar 5-13 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019	72
Gambar 5-14 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019.....	72
Gambar 5-15 Tahapan Pemesanan Kembali Metode (R, s, S).....	74

Gambar 5-16 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019	74
Gambar 5-17 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019	75
Gambar 5-18 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019	76
Gambar 5-19 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019 ..	76
Gambar 5-20 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019	77
Gambar 5-21 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Perbandingan Antara <i>Periodic Review</i> dan <i>Continuous Review</i>	19
Tabel 2-2 Klasifikasi Metode Perencanaan Produksi Agregat	23
Tabel 4-1 Permintaan pada Minggu Pertama Januari 2019	31
Tabel 4-2 Biaya Pergantian Produk, Biaya Simpan dan Biaya Proses	34
Tabel 4-3 Parameter <i>Inventory Days of Supply</i> PT. Mortars.	36
Tabel 4-4 Permintaan Produk MR-302-50kg Periode Q1 2019	38
Tabel 4-5 Parameter Target Persediaan (S)	39
Tabel 4-6 Parameter Titik Pemesanan Kembali (s)	42
Tabel 4-7 Parameter EPQ (Q) dan Persediaan Maksimum (S).....	44
Tabel 4-8 Contoh Hasil Ekstraksi <i>Database</i> ERP	52
Tabel 4-9 Hasil Uji Coba Numerik Secara Manual (01/30/2019)	57
Tabel 4-10 Hasil Uji Coba Numerik dengan Alat Bantu (01/30/2019)	59
Tabel 5-1 Perbandingan Performa dan Total Biaya Januari 2019	79
Tabel 5-2 Perbandingan Performa dan Total Biaya Februari 2019	81
Tabel 5-3 Perbandingan Performa dan Total Biaya Maret 2019	83
Tabel 5-4 Perbandingan Performa dan Total Biaya Q1 2019	85

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan pada penelitian ini serta sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi, persaingan bisnis tidak lagi berupa kompetisi harga dan produk. Perusahaan yang memiliki manajemen rantai pasok yang handal akan bertahan dan memenangkan persaingan bisnis. Kualitas dalam mendengarkan keinginan pelanggan akan berdampak pada kualitas pelayanan (Nicolae dkk., 2014). Disisi lain, pelanggan semakin kritis akan tuntutan mereka dalam hal penyediaan produk secara tepat tempat, tepat waktu, tepat kuantitas dan kualitas. Meskipun perusahaan dapat membuat produk berkualitas baik dengan harga yang murah, tetapi ketersediaan produk di pasar tidak terjamin, maka pelanggan akan beralih pada produk kompetitor atau beralih pada produk substitusi.

Ketidakpastian permintaan merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Hal ini dapat berakibat negatif terhadap keuntungan perusahaan dikarenakan adanya biaya tambahan seperti biaya lembur untuk memenuhi permintaan pelanggan ataupun biaya persediaan tambahan untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan. Perusahaan dituntut untuk responsif terhadap permintaan dan tetap mempertahankan efisiensi operasional dengan meminimumkan tingkat persediaan. Dalam menghadapi kondisi tersebut, diperlukan efisiensi disepanjang jalur rantai pasok sehingga dibutuhkan sebuah perencanaan produksi yang dapat memaksimalkan ketersediaan sumber daya agar dapat meminimalkan biaya produksi dalam meningkatkan keuntungan perusahaan (Gansterer, 2015).

Pujawan dan Mahendrawathi (2017) mengatakan persediaan disepanjang jalur rantai pasok memiliki implikasi yang besar terhadap kinerja finansial suatu perusahaan. Jumlah uang yang tertanam dalam bentuk persediaan biasanya sangat besar, sehingga persediaan adalah salah satu aset terpenting yang dimiliki perusahaan. Banyak perusahaan yang nilai persediaannya melebihi 25% dari nilai keseluruhan aset yang dimiliki. Pemaparan tersebut menggambarkan pentingnya pengelolaan

persediaan yang efisien terutama bisnis dengan sistem operasi *make to stock*. Sistem operasi *make to stock*, persediaan berfungsi untuk mengurangi resiko ketidakpastian permintaan.

Untuk menjaga tingkat persediaan tetap berada pada level yang diinginkan, dibutuhkan pasokan yang berimbang terhadap pemakaian/ penjualan produk. Takey dan Mesquita (2006) berpendapat dalam skenario strategi perencanaan produksi, pemrograman model matematik berperan sangat penting dalam menyeimbangkan rantai pasok dalam pengambilan keputusan perencanaan. Dengan manajemen persediaan dan rencana produksi yang optimal akan diperoleh ketersediaan produk yang terjamin dengan tetap mempertahankan efisiensi operasional sesuai dengan batasan-batasan (*constraint*) yang diberikan.

PT. Mortars adalah produsen semen instan yang memiliki banyak varian produk seperti plasteran dinding dan lantai, acian, perekat bata, perekat granit, perekat keramik, pengisi celah keramik, dan beberapa produk dengan spesifikasi khusus lainnya. Kegiatan utama PT. Mortars adalah memroses pasir mentah menjadi pasir masak agar sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan (ukuran partikel dan kelembaban), melakukan pencampuran bahan baku (pasir masak, semen, kapur dan bahan tambahan lainnya) sesuai dengan formula yang telah ditentukan, melakukan pengemasan dan melakukan pendistribusian produk sesuai dengan permintaan pelanggan.

PT. Mortars memiliki 2 lini produksi yaitu lini produksi kantong besar (semen instan) dan lini produksi kantong kecil (pengisi celah keramik). Pada penelitian ini difokuskan pada lini produksi kantong besar dengan varian produk sebanyak 30 tipe produk, yang terbagi menjadi 2 jenis kelompok produk, yaitu kelompok plasteran dan perekat (*sand product*) dan acian (*non sand product/ skim coat*). Setiap pergantian produk (*changeover/ set-up*) harus dilakukan pembersihan pipa jalur produksi yang membutuhkan waktu 10 menit, kecuali awal pergantian produk dari plasteran dan perekat ke acian yang membutuhkan waktu selama 120 menit sesuai dengan standar operasional prosedur yang telah ditetapkan oleh *quality control* (QC) PT. Mortars. Produk acian diproduksi sekali dalam seminggu pada awal minggu untuk menghindari penurunan utilisasi karena waktu pergantian produk yang lama.

PT. Mortars memiliki kapasitas gudang yang dapat menampung hingga 70.000 kantong, dengan kapasitas produksi 21.000 kantong/ hari atau setara dengan 1.000 ton/ hari. Rata-rata permintaan harian PT. Mortars adalah 15.000 kantong/ hari. Kapasitas produksi dan penyimpanan akan menjadi batasan bagi PT. Mortars dalam pengendalian persediaan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Pengendalian persediaan harus efisien untuk mendapatkan rasio pemenuhan permintaan pelanggan (*order fulfillment rate*) yang ingin dicapai. PT. Mortars mengalami kesulitan untuk memenuhi permintaan jangka pendek (permintaan harian) dikarenakan banyaknya varian produk dan fluktuasi volume permintaan produk yang besar. Dalam hal pemenuhan permintaan jangka panjang (permintaan bulanan atau tahunan) tidak mengalami kesulitan karena permintaan relatif konstan.

Pengendalian persediaan bahan baku PT. Mortars tidak menyulitkan, hal ini dikarenakan bahan baku pembuatan semen instan memiliki kecenderungan yang sama yaitu semen, pasir, kapur dan bahan *additive*, yang membedakan hanyalah komposisi bahan untuk menghasilkan tipe produk yang akan diproduksi. Pada proses pengendalian persediaan barang jadi terdapat kesulitan yang disebabkan oleh banyaknya varian produk yang diproduksi menggunakan satu mesin yang sama (*single machine multi product*). Oleh karena itu, PT. Mortars harus memiliki sistem pengendalian persediaan barang jadi yang tepat.

Untuk mengukur keberhasilan dalam memenuhi permintaan pelanggan PT. Mortars menerapkan pengukuran performa salah satunya dengan penghitungan OTIF (*On Time In Full*) yang merupakan rasio antara pengiriman produk tepat waktu dibandingkan dengan total permintaan. Kebijakan yang diterapkan dalam penghitungan OTIF adalah jaminan pengiriman produk dibawah 24 jam semenjak order pelanggan diinput kedalam sistem. Bila pengiriman produk melebihi 24 jam sejak penginputan order maka pengiriman dianggap terlambat. Performa OTIF pada periode 2018 sebesar 93%, dimana 3,5% keterlambatan pengiriman disebabkan karena *shortage* produk.

Sistem pengelolaan persediaan barang jadi di PT. Mortars dilakukan dengan menentukan *inventory days of supply* sesuai kebijakan manajemen sebagai parameter persediaan. Penentuan parameter persediaan didasarkan pada permintaan terbesar pada bulan tertentu dalam 1 tahun (data permintaan periode tahun 2018), kemudian

dibagi 22 hari (hari kerja efektif), sehingga diperoleh jumlah persediaan rata-rata untuk tiap tipe produk dalam satu hari. Jumlah persediaan tersebut akan dikalikan dengan jumlah hari persediaan yang harus dimiliki sesuai kebijakan manajemen. Penentuan tingkat persediaan barang jadi tersebut tidak dikaitkan dengan fluktuasi permintaan harian, kapasitas dan biaya penyimpanan serta rasio pemenuhan permintaan yang ingin dicapai. Hal tersebut berdampak pada ketimpangan jumlah persediaan, yang mengakibatkan sering terjadi kekurangan persediaan produk disaat produk tersebut dibutuhkan akan tetapi terdapat persediaan berlebih diproduk lain yang tidak dibutuhkan.

Untuk menjaga keseimbangan tingkat persediaan, PT. Mortars melakukan pemesanan kembali (*replenishment*) dengan memproduksi produk berdasarkan perencanaan produksi yang dilakukan oleh *production planner*. Perencanaan produksi dilakukan dengan menginput data permintaan, hasil produksi, dan hasil pengiriman dari ERP (*Enterprise Resource Planning*) secara manual kedalam program *Excel* yang dibuat. Hasil inputan data akan diolah menjadi informasi tingkat persediaan, jumlah permintaan dan jumlah pemesanan kembali. Dari informasi tersebut, perencanaan produksi dilakukan dengan mengalokasikan waktu produksi sesuai kebutuhan dan menentukan jumlah produksi tiap produk.

Perencanaan produksi dilakukan secara manual sehingga kurang efisien, karena sering terjadi keterlambatan distribusi rencana produksi, dan kesalahan dalam perencanaan produksi seperti salah dalam menentukan kuantitas produk, salah ketik, dan lain-lain. Proses perencanaan produksi tidak terstandar karena bergantung pada kemampuan dan pengalaman *production planner*. Dalam beberapa kejadian, PT. Mortars membuat kebijakan untuk tidak memproduksi dengan jam lembur apabila permintaan rendah (seharusnya produksi dilakukan berdasarkan pada tingkat persediaan). Kebijakan tersebut mengakibatkan terjadinya kekurangan produk (*product shortage*) karena jumlah persediaan tidak mencukupi untuk memenuhi kenaikan permintaan (terlambat melakukan pemesanan kembali).

Dari penjelasan di atas, pengendalian persediaan dan perencanaan produksi merupakan hal yang penting bagi PT. Mortars. Dibutuhkan metode pengendalian persediaan dan perencanaan produksi yang tepat. Solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah usulan pembuatan alat bantu pengambilan keputusan yang menggabungkan

metode pengendalian persediaan dan perencanaan produksi dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan fungsi *Solver Add-ins*. Metode pengendalian persediaan yang diusulkan adalah metode *periodic review system* (R, S) dan (R, s, S) untuk perbaikan parameter tingkat persediaan di PT. Mortars. Metode usulan tersebut akan digabungkan dengan perencanaan produksi serta menambahkan proses optimasi menggunakan pendekatan *linear programming*.

Dengan alat bantu ini akan diperoleh sistem pengendalian persediaan (parameter persediaan dan mekanisme pemesanan kembali) yang digabungkan dengan perencanaan produksi secara otomatis agar dapat menjaga tingkat persediaan sesuai dengan batasan kapasitas produksi, batasan kapasitas penyimpanan dan prioritas produksi untuk menghasilkan jumlah pemesanan kembali yang optimal. Proses perencanaan produksi tidak lagi manual tetapi sudah terkomputerisasi, sehingga proses pengendalian persediaan dan perencanaan produksi dapat dilakukan dengan cepat, tepat, terstandar dan meminimalisasi kesalahan manusia dalam prosesnya. Penerapan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi yang akurat, akan berdampak pada biaya persediaan yang optimal dan pencapaian rasio pemenuhan permintaan pelanggan sesuai dengan harapan.

Setelah alat bantu selesai dirancang, akan dilakukan proses analisa persediaan untuk mengetahui besar ratio pemenuhan permintaan dan total biaya persediaan yang dihasilkan oleh setiap metode. Ratio pemenuhan permintaan dipilih karena secara mekanisme perhitungan sama dengan ukuran keberhasilan yang digunakan oleh PT. Mortars (OTIF). Total biaya dipilih agar PT. Mortars dapat menghasilkan penghematan biaya total persediaan sehingga keuntungan yang diperoleh dapat dimaksimalkan. Kemudian dilakukan penarikan kesimpulan untuk menentukan metode mana yang paling tepat untuk dijadikan metode pengendalian persediaan PT. Mortars.

1.2 Perumusan Masalah

Merancang metode dan alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi yang tepat bagi PT. Mortars agar dapat mencapai rasio pemenuhan permintaan (*order fulfillment rate*) sesuai dengan target yang diberikan dengan total biaya persediaan terendah.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dengan pendekatan *periodic review system* dan perencanaan produksi dengan pendekatan *linear programming* menggunakan perangkat lunak berbasis *Microsoft Excel* dengan fungsi *Solver Add-ins* agar diperoleh hasil perencanaan produksi optimum (optimasi) sesuai batasan-batasan dan fungsi tujuan yang diberikan secara terkomputerisasi (otomasi).
2. Untuk menentukan keputusan pengendalian persediaan (parameter persediaan dan mekanisme pemesanan kembali) yang tepat. Dengan pengendalian persediaan yang tepat akan diperoleh rasio pemenuhan permintaan dan total biaya terbaik yang dapat diketahui melalui analisa persediaan dan perencanaan produksi menggunakan metode usulan (metode *periodic review system R, S* dan *R, s, S*) dan alat bantu yang dirancang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan bahan pertimbangan dalam penentuan kebijakan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi PT. Mortars untuk memaksimalkan sumber daya yang ada dalam memenuhi permintaan pelanggan dengan rasio pemenuhan permintaan dan total biaya persediaan optimal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti lain maupun pihak-pihak lain yang berkepentingan dan menghadapi permasalahan yang mirip dengan apa yang dihadapi peneliti saat ini.

1.5 Batasan dan Asumsi Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini, maka diperlukan batasan terhadap masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Data dan kegiatan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi yang diteliti hanya periode kuartal pertama (Q1) 2019.
2. Nilai *production reference* atau target produksi per jam ditentukan berdasarkan standar hasil produksi per jam yang telah ditentukan oleh manajemen perusahaan.
3. Nilai *service level* yang digunakan besarnya disesuaikan dengan target OTIF atau rasio pemenuhan permintaan yang telah ditentukan oleh manajemen PT. Mortars yaitu 95%.
4. Metode pengendalian persediaan *periodic review system* (R, S) menggunakan 2 periode peninjauan persediaan yaitu 1 hari untuk produk plasteran dan perekat dan 1 minggu (6 hari) untuk produk acian.
5. Metode pengendalian persediaan *periodic review system* (R, s, S) menggunakan periode peninjauan 1 hari untuk semua produk.
6. Pengambilan permintaan pada hari berikutnya (*demand pull forward*) diperbolehkan hanya 1 hari setelah hari perencanaan produksi yang dibuat.
7. Tidak terdapat *delay* antara periode review dengan perencanaan produksi.

Asumsi yang digunakan adalah:

1. Dalam perencanaan produksi dilakukan dengan asumsi semua bahan baku, tenaga kerja, dan kapasitas mesin tersedia sesuai kebutuhan.
2. Tidak mempertimbangkan kejadian abnormal ditengah proses seperti operator tidak masuk, mesin rusak, material terlambat dan lain sebagainya.
3. Hasil produksi diasumsikan sesuai dengan perencanaan produksi dan pengiriman produk diasumsikan sesuai dengan permintaan pengiriman.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan tesis yang terdiri dari sebagai berikut:

Bab I: Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II: Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi penjelasan mengenai teori-teori yang mendukung yang digunakan dalam penelitian untuk menjadi dasar acuan peneliti dalam penelitian. Teori-teori yang digunakan berasal dari berbagai sumber, diantaranya dari buku, jurnal, penelitian sebelumnya, dan lain-lain.

Bab III: Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tahapan-tahapan dan langkah penelitian ini dilakukan. Tahapan dan langkah penelitian ini harus tetap mengacu pada tahapan ilmiah, agar penelitian yang dilakukan tetap terstruktur dan terarah dengan baik.

Bab IV: Pengumpulan Data dan Perancangan Alat Bantu

Bab ini dijelaskan mengenai data-data yang digunakan dalam proses penelitian. Data-data tersebut didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak terkait, observasi dan pengamatan lapangan, dan lain-lain. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan parameter persediaan metode eksisting dan metode usulan serta proses perancangan alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi.

Bab V: Analisa persediaan

Bab ini dijelaskan mengenai analisa persediaan menggunakan alat bantu yang telah dirancang dengan menggunakan masing-masing metode. Sehingga dapat diperoleh perbandingan total biaya dan rasio pemenuhan permintaan dari setiap metode. Akan dilakukan pembahasan dengan membandingkan hasil analisa persediaan dari setiap metode.

Bab VI: Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas mengenai penarikan kesimpulan hasil penelitian berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya, hasil perhitungan dan analisa persediaan. Setelah kesimpulan diperoleh, dilakukan evaluasi kembali untuk memberikan saran bagi PT. Mortars dan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang ada dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka penting dilakukan secara mendalam untuk mengetahui teori-teori yang terkait dengan penelitian. Berikut adalah tinjauan pustaka dalam penelitian ini:

2.1 Konsep dan Teori Persediaan

Tersine (1994) menyatakan pengertian dasar persediaan adalah jumlah persediaan (material/ produk) yang dimiliki pada interval waktu tertentu. Pujawan dan Mahendrawathi (2017) berpendapat bahwa persediaan disepanjang jalur rantai pasok memiliki implikasi yang besar terhadap kinerja finansial suatu perusahaan. Jumlah uang yang tertanam dalam bentuk persediaan biasanya sangat besar, sehingga persediaan adalah salah satu aset terpenting yang dimiliki perusahaan.

Ketika sistem persediaan disebuah perusahaan tidak terkoordinasi dengan baik, maka akan menimbulkan berbagai masalah dalam rantai pasoknya, seperti kurang matangnya perencanaan produksi dan pengambilan keputusan pemesanan kembali, menyebabkan rasio pemenuhan permintaan yang rendah serta tingginya biaya operasional.

Assauri (2004), menyebutkan tujuan pengendalian persediaan adalah:

1. Menjaga agar perusahaan tidak kekurangan persediaan yang dapat mengakibatkan terhentinya kegiatan produksi yang dapat menyebabkan rasio pemenuhan permintaan menurun.
2. Menjaga agar jumlah persediaan tidak terlalu besar untuk mencegah timbulnya biaya simpan yang tinggi.
3. Meminimalkan pemesanan bahan baku dalam *lot* kecil untuk mengurangi biaya pesan.

Dalam industri semen khususnya mortar (semen instan) ketersediaan produk merupakan hal yang sangat penting. Hal ini dikarenakan sistem pemenuhan permintaan pelanggan menggunakan sistem operasi *make to stock*. Dimana permintaan pelanggan akan dipenuhi dengan persediaan yang telah diproduksi

sebelumnya. Persediaan juga berfungsi untuk mengurangi dampak negatif dari ketidakpastian permintaan. Semen instan merupakan produk substitusi dari produk semen konvensional, sehingga apabila produk tidak tersedia, calon pelanggan akan mudah untuk berganti pada produk lain.

2.1.1 Pemicu Kebutuhan Persediaan dan Klasifikasi Permintaan

Mengetahui kebutuhan persediaan dapat dilihat dari pola permintaan produk. Pola permintaan produk dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu *continuous* dan *intermittent*. Karakteristik pola permintaan produk yang bersifat *continuous* merupakan pola permintaan yang hampir selalu ada setiap hari. Sedangkan karakteristik pola permintaan *intermittent* merupakan pola permintaan yang tidak selalu ada setiap harinya. Ghobbar dan Friend (2002) mengatakan bahwa produk yang memiliki pola permintaan *continuous* merupakan produk dengan kategori *fast moving*, sedangkan produk yang memiliki kategori permintaan *intermittent* dapat diklasifikasikan menjadi *intermittent demand*, *erratic demand*, *lumpy demand*, dan *slow moving*.

1. *Intermittent demand* ($ADI \geq 1.32$ and $CV^2 < 0.49$)

Dikategorikan sebagai permintaan yang mempunyai pola dengan variasi interval permintaan yang besar.

2. *Erratic demand* ($ADI < 1.32$ and $CV^2 \geq 0.49$)

Dikategorikan sebagai permintaan yang mempunyai pola dengan variasi kuantitas permintaan yang besar.

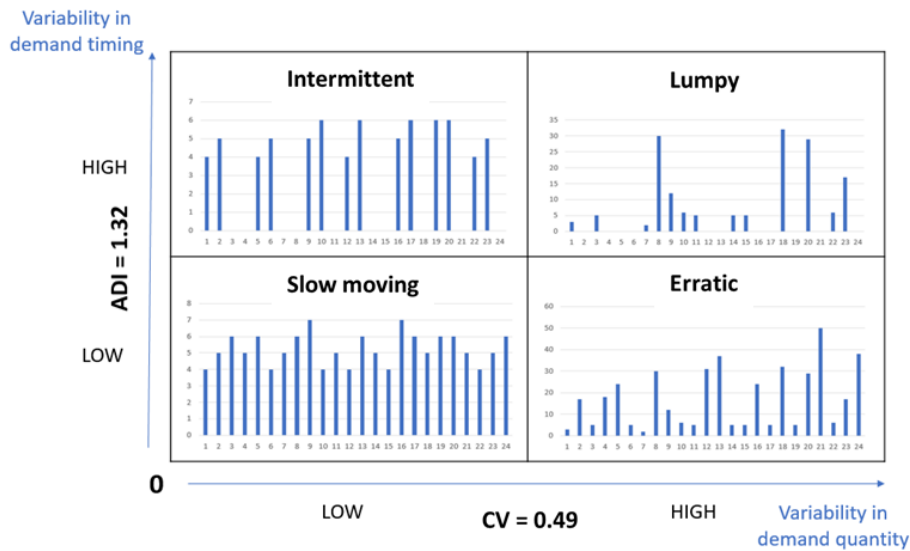
3. *Lumpy demand* ($ADI \geq 1.32$ and $CV^2 \geq 0.49$)

Dikategorikan sebagai permintaan yang mempunyai pola dengan variasi interval dan kuantitas permintaan yang besar.

4. *Slow moving* ($ADI < 1.32$ and $CV^2 < 0.49$)

Dikategorikan sebagai permintaan yang tidak mempunyai variasi besar antar interval dan kuantitas permintaan.

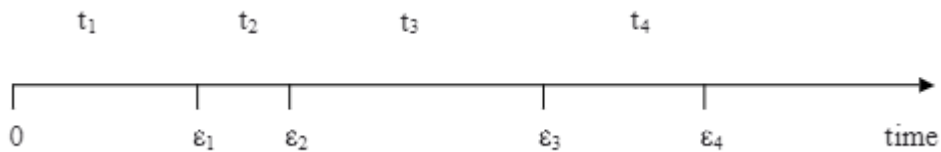
Sebuah pendekatan untuk mengategorikan *intermittent demand* dalam dua parameter yaitu *Coefficient of Variation* (CV) dan *Average Demand Interval* (ADI). ADI merupakan rentang waktu (interval) antar terjadinya *demand* dan *coefficient of variation*. Batas nilai CV dan ADI dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2-1 Jenis Pola Permintaan

(Sumber: <https://frepple.com/blog/demand-classification/>, diakses Februari 2019)

Untuk menentukan rumusan CV dan ADI dapat dihasilkan dengan menggunakan rumusan yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2-2 Contoh Pola Permintaan *Intermittent*

ADI didefinisikan sebagai rata-rata interval waktu antar 2 permintaan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$ADI_i = \frac{\sum_{n=1}^{N_{pi}} t_i^n}{N_{pi}} \dots\dots\dots(2-1)$$

CV didefinisikan sebagai rasio dari standar deviasi populasi dan nilai rata-rata populasi yang dirumuskan sebagai berikut:

$$CV_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N_{pi}} (d_i^n - d_i)^2}{N_{pi}}}}{d_i} \dots\dots\dots(2-2)$$

dengan:

$$d_i = \frac{\sum_{n=1}^{N_{pi}} d_i^n}{N_{pi}}, \text{ dan } N_{pi} \text{ pada persamaan ADI merupakan jumlah periode tanpa}$$

permintaan.

2.1.2 Klasifikasi Persediaan

Pujawan dan Mahendrawathi (2017) mengatakan bahwa berdasarkan bentuknya, persediaan bisa diklasifikasikan menjadi bahan baku, barang setengah jadi, dan barang jadi.

Berdasarkan fungsinya, persediaan dapat dibedakan menjadi:

1. *Pipeline/ transit inventory*

Persediaan disebabkan *lead time* pengiriman dari suatu tempat ke tempat lain.

Jumlah persediaan bergantung pada jarak dan waktu pengiriman.

2. *Cycle stock*

Memiliki siklus tertentu, pada saat pengiriman dalam jumlah banyak, kemudian berkurang secara bertahap karena dipakai atau dijual sampai akhirnya habis atau hampir habis.

3. Persediaan pengaman (*safety stock*)

Berfungsi untuk mengatasi permintaan ataupun pasokan yang tidak pasti.

Besar kecilnya persediaan pengaman terkait dengan fluktuasi permintaan dan *lead time*, *service level* dan biaya persediaan.

4. *Anticipation stock*

Merupakan persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman permintaan terhadap produk.

Persediaan juga bisa diklasifikasikan berdasarkan sifat ketergantungan kebutuhan antara satu *item* dengan *item* lainnya. *Item-item* yang kebutuhannya tergantung dengan pada kebutuhan *item* lain dinamakan *dependent demand item*. Sebaliknya, kebutuhan *independent demand item* tidak bergantung pada kebutuhan *item* lain. Klasifikasi ini dilakukan karena pengelolaan kedua jenis *item* ini biasanya berbeda (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

2.1.3 Biaya Persediaan

Biaya yang berpengaruh dalam kegiatan pengendalian persediaan adalah:

1. Biaya pembelian

Adalah harga beli produk per unit bila produk tersebut diperoleh dari pemasok atau biaya produksi per unit bila produk tersebut diproduksi oleh internal perusahaan.

2. Biaya pengadaan

Dibagi menjadi dua jenis:

a. Biaya pemesanan (*ordering cost*)

Semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari pemasok.

b. Biaya pergantian produk (*set-up cost*)

Semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu produk.

3. Biaya penyimpanan

Adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang, yang meliputi biaya kepemilikan persediaan, biaya usang, biaya kerusakan dan penyusutan barang, biaya kadaluarsa, biaya asuransi dan biaya administrasi.

4. Biaya kekurangan persediaan

Adalah biaya atas kerugian karena terganggunya proses produksi dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan akibat habisnya persediaan, biaya ini dapat diukur dari:

a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi

Diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau kerugian akibat terhentinya proses produksi.

b. Waktu pemenuhan

Diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dengan satuan waktu.

c. Biaya pengadaan darurat

Yaitu biaya yang ditimbulkan akibat dilakukannya pengadaan darurat yang dapat menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal.

2.1.4 Alat Ukur Persediaan

Pujawan dan Mahendrawathi (2017) mengatakan prinsip dari kinerja persediaan harus berorientasi pada efisiensi operasi dan pelayanan terhadap pelanggan. Kedua hal ini sering bertentangan, jika tidak dilakukan perubahan mendasar pada sistem, peningkatan *service level* dapat berimplikasi pada peningkatan persediaan. Beberapa ukuran yang digunakan untuk memonitor kinerja persediaan adalah:

1. Tingkat perputaran persediaan

Indikator ini melihat seberapa cepat produk mengalir relatif terhadap jumlah rata-rata tersimpan sebagai persediaan. Nilainya bisa diukur untuk setiap individu produk atau secara agregat mewakili satu kelompok atau keseluruhan produk. Tingkat perputaran biasanya diukur dalam setahun.

2. *Inventory days of supply*

Didefinisikan sebagai rata-rata jumlah hari suatu perusahaan bisa beroperasi dengan jumlah persediaan yang dimiliki. Ukuran ini sebenarnya bisa dikatakan seirama dengan tingkat perputaran persediaan.

3. *Fill rate*

Adalah persentase jumlah *item* yang tersedia ketika diminta oleh pelanggan. *Fill rate* bisa diukur untuk setiap produk atau secara individual atau untuk keseluruhan produk secara agregat. Untuk menciptakan *supply chain management* yang efektif, perusahaan mungkin harus membedakan target *fill rate* untuk tiap pelanggan dan tiap *item*.

2.2 Mekanisme Pengendalian Persediaan

Silver dkk (1998) mengatakan dalam melakukan pengendalian persediaan terdapat tiga pernyataan mendasar yaitu:

1. Seberapa sering seharusnya status persediaan ditentukan
2. Kapan seharusnya pemesanan kembali ditempatkan
3. Seberapa besar pengisian kembali dilakukan

Menurut Tersine (1994), sistem pengendalian dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Sistem persediaan *deterministik*

Model persediaan *deterministik* adalah sistem persediaan dimana semua parameter dan variabelnya diketahui secara pasti. Model persediaan *deterministik* memudahkan dalam melakukan analisa dan merupakan titik awal untuk menggambarkan fenomena persediaan. Model yang dikembangkan dalam sistem ini sering disebut *lot sizing model*. Hal ini dikarenakan keputusan tentang sistem pengendalian persediaan didasarkan

dari kuantitas *item* (*lot size*). Model *lot size* yang paling sederhana adalah *Economic Order Quantity* (EOQ).

2. Sistem persediaan *probabilistik*

Adalah model yang menganggap bahwa parameter yang menunjukkan adanya ketidakpastian yang merupakan *variable random*. Dalam sistem persediaan, ketidakpastian ini terutama yang berhubungan dengan jumlah permintaan (*demand quantity*) dan *lead time*. Ketidakpastian permintaan dan waktu pengiriman dapat mengakibatkan kekurangan persediaan (*stock out*). Hal ini akan berdampak tidak terpenuhinya kepuasan pelanggan.

Untuk mengantisipasi kekurangan persediaan dibuatlah kebijakan dengan memberikan persediaan pengaman. Dalam mengukur tingkat persediaan didasarkan dari nilai *service level* pelanggan yang ingin diperoleh. Menurut Tersine (1994) mengatakan *service level* adalah peluang untuk memenuhi permintaan konsumen dari persediaan yang ada. Nilai *service level* pelanggan ini akan menentukan besar jumlah persediaan pengaman. Dengan persediaan pengaman diharapkan dapat meminimalkan kekurangan persediaan. Kekurangan persediaan terjadi apabila *lead time* permintaan melebihi titik pemesanan kembali.

Menurut Silver dkk. (1998), terdapat empat tipe sistem kontrol kebijakan persediaan yaitu:

1. Sistem persediaan *continous review*

Sistem persediaan *continous review* (*Q-system*) selalu memantau tingkat persediaan secara berkelanjutan. *Order* akan dilakukan pada saat *level inventory* mencapai atau melebihi titik pemesanan kembali (*reorder point*).

Sistem ini dibagi menjadi 2, yaitu:

a. *Order point, order quantity* (s,Q) *system*

Merupakan sistem persediaan dimana pemesanan akan dilakukan sebesar Q ketika persediaan mencapai atau dibawah level titik pemesanan kembali (s). Dengan kata lain, posisi tingkat persediaan digunakan untuk memicu suatu pesanan dimana *order point* (s) merupakan batas bawah tingkat persediaan untuk dilakukan pemesanan dan *order quantity* (Q) merupakan keputusan jumlah unit yang dipesan setiap kali pemesanan.

b. *Order point, order up to level (s, S) system*

Merupakan sistem persediaan dimana ketika persediaan telah sampai atau lebih rendah dari tingkat persediaan (s), maka dilakukan pemesanan sampai pada tingkat persediaan (S). Dimana (S) merupakan tingkat persediaan maksimum yang nilainya sebesar tingkat persediaan minimum atau ROP (s) ditambah dengan EOQ atau EPQ (Q).

2. Sistem persediaan *periodic review*

Kebijakan *periodic review* (*T-system*) memantau tingkat persediaan pada interval waktu setiap periode T yang ditentukan. Hal ini berarti periode pesannya selalu tetap, tetapi kuantitas pemesanan bervariasi.

Sistem ini dibagi menjadi 2 yaitu:

a. *Periodic review, order up to level (R, S) system*

Merupakan sistem persediaan dimana setiap peninjauan persediaan pada periode (R), maka akan dilakukan pemesanan sampai tingkat persediaan mencapai (S). Sistem ini dikenal sebagai sistem siklus pemesanan kembali dimana tingkat persediaan dikontrol sesuai dengan periode yang ditentukan.

b. *(R,s,S) system*, kombinasi (R, s, S) dan (R, S)

Pada sistem persediaan ini tingkat persediaan ditinjau setiap periode (R), jika tingkat persediaan sampai pada tingkat persediaan minimum atau ROP (s), maka akan dilakukan pemesanan kembali sampai pada tingkat persediaan maksimum (S), dan jika belum mencapai (s), maka tidak dilakukan pemesanan sampai periode peninjauan (R) berikutnya.

2.2.1 *Continuous Review System*

Continuous review system (Q-System) adalah sistem pengendalian persediaan dimana pemesanan kembali dilakukan apabila tingkat persediaan telah mencapai atau dibawah titik pemesanan kembali/ ROP (s). Sehingga interval pesannya tidak tetap, tetapi jumlah pesannya tetap. Terdapat 2 parameter jumlah pemesanan kembali, yaitu sebesar Q untuk sistem kontrol (s, Q) atau sebesar selisih antara tingkat persediaan terhadap persediaan maksimum (S) untuk sistem kontrol (R, s, S). Parameter persediaan Q merupakan kuantitas pemesanan optimal, sedangkan

parameter S merupakan persediaan maksimum yang nilai parameternya merupakan jumlah antara persediaan minimum ditambah dengan kuantitas pemesanan optimal.

Untuk parameter titik pemesanan kembali (s) dirumuskan sebagai berikut:

$$ROP (s) = d \times l + SS \dots\dots\dots(2-3)$$

dengan:

d = permintaan rata-rata

l = *lead time*

SS = persediaan pengaman

Dikarenakan pemesanan kembali diperoleh dari produk yang diproduksi sendiri, maka parameter kuantitas optimum (Q) menggunakan *Economic Production Quantity* (EPQ) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$EPQ (Q) = \sqrt{\frac{2DS}{(1-\frac{d}{p})H}} \dots\dots\dots(2-4)$$

dengan:

D = permintaan per periode

S = biaya pergantian produk per unit

P = laju produksi per periode

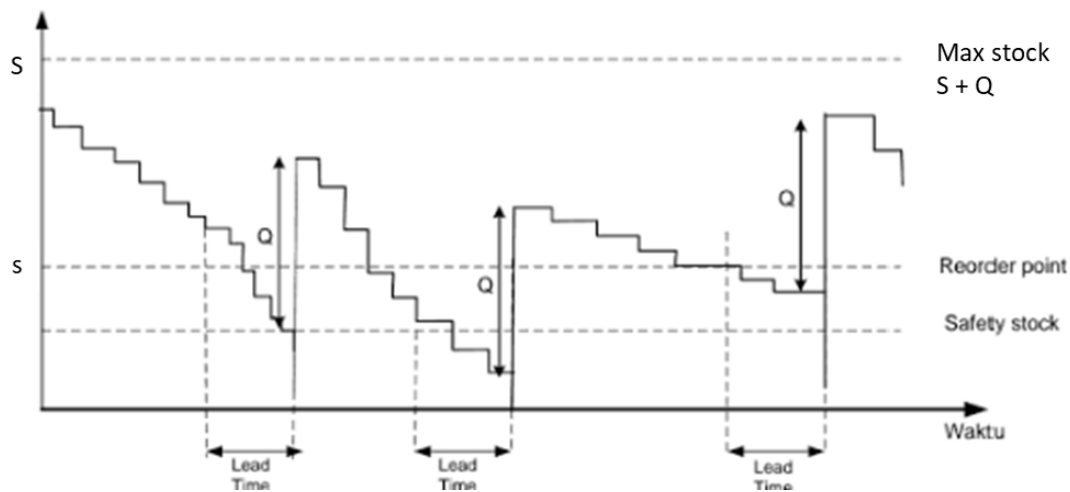
D = laju permintaan per periode

H = biaya penyimpanan per periode

Nilai parameter persediaan maksimum (S) diperoleh dari penjumlahan titik pemesanan kembali ditambah dengan kuantitas pemesanan optimal yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Maximum\ stock (S) = ROP + EOQ \dots\dots\dots(2-5)$$

Perbedaan antara *continous review system* (s,Q) dan (R, s, S) terletak pada kuantitas pemesanan kembali. Dimana (s,Q) tingkat persediaan maksimum tidak tetap, sedangkan (R, s, S) tingkat persediaan maksimum tetap (sebesar S).



Gambar 2-3 Ilustrasi Pemesanan Kembali dengan Metode *Continues Review*

2.2.2 *Periodic Review System*

Periodic review system (T-system) adalah sistem pengendalian persediaan dimana pemesanan kembali dilakukan ketika periode pemesanan kembali telah tiba. Oleh karena itu, interval pemesanan pada *periodic review system* selalu tetap, dan kuantitas pemesanan kembali berubah-ubah sesuai selisih antara tingkat persediaan terhadap target persediaan. Terdapat 2 parameter persediaan pada *periodic review system* (R, S), yaitu periode peninjauan (R) yang ditentukan sesuai kebijakan manajemen berdasarkan kondisi perusahaan dan target persediaan (S) yang besarnya dipengaruhi oleh interval periode peninjauan.

Menurut Toomey (2000) menyatakan bahwa target persediaan pada metode (R, S) dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Target persediaan (S)} = d \times (1 + R) + \text{SS} \dots \dots \dots (2-6)$$

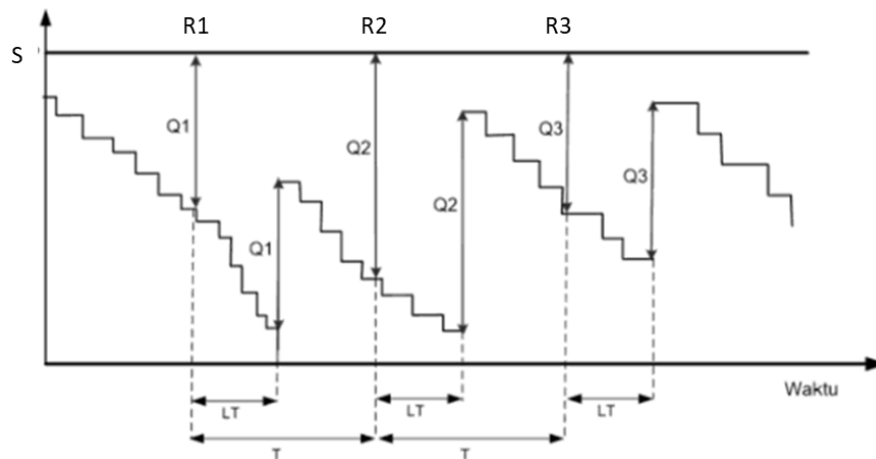
dengan:

d = permintaan rata-rata

l = *lead time*

R = periode peninjauan

SS = persediaan pengaman



Gambar 2-4 Ilustrasi Pemesanan Kembali dengan Metode *Periodic Review*

2.2.3 Perbandingan Antara *Periodic Review* dan *Continuous Review*

Baik metode *periodic review* maupun metode *continuous review* keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. *Periodic review* lebih cocok digunakan untuk mengontrol persediaan dengan permintaan relatif stabil, permintaannya besar, dan harga produk relatif tidak mahal. Sedangkan *periodic review* lebih cocok digunakan untuk mengontrol persediaan dengan permintaan yang fluktuatif, permintaannya kecil, dan harga produk relatif mahal. Perbedaan *periodic review* dan *continuous review* dapat dilihat pada Tabel 2-1:

Tabel 2-1 Perbandingan Antara *Periodic Review* dan *Continuous Review*

No	Perbandingan	<i>Continuous review</i>	<i>Periodic review</i>
1	Periode pemesanan	Tidak tetap	Selalu sama
2	Jumlah ukuran pemesanan	Selalu sama	Tidak tetap
3	Jumlah persediaan	Persediaan relatif lebih sedikit	Membutuhkan persediaan pengaman yang lebih besar untuk antisipasi permintaan selama interval peninjauan
4	Sistem administrasi	Harus selalu meng- <i>update</i> tingkat persediaan, administrasinya lebih berat, perlu bantuan sistem terkomputerisasi (<i>realtime ERP</i>)	Administrasi ringan

2.3 Perencanaan Produksi Agregat

Perencanaan produksi agregat adalah sebuah proses perencanaan yang dibentuk dengan memanfaatkan semaksimal mungkin sumber daya yang tersedia untuk memenuhi permintaan. Dalam perencanaan agregat ditetapkan tingkat persediaan optimal, mempersingkat waktu pengiriman barang, dan penyetabilan laju produksi serta membantu *top management* perusahaan dalam menjalankan bisnis perusahaan. Perencanaan produksi agregat di desain untuk membantu perusahaan dalam menyeimbangkan pertemuan antara permintaan dan pasokan barang terhadap pelanggan (Chase dkk., 2006).

Perencanaan agregat merupakan sebuah alat untuk mengidentifikasi parameter-parameter operasional dalam kurun waktu tertentu sebagai berikut:

- Laju produksi merupakan jumlah dari tiap produk dalam satuan waktu (seperti per hari, per minggu, per bulan).
- Jumlah tenaga kerja optimum yang dibutuhkan, disesuaikan dengan permintaan pelanggan terhadap kapasitas produksi.
- Jam lembur merupakan jam kerja tambahan diluar jam kerja normal dalam melakukan produksi.
- Sub-kontrak adalah penggunaan jasa pihak ketiga dalam meningkatkan kapasitas produksi.
- *Backlog* merupakan permintaan yang tidak dapat terpenuhi dalam periode waktu tertentu, namun diikutkan dalam perencanaan produksi periode berikutnya.
- Persediaan awal merupakan tingkat persediaan yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan periode berikutnya.

Chase dkk. (2006) menuliskan bahwa perencanaan produksi agregat berhubungan dengan penetapan laju produksi melalui kelompok – kelompok produk atau komponen lainnya untuk perencanaan jangka waktu menengah (3-18 bulan). Tujuan utama dari perencanaan agregat adalah menentukan kondisi optimal antara laju produksi, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan jumlah persediaan. Laju produksi merujuk kepada jumlah unit produk yang telah selesai diproduksi persatuan unit dalam waktu tertentu (per jam atau per hari). Jumlah tenaga kerja adalah jumlah

produk yang disimpan, yang tidak ikut terjual dalam kurun waktu penjualan sebelumnya.

Dengan definisi yang lebih luas perencanaan agregat mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Jangka waktu perencanaan adalah waktu menengah 3-18 bulan dengan penyesuaian setiap bulan.
2. *Demand* atau permintaan pelanggan selalu berfluktuasi, tidak pasti dan terkadang memiliki karakteristik musiman.
3. Kemungkinan akan terjadi perubahan antara permintaan pelanggan dengan pasokan perusahaan.
4. Mempengaruhi keputusan manajemen yang meliputi laju produksi, persediaan, kebutuhan tenaga kerja, biaya, fleksibilitas dan pelayanan terhadap pelanggan.

Terdapat berbagai strategi-strategi yang dapat dilakukan perusahaan dalam perencanaan produksi agregat. Buxey (2005), mengelompokkan strategi-strategi yang dilakukan perusahaan produk-produk tertentu dalam perencanaan produksi agregat mereka:

1. *Chase strategy*

Strategi dimana permintaan disesuaikan dengan pengaturan pada laju produksi, tenaga kerja maupun *sub* kontrak terhadap pihak ketiga. Buxey (2005), berpendapat penggunaan *chase strategy* sangat cocok diterapkan untuk produk yang bernilai tinggi, *perishable*, sulit disimpan sebagai persediaan dan produk tersebut mempunyai variasi yang sangat banyak.

2. *Modified case strategy*

Dilakukan sebagai alternatif *chase strategy* dimana ketika keterbatasan sumber daya menjadi penghambat laju produksi dalam menghadapi permintaan pasar. Dalam *modified case strategy* perusahaan melakukan beberapa penimbunan persediaan varian produk dengan permintaan tinggi, dan mengabaikan produk-produk yang dianggap memiliki permintaan rendah.

3. *Level strategy*

Strategi dimana kapasitas produksi setiap periode tetap. Strategi ini disebut memupuk persediaan untuk mengantisipasi kenaikan ketika periode permintaan sedang tinggi. Buxey (2005), berpendapat perusahaan menggunakan strategi ini dikarenakan karyawan membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menjadi ahli dalam bidangnya.

4. *Demand management strategy*

Strategi ini adalah cara yang diterapkan perusahaan untuk meluncurkan berbagai produk pelengkap ketika perusahaan sedang dalam masa *off season*.

5. *Labor management strategy*

Suatu langkah keputusan manajemen perusahaan dalam menghindari resiko atas penggunaan karyawan tetap. Akan lebih bermanfaat menggunakan tenaga kerja sementara sebagai karyawan mereka, tetapi strategi ini tergantung dari sifat bisnis perusahaan, pelatihan kerja yang diberikan dan laju produksi yang diinginkan.

Buxey (2005) berpendapat bahwa mayoritas industri melakukan *chase strategy* dalam mempertemukan permintaan dan pasokan. Dengan menggunakan strategi ini, persediaan akan sedikit, sehingga biaya pengadaan persediaan menjadi rendah, tetapi mengakibatkan biaya tenaga kerja menjadi lebih tinggi. Liu dan Tu (2008) menjelaskan bahwa meningkatkan level persediaan dapat mempertemukan permintaan pelanggan dan menghindari kehilangan penjualan. Akan tetapi hal tersebut dapat menyebabkan biaya penyimpanan dapat meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika perusahaan tidak memiliki atau kekurangan persediaan, akan menyebabkan pelayanan terhadap pelanggan menjadi tidak maksimal. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan produksi yang optimum dalam mempertemukan permintaan dan pasokan pelanggan.

Perencanaan produksi agregat menetapkan sebuah rencana dengan tujuan menurunkan biaya total produksi atau meningkatkan laba perusahaan. Strategi-strategi perusahaan agregat dapat dikombinasikan guna mencari kondisi optimum dalam perencanaan produksi. Dalam melakukan penyusunan agregat, pertama-tama perlu dilakukan proses peramalan kapasitas produksi sebagai dasar perencanaan produksi, sehingga diperlukan metode peramalan kapasitas produksi sebagai dasar

perencanaan produksi. Kemudian dilakukan penyesuaian strategi yang tepat dalam mempertemukan pasokan perusahaan dan permintaan pelanggan (Kumar dan Suresh, 2008).

Tabel 2-2 Klasifikasi Metode Perencanaan Produksi Agregat

<i>Optimal</i>	<i>Near optimal</i>
<i>Linear</i>	<i>Search decision rule</i>
<i>Lot size model</i>	<i>Production switching heuristic</i>
<i>Goal programming</i>	<i>Management coefficient model</i>
<i>Others (analytical)</i>	<i>Simulation model</i>

Sumber: diadaptasi dari aggregate production planning – A survey of models and methodologies (Nam dan Logenderan, 1992)

Terdapat 2 metode penyelesaian permasalahan perencanaan produksi agregat yaitu metode optimal dan metode *non* optimal. Nam dan Logenderan (1992) mengatakan bahwa metode optimal merupakan metode penyelesaian perencanaan produksi eksak menggunakan program matematik, sedangkan metode *non* optimal merupakan metode penyelesaian produksi, berdasarkan penilaian ekspert maupun penilaian *top management* perusahaan.

2.4 Pengertian Optimasi dan *Linear Programming*

Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam matematika yang berfokus untuk mendapatkan nilai maksimum atau minimum secara sistematis dari suatu fungsi (Heizer, 2011). Optimasi diperlukan oleh perusahaan dalam rangka mengoptimalkan sumberdaya seperti bahan baku, tenaga kerja dan fasilitas produksi yang digunakan agar suatu proses produksi dapat menghasilkan produk dalam kuantitas dan kualitas yang diharapkan.

Linear programming (LP) merupakan salah satu teknik dalam riset operasi yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pembuatan keputusan dalam mengalokasikan sumberdaya yang terbatas guna mencapai tujuan perusahaan seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Teknik tersebut berkaitan dengan merepresentasikan suatu dunia nyata kedalam model matematika yang terdiri atas

sebuah fungsi tujuan *linear* dan beberapa kendala *linear*. *Linear programming* banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain.

Semua persoalan *linear programming* mempunyai empat sifat umum sebagai berikut (Heizer, 2011):

- a. Persoalan *linear programming* bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya sebagai hasil yang optimal. Sifat umum ini disebut sebagai fungsi utama (*objective function*)
- b. Adanya kendala atau batasan-batasan (*constraints*) yang membatasi tingkat sampai dimana sasaran dapat dicapai. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan bergantung kepada sumber daya yang jumlahnya terbatas
- c. Harus ada alternatif tindakan yang dapat diambil. Hal ini berarti jika tidak ada alternatif yang dapat diambil, maka *linear programming* tidak diperlukan.
- d. Tujuan dan batasan dalam permasalahan *linear programming* harus dinyatakan dalam hubungan dengan pertidaksamaan atau persamaan linier.

Bentuk umum model *linear programming* adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$\text{Maks atau Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j \cdot X_j \dots\dots\dots(2-7)$$

Sumber daya yang membatasi

$$\sum_{j=1}^n A_{qj} \cdot X_j = B_q, (q=1, 2, \dots, m) \dots\dots\dots(2-8)$$

$$\sum_{j=1}^n A_{rj} \cdot X_j \leq B_r, (r=1, 2, \dots, m) \dots\dots\dots(2-9)$$

$$\sum_{j=1}^n A_{sj} \cdot X_j \geq B_s, (s=1, 2, \dots, m) \dots\dots\dots(2-10)$$

$$X_j \geq 0, (j = 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots(2-11)$$

dengan:

Z = nilai fungsi tujuan

X_j = variabel keputusan j (j = 1, 2, ..., n)

c_j = penambahan terhadap Z yang diakibatkan oleh peningkatan tiap unit di variabel keputusan j

A_{qj} = jumlah sumber daya q yang dipakai untuk setiap variabel keputusan j

B_q = jumlah sumber daya q yang tersedia untuk setiap variabel keputusan
(q = 1, 2, ..., m)

A_{rj} = jumlah sumberdaya r yang dipakai untuk setiap variabel keputusan j

B_r = jumlah sumber daya r yang tersedia untuk setiap variabel keputusan
($r = 1, 2, \dots, m$)

A_{sj} = jumlah sumberdaya s yang dipakai untuk setiap variabel keputusan j

B_s = jumlah sumber daya s yang tersedia untuk setiap variabel keputusan
($s = 1, 2, \dots, m$)

Membuat model matematik dari suatu permasalahan bukan hanya menuntut kemampuan matematik tapi juga menuntut seni pemodelan (Heizer, 2011) Asumsi *linear programming*. Menurut Mulyono (2007), model *linear programming* menggunakan asumsi-asumsi yang harus dipenuhi agar definisinya sebagai suatu masalah *linear programming* menjadi absah. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

1. *Linearity* dan *additivity*

Syarat utama dari *linear programming* adalah bahwa semua fungsi dan tujuan dan semua kendala harus linier. Jika suatu kendala melibatkan dua variabel keputusan, dalam diagram dua dimensi kendala tersebut akan berupa garis lurus. *linear programming* juga menyaratkan bahwa jumlah variabel kriteria dan jumlah penggunaan sumber daya harus bersifat *additif*. Artinya, aktivitas total sama dengan penjumlahan aktivitas individu.

2. *Divisibility*

Asumsi ini mengindikasikan bahwa nilai solusi yang diperoleh tidak harus bilangan bulat.

3. *Deterministic*

Dalam *linear programming* semua parameter model diasumsikan konstan. *linear programming* secara tidak langsung mengasumsikan suatu masalah keputusan dalam suatu kerangka statis dimana semua parameter diketahui dengan kepastian.

2.5 Penelitian Terdahulu

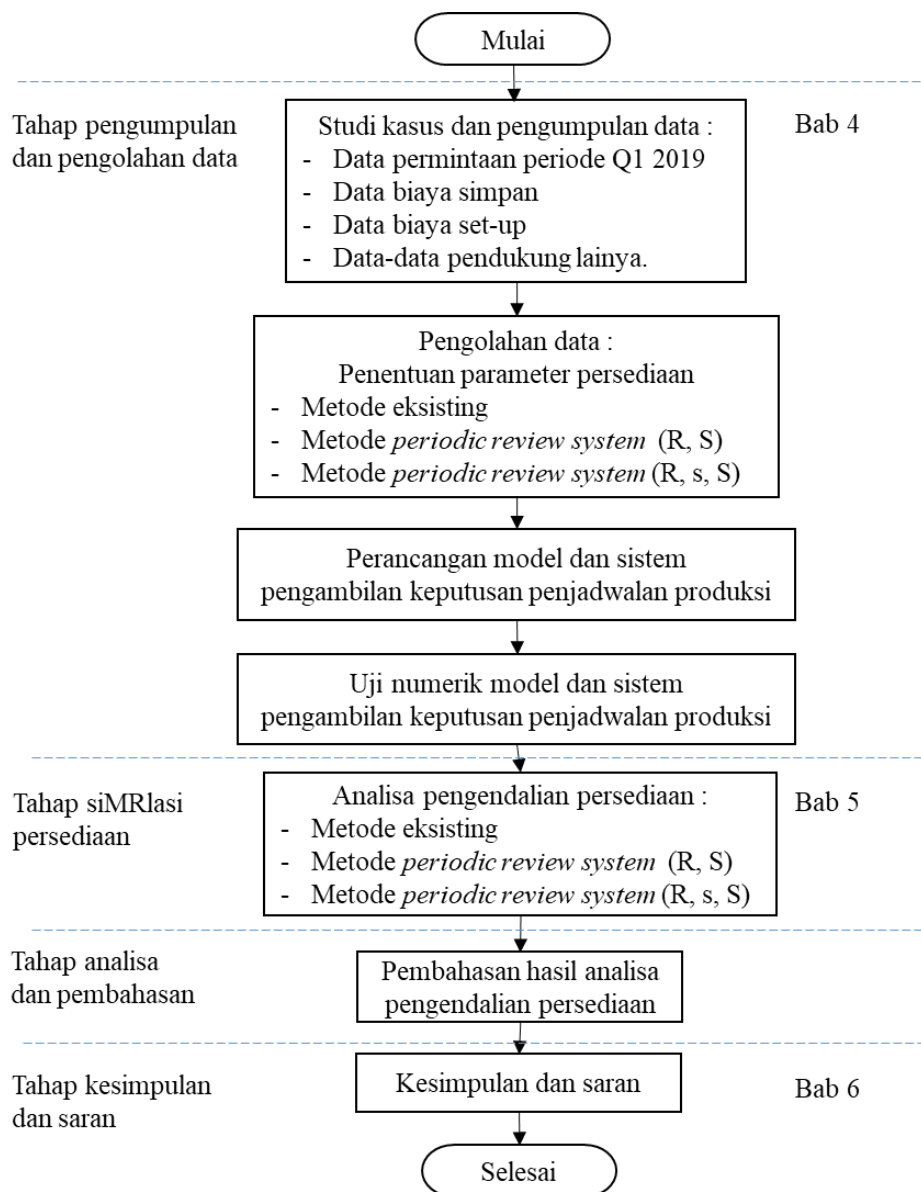
Berikut akan ditampilkan beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterikatan dengan penelitian ini:

No	Peneliti	Tahun	Nama Proyek Penelitian	Metode
1	Nam, S., dan Logendran, R.	1992	<i>Aggregate production planning — A survey of models and methodologies.</i>	<i>Agregat production planning</i>
2	Gansterer, Margaretha	2015	<i>Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems.</i>	<i>Agregat production planning</i>
3	Buxey, Geoff	2005	<i>Aggregate planning for seasonal demand: reconciling theory with practice</i>	<i>Agregat production planning</i>
4	Flavia M. Tackey, M. A. Mesquita.	2006	<i>Agregate Planing for a Large Food Manufacturer with High Seasonal Demand</i>	<i>Agregat production planning</i>
5	Liu, X. dan Tu, Y.	2008	<i>Production planning with limited inventory capacity and allowed stockout</i>	<i>Agregat production planning</i>
6	Dedik Ardian	2015	Analisis sistem manajemen persediaan pada PT. MPI cabang Surabaya dengan metode EOQ	<i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>
7	Chusain	2016	Pengembangan model <i>multi machine-multi product</i> EPQ untuk optimasi jumlah produksi <i>sodium silicate</i> pada perusahaan kimia dasar dengan keterbatasan kapasitas <i>inventory</i> .	<i>Economic Production Quantity (EPQ)</i>
8	Edi Triono	2016	Perbaikan setting parameter persediaan suku cadang dengan pendekatan simulasi <i>Monte Carlo</i> .	<i>Periodic review (R,s,S), Simulasi Monte Carlo</i>
9	Agriananta Fahmi Hidayat	2012	Pengendalian persediaan material dengan pendekatan <i>continous review (R, s, S)</i> (Studi kasus: PT PLN PERSERO APJ GRESIK)	<i>Periodic review (R, s, S), Simulasi Monte Carlo</i>
10	Dwi Wulandhari	2016	Perencanaan produksi pakan ternak pada pt. ABC menggunakan metode <i>linear programming</i> .	<i>Linear programming (Lingo 11.0)</i>
11	N. Eko Andi Wibowo	2004	Aplikasi <i>linear programming</i> pada perencanaan produksi kawat paku di. pt. Xyz	<i>Linear programming</i>

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang akan digunakan dan berisi langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Adapun manfaat dari metodologi penelitian ini adalah sebagai pedoman agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan alur yang telah ditentukan. Berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan alur metodologi penelitian ini:



Gambar 3-1 Diagram Metodologi Penelitian

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Setelah tahap perumusan masalah dan studi literatur selesai, selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan informasi yang menunjang penelitian. Data yang telah diperoleh selanjutnya akan diolah agar dapat diketahui informasi yang berguna untuk menentukan strategi pengendalian persediaan dan perencanaan produksi. Data tersebut diolah berdasarkan metode yang dipelajari pada studi literatur, sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk pemecahan masalah pada penelitian ini.

Data permintaan produk, biaya penyimpanan dan biaya pergantian produk serta data pendukung lainnya, akan digunakan sebagai objek penelitian. Data tersebut sebagian besar diambil dari ERP dan laporan operasional periode kuartal pertama (Q1) 2019. Data kapasitas produksi dan kapasitas penyimpanan akan digunakan sebagai batasan dalam perencanaan produksi.

3.2 Tahap Pengolahan Data

Dari pemaparan perumusan masalah pada bab 1, maka ditentukan 2 fokus penelitian yaitu perbaikan parameter persediaan dengan pendekatan *periodic review system* (R, S), (R, s, S) dan perbaikan metode perencanaan produksi dengan pendekatan *linear programming* menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan fungsi *Solver Add-ins*. Setelah data diperoleh, tahap selanjutnya adalah mengolah data tersebut menjadi informasi yang dibutuhkan. Data permintaan pelanggan, biaya pergantian produk dan biaya simpan akan diolah menjadi parameter persediaan sesuai metode pengendalian persediaan yang diusulkan.

Data-data tersebut digunakan untuk menentukan parameter persediaan seperti persediaan pengaman (SS), target persediaan (S), persediaan minimum/ titik pemesanan kembali (s), *economic production quantity* (Q), persediaan maksimum (S). Parameter persediaan pada metode usulan memiliki kelebihan dibanding parameter persediaan eksisting, karena terdapat penambahan parameter persediaan pengaman untuk mengakomodasi ketidakpastian permintaan. Penggunaan metode usulan tersebut diharapkan dapat menaikkan rasio pemenuhan permintaan dengan meminimalkan jumlah kekurangan produk dan menurunkan biaya persediaan dengan jumlah persediaan yang optimal.

3.3 Tahap Perancangan Model dan Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan

Setelah parameter persediaan diperoleh, langkah selanjutnya adalah merancang alat bantu pengambilan keputusan pengendalian persediaan untuk memperbaiki sistem perencanaan produksi dengan pendekatan *linear programming*. Perancangan alat bantu tersebut ditujukan agar proses perencanaan produksi dapat dilakukan secara otomatis dan menghasilkan perencanaan produksi yang optimal. Perencanaan produksi secara manual akan digantikan dengan pemodelan *linear programming*, sehingga pada tahap ini akan dirancang pemodelan perencanaan produksi dalam bentuk formulasi *Excel* dan *Solver Add-ins*. Pada alat bantu yang dirancang, akan dibuat *template* untuk mempermudah proses penggunaan alat bantu tersebut.

Pada pemodelan yang dibuat, terdapat batasan kapasitas produksi dan kapasitas penyimpanan serta fungsi tujuan untuk meminimalkan bobot prioritas. Pembobotan prioritas perencanaan produksi ditentukan dari tingkat urgensi dan skala ekonomi, sehingga diperoleh jumlah pemesanan kembali yang optimal untuk setiap produk. Pada alat bantu ini dirancang formulasi *Excel* untuk menentukan alokasi waktu produksi sesuai dengan kebutuhan pemesanan kembali, sehingga akan diperoleh jumlah jam produksi yang harus dialokasikan termasuk kebutuhan jam lembur.

Dengan *template* yang telah disiapkan, proses pengoperasian alat bantu menjadi lebih sederhana dan mudah digunakan. Pengguna alat bantu (*production planner*) cukup memilih tanggal perencanaan produksi dan melakukan optimasi dengan menjalankan pemodelan *Solver* yang telah dirancang. Alat bantu proses perencanaan produksi dapat menghasilkan keputusan rencana produksi dengan cepat optimal, dan konsisten (terstandar). Unsur subjektifitas dari *production planner* dalam menentukan kuantitas pemesanan kembali dapat dikurangi, sehingga perencanaan yang dihasilkan akan konsisten sesuai dengan pemodelan yang dibuat.

3.4 Tahap Uji Numerik Model dan Sistem Pengambil Keputusan

Setelah proses perancangan model dan pengembangan sistem selesai, berikutnya adalah menguji alat bantu yang telah dibuat. Pada tahap ini akan dilakukan verifikasi antara penghitungan secara manual dengan hasil optimasi alat bantu yang dibuat. Tujuan dari tahap ini untuk memastikan bahwa pemodelan dan sistem

pengambil keputusan pada alat bantu yang dibuat tidak terdapat kesalahan. Apabila pengujian tersebut sudah terpenuhi, maka alat bantu dapat digunakan untuk melakukan proses pengendalian persediaan dan perencanaan produksi.

3.5 Tahap Analisa persediaan

Pada tahap ini akan dilakukan analisa persediaan dengan menggunakan data permintaan periode Q1 2019 yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai rasio pemenuhan permintaan dan total biaya yang dihasilkan oleh setiap metode. Analisa persediaan dilakukan menggunakan *Solver template* yang telah dirancang. Analisa persediaan bertujuan untuk menghitung total biaya (biaya simpan, biaya pergantian produk, biaya proses dan biaya selisih persediaan) dan rasio pemenuhan permintaan yang dihasilkan oleh masing-masing metode.

3.6 Pembahasan Hasil Analisa persediaan

Dari tahap analisa persediaan diperoleh total biaya dan rasio pemenuhan permintaan yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Hasil analisa persediaan akan dibahas dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari setiap metode untuk menentukan metode yang paling sesuai bagi PT. Mortars.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah proses analisa selesai, maka akan dibuat kesimpulan mengenai hasil penelitian dan penentuan metode pengendalian persediaan dan perencanaan produksi yang akan digunakan. Apabila terdapat proses perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian, akan disampaikan sebagai saran untuk penelitian atau proses perbaikan selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN ALAT BANTU

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian, kemudian dilakukan pengolahan data untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah pengolahan data selesai akan dilakukan perancangan model dan sistem pengambilan keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi.

4.1 Pengumpulan Data

Sesuai dengan yang telah dijelaskan dalam metodologi penelitian pada bab 3, bahwa dalam penelitian ini dibutuhkan data permintaan, data biaya pergantian produk, data biaya penyimpan, data parameter persediaan, dan biaya-biaya lainnya yang akan dibahas sebagai berikut:

4.1.1 Permintaan Produk

Tabel 4-1 adalah data permintaan periode kuartal pertama (Q1) yang akan digunakan sebagai data untuk penelitian ini (hanya ditampilkan permintaan pada minggu pertama sebagai contoh). Data permintaan periode bulan Januari sampai dengan Maret 2019 dapat dilihat pada hasil analisa persediaan Lampiran 1, Lampiran 2 dan Lampiran 3 (lihat kolom DO pada masing-masing tabel).

Tabel 4-1 Permintaan pada Minggu Pertama Januari 2019

Demand	01/01/2019	02/01/2019	03/01/2019	04/01/2019	05/01/2019	06/01/2019	07/01/2019
Total	0	13603	15571	10484	8915	0	12708
MR-200-20KG			3395	302	775		1665
MR-200-40KG		490		500	695		
MR-202-40KG		706	500	650	300		900
MR-250-40KG		1985	470		700		351
MR-270-25KG				100			
MR-272-40KG							
MR-290-40KG							
MR-100-40KG		200	220	750			900
MR-101-40KG			137				
MR-301-40KG		120	396	109	1316		48
MR-302-50KG		8355	8231	4391	2648		4402
MR-380-40KG		2200	1919	1648	2327		1039
MR-382-40KG		1288	1780	300	315		1294
MR-400-25KG		200	925	1437	1420		2789
MR-402-40KG		1135	596	400	15		50
MR-410-25KG							

MR-420-25KG			310	18	374		55
MR-422-40KG			120	100			1200
MR-440-40KG							
MR-440-50KG			400	880	160		700
MR-443-40KG							
MR-445-40KG							
MR-450-40KG		100	406	100	100		50
MR-460W-25KG			31	266			
MR-480-25KG				85	90		
MR-485-25KG							
MR-700-25KG					150		
MR-800-20KG							181
MR-830-40KG		5	100				
MR-840-25KG							

4.1.2 Biaya Simpan

Biaya penyimpanan untuk setiap produk merupakan fraksi persentase biaya simpan terhadap harga pokok produk. Hasil diskusi bersama *team supply chain* dan *team finance* PT. Mortars, rata-rata fraksi persentase biaya simpan tiap produk adalah 30% per tahun per kantong atau 2.5% per bulan per kantong dari harga pokok produk. Besar biaya simpan tiap produk dapat dilihat pada Tabel 4-2.

4.1.3 Biaya Pergantian Produk (Biaya Set-Up)

Biaya pergantian produk merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dikarenakan pekerja dan mesin berhenti beroperasi untuk persiapan produksi tipe produk berikutnya. Besar biaya ini bergantung pada lama waktu berhenti selama pergantian produk dilakukan. Komponen biaya yang menjadi pertimbangan penentuan biaya pergantian produk ini adalah biaya pekerja dan biaya energi. Pekerja akan tetap dibayar meski tidak menghasilkan *output*, biaya ditentukan Rp. 20.809,- per jam per orang. Begitu juga dengan energi, energi listrik akan tetap dikonsumsi selama proses pergantian produk dengan biaya Rp. 259.000,- per jam. Pada penelitian ini terdapat dua macam biaya pergantian produk yaitu biaya pergantian produk (produk sejenis) dan biaya *cleaning* acian (pergantian produk dari plasteran dan perekat ke acian).

Biaya pergantian produk terjadi pada saat pergantian produk plasteran dan perekat ke produk sejenis, pergantian produk acian ke produk sejenis, atau pergantian produk acian ke produk plasteran dan perekat. Saat proses pergantian produk, 12 operator dan seluruh mesin akan berhenti selama 10 menit. Biaya pekerja yang

dibutuhkan adalah $\text{Rp. } 20.809 \times 12 \text{ operator} \times 0,166 \text{ (10 menit)} = \text{Rp } 41.618$, dan biaya energi yang dibutuhkan $\text{Rp. } 259.200 \times 0,166 \text{ (10 menit)} = \text{Rp } 43.200$ sehingga biaya pergantian produk ini ditentukan $\text{Rp. } 84.818$.

Saat pergantian produk dari plasteran dan perekat ke produk acian, seluruh jalur produksi harus dibersihkan agar produk acian tidak terkontaminasi oleh pasir sisa residu produk plasteran dan perekat. Proses pergantian ini disebut *cleaning* acian. Proses *cleaning* acian dilakukan saat pergantian *shift* untuk mengurangi *utilisation loss* dan biaya. Proses *cleaning* membutuhkan 5 operator dengan rentang waktu 2 jam. Biaya pekerja yang dibutuhkan adalah $\text{Rp. } 20.809 \times 2$ (karena dikerjakan saat lembur) $\times 5 \text{ operator} \times 2 \text{ jam} = \text{Rp } 416.185$ dan biaya energi yang dibutuhkan $\text{Rp. } 259.200 \times 2 \text{ jam} = \text{Rp } 518.400$ sehingga biaya *cleaning* acian diperoleh $\text{Rp } 934.585$.

Dalam penghitungan EPQ, besar biaya *cleaning* acian akan diperhitungkan sebagai biaya tambahan dalam perhitungan biaya pergantian produk acian. Perhitungan dilakukan dengan cara mengestimasi frekuensi *cleaning* acian selama Q1 2019 yaitu 12 kali (frekuensi 4 kali dalam satu bulan). Dengan 12 kali *cleaning* acian, biaya yang dibutuhkan adalah $12 \times \text{Rp } 934.585 = \text{Rp } 11.215.020$. Besar biaya ini dibagi dengan jumlah permintaan produk acian selama kuartal pertama 217.024 kantong, sehingga biaya *cleaning* acian diperoleh $\text{Rp. } 51,7$ per kantong. Besar biaya pergantian per produk untuk penghitungan EPQ dapat dilihat pada Tabel 4-2.

4.1.4 Biaya Proses

Biaya proses adalah biaya yang dibutuhkan untuk memroses tiap produk dari bahan mentah menjadi barang jadi. Besar biaya dihitung dari biaya pekerja dan biaya energi yang nilainya telah disebutkan pada pembahasan biaya pergantian produk. Biaya pekerja dihitung dari $\text{Rp. } 20.809 \times 12 \text{ operator} = \text{Rp. } 249.711$ dan biaya energi $\text{Rp. } 259.200$ sehingga diperoleh biaya proses $\text{Rp. } 508.911$ per jam (jam kerja normal), sedangkan biaya proses saat jam lembur ditentukan $\text{Rp. } 758.622$ per jam, dikarenakan pada jam lembur pekerja akan dibayar dua kali lipat dari biaya jam kerja normal. Besar biaya proses tiap produk dapat dilihat pada Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Biaya Pergantian Produk, Biaya Simpan dan Biaya Proses

Produk	Biaya pergantian produk (<i>set-up</i>)	Biaya simpan	Biaya Proses	
			Jam kerja normal	Jam kerja lembur
Satuan	Rp/ <i>set-up</i>	Rp/ kantong	Rp/ kantong	Rp/ kantong
MR-200-20KG	129.415	3.798	424	632
MR-200-40KG	113.964	7.534	541	807
MR-202-40KG	118.356	4.500	541	807
MR-250-40KG	131.276	3.375	606	903
MR-270-25KG	91.743	7.875	606	903
MR-272-40KG	96.756	10.200	606	903
MR-290-40KG	91.950	8.400	509	759
MR-100-40KG	84.818	3.375	474	706
MR-101-40KG	84.818	4.695	474	706
MR-301-40KG	84.818	4.330	474	706
MR-302-50KG	84.818	2.138	477	710
MR-380-40KG	84.818	5.693	474	706
MR-382-40KG	84.818	3.375	474	706
MR-400-25KG	84.818	6.225	396	591
MR-402-40KG	84.818	5.063	474	706
MR-410-25KG	84.818	14.884	1.272	1.897
MR-420-25KG	84.818	4.268	396	591
MR-422-40KG	84.818	3.741	474	706
MR-440-40KG	84.818	4.002	474	706
MR-440-50KG	84.818	2.363	530	790
MR-443-40KG	84.818	5.250	477	710
MR-445-40KG	84.818	6.978	474	706
MR-450-40KG	84.818	3.600	474	706
MR-460W-25KG	84.818	20.720	1.272	1.897
MR-480-25KG	84.818	12.730	480	716
MR-485-25KG	84.818	16.180	1.060	1.580
MR-700-25KG	84.818	7.595	396	591
MR-800-20KG	84.818	4.020	474	706
MR-830-40KG	84.818	9.750	509	759
MR-840-25KG	84.818	6.094	606	903

4.1.5 Biaya Selisih Persediaan

Pada proses analisa persediaan yang akan dilakukan, terdapat penghitungan biaya selisih persediaan. Selisih persediaan ini terjadi akibat jumlah produksi tidak sama dengan jumlah permintaan, sehingga jumlah persediaan dapat bertambah atau berkurang pada saat akhir periode. Selisih persediaan ini perlu diperhitungkan sebagai komponen biaya karena mempengaruhi biaya proses. Perhitungan biaya selisih persediaan dilakukan dengan mengalikan jumlah selisih persediaan awal dan akhir periode dengan biaya proses pada jam lembur. Penggunaan biaya proses pada jam lembur dikarenakan jumlah rata-rata kebutuhan jam kerja produksi melebihi jam kerja normal (>16 jam).

4.1.6 Rasio Pemenuhan Permintaan (*order fulfillment rate*)

Salah satu indikator keberhasilan operasional PT. Mortars adalah OTIF (*On Time In Full*) yang merupakan rasio antara pengiriman tepat waktu dibandingkan dengan total pengiriman. PT. Mortars menentukan kebijakan penjualan yaitu produk akan dikirimkan dalam jangka waktu 24 jam setelah permintaan pembelian diinput kedalam sistem oleh administrator penjualan dan dikatakan terlambat apabila melebihi batas waktu tersebut. Dalam kasus ini mekanisme perhitungan OTIF dinilai sama dengan mekanisme penghitungan rasio pemenuhan permintaan. Besar nilai OTIF yang telah ditentukan oleh manajemen PT. Mortars adalah sebesar 95%. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan *service level* yang akan digunakan dalam perhitungan parameter persediaan metode usulan serta digunakan sebagai target rasio pemenuhan permintaan yang ingin dicapai.

4.1.7 Utilisation Loss

Utilisation loss adalah kondisi lini produksi berhenti karena terjadi permasalahan pada jam kerja normal. *Utilisation loss* terjadi karena gudang tidak dapat menampung produk atau jumlah kebutuhan jam kerja untuk memenuhi pemesanan kembali kurang dari jumlah jam kerja normal. *Utilisation loss* merupakan salah satu bentuk pemborosan biaya, dikarenakan pekerja akan tetap dibayar (sudah dihitung pada biaya proses) meskipun tidak menghasilkan *output* produksi.

4.2 Pengolahan Data

Setelah seluruh data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terkumpul, tahap berikutnya adalah pengolahan data sesuai dengan metodologi yang telah ditentukan. *Output* hasil observasi dan pengumpulan data diperoleh ide untuk melakukan perbaikan metode dan parameter persediaan. Pada dasarnya metode pengendalian persediaan PT. Mortars menyerupai metode *periodic review system* karena memiliki periode peninjauan (R) dan target tingkat persediaan (S), hanya saja parameter tingkat persediaan tidak ditentukan berdasarkan metode yang seharusnya. Oleh karena itu, salah satu fokus penelitian ini adalah usulan perbaikan sistem pengendalian persediaan dengan penerapan metode (R, S) dan (R, s, S). Parameter persediaan akan diperbaiki dengan perhitungan sesuai metode usulan.

4.2.1 Metode dan Parameter Pengendalian Persediaan PT. Mortars

Dari hasil observasi metode pengendalian persediaan dan pemesanan kembali yang digunakan oleh PT. Mortars (metode eksisting), diperoleh kesimpulan bahwa metode tersebut menyerupai metode *periodic review system* (R, S). Hal ini dikarenakan *update* tingkat persediaan dan proses perencanaan produksi dilakukan setiap hari untuk produk plasteran dan perekat, satu minggu sekali untuk produk acian (periode peninjauan (R)). Akan tetapi, parameter persediaan yang digunakan bukanlah target persediaan (S) sebagaimana telah dijelaskan pada bab 2, parameter persediaan yang digunakan adalah nilai *inventory days of supply* yaitu jumlah tingkat persediaan dalam satuan hari untuk setiap produk.

Tabel 4-3 Parameter *Inventory Days of Supply* PT. Mortars.

Produk	Rata-rata permintaan	Inventory days	Inventory days of supply
Satuan	kantong/ hari	hari	kantong
Total	15.260		61.344
MR-200-20KG	568	6	3.408
MR-200-40KG	601	6	3.606
MR-202-40KG	462	6	2.772
MR-250-40KG	762	6	4.572
MR-270-25KG	98	15	1.470
MR-272-40KG	231	6	1.386
MR-290-40KG	118	8	944
MR-100-40KG	251	5	1.255
MR-101-40KG	14	6	84
MR-301-40KG	1.161	2	2.322
MR-302-50KG	4.614	3	13.842
MR-380-40KG	2.227	3	6.681
MR-382-40KG	727	3	2.181
MR-400-25KG	1.395	3	4.185
MR-402-40KG	258	5	1.290
MR-410-25KG	10	30	300
MR-420-25KG	411	4	1.644
MR-422-40KG	51	6	306
MR-440-40KG	26	15	390
MR-440-50KG	443	4	1.772
MR-443-40KG	93	2	186
MR-445-40KG	29	15	435
MR-450-40KG	316	4	1.264
MR-460W-25KG	69	15	1.035
MR-480-25KG	148	6	888
MR-485-25KG	48	4	192
MR-700-25KG	27	30	810
MR-800-20KG	50	30	1.500
MR-830-40KG	46	12	552
MR-840-25KG	6	12	72

Parameter persediaan dihitung dari jumlah permintaan tertinggi pada bulan tertentu dalam periode satu tahun (data permintaan periode tahun 2018) dibagi dengan total hari kerja efektif dalam satu bulan (22 hari kerja) menjadi nilai rata-rata persediaan per hari. Nilai rata-rata ini dikalikan dengan jumlah hari persediaan sesuai dengan kesepakatan manajemen. Parameter persediaan eksisting tidak memperhitungkan fluktuasi permintaan, serta tidak terdapat persediaan pengaman, sehingga mengakibatkan kelebihan persediaan pada produk yang tidak terdapat permintaan, dan kekurangan stok untuk produk yang terdapat permintaan. Tabel 4-3 adalah daftar parameter persediaan *inventory days of supply* yang digunakan PT. Mortars sebagai parameter persediaan.

4.2.2 Parameter Persediaan *Periodic Review System* (R, S)

Metode (R, S) yang sering disebut dengan metode pengendalian persediaan T-system adalah sebuah metode pengendalian persediaan dimana proses pemesanan kembali dilakukan setiap periode peninjauan (R) dengan kuantitas pemesanan sebesar (Q) yang merupakan selisih tingkat persediaan terhadap target persediaan (S). Berikut akan dilakukan perhitungan untuk menentukan besar nilai kedua parameter tersebut dengan menggunakan contoh perhitungan produk MR-302-50kg berdasarkan data permintaan periode Q1 2019:

a. Parameter Periode Peninjauan (R)

Pada penelitian ini rentang waktu periode peninjauan ditentukan selama 1 hari untuk produk plasteran dan perekat dan selama 1 minggu (6 hari) untuk produk acian. Penentuan periode ini disesuaikan dengan kondisi pengendalian persediaan saat ini. Tujuan dari periode peninjauan 1 hari untuk produk plasteran dan perekat agar PT. Mortars dapat lebih responsif dalam memenuhi permintaan pelanggan. Sedangkan periode peninjauan 1 minggu untuk produk acian ditujukan agar dapat mengurangi waktu pergantian produk dari plasteran dan perekat ke acian yang mencapai 2 jam. Produk MR-302-50kg merupakan produk plasteran sehingga periode peninjauannya adalah 1 hari.

b. Parameter Target Persediaan (S)

Untuk menentukan parameter target persediaan (S), digunakan formula sesuai tinjauan pustaka sebagai berikut:

$$\text{Target persediaan (S)} = d \times (l + R) + SS \dots \dots \dots (4.1)$$

dengan:

d = permintaan rata-rata

l = *lead time*

R = periode peninjauan

SS = persediaan pengaman

Tabel 4-4 Permintaan Produk MR-302-50kg Periode Q1 2019

Tanggal	Januari	Februari	Maret
1	-	6.160	3.423
2	8.355	4.717	4.535
3	8.231	-	-
4	4.391	4.465	4.166
5	2.648	5.822	4.104
6	-	2.646	5.438
7	4.402	4.842	960
8	3.045	5.585	5.361
9	3.657	9.249	4.050
10	5.730	-	-
11	4.617	3.925	6.024
12	3.145	5.502	6.707
13	-	7.863	9.309
14	6.300	4.540	8.264
15	5.567	6.410	9.127
16	6.160	3.700	2.314
17	6.800	-	-
18	7.613	5.530	2.515
19	200	3.576	8.864
20	-	6.226	10.989
21	4.125	7.539	9.324
22	6.030	6.180	6.286
23	5.840	4.578	1.290
24	4.966	-	-
25	6.441	6.009	6.440
26	2.665	5.877	4.517
27	-	6.115	5.128
28	3.038	6.316	7.042
29	6.998	-	6.805
30	4.535	-	2.510
31	4.746	-	-

Tabel 4-4 merupakan data permintaan periode Q1 2019 yang digunakan sebagai dasar perhitungan parameter target persediaan (S) produk MR-302-50kg. Dari data permintaan diatas dilakukan perhitungan parameter target persediaan sebagai berikut:

Tabel 4-5 Parameter Target Persediaan (S)

	Rata-rata permintaan	Standar Deviasi	Service Level (SL)	Safety Stock (SS)	Lead time (L)	Periode review (R)	Target Persediaan (S)
Satuan	kantong/hari	Kantong	%	Kantong	hari	Hari	kantong
Total	18.469	13.186		21.689			60.177
MR-200-20KG	863	748	95%	1.230,00	0,055	6	6.456
MR-200-40KG	564	734	95%	1.207,00	0,048	6	4.618
MR-202-40KG	649	378	95%	622,00	0,054	6	4.551
MR-250-40KG	899	511	95%	841,00	0,077	6	6.304
MR-270-25KG	134	134	95%	220,00	0,020	6	1.027
MR-272-40KG	231	227	95%	373,00	0,028	6	1.765
MR-290-40KG	138	172	95%	283,00	0,019	6	1.114
MR-100-40KG	468	343	95%	564,00	0,038	1	1.050
MR-101-40KG	122	91	95%	150,00	0,018	1	274
MR-301-40KG	1.055	915	95%	1.505,00	0,072	1	2.636
MR-302-50KG	5.383	2.078	95%	3.418,00	0,325	1	10.553
MR-380-40KG	2.194	1.655	95%	2.722,00	0,138	1	5.219
MR-382-40KG	850	534	95%	878,00	0,060	1	1.779
MR-400-25KG	1.519	1.396	95%	2.296,00	0,084	1	3.943
MR-402-40KG	459	289	95%	475,00	0,037	1	951
MR-410-25KG	49	54	95%	89,00	0,018	1	139
MR-420-25KG	577	645	95%	1.061,00	0,039	1	1.660
MR-422-40KG	158	180	95%	296,00	0,020	1	457
MR-440-40KG	139	159	95%	262,00	0,019	1	404
MR-440-50KG	589	533	95%	877,00	0,049	1	1.495
MR-443-40KG	93	45	95%	74,00	0,016	1	168
MR-445-40KG	133	153	95%	252,00	0,018	1	387
MR-450-40KG	306	244	95%	401,00	0,028	1	716
MR-460W-25KG	120	91	95%	150,00	0,029	1	274
MR-480-25KG	203	180	95%	296,00	0,022	1	504
MR-485-25KG	48	42	95%	69,00	0,017	1	118
MR-700-25KG	192	297	95%	489,00	0,020	1	685
MR-800-20KG	211	252	95%	415,00	0,023	1	631
MR-830-40KG	102	79	95%	130,00	0,017	1	234
MR-840-25KG	21	27	95%	44,00	0,012	1	65

- Rata – rata Permintaan (d)

Rata – rata permintaan produk MR-302-50kg periode Q1 2019 adalah 5.383 kantong/ hari

- *Leadtime* (l)

Leadtime yang diperlukan untuk membuat produk MR-302-50kg sejumlah rata-rata permintaan 5.383 kantong/hari, dengan laju produksi 1.068 kantong per jam

senilai 5,04 jam. Waktu pergantian produk yang dibutuhkan 10 menit atau setara dengan 0,17 jam. Dengan jam kerja normal 16 jam per hari, maka *leadtime* setara dengan 0,325 hari.

- Periode Peninjauan (R)

Periode peninjauan produk MR-302-50kg adalah 1 hari.

- Persediaan Pengaman /*Safety Stock* (SS)

Nilai persediaan pengaman diperoleh dari standar deviasi permintaan produk MR-302-50kg senilai 2.078 kantong dikalikan dengan nilai *service level* 95% senilai 1,645. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai persediaan pengaman 3.418 kantong.

- Parameter Persediaan (S)

Setelah seluruh komponen penghitungan diperoleh, maka nilai target persediaan dapat ditentukan sebagai berikut: Target Persediaan (S) = $(5.383) \times (0,325 + 1) + (3148) = 10.553$, sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah persediaan selama rentang periode peninjauan produk MR-302-50kg adalah 10.553 kantong. Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan parameter target persediaan produk lainnya dengan hasil sebagai berikut:

4.2.3 Parameter Persediaan *Periodic Review System* (R, s, S)

Metode (R, s, S) adalah metode pengendalian persediaan gabungan antara *periodic review system* (R, S) dan *continous review system* (s, S). Metode (R, s, S) memiliki 2 parameter tingkat persediaan, yaitu parameter tingkat persediaan minimum (s) dan parameter persediaan maksimum (S). Pada metode (R, S) tidak terdapat parameter persediaan minimum (titik pemesanan kembali/ ROP).

Proses pemesanan kembali dilakukan apabila saat periode peninjauan jumlah tingkat persediaan lebih kecil atau sama dengan parameter persediaan minimum (s). Jumlah pemesanan kembali ditentukan sebesar (Q) yang merupakan selisih antara tingkat persediaan terhadap persediaan maksimum (S). Apabila saat periode peninjauan telah tiba dan tingkat persediaan lebih besar dibandingkan persediaan minimum (s), maka tidak dilakukan pemesanan kembali. Selanjutnya dilakukan

perhitungan untuk menentukan besar nilai kedua parameter dengan menggunakan contoh produk MR-302-50kg dan data permintaan periode Q1 2019:

a. Parameter Periode Peninjauan (R)

Pada penelitian ini, rentang waktu periode peninjauan ditentukan selama 1 hari untuk produk plasteran dan perekat dan acian.

b. Parameter Titik Pemesanan Kembali (ROP/ s)

Untuk menentukan parameter target persediaan (S), digunakan formula sesuai tinjauan pustaka sebagai berikut:

$$ROP (s) = d \times l + SS \dots\dots\dots(4.2)$$

dengan:

d = permintaan rata-rata

l = *lead time*

SS = persediaan pengaman

Berdasarkan data permintaan periode Q1 2019 pada Tabel 4-4, maka diperoleh nilai parameter persediaan sebagai berikut:

- Rata – rata permintaan (d)
Rata – rata permintaan produk MR-302-50kg periode Q1 2019 sejumlah 5.383 kantong/ hari.
- *Leadtime* (l)
Leadtime yang diperlukan untuk membuat produk MR-302-50kg sejumlah rata-rata permintaan 5.383 kantong/ hari, dengan laju produksi 1.068 kantong per jam adalah 5,04 jam. Waktu yang dibutuhkan untuk pergantian produk yaitu 10 menit atau setara dengan 0,17 jam. Dengan jam produksi normal 16 jam per hari, perhitungan *leadtime* setara 0,325 hari.
- Persediaan pengaman/ *Safety Stock* (SS)
Nilai persediaan pengaman diperoleh dari standar deviasi permintaan produk MR-302-50kg senilai 2.078 dikalikan dengan nilai *service level* 95% senilai 1,645. Hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai persediaan pengaman 3.418 kantong.
- Titik pemesanan kembali (ROP/ s)

Setelah seluruh komponen penghitungan diperoleh, nilai titik pemesanan kembali dapat ditentukan sebagai berikut: titik pemesanan kembali (s) = (5.383) x (0,325) + (3.418) = 5.170, sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah persediaan selama rentang periode peninjauan produk MR-302-50kg adalah 5.170 kantong. Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan parameter titik pemesanan kembali untuk produk lainnya. Berikut hasil perhitungan yang diperoleh:

Tabel 4-6 Parameter Titik Pemesanan Kembali (s)

Produk	Rata-rata permintaan	Standar Deviasi	Service Level (SL)	Safety Stock (SS)	Lead time (L)	Persediaan minimum (s)
Satuan	Kantong/ hari	kantong	%	kantong	hari	Kantong
Total	18.469	13.186		21.689		24.318
MR-200-20KG	863	748	95%	1230	0,055	1278
MR-200-40KG	564	734	95%	1207	0,048	1234
MR-202-40KG	649	378	95%	622	0,054	657
MR-250-40KG	899	511	95%	841	0,077	910
MR-270-25KG	134	134	95%	220	0,020	223
MR-272-40KG	231	227	95%	373	0,028	379
MR-290-40KG	138	172	95%	283	0,019	286
MR-100-40KG	468	343	95%	564	0,038	582
MR-101-40KG	122	91	95%	150	0,018	152
MR-301-40KG	1055	915	95%	1505	0,072	1581
MR-302-50KG	5383	2078	95%	3418	0,325	5170
MR-380-40KG	2194	1655	95%	2722	0,138	3025
MR-382-40KG	850	534	95%	878	0,060	929
MR-400-25KG	1519	1396	95%	2296	0,084	2424
MR-402-40KG	459	289	95%	475	0,037	492
MR-410-25KG	49	54	95%	89	0,018	90
MR-420-25KG	577	645	95%	1061	0,039	1083
MR-422-40KG	158	180	95%	296	0,020	299
MR-440-40KG	139	159	95%	262	0,019	265
MR-440-50KG	589	533	95%	877	0,049	906
MR-443-40KG	93	45	95%	74	0,016	75
MR-445-40KG	133	153	95%	252	0,018	254
MR-450-40KG	306	244	95%	401	0,028	410
MR-460W-25KG	120	91	95%	150	0,029	154
MR-480-25KG	203	180	95%	296	0,022	301
MR-485-25KG	48	42	95%	69	0,017	70
MR-700-25KG	192	297	95%	489	0,020	493
MR-800-20KG	211	252	95%	415	0,023	420
MR-830-40KG	102	79	95%	130	0,017	132
MR-840-25KG	21	27	95%	44	0,012	44

c. Parameter Persediaan Maksimum (S) dan EPQ (Q)

Nilai persediaan maksimum (S) merupakan penjumlahan titik pemesanan kembali (s) dan EPQ (Q). Oleh karena itu, diperlukan perhitungan EPQ sebelum melakukan perhitungan maksimum stok.

$$EPQ (Q) = \sqrt{\frac{2DS}{(1-\frac{d}{p})H}} \dots\dots\dots(4.3)$$

dengan:

D = permintaan per periode

S = biaya pergantian produk per unit

P = laju produksi per periode

d = laju permintaan per periode

H = biaya penyimpanan per periode

Dari data yang telah dijelaskan sebelumnya, maka komponen perhitungan EPQ untuk produk MR-302-50kg dapat ditentukan sebagai berikut:

- **Permintaan Periode Q1 2019**
Permintaan produk MR-302-50kg periode Q1 adalah 409.109 kantong.
- **Biaya Pergantian Produk**
Biaya pergantian produk MR-302-50kg ditentukan Rp. 84.818.
- **Biaya Penyimpanan**
Biaya penyimpanan produk MR-302-50kg ditentukan Rp. 2.138.
- **Laju Produksi**
Laju produksi periode Q1 ditentukan 493.748 kantong (total kapasitas produksi 1 bulan).
- **Laju Permintaan**
Laju permintaan periode Q1 ditentukan 335.033 kantong (rata-rata permintaan per bulan periode Q1)
- **EPQ (Q)**
Berikut adalah perhitungan EPQ untuk produk MR-302-50kg.

$$EPQ = \sqrt{(2 \times 409.109 \times 84.818) / ((1 - 493.748 / 335.033) \times 2.138)}$$

$$EPQ = 10.049 \text{ kantong.}$$
 Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan parameter EPQ untuk produk lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.7

- Persediaan Maksimum (S)

Setelah nilai EPQ untuk setiap produk diketahui, maka perhitungan persediaan maksimum dapat dilakukan dengan menjumlahkan ROP dan EPQ. Produk MR-302-50kg memiliki ROP 5.170 kantong dan EPQ 10.049 kantong, sehingga nilai persediaan maksimum produk MR-302-50kg adalah 15.219 kantong. Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan parameter persediaan maksimum untuk produk lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4-7 Parameter EPQ (Q) dan Persediaan Maksimum (S)

Produk	Total permintaan Q1 2019	Biaya pergantian produk (<i>set-up</i>)	Biaya simpan	EPQ (Q)	Persediaan maksimum (S)
Satuan	Kantong	Rp/ set-up	Rp/ kantong	kantong	kantong
Total	1.222.032			52.783	77.101
MR-200-20KG	57.820	129.415	3.798	3.501	4.779
MR-200-40KG	37.216	113.964	7.534	1.871	3.105
MR-202-40KG	48.056	118.356	4.500	2.804	3.461
MR-250-40KG	64.742	131.276	3.375	3.958	4.868
MR-270-25KG	3.477	91.743	7.875	502	725
MR-272-40KG	3.233	96.756	10.200	437	816
MR-290-40KG	2.480	91.950	8.400	411	697
MR-100-40KG	25.297	84.818	3.375	1.989	2.571
MR-101-40KG	3.546	84.818	4.695	631	783
MR-301-40KG	70.706	84.818	4.330	2.935	4.516
MR-302-50KG	409.109	84.818	2.138	10.049	15.219
MR-380-40KG	164.530	84.818	5.693	3.905	6.930
MR-382-40KG	64.632	84.818	3.375	3.179	4.108
MR-400-25KG	107.847	84.818	6.225	3.023	5.447
MR-402-40KG	30.776	84.818	5.063	1.791	2.283
MR-410-25KG	97	84.818	14.884	59	149
MR-420-25KG	34.028	84.818	4.268	2.051	3.134
MR-422-40KG	8.062	84.818	3.741	1.066	1.365
MR-440-40KG	1.390	84.818	4.002	428	693
MR-440-50KG	36.502	84.818	2.363	2.855	3.761
MR-443-40KG	371	84.818	5.250	193	268
MR-445-40KG	2.534	84.818	6.978	438	692
MR-450-40KG	19.254	84.818	3.600	1.680	2.090
MR-460W-25KG	3.367	84.818	20.720	293	447
MR-480-25KG	7.900	84.818	12.730	572	873
MR-485-25KG	818	84.818	16.180	163	233
MR-700-25KG	4.599	84.818	7.595	565	1.058
MR-800-20KG	5.920	84.818	4.020	881	1.301
MR-830-40KG	3.575	84.818	9.750	440	572
MR-840-25KG	148	84.818	6.094	113	157

4.3 Tahap Perancangan Model dan Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan

Setelah proses pengumpulan dan pengolahan data selesai, langkah berikutnya adalah melakukan perancangan model dan sistem pengambilan keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi untuk membuat proses pemesanan kembali dapat terotomasi dan menghasilkan keputusan perencanaan yang optimal. Hal ini dikarenakan banyaknya varian produk yang diproduksi, adanya batasan kapasitas produksi, batasan kapasitas gudang, dan prioritas pengerjaan. Proses pembuatan perencanaan produksi secara manual akan membutuhkan waktu yang lama, tidak konsisten dan bergantung pada kemampuan *production planner*.

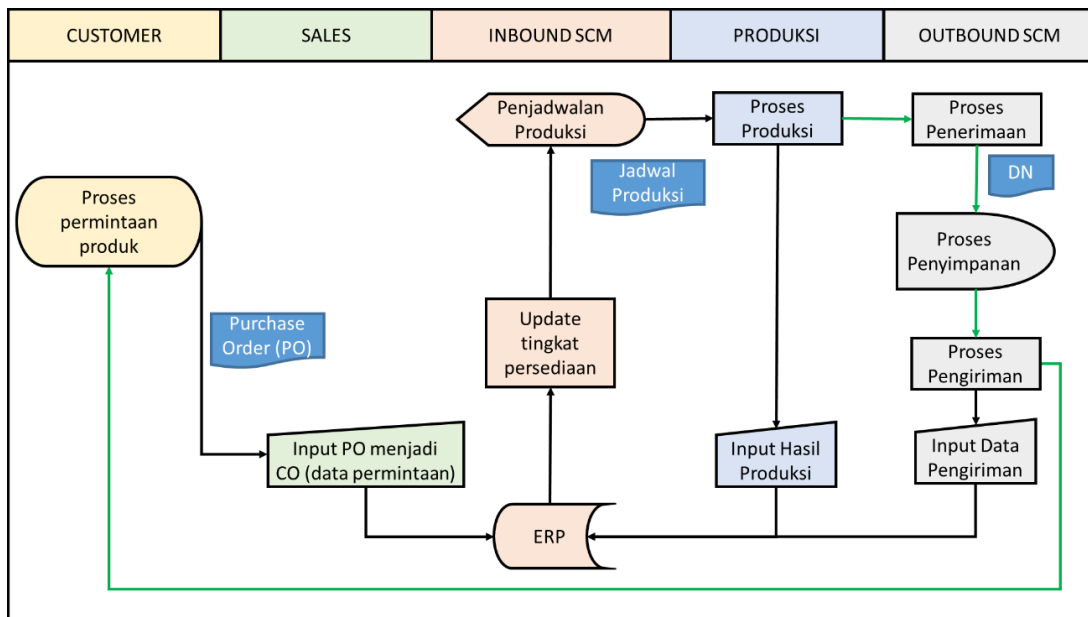
Proses pemesanan kembali dapat dikerjakan dengan mudah, efisien dan konsisten jika didukung oleh alat bantu. Alat bantu ini, dirancang menggunakan pendekatan *linear programming* dengan perangkat lunak berbasis *Microsoft Excel*. Pada /tahap perancangan dan pengembangan sistem pengambil keputusan terdapat 3 aktifitas utama, yaitu penggambaran sistem eksisting, perancangan model dan pengembangan sistem pengambil keputusan. Berikut aktifitas yang dilakukan pada ketiga tahap tersebut:

4.3.1 Penggambaran dan Analisa Sistem Eksisting

Sebelum merancang sistem pendukung pengambil keputusan, maka perlu dilakukan pengenalan terhadap sistem yang ada saat ini. Oleh karena itu, dilakukan penggambaran kondisi saat ini secara konseptual untuk mengetahui hubungan antar entitas yang terlibat didalamnya (aliran data, aliran proses, beserta bentuk perbaikan yang sesuai apabila diperlukan). Berikut adalah data *flow diagram* proses pengendalian persediaan dan perencanaan produksi PT. Mortars.

Dari data *flow diagram* Gambar 4-1, pada kondisi eksisting proses pengendalian persediaan dan pemesanan kembali dilakukan secara manual, tidak terdapat proses optimasi dan otomasi. Terdapat 2 fokus usulan perbaikan yaitu perbaikan parameter persediaan dan mekanismepengendalian persediaan (sistem pemesanan kembali / perencanaan produksi). Perbaikan parameter persediaan dengan pendekatan *periodic review system* (R, S) dan (R, s, S) telah dibahas pada sub bab 4.2.1 dan 4.2.2.

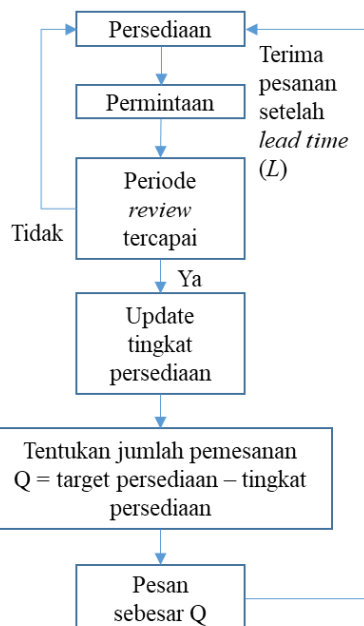
Perbaiki sistem pemesanan kembali dengan pendekatan *linear programming* akan dibahas pada sub bab 4.3.2.



Gambar 4-1 Data Flow Diagram Proses Perencanaan Produksi

4.3.2 Perancangan Model Pengambilan Keputusan

Setelah mengetahui sistem eksisting, selanjutnya dilakukan perancangan perbaikan sistem pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi dengan tahapan pemesanan kembali sebagai berikut (contoh metode: R, S):



Gambar 4-2 Tahap Pemesanan Kembali Pada Periodic Review System (R, S)

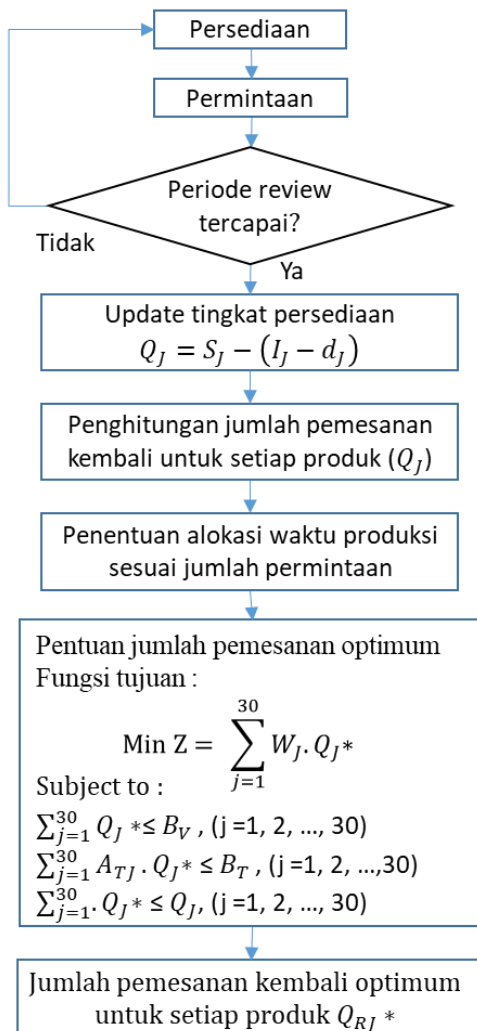
Gambar 4-2 menunjukkan tahap pemesanan kembali pada metode *periodic review* (R, S) untuk satu jenis produk. Pada penelitian ini terdapat 30 jenis produk yang diproduksi menggunakan satu mesin yang sama. Sehingga proses pemesanan kembali yang dilakukan secara manual tidak efisien karena membutuhkan waktu pengerjaan yang lama, tidak konsisten dan bergantung pada pengalaman *production planner*, tidak terdapat proses optimasi untuk menghasilkan perencanaan produksi yang optimal. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi dengan mempertimbangkan proses optimasi. Pada penelitian ini, pendekatan *linear programming* digunakan untuk menghasilkan perencanaan produksi (pemesanan kembali optimal) secara otomatis.

Pada proses pemesanan kembali dengan pendekatan *linear programming* yang dibuat, terdapat batasan kapasitas produksi dan kapasitas penyimpanan. Kapasitas produksi akan bergantung pada alokasi waktu produksi, sedangkan kapasitas penyimpanan merupakan selisih antara tingkat persediaan terhadap kapasitas penyimpanan maksimum (kapasitas gudang). Jumlah pemesanan kembali tidak boleh melebihi alokasi waktu produksi dan sisa kapasitas penyimpanan, sehingga tidak semua pemesanan kembali dapat diproduksi.

Proses alokasi waktu produksi dilakukan dengan kalkulasi secara otomatis menggunakan formulasi *Excel*. Formulasi untuk menentukan alokasi waktu produksi ditentukan dengan memilih mode jam kerja terdekat, dibawah kebutuhan pemenuhan pesanan kembali menggunakan fungsi =IF. Jam kerja dihari Senin sampai Jumat dapat menggunakan jam kerja normal 16 jam, jam kerja *long shift* 19 jam (lembur 1 *shift*) atau jam kerja *long shift* 22 jam (lembur 2 *shift*). Sedangkan untuk hari Sabtu dan Minggu dapat menggunakan pilihan jam kerja lembur 4 jam, 8 jam, 12 jam, 16 jam, 19 jam atau 22 jam. Sebagai contoh, jika waktu produksi untuk menyelesaikan pemesanan kembali yang dibutuhkan adalah 20,8 jam, maka akan dialokasikan waktu produksi 19 jam.

Pemodelan *linear programming* dibuat dengan fungsi tujuan untuk meminimalkan bobot total pemesanan kembali. Pembobotan ini merupakan jumlah dari perkalian antara jumlah Q optimal (hasil optimasi) dikalikan dengan bobot prioritas untuk setiap produk. Dalam pembobotan prioritas, semakin besar prioritas produk untuk dilakukan pemesanan kembali, maka akan semakin kecil nilai

pembobotannya. Hal ini ditujukan agar produk dengan tingkat urgensi tinggi akan diprioritaskan untuk diproduksi, sehingga tidak terjadi kekurangan produk. Dengan demikian, rasio pemenuhan permintaan dapat diperbaiki.



Gambar 4-3 Diagram Alir Keputusan Perencanaan Produksi

Pemodelan *linear programming* dirancang menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan fungsi *Solver Add-ins*, diperlukan *template* untuk mentransformasikan pemodelan *linear programming* kedalam formula *Excel* dan pemodelan *Solver*. Gambar 4-3 menunjukkan diagram alir keputusan perencanaan produksi dengan pendekatan *periodic review system (R, S)* dan *linear programming*. Berikut formulasi *linear programming* dari program yang dibuat:

Fungsi tujuan:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^{30} W_j \cdot Q_j^* \dots\dots\dots(4-1)$$

Fungsi tujuan tersebut ditujukan untuk meminimumkan total pembobotan prioritas (Z) yang merupakan perkalian antara parameter bobot prioritas produk (W_j) dengan variabel keputusan yaitu jumlah produksi optimal (Q_j^*) agar rencana produksi yang dibuat sesuai dengan prioritas produksi. Bobot prioritas produk (W_j) dibuat berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bobot Urgensi

Ketika tingkat persediaan produk (I_j) < permintaan produk (d_j), maka harus dilakukan produksi untuk memenuhi permintaan karena persediaan tidak mencukupi dan akan menyebabkan kekurangan produk. Semakin besar kekurangan I_j terhadap d_j semakin kecil nilai *ranking* pembobotannya.

2. Bobot Kuantitas

Jika pembobotan urgensi telah dilakukan, maka tidak ada lagi produk *urgent* yang harus diproduksi. Tingkat persediaan produk (I_j) > permintaan produk (d_j). Perencanaan produksi akan dilakukan berdasarkan *ranking* jumlah pemesanan kembali (Q_j). Semakin besar kuantitas pemesanan kembali, maka semakin kecil nilai *ranking* pembobotannya.

Batasan (*Constraint*):

a) Batasan Kapasitas Penyimpanan

$$\sum_{j=1}^{30} Q_j^* \leq B_V, (J=1, 2, \dots, 30) \dots\dots\dots 4-2$$

Batasan ini ditujukan agar hasil akhir perencanaan produksi tidak melebihi kapasitas gudang tersedia, jumlah pemesanan kembali optimum tidak boleh melebihi sisa kapasitas penyimpanan tersedia. Sehingga akan diperoleh hasil tidak optimal jika total kuantitas perencanaan produksi optimum ($\sum_{j=1}^{30} Q_j^*$) melebihi sisa kapasitas penyimpanan tersedia.

b) Batasan Alokasi Waktu Produksi

$$\sum_{j=1}^{30} (A_j \times Q_j^*) \leq B_T, (J=1, 2, \dots, 30) \dots\dots\dots 4-3$$

Batasan ini ditujukan agar perencanaan produksi tidak melebihi alokasi waktu yang disediakan. Total nilai kebutuhan waktu produksi tiap produk dikalikan dengan kuantitas produksi optimal tiap produk tidak boleh

melebihi batasan alokasi waktu produksi. Sehingga akan diperoleh hasil yang tidak optimal jika total kuantitas perencanaan produksi optimum ($\sum_{j=1}^{30} Q_j^*$) melebihi sisa kapasitas penyimpanan tersedia. Terdapat 3 pilihan alokasi jam kerja yaitu, normal, lembur *long shift*, dan lembur Sabtu - Minggu. Durasi jam kerja untuk masing-masing jam kerja berturut-turut sebagai berikut:

- Jam Kerja Normal

Yaitu jam kerja pada hari Senin sampai Jumat dengan total jam kerja 16 jam (8 jam per *shift*).

- Jam Kerja Lembur *Long Shift*

Adalah jam kerja lembur Senin sampai Jumat dengan total jam kerja maksimal 22 jam (lembur 3 jam/ *shift*).

- Jam Kerja Lembur Sabtu dan Minggu

Pada hari Sabtu dan Minggu terdapat pilihan jam lembur dengan durasi waktu 4, 8, 11 jam untuk setiap *shift*.

c) Batasan Kuantitas Pemesanan Optimum

$$\sum_{j=1}^{30} Q_j^* \leq \sum_{j=1}^{30} Q_j \quad (J = 1, 2, \dots, 30) \dots\dots\dots(4-4)$$

Batasan ini ditujukan agar hasil perencanaan produksi tidak melebihi nilai target persediaan yang telah ditentukan. Nilai pemesanan kembali optimum harus lebih kecil dibandingkan jumlah pemesanan kembali sebelum proses optimasi.

dengan:

Q_j = jumlah pemesanan kembali produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$) dalam satuan kantong

S_j = target persediaan produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$) dalam satuan kantong

I_j = jumlah persediaan produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$) dalam satuan kantong

d_j = jumlah permintaan produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$) dalam satuan kantong

W_j = tingkat prioritas produksi produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$)

B_v = sisa kapasitas penyimpanan tersedia dalam satuan kantong

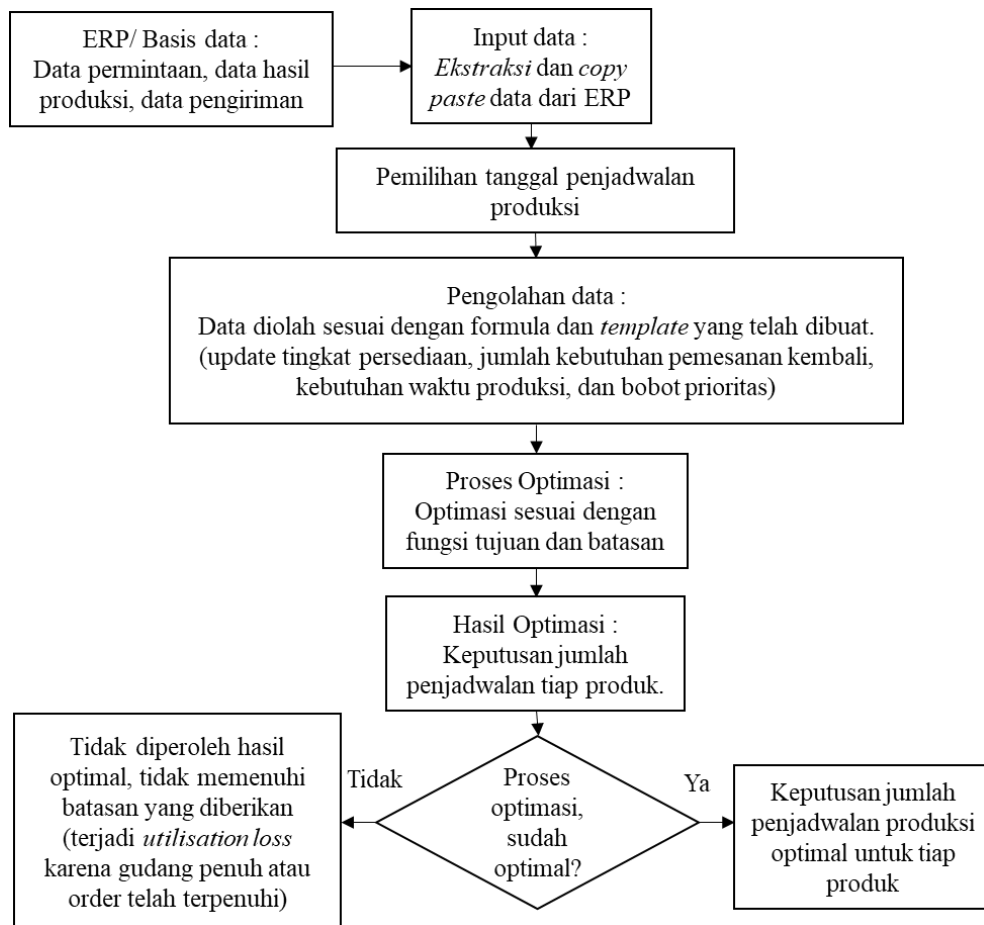
A_j = waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 produk J dalam satuan menit/ produk

B_T = alokasi waktu produksi yang disediakan dalam satuan menit

Q_j^* = jumlah produksi optimum produk J ($J = 1, 2, \dots, 30$) dalam satuan kantong

4.3.3 Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan

Pemodelan dibuat sebagai bagian dari proses optimasi alat bantu pengambil keputusan. Diperlukan sumber data dan pengolahan data untuk membentuk informasi yang akan digunakan dalam proses optimasi seperti data tingkat persediaan, permintaan, dan parameter persediaan. Dibutuhkan sistem untuk menjalankan fungsi-fungsi didalam alat bantu pengambil keputusan. Gambar 4-4 merupakan proses pengembangan sistem alat bantu pengambil keputusan yang telah dibuat:



Gambar 4-4 Sistem dan Proses Flowchart

Komponen-komponen dari sistem dan proses pengendalian persediaan dan pemesanan kembali pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- **ERP/ Basis Data**

Merupakan basis penyimpanan data (*database*) yang didalamnya terdapat data jumlah permintaan, jumlah produksi, jumlah pengiriman, tingkat persediaan untuk masing-masing produk.

- **Ekstraksi dan Copy Data (Input Data dari ERP ke Microsoft Excel):**

Data-data pada ERP akan digunakan sebagai inputan dari proses optimasi, sehingga perlu dilakukan proses *download/* ekstraksi data kedalam format *Microsoft Excel* (.xls). Tabel 4-8 merupakan contoh *database* hasil ekstraksi dari ERP.

Product Code	Size UOM	Qty_UOM	CO Created Date	Request Delivery Date
MR-302-50KG	50	160	28/12/2018	02/01/2019
MR-402-40KG	40	200	24/10/2018	02/01/2019
MR-302-50KG	50	160	27/12/2018	02/01/2019
MR-302-50KG	50	160	28/12/2018	02/01/2019
MR-382-40KG	40	16	31/12/2018	02/01/2019
MR-402-40KG	40	184	07/11/2018	02/01/2019
MR-302-50KG	50	150	15/10/2018	03/01/2019
MR-382-40KG	40	50	15/10/2018	03/01/2019
MR-380-40KG	40	250	20/12/2018	02/01/2019
MR-200-40KG	40	250	20/12/2018	02/01/2019

Tabel 4-8 Contoh Hasil Ekstraksi Database ERP

Hasil ekstraksi data ERP Tabel 4-8 selanjutnya akan dilakukan proses *copy* data kedalam *template* yang telah disediakan. Data tersebut akan diolah menjadi informasi melalui formula yang disiapkan pada *template* pengolahan data.

- **Pengolahan Data**

Data dari ERP tidak dapat langsung digunakan untuk melakukan optimasi. Untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan, data tersebut harus diolah dan diperoleh jumlah permintaan serta jumlah tingkat persediaan awal, sehingga *update* tingkat persediaan dapat dilakukan. Setelah *update* tingkat persediaan diperoleh, maka jumlah pemesanan kembali dapat diketahui dengan menghitung selisih *update* tingkat persediaan terhadap target persediaan (S) yang telah ditentukan pada sub bab 4.2.1 dan 4.2.2. Setelah jumlah pemesanan kembali untuk setiap produk diketahui, maka pembobotan prioritas pemesanan kembali dapat dilakukan. Nilai pembobotan prioritas akan digunakan sebagai dasar (fungsi tujuan) dari optimasi yang akan dilakukan. Proses pengolahan data tersebut dilakukan secara otomatis sesuai dengan *template* yang telah dibuat. Contoh *template* pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 4-5:

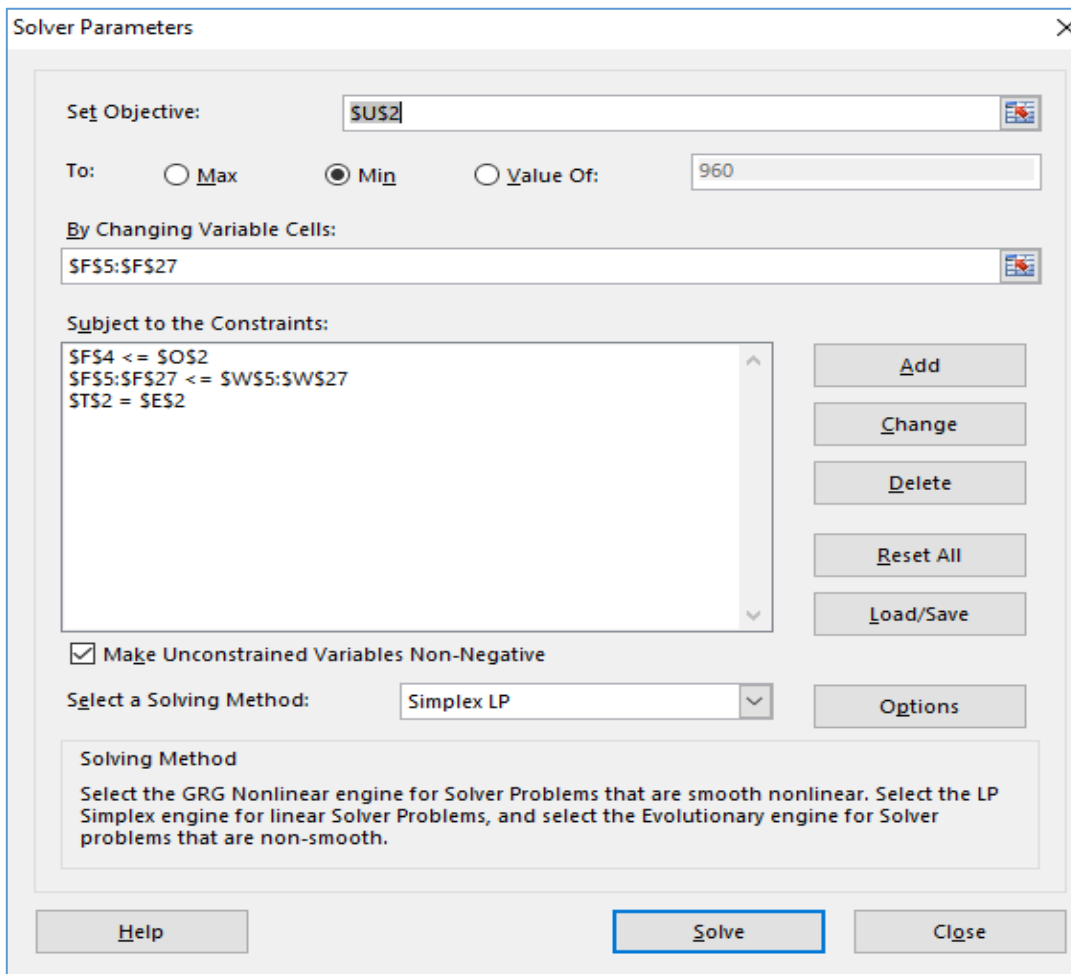
Tanggal		17/01/2019	Kamis	60.000	Kapasitas Penyimpanan		Penjadwalan produksi PT. MORTARS dengan metode pengendalian persediaan				
Alokasi jam produksi		16,0	16,0	16,0	22.291	Kapasitas simpan tersedia					
OEE		85%	12,0	14,5							
Kode produk	(S) Target stock	Stock awal	Permintaan	(Il) Tingkat persediaan	Pemesanan kembali	Kebutuhan jam produksi	Jadwal produksi	Bobot Prioritas produksi	Jam produksi	Total Bobot	
Total product	56.502	54.144	16.435	37.709	18.793	20,6					
Total sand product	34.182	31.824	13.413	18.411	15.771	17,0	14.820		16,0	34.617	
3 MR-100-40KG	1.045	1.045	-	1.045	-	-	-	13	-	-	
4 MR-101-40KG	273	273	-	273	-	-	-	13	-	-	
5 MR-301-40KG	2.624	2.424	250	2.174	450	0,5	450	7	0,5	3.150	
6 MR-302-50KG	10.497	10.497	6.800	3.697	6.800	7,5	6.800	1	7,5	6.800	
7 MR-380-40KG	5.197	5.197	3.264	1.933	3.264	3,6	3.264	2	3,6	6.528	
8 MR-382-40KG	1.770	900	618	282	1.488	1,6	1.488	4	1,6	5.952	
9 MR-400-25KG	3.927	3.818	1.485	2.333	1.594	1,5	1.594	3	1,5	4.782	
10 MR-402-40KG	946	588	300	288	658	0,7	658	5	0,7	3.290	
11 MR-420-25KG	1.654	1.158	26	1.132	522	0,5	206	6	0,2	1.235	
12 MR-422-40KG	455	455	150	305	150	0,2	-	11	-	-	
13 MR-440-40KG	402	402	-	402	-	-	-	13	-	-	
14 MR-440-50KG	1.488	1.488	360	1.128	360	0,4	360	8	0,4	2.880	
15 MR-443-40KG	167	167	-	167	-	-	-	13	-	-	
16 MR-445-40KG	386	336	-	336	50	0,1	-	12	-	-	
17 MR-450-40KG	713	663	160	503	210	0,2	-	10	-	-	
18 MR-480-25KG	501	501	-	501	-	-	-	13	-	-	
19 MR-700-25KG	683	683	-	683	-	-	-	13	-	-	
20 MR-800-20KG	629	629	-	629	-	-	-	13	-	-	
21 MR-830-40KG	233	8	-	8	225	0,3	-	9	-	-	
22 MR-840-25KG	65	65	-	65	-	-	-	13	-	-	
23 MR-485-25KG	117	117	-	117	-	-	-	13	-	-	
24 MR-460W-25KG	272	272	-	272	-	-	-	13	-	-	
25 MR-410-25KG	138	138	-	138	-	-	-	13	-	-	

Gambar 4-5 Contoh Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 4-5 dapat dilihat bahwa pada *template* pengolahan data memberikan informasi berupa jumlah persediaan awal, permintaan, tingkat persediaan, target persediaan, jumlah pemesanan kembali, kebutuhan jam produksi, dan bobot prioritas untuk setiap produk. Informasi ini selanjutnya akan menjadi dasar data untuk proses optimasi agar menghasilkan jumlah perencanaan produksi setiap produk sesuai pemodelan yang dibuat.

- **Proses Optimasi**

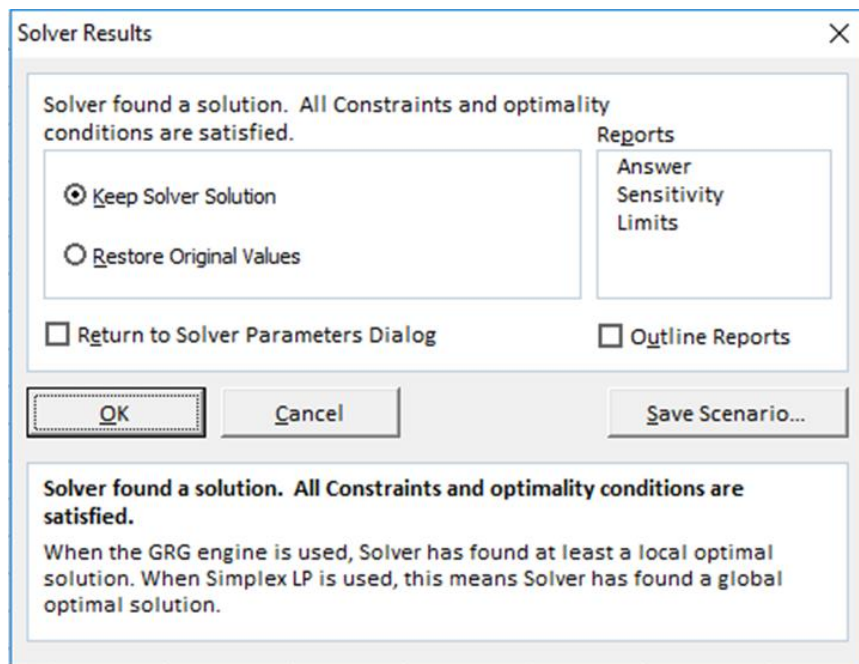
Proses optimasi dapat dilakukan dengan cara menentukan tanggal yang tersedia pada *template* yang telah dibuat (Gambar 4-5 baris tanggal), kemudian melakukan optimasi melalui *Solver Add-ins*. Dari Gambar 4-6, dapat dilihat *dialog box* dari pemrograman *Solver*, terdapat fungsi tujuan (*set objective*) dan batasan (*constraint*) dari pemodelan yang telah dibuat. Proses menjalankan program *Solver* dilakukan dengan memilih metode penyelesaian (*select solving method*), kemudian pilih metode *simplex LP*. Selanjutnya tekan tombol *solve*, maka program akan berjalan secara otomatis untuk melakukan kalkulasi pemesanan kembali optimal untuk setiap produk.



Gambar 4-6 Proses Menjalankan *Solver Add-ins*.

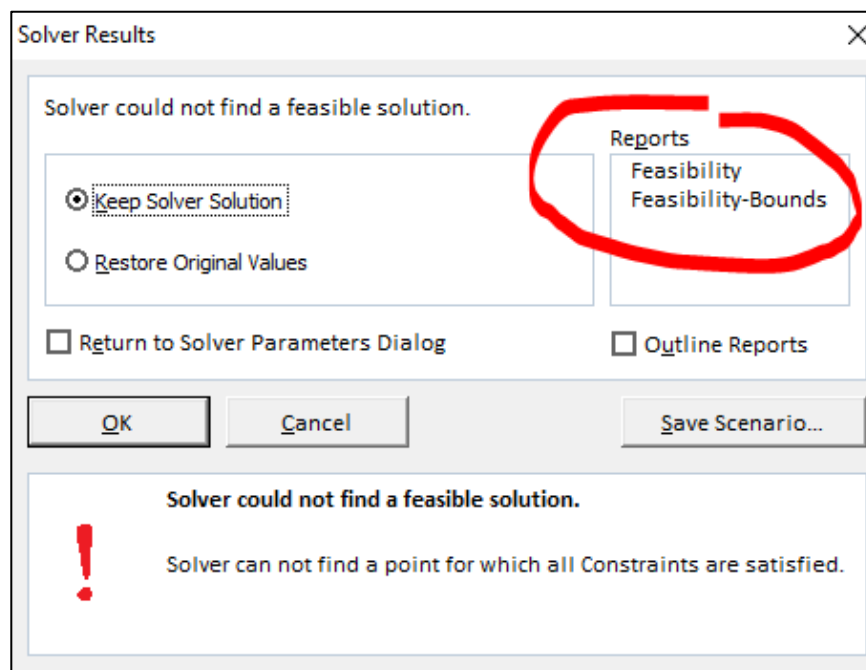
- **Hasil Optimasi**

Setelah proses menjalankan program *Solver*, akan diperoleh hasil optimasi berupa kuantitas pemesanan kembali untuk tiap produk. Hasil optimasi yang diperoleh sesuai dengan metode, pemodelan, fungsi tujuan dan batasan yang digunakan pada alat bantu yang dibuat (dapat dilihat pada Gambar 4-5 kolom jadwal produksi). Apabila hasil optimasi menghasilkan jumlah pemesanan kembali yang optimal, maka proses telah selesai dan rencana produksi bisa diterbitkan. Gambar 4-7 merupakan contoh *dialog box* untuk kondisi optimal.



Gambar 4-7 Hasil Optimal pada Pemodelan Perencanaan Produksi

Apabila tidak menghasilkan kuantitas pemesanan optimal, maka harus dilakukan evaluasi mengenai penyebab kegagalan tersebut. Proses evaluasi dapat dilakukan dengan membaca *reports* pada *dialog box* yang akan menunjukkan penyebab tidak diperolehnya hasil yang optimal. Gambar 4-8 merupakan contoh dari *dialog box* ketika tidak diperoleh solusi optimal.



Gambar 4-8 Contoh Dialog Box Saat Hasil Optimasi Tidak Optimal

Dengan menekan *reports* (lingkaran merah) pada *dialog box* Gambar 4-8, akan diperoleh laporan mengenai penyebab hasil optimasi tidak dapat optimum seperti contoh pada gambar 4-9:

Microsoft Excel 15.0 Feasibility Report						
Worksheet: [Periodic review- Dact rev4 - Copy.xlsx]solver-Plaster						
Report Created: 12/05/2019 17.59.49						
Constraints Which Make the Problem Infeasible						
Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack	
\$F\$5	MU-100-40KG Prod Schedule	200	\$F\$5<=\$W\$5	Binding	0	
\$F\$6	MU-101-40KG Prod Schedule	0	\$F\$6<=\$W\$6	Binding	0	
\$F\$7	MU-301-40KG Prod Schedule	120	\$F\$7<=\$W\$7	Binding	0	
\$F\$8	MU-302-50KG Prod Schedule	8355	\$F\$8<=\$W\$8	Binding	0	
\$F\$9	MU-380-40KG Prod Schedule	2200	\$F\$9<=\$W\$9	Binding	0	
\$F\$10	MU-382-40KG Prod Schedule	1288	\$F\$10<=\$W\$10	Binding	0	
\$F\$11	MU-400-25KG Prod Schedule	200	\$F\$11<=\$W\$11	Binding	0	
\$F\$12	MU-402-40KG Prod Schedule	1135	\$F\$12<=\$W\$12	Binding	0	
\$F\$13	MU-420-25KG Prod Schedule	0	\$F\$13<=\$W\$13	Binding	0	
\$F\$14	MU-422-40KG Prod Schedule	0	\$F\$14<=\$W\$14	Binding	0	
\$F\$15	MU-440-40KG Prod Schedule	0	\$F\$15<=\$W\$15	Binding	0	

Gambar 4-9 Contoh Feasibility Report Saat Hasil Tidak Optimal

Dari contoh diatas dapat diinterpretasikan bahwa kolom F (kuantitas pemesanan optimum (Q_j^*)) harus lebih kecil sama dengan kolom W kuantitas pemesanan yang dibutuhkan (Q_j). Hal tersebut dikarenakan alokasi waktu produksi melebihi kebutuhan waktu produksi untuk memenuhi pemesanan kembali (kebutuhan waktu pemenuhan pemesanan kembali <16 jam). Kondisi ini mengindikasikan bahwa akan terjadi *utilisation loss*, sehingga harus dilakukan tindakan antisipasi.

Dari informasi tersebut, manajemen dapat melakukan tindakan pencegahan dengan menarik maju permintaan hari berikutnya. Sehingga manajemen dapat menghubungi pelanggan untuk mengonfirmasi adanya pengiriman lebih awal. Bila tindakan antisipasi dapat dilakukan, maka jumlah permintaan hari berikutnya akan ditambahkan sebagai permintaan yang harus dipenuhi hari ini, sehingga kebutuhan waktu pemesanan kembali >16 jam. Artinya akan diperoleh hasil pemesanan kembali yang optimal. Bila langkah tersebut tidak dapat dilakukan, maka akan terjadi *utilisation loss*. Hal ini akan menyebabkan kerugian karena pekerja akan berhenti memproduksi karena seluruh pemesanan kembali telah terpenuhi sebelum jam kerja berakhir.

4.4 Tahap Uji Numerik Model dan Sistem Pengambil Keputusan

Setelah perancangan dan pengembangan model sistem pengambil keputusan selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba numerik pada alat bantu yang telah dibuat. Uji coba numerik dilakukan dengan mencocokkan hasil penghitungan secara manual dibandingkan dengan hasil optimasi menggunakan alat bantu yang telah dibuat. Tanggal 01/30/2019 dipilih sebagai sampel pada tahap uji numerik dengan data pada Tabel 4-9:

Tabel 4-9 Hasil Uji Coba Numerik Secara Manual (01/30/2019)

Kode produk	Target persediaan	Persediaan awal	Permintaan	Tingkat persediaan	Pemesanan kembali	Kebutuhan jam produksi
Total	34.182	25.422	17.460	7.962	26.220	28,0
MR-100-40KG	1.045	795	625	170	875	1,0
MR-101-40KG	273	13	75	- 62	335	0,4
MR-301-40KG	2.624	2.624	3.065	- 441	3.065	3,4
MR-302-50KG	10.497	8.982	4.535	4.447	6.050	6,7
MR-380-40KG	5.197	4.029	1.765	2.264	2.933	3,2
MR-382-40KG	1.770	91	1.315	- 1.224	2.994	3,3
MR-400-25KG	3.927	2.139	2.156	- 17	3.944	3,6
MR-402-40KG	946	426	936	- 510	1.456	1,6
MR-420-25KG	1.654	1.654	1.500	154	1.500	1,4
MR-422-40KG	455	455	62	393	62	0,1
MR-440-40KG	402	382	-	382	20	0,0
MR-440-50KG	1.488	378	557	- 179	1.667	2,0
MR-443-40KG	167	167	-	167	-	-
MR-445-40KG	386	336	-	336	50	0,1
MR-450-40KG	713	713	225	488	225	0,2
MR-480-25KG	501	501	594	- 93	594	0,7
MR-700-25KG	683	683	-	683	-	-
MR-800-20KG	629	329	-	329	300	0,3
MR-830-40KG	233	133	50	83	150	0,2
MR-840-25KG	65	65	-	65	-	-
MR-485-25KG	117	117	-	117	-	-
MR-460W-25KG	272	272	-	272	-	-
MR-410-25KG	138	138	-	138	-	-

Dari Tabel 4-9, dapat diperoleh informasi bahwa produk MR-302-50kg pada tanggal 01/30/2019 memiliki persediaan awal 8.982 kantong, dengan permintaan 4.535 kantong, sehingga tingkat persediaannya menjadi 4.447 kantong. Untuk mengembalikan tingkat persediaan MR-302-50kg pada target persediaan 10.497 kantong, maka harus dilakukan pemesanan kembali 6.050 kantong. Begitu seterusnya pembacaan untuk kondisi persediaan pada produk lainnya.

Pada tanggal 01/30/2019 apabila seluruh pemesanan kembali dilakukan, maka dibutuhkan alokasi waktu produksi 28 jam. Kondisi ini tidak dapat dilakukan karena melebihi batasan alokasi waktu produksi maksimum (22 jam pada jam kerja *long shift*). Pada kasus tersebut tidak semua produk harus diproduksi karena apabila tingkat persediaan lebih besar dari permintaan, produksi bisa ditunda dihari berikutnya. Permintaan yang tidak diproduksi akan diakumulasikan dengan permintaan hari berikutnya sehingga dapat mengurangi pemesanan kembali dalam jumlah kecil yang berdampak pada penurunan jumlah pergantian produk.

Pada tanggal 01/30/2019 prioritas produk yang harus diproduksi adalah produk dengan tingkat persediaan kurang dari jumlah permintaan yaitu produk MR-382-25KG (1), MR-402-40KG (2), MR-301-40KG (3), MR-440-50KG (4), MR-480-25KG (5), MR-101-40KG (6), MR-400-40KG (7). Seluruh produk tersebut harus diproduksi agar tidak terjadi kekurangan produk untuk memenuhi permintaan pada tanggal 01/30/2019. Apabila terdapat sisa alokasi waktu produksi, selanjutnya akan dilakukan perencanaan berdasarkan kuantitas pemesanan kembali. Sehingga prioritas produksi berikutnya adalah produk MR-302-50kg (8), MR-380-40kg (9), MR-402-40kg (10) dan seterusnya.

Proses perencanaan produksi harus dilakukan sesuai dengan prioritas tersebut untuk memperoleh hasil pemesanan kembali yang optimal. Apabila alokasi waktu yang diberikan 22 jam, prioritas produksi yang dapat dikerjakan hanya sampai prioritas ke 8, produk MR-302-50kg dengan kebutuhan waktu produksi 21,6 jam. Terdapat sisa alokasi waktu produksi 0,4 jam yang dapat digunakan untuk mengerjakan prioritas ke 9, produk MR-380-40kg yang menghasilkan 384 kantong.

Dari hasil perhitungan secara manual tersebut akan dibandingkan dengan hasil optimasi dengan alat bantu yang dibuat. Dari hasil optimasi diperoleh solusi optimal yang dapat dilihat pada Tabel 4-9. Dengan alokasi jam produksi 22 jam diperoleh jumlah pemesanan kembali optimal untuk setiap produk yang tertera pada kolom jadwal produksi pada Tabel 4-9. Hasil perencanaan produksi menunjukkan jumlah pemesanan kembali optimal sesuai dengan perhitungan manual. Hasil tersebut sesuai dengan bobot prioritas, dengan jumlah perencanaan produksi sesuai dengan jumlah pemesanan kembali. Total perencanaan produksi sesuai dengan alokasi waktu produksi dan kurang dari sisa kapasitas penyimpanan. Hal ini menandakan bahwa

tidak ada kesalahan sistem atau kesalahan pemodelan dalam alat bantu yang dibuat. Dari hasil verifikasi tersebut, alat bantu pengambil keputusan yang dibuat sudah *reliable*.

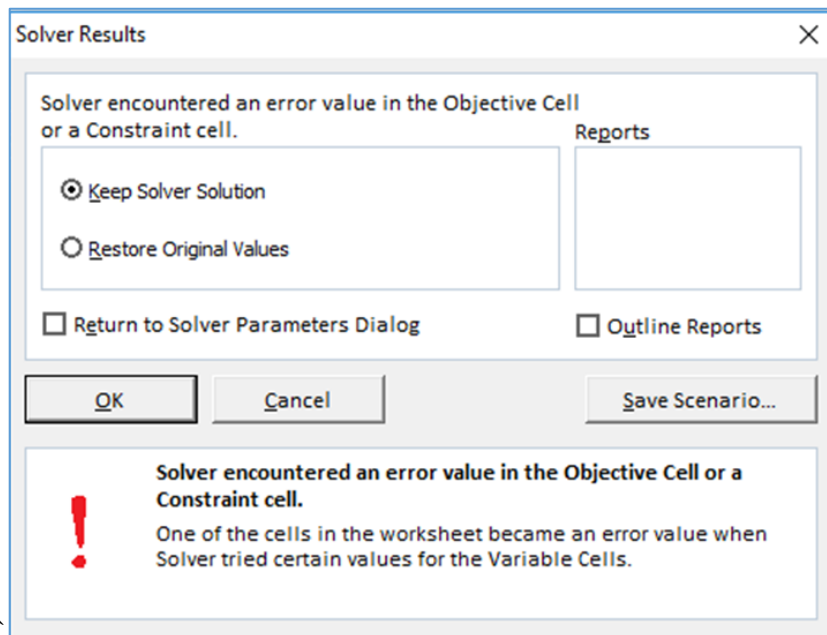
Tabel 4-10 Hasil Uji Coba Numerik dengan Alat Bantu (01/30/2019)

Kode produk	(S) Target stock	Stock awal	Permintaan	(IL) Tingkat persediaan	Pemesanan kembali	Kebutuhan jam produksi	Jadwal produksi	Bobot prioritas	Jam produksi	Total bobot
Total sand product	34.182	25.422	17.460	7.962	26.220	28,0	20.489		22,0	106.214
MR-100-40KG	1.045	795	625	170	875	1,0	-	11	-	-
MR-101-40KG	273	13	75	62	335	0,4	335	6	0,4	2.010
MR-301-40KG	2.624	2.624	3.065	441	3.065	3,4	3.065	3	3,4	9.195
MR-302-50KG	10.497	8.982	4.535	4.447	6.050	6,7	6.050	8	6,7	48.400
MR-380-40KG	5.197	4.029	1.765	2.264	2.933	3,2	384	9	0,4	3.457
MR-382-40KG	1.770	91	1.315	1.224	2.994	3,3	2.994	1	3,3	2.994
MR-400-25KG	3.927	2.139	2.156	17	3.944	3,6	3.944	7	3,6	27.608
MR-402-40KG	946	426	936	510	1.456	1,6	1.456	2	1,6	2.912
MR-420-25KG	1.654	1.654	1.500	154	1.500	1,4	-	10	-	-
MR-422-40KG	455	455	62	393	62	0,1	-	15	-	-
MR-440-40KG	402	382	-	382	20	0,0	-	17	-	-
MR-440-50KG	1.488	378	557	179	1.667	2,0	1.667	4	2,0	6.668
MR-443-40KG	167	167	-	167	-	-	-	18	-	-
MR-445-40KG	386	336	-	336	50	0,1	-	16	-	-
MR-450-40KG	713	713	225	488	225	0,2	-	13	-	-
MR-480-25KG	501	501	594	93	594	0,7	594	5	0,7	2.970
MR-700-25KG	683	683	-	683	-	-	-	18	-	-
MR-800-20KG	629	329	-	329	300	0,3	-	12	-	-
MR-830-40KG	233	133	50	83	150	0,2	-	14	-	-
MR-840-25KG	65	65	-	65	-	-	-	18	-	-
MR-485-25KG	117	117	-	117	-	-	-	18	-	-
MR-460W-25KG	272	272	-	272	-	-	-	18	-	-
MR-410-25KG	138	138	-	138	-	-	-	18	-	-

4.4.1 Contoh *Dialog Box* Saat Terjadi Kesalahan Sistem

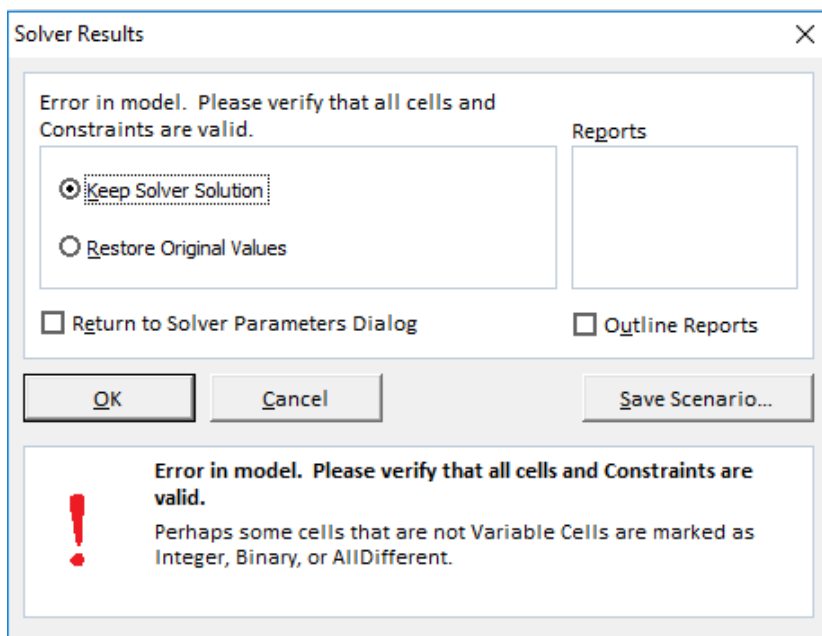
Pada *Solver Add-ins* yang digunakan terdapat fasilitas untuk melakukan *report* atau pemberitahuan secara otomatis mengenai hasil optimasi. Apabila terjadi kesalahan pada alat bantu yang dibuat, maka *Solver Add-ins* akan memberi pelaporan melalui *dialog box*. Pada Gambar 4-10 dapat dilihat notifikasi berupa *dialog box* yang menunjukkan terdapat *system error*. Pada Gambar 4-11, notifikasi berupa *dialog box* yang menunjukkan terdapat *error in modelling*. Apabila tidak muncul salah satu dari *dialog box* tersebut, maka sistem dan pemodelan yang telah dibuat dapat disimpulkan *reliable* dan dapat digunakan.

Saat program *Solver* dijalankan, diperoleh notifikasi seperti pada Gambar 4-7 (diperoleh hasil optimal), dapat disimpulkan bahwa pemodelan dan sistem dari alat bantu yang dibuat tidak terdapat kesalahan dan dinyatakan *reliable*. Gambar 4-10 dan Gambar 4-11 merupakan contoh *dialog box* saat terjadi kesalahan pada alat bantu yang dibuat:



Gambar 4-10 Contoh Dialog Box Sistem Error

Pada Gambar 4-10 menunjukkan bahwa terjadi kesalahan sistem dan terdeteksi adanya nilai *error* pada batasan atau fungsi tujuan. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya kerusakan formula yang membentuk nilai pada batasan atau fungsi tujuan.



Gambar 4-11 Contoh Dialog Box Pemodelan Error

Pada Gambar 4-11 menunjukkan bahwa terjadi kesalahan dalam pemodelan. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya variabel atau batasan yang tidak sesuai dengan fungsi tujuan yang diberikan.

BAB V
ANALISA PERSEDIAAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisa persediaan dengan metode eksisting dan metode usulan menggunakan alat bantu yang telah dirancang.

5.1 Analisa Persediaan

Setelah proses uji numerik dilakukan terhadap alat bantu pengambil keputusan (*Solver template*) selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa persediaan untuk menguji efektifitas metode pengendalian persediaan beserta parameternya. Analisa persediaan dilakukan pada ketiga metode pengendalian persediaan yaitu metode eksisting (*inventory days of supply*), metode (R, S) dan (R, s, S). Proses analisa persediaan dilakukan menggunakan alat bantu yang telah dirancang untuk mempermudah proses pemesanan kembali.

Proses analisa persediaan dilakukan dengan menjalankan program solver untuk menghasilkan keputusan jumlah pemesanan kembali optimal yang akan digunakan sebagai rencana produksi untuk setiap produk pada tanggal optimasi yang dipilih. Proses pembuatan rencana produksi dilakukan pada setiap tanggal (setiap hari). Pada penelitian ini digunakan asumsi bahwa hasil produksi sama dengan perencanaan produksi yang dibuat. Asumsi yang kedua adalah hasil pengiriman sama dengan data permintaan yang digunakan dalam penelitian.

Jumlah produksi dan pergantian produk akan dihitung setiap hari untuk menentukan biaya proses dan biaya pergantian produk. Jumlah persediaan akan dihitung setiap hari untuk menentukan besar biaya penyimpanan. Mekanisme penghitungan jumlah persediaan diperhitungkan dengan formulasi sebagai berikut:

$$I_t = I_{(t-1)} - D_t + P_t \dots\dots\dots(5.1)$$

dengan:

I_t = jumlah persediaan periode t

$I_{(t-1)}$ = jumlah persediaan periode t-1

D_t = jumlah permintaan/ pengiriman periode t

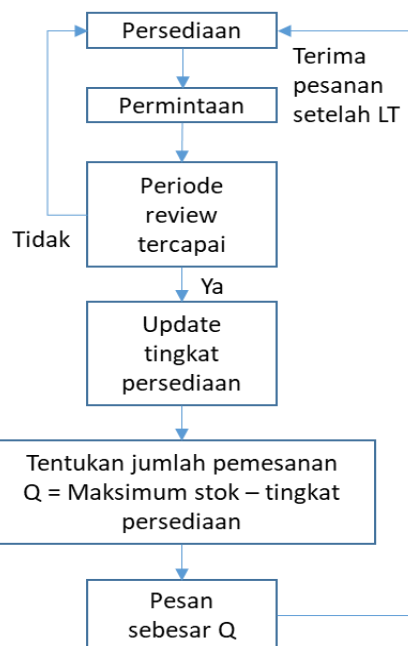
P_t = jumlah rencana produksi/ hasil produksi periode t

Pada setiap akhir atau awal bulan jumlah persediaan akan dihitung untuk menentukan biaya selisih persediaan. Data permintaan yang digunakan pada analisa persediaan adalah permintaan periode kuartal pertama (Q1) 2019. Dengan demikian akan diperoleh perhitungan biaya total untuk masing-masing metode. Sesuai dengan persamaan 5.1, apabila jumlah persediaan (I_t) bernilai negatif, maka terjadi kekurangan produk. Penghitungan jumlah kekurangan produk ini akan menentukan rasio pemenuhan yang diperoleh setiap bulan untuk masing-masing metode.

Besar nilai parameter persediaan dan sistem pemesanan kembali (*replenishment*) akan menentukan total biaya dan rasio pemenuhan permintaan yang akan dihasilkan melalui analisa persediaan. Setelah proses analisa persediaan selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan komparasi total biaya dan rasio pemenuhan permintaan yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Dengan demikian dapat ditentukan metode mana yang paling tepat untuk digunakan sebagai metode pengendalian persediaan PT. Mortars.

5.2 Analisa Persediaan Eksisting

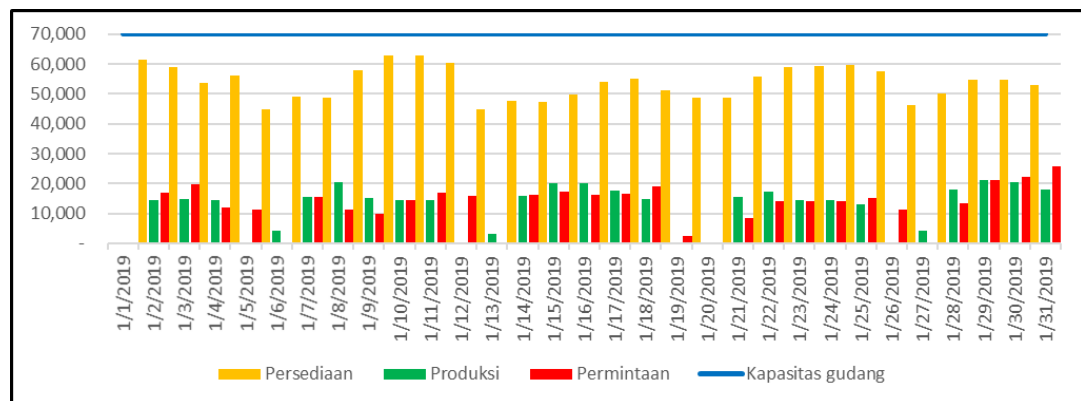
Proses analisa persediaan menggunakan metode eksisting dilakukan dengan menggunakan parameter persediaan yang saat ini digunakan PT. Mortars. Parameter persediaan berupa jumlah persediaan yang harus dimiliki dalam satuan hari (*inventory days of supply*) yang telah ditentukan oleh manajemen PT. Mortars. Besar nilai parameter persediaan dapat dilihat pada Tabel 4-3 (halaman 36). Periode peninjauan yang digunakan ditetapkan selama 1 hari untuk plasteran dan perekat, serta 1 minggu (6 hari) untuk produk acian. Proses analisa persediaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu yang telah diverifikasi melalui uji numerik. Analisa persediaan dilakukan dengan menentukan tanggal, agar diperoleh update tingkat persediaan dan jumlah permintaan untuk menjalankan proses optimasi melalui Solver Add-ins. Setelah proses optimasi selesai dilakukan akan diperoleh hasil perencanaan produksi yang optimal. Gambar 5-1 merupakan tahapan pemesanan kembali yang akan digunakan dalam proses analisa persediaan pada metode eksisting:



Gambar 5-1 Tahapan Pemesanan Kembali Metode Eksisting

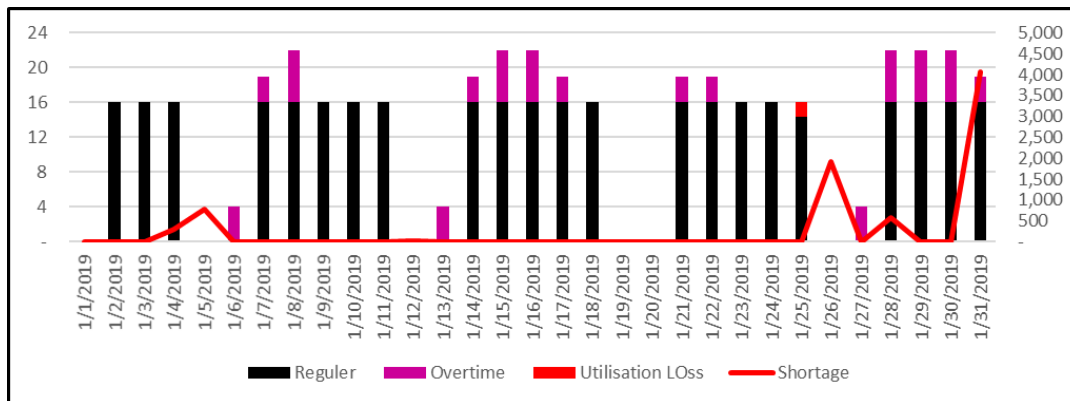
5.2.1 Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Januari 2019.

Dari proses analisa persediaan yang dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Januari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-2 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019

Gambar 5-2 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Januari. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas gudang. Rata-rata jumlah persediaan periode Januari sejumlah 53.834 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-3 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019

Gambar 5-3 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss* dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Januari. Rincian analisa persediaan per produk dapat dilihat pada lampiran 1. Hasil dari analisa persediaan yang dilakukan pada periode Januari, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

- 1/4/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 289 kantong.
- 1/5/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 775 kantong.
- 1/12/2019 terjadi kekurangan produk MR-290-40kg 22 kantong.
- 1/26/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 1.908 kantong.
- 1/28/2019 terjadi kekurangan produk MR-420-25kg 94 kantong.
- 1/28/2019 terjadi kekurangan produk MR-700-25kg 490 kantong.
- 1/31/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 1.581 kantong
- 1/31/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 2.492 kantong.

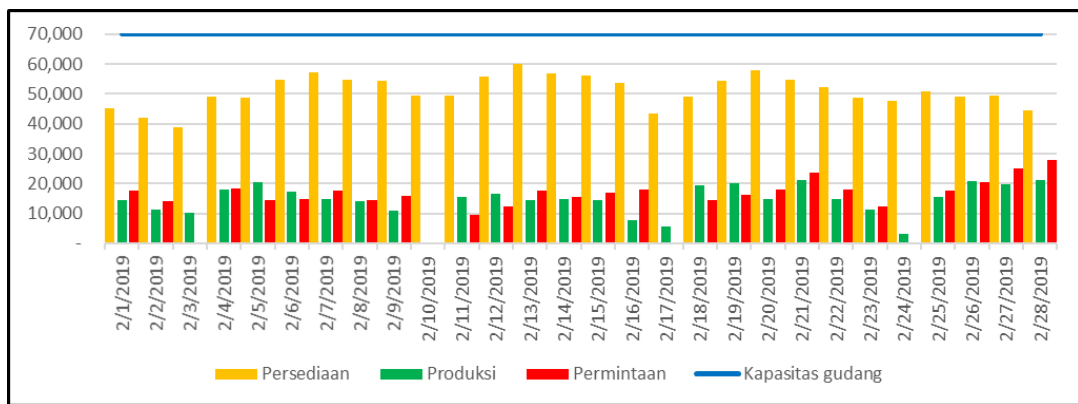
Total kekurangan produk diatas 7.651 kantong, 7.067 kantong merupakan kategori acian dan 684 kantong kategori produk plasteran dan perekat. Dengan total permintaan periode Januari 391.997 kantong, diperoleh rasio pemenuhan permintaan 98%. Pada tanggal 1/25/2019 terdapat *utilisation loss* 1.62 jam dikarenakan alokasi waktu produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan kurang dari jam kerja normal (< 16 jam). Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Januari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.20.108.310,-. (jumlah pergantian produk 193 kali)
- Biaya simpan Rp. 117.297.434,-.

- Biaya proses Rp. 229.204.495,- (jam kerja normal Rp. 179.135.438 dan jam kerja lembur Rp. 50.069.057,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 12.049.877
- Total biaya pada periode Januari adalah Rp. 379.020.117,-.

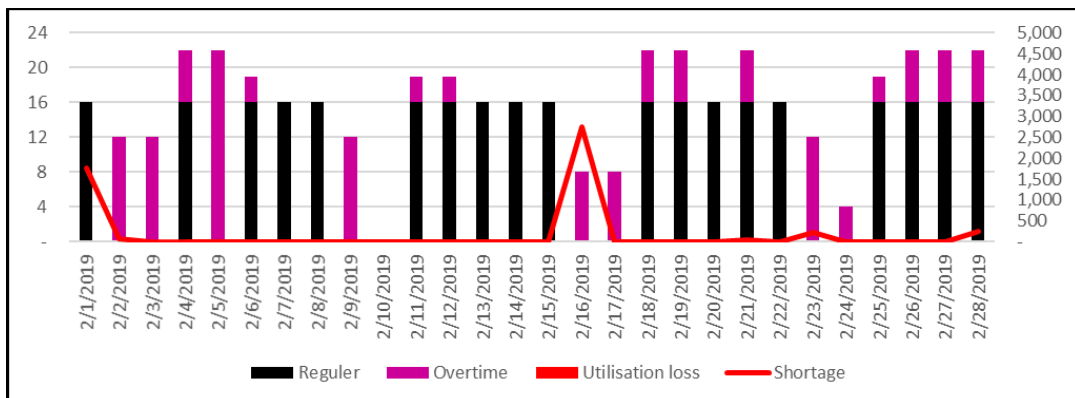
5.2.2 Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Februari 2019.

Dari proses analisa persediaan yang dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Februari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-4 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019

Gambar 5-4 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Februari. Dari grafik dapat dilihat bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas gudang. Rata-rata jumlah persediaan periode Februari adalah 51.098 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-5 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019

Gambar 5-5 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Februari. Dari analisa persediaan periode Februari, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

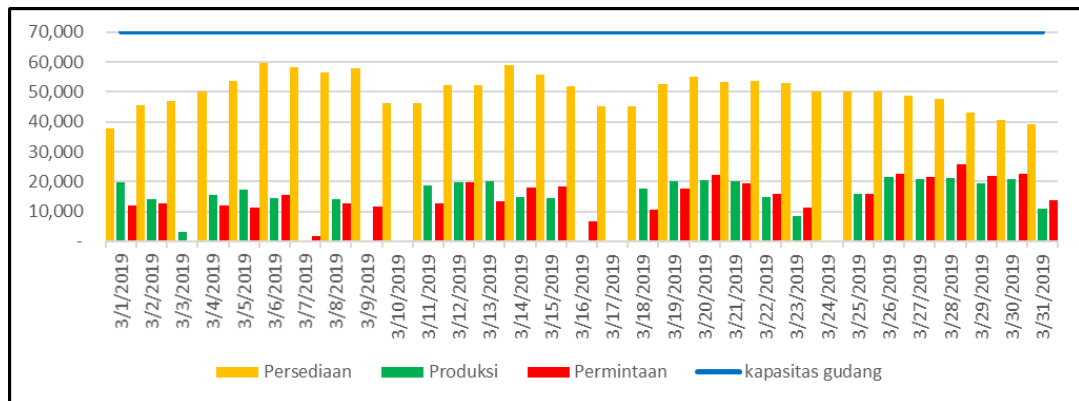
- 2/1/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 850 kantong.
- 2/1/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 922 kantong.
- 2/2/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 77 kantong.
- 2/2/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 3 kantong.
- 2/16/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-20kg 1.048 kantong.
- 2/16/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 434 kantong.
- 2/16/2019 terjadi kekurangan produk MR-250-40kg 1.272 kantong.
- 2/21/2019 terjadi kekurangan produk MR-272-40kg 55 kantong.
- 2/23/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 233 kantong.
- 2/23/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 247 kantong.

Total kekurangan produk 5.141 kantong, semua merupakan kategori produk acian. Dengan total permintaan periode Februari 410.539 kantong, maka besar rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 98.7%. Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Februari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.20.108.310,- . (jumlah pergantian produk 193 kali)
- Biaya simpan Rp. 97.560.260,-.
- Biaya proses Rp. 263.951.328,- (jam kerja regular Rp. 154.709.651 dan jam kerja lembur Rp. 109.241.713,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 5.167.081
- Total biaya pada periode Februari adalah Rp. 386.786.979,-

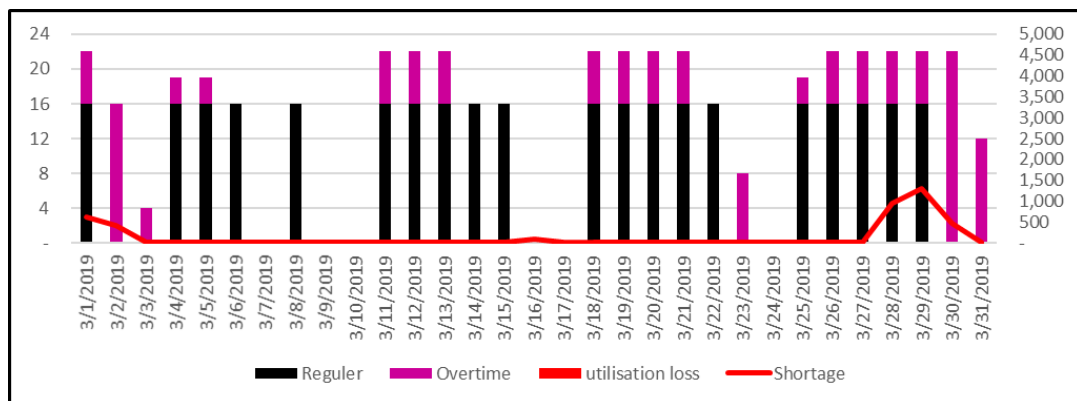
5.2.3 Hasil Analisa Persediaan Metode Eksisting Maret 2019.

Dari proses analisa persediaan yang dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Maret, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-6 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019

Gambar 5-6 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Maret. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas gudang. Rata-rata jumlah persediaan periode Maret adalah 51.316 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-7 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019

Gambar 5-7 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Maret. Dari analisa persediaan periode Maret, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

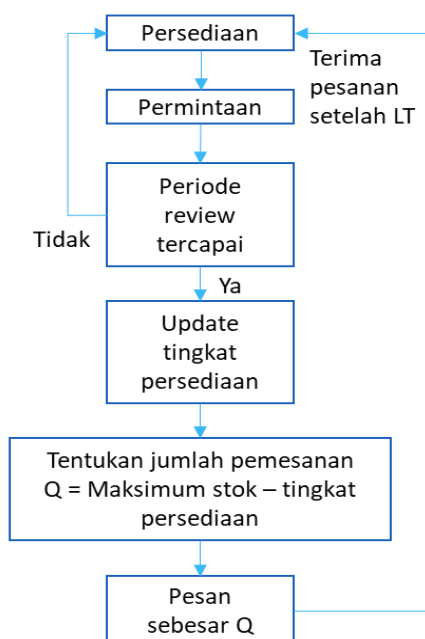
- 3/1/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 685 kantong.
- 3/2/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 425 kantong.
- 3/16/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 98 kantong.
- 3/28/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 944 kantong.
- 3/29/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 1.297 kantong.
- 3/30/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 497 kantong.

Total kekurangan produk 3.856 kantong dan seluruhnya merupakan kategori produk acian. Dengan total permintaan periode Maret 419.496 kantong, maka rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.1%. Dari hasil analisa persediaan diperoleh besar biaya pada periode Maret, sebagai berikut :

- Biaya pergantian produk Rp.21.721.443,-. (jumlah pergantian produk 201 kali)
- Biaya simpan Rp. 107.242.085,-.
- Biaya proses Rp. 271.332.478,- (jam kerja normal Rp. 162.851.230 dan jam kerja lembur Rp. 108.481.248,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 1.057.392,-
- Total biaya pada periode Maret adalah Rp. 401.353.398,-

5.3 Analisa Persediaan Metode *Periodic Review System (R, S)*

Metode (R, S) diusulkan dalam penelitian untuk memperoleh perbaikan parameter persediaan pada metode eksisting. Parameter persediaan yang digunakan adalah target persediaan (S) dengan nilai yang dapat dilihat pada Tabel 4-5 (halaman 39). Terdapat 2 periode peninjauan (R) yang digunakan, yaitu 1 hari untuk plasteran dan perekat dan 1 minggu (6 hari) untuk produk acian. Proses pengendalian persediaan dilakukan dengan tahapan seperti pada Gambar 5-8.

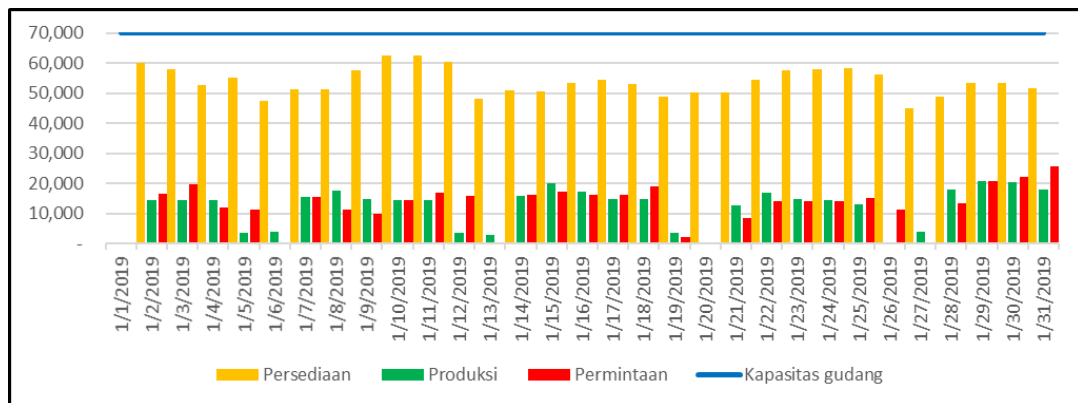


Gambar 5-8 Tahapan Pemesanan Kembali Metode (R, S)

Analisa persediaan dilakukan dengan menentukan tanggal agar diperoleh *update* tingkat persediaan dan jumlah permintaan untuk menjalankan proses optimasi melalui *Solver Add-ins*. Setelah proses optimasi selesai dilakukan, maka akan diperoleh hasil perencanaan produksi yang optimal. Hasil dari proses analisa persediaan (dapat dilihat pada Lampiran 2) diperoleh perhitungan biaya dan rasio pemenuhan permintaan sebagai berikut:

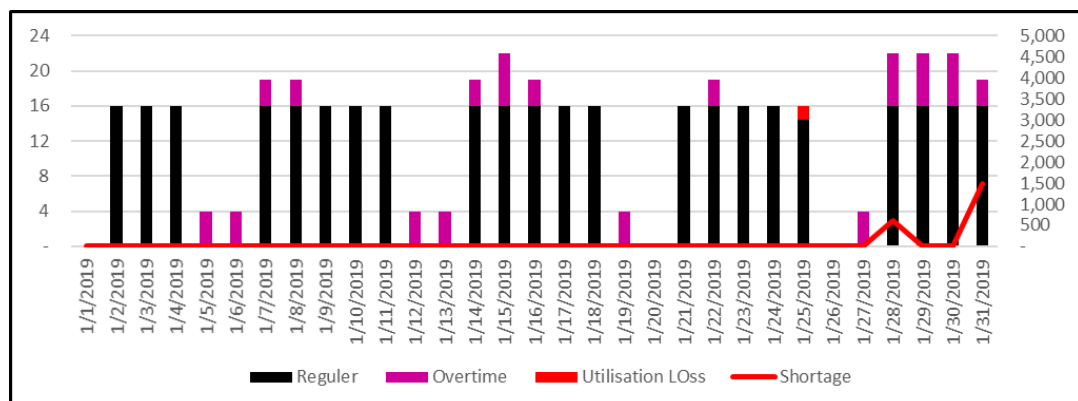
5.3.1 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Januari 2019

Proses analisa persediaan yang dilakukan dengan menggunakan metode (R, S) dan permintaan periode Januari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-9 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019

Gambar 5-9 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan dan jumlah produksi per hari pada periode Januari. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas gudang. Rata-rata jumlah persediaan periode Januari adalah 53.943 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-10 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019

Gambar 5-10 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Januari. Detail analisa persediaan per produk dapat dilihat pada lampiran 2. Dari analisa persediaan periode Januari, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

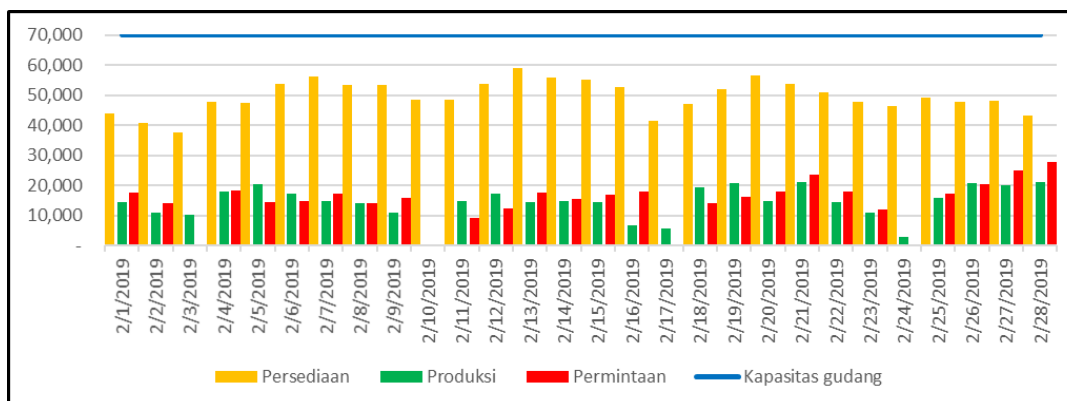
- 1/4/2019 terjadi kekurangan produk MR-700-20kg 615 kantong.
- 1/5/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 1.480 kantong.

Total kekurangan produk 2.095 kantong, 1.480 kantong merupakan kategori acian dan 615 kantong merupakan kategori plasteran dan perekat. Dengan total permintaan periode Januari 391.997 kantong, maka rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.5%. Pada tanggal 1/25/2019 terdapat *utilisation loss* 1.62 jam karena alokasi waktu produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan kurang dari jam kerja normal (< 16 jam). Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Januari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.20.532.402,-. (jumlah pergantian produk 198 kali)
- Biaya simpan Rp. 111.446.085,-.
- Biaya proses Rp. 229.204.476,- (jam kerja normal Rp. 179.135.478 dan jam kerja lembur Rp. 50.068.998,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 12.049.887
- Total biaya pada periode Januari adalah Rp. 373.592.841,-

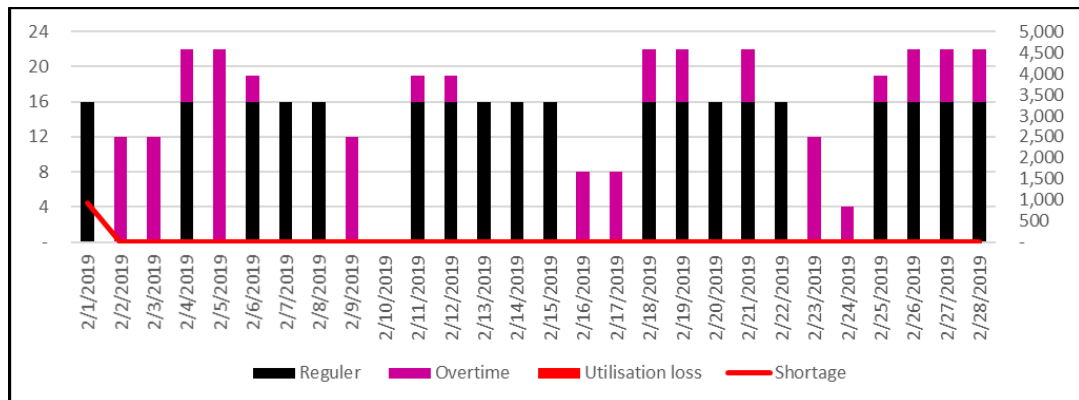
5.3.2 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Februari 2019.

Proses analisa persediaan dilakukan dengan menggunakan metode (R, S) dan permintaan periode Februari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-11 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019

Gambar 5-11 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Februari. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak melebihi kapasitas gudang. Rata-rata jumlah persediaan periode Februari adalah 49.787 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-12 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019

Gambar 5-12 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Februari. Dari analisa persediaan periode Februari, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

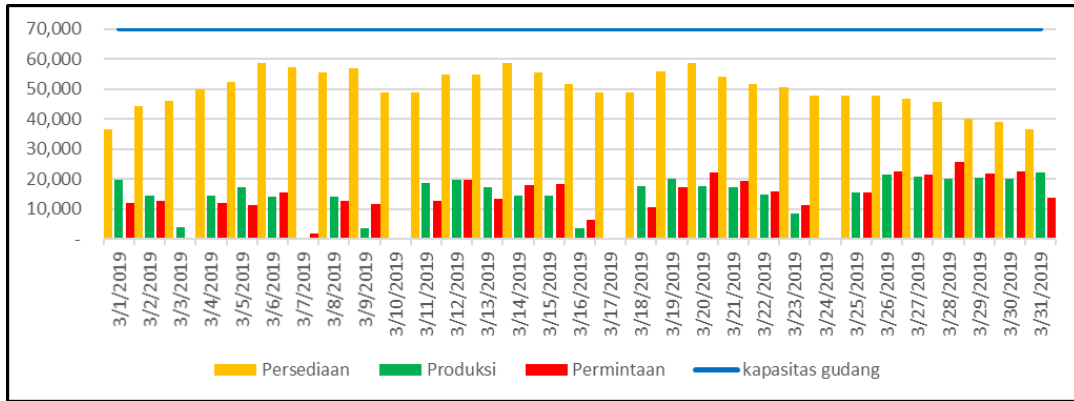
- 2/1/2019 terdapat kekurangan produk MR-200-40kg 922 kantong.
- 2/2/2019 terdapat kekurangan produk MR-200-40kg 3 kantong.

Dari total kekurangan produk 925 kantong, semua merupakan kategori produk acian. Dengan total permintaan periode Februari 410.539 kantong, maka rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh adalah 99.8%. Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Februari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.20.447.584,- (jumlah pergantian produk 197 kali)
- Biaya simpan Rp. 91.312.856,-
- Biaya proses Rp. 263.951.639,- (jam kerja normal Rp. 154.708.876 dan jam kerja lembur Rp. 109.242.763,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 5.167.125
- Total biaya pada periode Februari adalah Rp. 380.879.204,-

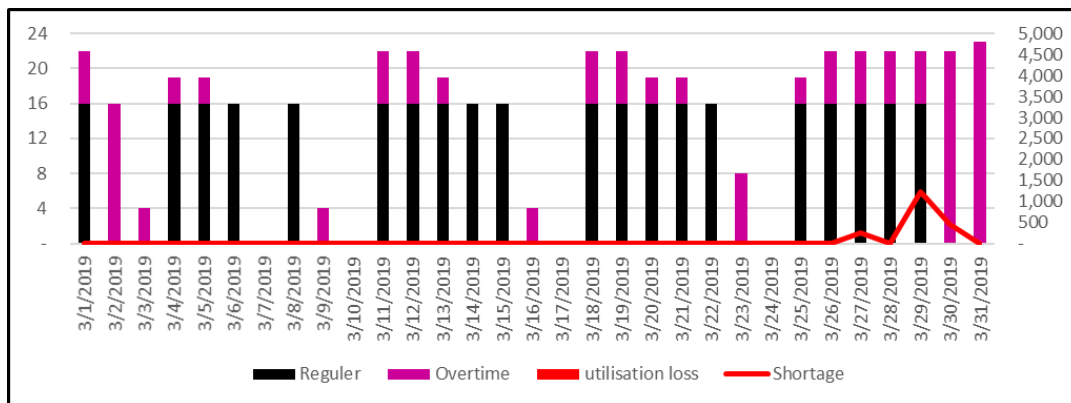
5.3.3 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, S) Maret 2019.

Dari proses analisa persediaan yang dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Maret, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-13 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019

Gambar 5-13 menunjukkan hasil analisa persediaan yang berisikan tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Maret. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas penyimpanan. Rata-rata jumlah persediaan periode Maret adalah 51.299 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-14 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019

Gambar 5-14 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Maret. Dari analisa persediaan periode Maret, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

- 3/27/2019 terjadi kekurangan produk MR-422-40kg 143 kantong.
- 3/27/2019 terjadi kekurangan produk MR-450-40kg 104 kantong.

- 3/29/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 1.229 kantong.
- 3/30/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 467 kantong.

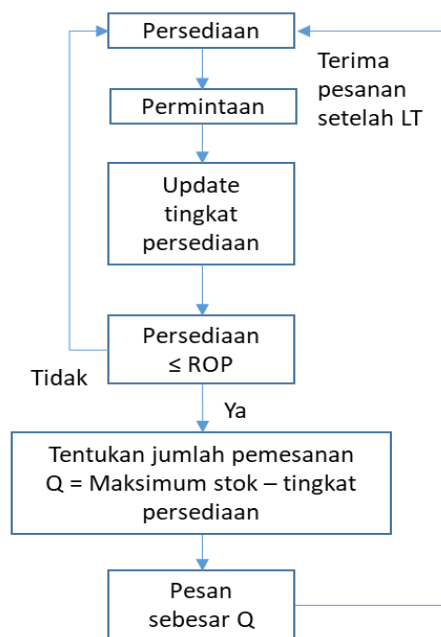
Total kekurangan produk 1.943 kantong, 1.696 kantong merupakan kategori acian dan 247 kantong merupakan kategori plasteran dan perekat. Total permintaan periode Maret 419.496 kantong dan rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.5%. Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Maret sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.22.654.446,- (jumlah pergantian produk 212 kali)
- Biaya simpan Rp. 101.375.353,-
- Biaya proses Rp. 278.920.621,- (jam kerja normal Rp. 162.851.812 dan jam kerja lembur Rp. 116.068.809,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 5.392.772,-
- Total biaya untuk memenuhi permintaan periode Maret Rp. 397.557.648,-

5.4 Analisa Persediaan Metode *Periodic Review System* (R, s, S)

Metode (R, s, S) diusulkan dalam penelitian untuk memperoleh perbaikan parameter persediaan pada metode eksisting. Parameter persediaan yang digunakan adalah persediaan minimum atau titik pemesanan kembali (s) (Tabel 4-6, halaman 42) dan persediaan maksimum (S atau s + EPQ) (Tabel 4-7, halaman 44). Periode peninjauan (R) yang digunakan, yaitu 1 hari untuk semua jenis produk. Karena nilai *maximum stock* (S) pada metode (R, s, S) (76.647 kantong) jumlahnya melebihi kapasitas penyimpanan gudang barang jadi (70.000 kantong), maka pada analisa persediaan dengan metode (R, s, S) dilakukan dengan asumsi kapasitas penyimpanan gudang barang jadi mampu menampung 76.647 kantong.

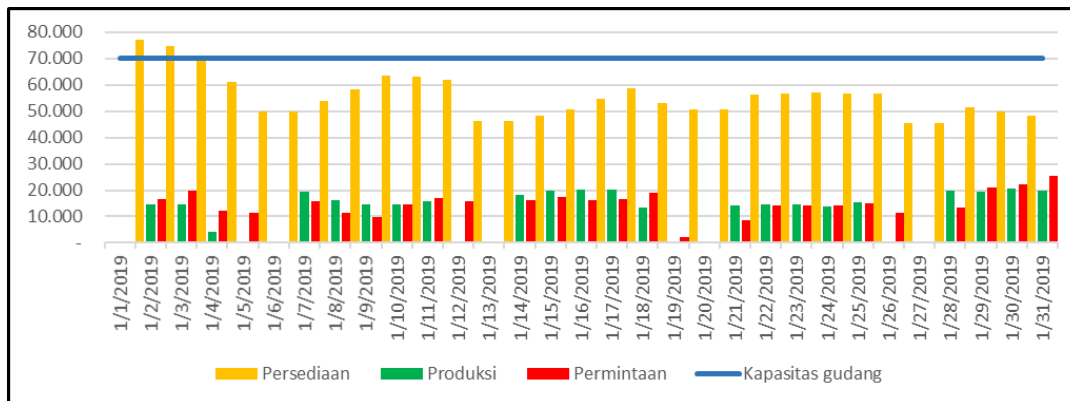
Selanjutnya dilakukan analisa persediaan dengan metode (R, s, S) dengan tahapan pemesanan kembali yang bisa dilihat pada Gambar 5-15. Setelah analisa persediaan dilakukan (untuk rincian hasil analisa persediaan per produk bisa dilihat pada lampiran 3) diperoleh perhitungan biaya dan rasio pemenuhan permintaan sebagai berikut:



Gambar 5-15 Tahapan Pemesanan Kembali Metode (R, s, S)

5.4.1 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Januari 2019.

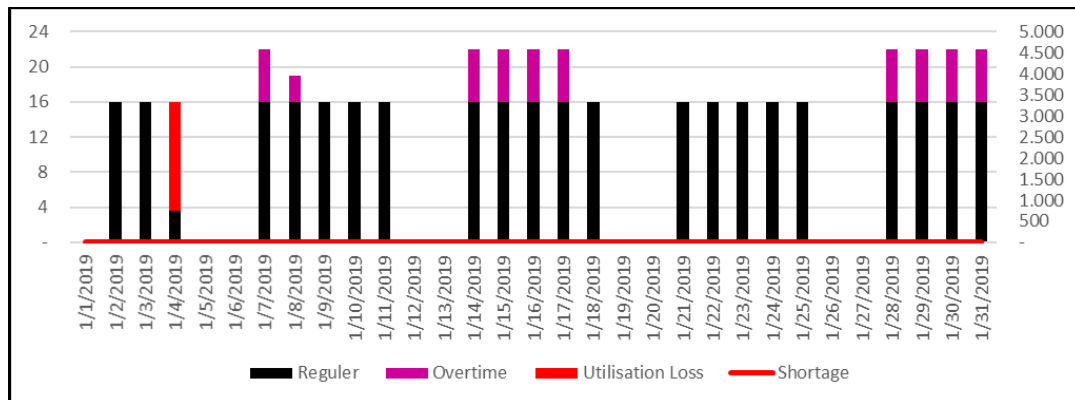
Proses analisa persediaan ini dilakukan dengan menggunakan metode (R, s, S) dan permintaan periode Januari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-16 Tingkat Persediaan Periode Januari 2019

Gambar 5-16 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Januari. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk diawal periode melebihi kapasitas gudang. Kelebihan ini dikarenakan hasil perhitungan parameter persediaan dengan metode (R, s, S) menunjukkan jumlah persediaan yang harus dimiliki 77.101 kantong. Dalam proses analisa persediaan,

batasan kapasitas penyimpanan yang digunakan bukan berdasar pada penyimpanan kapasitas gudang yang dapat menampung 70.000 kantong. Kapasitas yang digunakan adalah parameter persediaan maksimum dengan asumsi gudang dapat menampung 77.101 kantong. Rata-rata jumlah persediaan periode Januari adalah 55.558 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



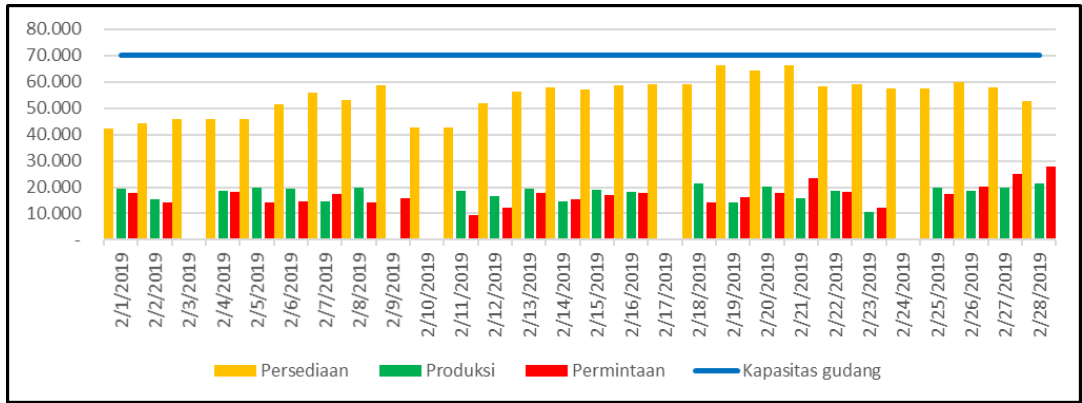
Gambar 5-17 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Januari 2019

Gambar 5-17 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Januari. Untuk *detail* analisa persediaan per produk dapat dilihat pada lampiran 3. Dari analisa persediaan periode Januari, tidak terdapat kekurangan produk. Total permintaan periode Januari 391.997 kantong dan rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 100 %. Pada tanggal 1/4/2019 terdapat *utilisation loss* 12.35 jam dikarenakan seluruh permintaan dapat dipenuhi dengan persediaan yang ada dan jumlah alokasi waktu produksi yang dibutuhkan lebih kecil dari jumlah jam kerja normal (16 jam). Jumlah persediaan untuk setiap produk berada diatas titik pemesanan kembali. Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Januari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.19.359.177,- (jumlah pergantian produk 85 kali)
- Biaya simpan Rp. 110.917.825,-.
- Biaya proses Rp. 222.379.254,- (jam kerja normal Rp. 179.136.289,- dan jam kerja lembur Rp. 43.242.965,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 25.129.989,-
- Total biaya pada periode Januari adalah Rp. 377.786.245,-

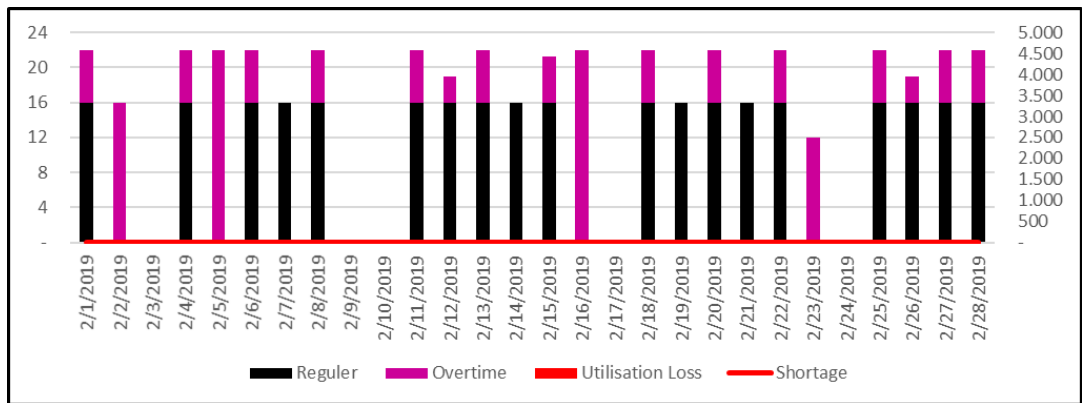
5.4.2 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Februari 2019.

Berikut hasil proses analisa persediaan dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Februari, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-18 Tingkat Persediaan Periode Februari 2019

Gambar 5-18 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Februari. Grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas penyimpanan. Rata-rata jumlah persediaan periode Februari sejumlah 54.600 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-19 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Februari 2019

Gambar 5-19 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Februari. Dari hasil analisa persediaan periode Februari, tidak terdapat kekurangan produk. Total permintaan periode Februari 410.539 kantong dan rasio

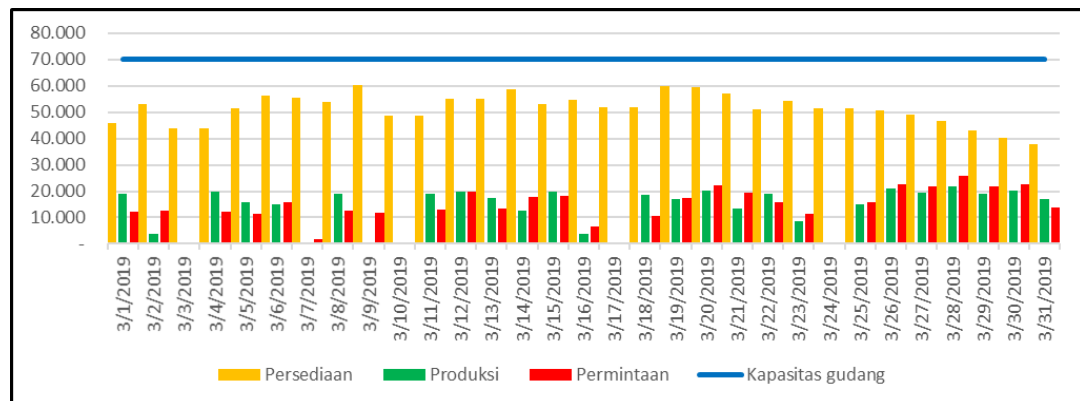
pemenuhan permintaan yang diperoleh 100 %. Pada periode ini tidak terdapat kekurangan produk dan *utilisation loss*.

Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Februari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp.25.728.472,- (jumlah pergantian produk 102 kali)
- Biaya simpan Rp. 97.605.682,-
- Biaya proses Rp. 272.533.168,- (jam kerja normal Rp. 154.709.630 dan jam kerja lembur Rp. 117.823.538,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 2.127.489,-
- Total biaya pada periode Februari adalah Rp. 393.739.833,-

5.4.3 Hasil Analisa Persediaan Metode (R, s, S) Maret 2019.

Berikut hasil analisa persediaan yang dilakukan dengan parameter persediaan eksisting dan permintaan periode Maret, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 5-20 Tingkat Persediaan Periode Maret 2019

Gambar 5-20 menunjukkan hasil analisa persediaan yang terdiri dari tingkat persediaan, jumlah permintaan, jumlah produksi atau pemesanan kembali per hari pada periode Maret. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa persediaan produk tidak pernah melebihi kapasitas penyimpanan. Rata-rata jumlah persediaan periode Maret sejumlah 51.440 kantong yang terdiri dari seluruh jenis produk.



Gambar 5-21 Alokasi Waktu Produksi dan Kekurangan Produk Maret 2019

Gambar 5-21 menunjukkan alokasi waktu produksi pada jam kerja normal, jam kerja lembur, jumlah *utilisation loss*, dan jumlah kekurangan produk per hari pada periode Maret. Pada analisa persediaan periode Maret, terdapat kekurangan produk sebagai berikut:

- 3/29/2019 terjadi kekurangan produk MR-100-40kg 41 kantong.
- 3/29/2019 terjadi kekurangan produk MR-440-50kg 182 kantong.
- 3/30/2019 terjadi kekurangan produk MR-445-40kg 240 kantong.
- 3/30/2019 terjadi kekurangan produk MR-200-40kg 111 kantong.
- 3/30/2019 terjadi kekurangan produk MR-202-40kg 260 kantong.

Total kekurangan produk 834 kantong, yang terbagi atas 371 kantong merupakan kategori produk acian dan 463 kantong merupakan kategori produk plasteran dan perekat. Total permintaan periode Maret 419.496 kantong dan rasio pemenuhan permintaan diperoleh 99.8%. Dari hasil analisa persediaan diperoleh rincian biaya pada periode Januari sebagai berikut:

- Biaya pergantian produk Rp. 22.839.898,- (jumlah pergantian produk 103 kali)
- Biaya simpan Rp. 101.080.583,-
- Biaya proses Rp. 269.818.199,- (jam kerja normal Rp. 162.851.567,- dan jam kerja lembur Rp. 106.966.632,-)
- Biaya selisih persediaan Rp. 2.344.389,-
- Total biaya pada periode Maret adalah Rp. 396.083.069,-

5.5 Analisa dan Pembahasan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai hasil analisa persediaan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi dengan pendekatan metode eksisting, metode (R, S) dan (R, s, S). Dengan membandingkan hasil analisa persediaan dari masing-masing metode, maka akan diketahui kebijakan persediaan yang lebih baik dari sisi total biaya dan rasio pemenuhan permintaan dari ketiga metode tersebut.

5.5.1 Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Januari 2019.

Dari analisa persediaan yang telah dilakukan dengan masing-masing metode pada periode Januari, diperoleh hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 5-1:

Tabel 5-1 Perbandingan Performa dan Total Biaya Januari 2019

Periode Januari 2019				
Deskripsi	Satuan	Metode Eksisting	Metode <i>Periodic Review System</i>	
			R, S	R, s, S
Persediaan Awal	kantong	61.344	60.177	77.101
Permintaan	kantong	391.997	391.997	391.997
Produksi	kantong	375.853	375.853	357.261
Pergantian Produk	x (kali)	193	198	93
Rata-rata Persediaan	kantong	53.834	53.943	55.558
Persediaan Akhir	kantong	45.200	44.033	42.365
Performa				
Kekurangan Produk	kantong	(7.651)	(2.095)	-
Rasio Pemenuhan Permintaan	%	98,05%	99,47%	100,00%
<i>Utilisation Loss</i>	Jam	1,6	1,6	12,4
Biaya				
Biaya Simpan	rupiah	117.297.434	111.446.085	110.917.825
Biaya Pergantian Produk	rupiah	20.108.310	20.532.402	19.359.177
Biaya Proses	rupiah	229.204.495	229.204.476	222.379.254
Biaya Selisih Persediaan	rupiah	12.409.877	12.409.877	25.129.989
Total Biaya	rupiah	379.020.117	373.592.841	377.786.245

Pada bulan Januari total permintaan yang harus dipenuhi 391.997 kantong. Parameter persediaan yang digunakan pada metode eksisting adalah jumlah *inventory days of supply* yang telah ditentukan oleh manajemen PT. Mortars dengan jumlah persediaan 61.344 kantong untuk semua produk. Metode (R, S) menggunakan

parameter target persediaan dengan jumlah persediaan 60.177 kantong. Pada metode (R, s, S) parameter persediaan yang digunakan adalah *maximum stock* dengan jumlah persediaan 77.101 kantong.

Pada metode eksisting jumlah produksi 375.853 kantong dengan jumlah pergantian produk 193 kali dan rata-rata persediaan 53.834 kantong per hari. Pada metode (R, S) jumlah produksi 375.853 kantong dengan jumlah pergantian produk 198 kali dan rata-rata persediaan 53.943 kantong per hari. Pada metode (R, s, S) jumlah produksi 357.261 kantong dengan jumlah pergantian produk 93 kali dan rata-rata persediaan 55.558 kantong per hari. Pada metode eksisting jumlah kekurangan produk 7.651 kantong, sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 98.05%. Sedangkan, pada metode (R, S) jumlah kekurangan 2.095 kantong, sehingga diperoleh rasio pemenuhan permintaan 99.47%. Pada metode (R, s, S) tidak pernah terjadi kekurangan produk, artinya rasio pemenuhan permintaan yang dihasilkan 100%.

Kekurangan produk pada metode eksisting dan metode (R, S) didominasi oleh jenis acian yang hanya diproduksi sekali dalam satu minggu. Persediaan produk acian telah habis sebelum periode produksi berikutnya, hal ini dikarenakan faktor kenaikan jumlah permintaan yang lebih besar dibandingkan dengan persediaan pengaman. Sedangkan hal tersebut tidak terjadi pada metode (R, s, S) karena jenis produk acian dapat diproduksi setiap hari jika tingkat persediaan di bawah titik pemesanan kembali.

Total biaya yang dikeluarkan pada bulan Januari untuk metode eksisting Rp 379.020.117 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 117.297.434, biaya pergantian produk Rp. 20.108.310, biaya proses Rp. 229.204.495, dan biaya selisih persediaan Rp. 12.409.877. Total biaya pada metode (R, S) Rp 373.592.841 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 111.446.085, biaya pergantian produk Rp. 20.532.042, biaya proses Rp. 229.204.476, dan biaya selisih persediaan Rp. 12.409.877. Total biaya pada metode (R, s, S) Rp. 377.786.245 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 110.917.825, biaya pergantian produk Rp. 19.359.117, biaya proses Rp. 222.379.254, biaya selisih persediaan Rp 25.129.989.

Dapat disimpulkan bahwa pada periode Januari metode (R, s, S) menjadi metode paling handal dalam menghasilkan rasio pemenuhan permintaan mencapai 100%. Rasio pemenuhan permintaan tersebut 0,53% lebih besar metode (R, S) yang memiliki pencapaian 99,47%. Dari sisi total biaya, metode (R, S) menjadi metode dengan total

biaya terendah yaitu Rp. 373.592.841. Total biaya tersebut Rp. 4.193.404 lebih hemat dibandingkan total biaya pada metode (R, s, S) dengan total biaya Rp. 377.786.245.

5.5.2 Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Februari 2019.

Dari analisa persediaan yang telah dilakukan dengan masing-masing metode pada periode Februari, diperoleh hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 5-2:

Tabel 5-2 Perbandingan Performa dan Total Biaya Februari 2019

Periode Februari 2019				
Deskripsi	Satuan	Metode Eksisting	Metode <i>Periodic Review System</i>	
			R, S	R, s, S
Persediaan Awal	Kantong	45.200	44.033	42.365
Permintaan	Kantong	410.539	410.539	410.539
Produksi	Kantong	401.641	403.045	414.220
Pergantian Produk	x (kali)	193	197	102
Rata-rata Persediaan	Kantong	51.098	49.787	54.600
Persediaan Akhir	Kantong	37.662	36.539	46.046
Performa				
Kekurangan Produk	Kantong	(5.141)	(925)	-
Rasio Pemenuhan Permintaan	%	98,75%	99,77%	100,00%
Utilisation Loss	Jam	0	0	0
Biaya				
Biaya Simpan	Rupiah	97.560.260	91.312.856	97.605.682
Biaya Pergantian Produk	Rupiah	20.108.310	20.447.584	25.728.472
Biaya Proses	Rupiah	263.951.328	263.951.639	272.533.168
Biaya Selisih Persediaan	Rupiah	5.167.081	5.167.125	(2.127.489)
Total Biaya	Rupiah	386.786.979	380.879.204	393.739.833

Pada bulan Februari total permintaan yang harus dipenuhi 410.539 kantong. Jumlah persediaan awal periode Februari merupakan jumlah persediaan akhir bulan Januari. Metode eksisting memiliki jumlah persediaan 45.200 kantong. Metode (R, S) memiliki jumlah persediaan 44.033 kantong dan metode (R, s, S) memiliki jumlah persediaan 42.365 kantong.

Pada metode eksisting jumlah produksi 401.641 kantong, dengan jumlah pergantian produk 193 kali dan rata-rata persediaan 51.098 kantong per hari. Pada metode (R, S) jumlah produksi 403.045 kantong, dengan jumlah pergantian produk 197 kali dan rata-rata persediaan 49.787 kantong per hari. Sedangkan, pada metode

(R, s, S) jumlah produksi 414.220 kantong, dengan jumlah pergantian produk 102 kali dan rata-rata persediaan 46.046 kantong per hari.

Pada metode eksisting jumlah kekurangan produk 5.141 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 98.75%. Sedangkan, metode (R, S) jumlah kekurangan produk 925 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.77%. Pada metode (R, s, S) tidak terjadi kekurangan produk sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 100%.

Hasil analisa persediaan pada periode Februari tidak jauh berbeda dari hasil analisa persediaan periode Januari. Kekurangan produk pada metode eksisting dan metode (R, S) masih didominasi jenis produk acian, seperti pada kondisi bulan Januari. Pada metode (R, s, S) belum terdapat kekurangan produk dikarenakan produk acian dapat diproduksi setiap hari.

Total biaya yang dikeluarkan pada bulan Februari untuk metode eksisting Rp. 386.786.979 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 97.560.260, biaya pergantian produk Rp. 20.108.310, biaya proses Rp. 263.951.328, dan biaya selisih persediaan Rp. 5.167.081. Total biaya pada metode (R, S) Rp. 380.879.204 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 91.312.856, biaya pergantian produk Rp. 20.447.584, biaya proses Rp. 263.951.639, dan biaya selisih persediaan Rp. 5.167.125. Total biaya pada metode (R, s, S) Rp. Rp. 393.739.833 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 97.605.682, biaya pergantian produk Rp. 25.728.472, biaya proses Rp. 272.553.168, biaya selisih persediaan (-Rp. 2.127.489), artinya persediaan diakhir bulan lebih besar dari persediaan awal bulan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada periode Februari metode (R, s, S) menjadi metode paling handal dalam menghasilkan rasio pemenuhan permintaan hingga mencapai 100%. Rasio pemenuhan permintaan tersebut 0,23% lebih besar dibandingkan metode (R, S) yang memiliki pencapaian 99,77%. Dari sisi total biaya metode (R, S) menjadi metode dengan total biaya terendah yaitu Rp. 380.879.204. Total biaya tersebut Rp. 12.860.629 lebih hemat dibandingkan total biaya pada metode (R, s, S) dengan total biaya Rp. 393.739.833.

5.5.3 Pembahasan Hasil Analisa Persediaan Maret 2019.

Dari analisa persediaan yang telah dilakukan dengan masing-masing metode pada periode Maret, diperoleh hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 5-3:

Tabel 5-3 Perbandingan Performa dan Total Biaya Maret 2019

Periode Maret 2019				
Deskripsi	Satuan	Metode Eksisting	Metode <i>Periodic Review System</i>	
			R, S	R, s, S
Persediaan Awal	Kantong	37.662	36.539	46.046
Permintaan	Kantong	419.496	419.496	419.496
Produksi	Kantong	420.732	428.073	414.596
Pergantian Produk	x (kali)	201	212	103
Rata-rata Persediaan	Kantong	51.316	51.299	51.440
Persediaan Akhir	Kantong	36.590	45.116	41.146
Performa				
Kekurangan Produk	Kantong	(3.856)	(1.943)	(834)
Rasio pemenuhan permintaan	%	99,08%	99,54%	99,80%
<i>Utilisation Loss</i>	Jam	0	0	0
Biaya				
Biaya Simpan	Rupiah	107.242.085	101.375.353	101.080.583
Biaya Pergantian Produk	Rupiah	21.721.443	22.654.446	22.839.898
Biaya Proses	Rupiah	271.332.478	278.920.621	269.818.199
Biaya Selisih Persediaan	Rupiah	1.057.392	(5.392.772)	2.344.389
Total Biaya	Rupiah	401.353.398	397.557.648	396.083.069

Pada bulan Maret total permintaan yang harus dipenuhi 419.496 kantong. Jumlah persediaan awal pada periode Maret merupakan jumlah persediaan akhir pada bulan Februari metode eksisting memiliki jumlah persediaan 37.662 kantong. Metode (R, S) memiliki jumlah persediaan 36.539 kantong dan metode (R, s, S) memiliki jumlah persediaan 46.046 kantong.

Pada metode eksisting jumlah produksi 420.732 kantong, dengan jumlah pergantian produk 201 kali dan rata-rata persediaan 51.316 kantong per hari. Pada metode (R, S) jumlah produksi 428.073 kantong, dengan jumlah pergantian produk 212 kali dan rata-rata persediaan 51.299 kantong per hari. Pada metode (R, s, S) jumlah produksi 414.596 kantong, dengan jumlah pergantian produk 103 kali dan rata-rata persediaan 51.440 kantong per hari.

Pada metode eksisting jumlah kekurangan produk 3.856 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.08%. Pada metode (R, S) jumlah kekurangan produk 1.943 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.54%. Pada metode (R, s, S) jumlah kekurangan produk 834 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.80%.

Kekurangan produk pada metode eksisting dan metode metode (R, S) tetap didominasi oleh jenis produk acian, seperti pada kondisi bulan Januari dan Februari. Pada metode (R, s, S) kekurangan produk terjadi karena jumlah pemesanan kembali melebihi alokasi waktu produksi maksimum. Hal ini menjadi kelemahan dari metode (R, s, S) dalam kasus *single machine multi product*, apabila banyak produk yang memiliki persediaan dibawah titik pemesanan kembali pada periode peninjauan yang sama, maka jumlah pemesanan kembali pada periode tersebut akan menjadi besar. Dengan adanya batasan kapasitas produksi, maka tidak semua pemesanan kembali dapat dilakukan.

Total biaya yang dikeluarkan pada bulan Maret untuk metode eksisting Rp. 401.353.398 yang terdiri dari biaya simpan Rp 107.242.085, biaya pergantian produk Rp 21.721.443, biaya proses Rp 271.332.478, dan biaya selisih persediaan Rp 1.057.392. Total biaya pada metode (R, S) Rp. 397.557.648 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 101.375.353, biaya pergantian produk Rp. 22.654.446, biaya proses Rp. 278.920.621, dan biaya selisih persediaan (-Rp. 5.392.772). Total biaya pada metode (R, s, S) Rp. 396.083.069 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 101.080.583, biaya pergantian produk Rp 22.839.898, biaya proses Rp. 269.818.199, biaya selisih persediaan Rp. 2.344.389.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada periode Maret metode (R, S) menjadi metode paling handal dalam menghasilkan rasio pemenuhan permintaan dan total biaya paling rendah. Rasio pemenuhan permintaan yang dicapai pada metode (R, S) mencapai 99,80%, 0,26% lebih besar dibandingkan metode (R, s, S) yang memiliki pencapaian 99,54%. Dari sisi total biaya metode (R, S) membutuhkan total biaya Rp. 391.947.802, Rp. 4.569.384 lebih hemat dibandingkan total biaya pada metode (R, s, S) dengan total biaya Rp. 396.517.186.

5.5.4 Pembahasan Hasil Analisa Persediaan (Q1) 2019.

Dari analisa persediaan yang telah dilakukan dengan masing-masing metode pada periode Kuartal (Q1) 2019, diperoleh hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 5-4:

Tabel 5-4 Perbandingan Performa dan Total Biaya Q1 2019

Periode Kuartal Pertama (Q1) 2019				
Deskripsi	Satuan	Metode Eksisting	Metode <i>Periodic Review System</i>	
			R, S	R, s, S
Persediaan Awal	kantong	61.344	60.177	77.101
Permintaan	kantong	1.222.032	1.222.032	1.222.032
Produksi	kantong	1.198.226	1.206.971	1.186.077
Pergantian Produk	x (kali)	587	607	298
Rata-rata Persediaan	kantong	51.176	50.718	53.841
Persediaan Akhir	kantong	36.590	45.116	41.146
Performa				
Kekurangan Produk	kantong	(16.648)	(4.963)	(834)
Rasio Pemenuhan Permintaan	%	98,64%	99,59%	99,93%
<i>Utilisation Loss</i>	Jam	1,62	1,62	12,35
Biaya				
Biaya Simpan	rupiah	322.099.779	304.134.294	309.604.090
Biaya Pergantian Produk	rupiah	61.938.062	63.634.432	67.927.547
Biaya Proses	rupiah	764.488.302	772.076.736	764.730.621
Biaya Selisih Persediaan	rupiah	18.634.350	12.184.231	25.346.889
Total Biaya	rupiah	1.167.160.494	1.152.029.693	1.167.609.147

Pada periode Q1 2019 total permintaan yang harus dipenuhi 1.222.032 kantong. Jumlah persediaan awal sekaligus parameter persediaan yang digunakan pada metode eksisting 61.344 kantong, metode (R, S) 60.177 kantong, metode (R, s, S) 77.101 kantong.

Pada metode eksisting jumlah produksi 1.198.226 kantong, dengan jumlah pergantian produk 587 kali dan rata-rata persediaan 51.176 kantong per hari. Pada metode (R, S) jumlah produksi 1.206.971 kantong, dengan jumlah pergantian produk 607 kali dan rata-rata persediaan 50.718 kantong per hari. Pada metode (R, s, S) jumlah produksi 1.186.007 kantong, dengan jumlah pergantian produk 298 kali dan rata-rata persediaan 53.841 kantong per hari.

Pada metode eksisting jumlah kekurangan produk 16.648 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 98.6%. Pada metode (R, S) jumlah

kekurangan produk 4.963 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.59%. Pada metode (R, s, S) jumlah kekurangan produk 834 kantong sehingga rasio pemenuhan permintaan yang diperoleh 99.93%.

Kekurangan produk pada metode eksisting dan metode (R, S) didominasi pada jenis produk acian. Persediaan acian telah habis sebelum periode produksi berikutnya dikarenakan kenaikan permintaan yang lebih besar dibandingkan persediaan pengaman. Pada metode metode (R, s, S) kekurangan produk terjadi karena jumlah pemesanan kembali melebihi alokasi waktu produksi maksimum (22 jam). Apabila banyak produk yang memiliki persediaan dibawah titik pemesanan kembali pada periode peninjauan yang sama, maka jumlah pemesanan kembali pada periode tersebut akan menjadi besar dan melebihi kapasitas produksi.

Total biaya yang dikeluarkan pada periode Q1 2019 untuk metode eksisting Rp. 1.167.160.494 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 322.099.779 biaya pergantian produk Rp. 61.938.062, biaya proses Rp. 764.488.302, dan biaya selisih persediaan Rp. 18.634.350. Total biaya pada metode (R, S) Rp. 1.152.029.693 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 304.134.294, biaya pergantian produk Rp. 63.634.432, biaya proses Rp. 772.076.736, dan biaya selisih persediaan Rp. Rp12.184.231. Total biaya pada metode (R, s, S) Rp. 1.167.609.147 yang terdiri dari biaya simpan Rp. 309.604.090, biaya pergantian produk Rp. 67.927.547, biaya proses Rp. 764.730.621, biaya selisih persediaan Rp. 25.346.889.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada periode Q1 2019 metode (R, s, S) menjadi metode paling handal dalam menghasilkan rasio pemenuhan permintaan hingga mencapai 99.93%. Rasio pemenuhan permintaan tersebut 0.34% lebih besar dibandingkan metode (R, S) yang memiliki pencapaian 99.59%. Dari sisi total biaya metode (R, S) menjadi metode dengan total biaya terendah yaitu Rp. 1.152.029.693. Total biaya tersebut Rp. 15.579.454 lebih hemat dibandingkan total biaya pada metode (R, s, S) dengan total biaya Rp. 1.167.609.147.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dapat diambil dari hasil penelitian. Kesimpulan merupakan pernyataan yang menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan dari awal. Saran merupakan masukan yang diusulkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, baik untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Hasil penelitian pengendalian persediaan dan perencanaan produksi di PT. Mortars berupa alat bantu pengambil keputusan pengendalian persediaan dan perencanaan produksi. Alat bantu pada penelitian ini menggabungkan dua metode (R, S) dan (R, s, S) serta perencanaan produksi menggunakan metode *linear programming*. Alat bantu dibuat menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan memanfaatkan fungsi *Solver Add-ins*, sehingga tidak diperlukan investasi karena PT. Mortars sudah memiliki perangkat lunak tersebut. Dengan alat bantu yang dirancang, proses perencanaan produksi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan konsisten. Proses perencanaan produksi yang semula dibuat secara manual diubah menjadi terkomputerisasi, sehingga dapat menghasilkan perencanaan produksi yang optimal secara otomatis. Penggunaan *Solver Add-ins* ini cukup mudah, karena pengguna alat bantu (*production planner*) hanya perlu memperbarui tanggal dan menjalankan program sesuai dengan *template* yang telah dibuat. Dari proses optimasi menggunakan alat bantu tersebut akan diperoleh keputusan perencanaan produksi berupa alokasi waktu produksi dan jumlah produk optimal untuk setiap tipe produk.
2. Kesimpulan dari hasil analisa persediaan yang telah dilakukan, metode usulan (R, S) dan (R, s, S) mampu menghasilkan rasio pemenuhan permintaan dan total biaya yang lebih baik dibandingkan dengan metode eksisting. Metode (R,

S) menghasilkan rasio pemenuhan permintaan 0,95% lebih baik (dari 98,64% ke 99,59%) dan biaya total lebih hemat 1,3% setara Rp. 15.130.801 (dari Rp. 1.167.160.494 ke Rp. 1.152.029.693) jika dibandingkan dengan metode eksisting. Metode (R, s, S) menghasilkan rasio pemenuhan permintaan 1,29% lebih baik (dari 98,64% ke 99,93%) dan total biaya lebih hemat 0,4% setara Rp. 448.653 (dari Rp.1.167.160.494 ke Rp. 1.167.609.147) dibandingkan dengan metode eksisting. Metode (R, s, S) menjadi metode dengan rasio pemenuhan permintaan tertinggi dan metode (R, S) menjadi metode dengan total biaya terendah. PT. Mortars dapat menentukan metode mana yang lebih sesuai dengan tujuan perusahaan, berdasarkan informasi hasil analisa persediaan dari metode usulan pada penelitian ini.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini dan dapat digunakan untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya PT. Mortars mempertimbangkan untuk mengubah metode pengendalian persediaan yang saat ini digunakan dengan menggunakan metode pengendalian persediaan usulan. Penggunaan metode (R, S) akan lebih mudah diterapkan karena metode tersebut hampir sama dengan metode eksisting dan dapat memperbaiki parameter persediaan untuk menghasilkan rasio pemenuhan permintaan yang lebih baik serta total biaya yang lebih rendah. rasio pemenuhan permintaan sudah melebihi target yang diberikan oleh manajemen PT. Mortars yaitu 98%. Penggunaan metode (R, s, S) akan lebih sulit diterapkan karena dalam metode ini proses produksi untuk produk acian dapat dilakukan setiap hari, sehingga frekuensi pergantian produk dari plasteran dan perekat ke produk acian (pembersihan lini produksi) dapat bertambah. Dengan bertambahnya frekuensi pembersihan lini produksi terdapat konsekuensi yang tidak diperhitungkan pada penelitian ini seperti: munculnya proses *recycle/ re-use* material kapur yang digunakan untuk membersihkan lini produksi yang harus dikembalikan kedalam silo setelah proses produksi acian selesai.

2. Jika PT. Mortars ingin memperbaiki rasio pemenuhan permintaan pada metode (R, S), langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbesar nilai *service level* pada penghitungan parameter target persediaan (S) khusus untuk produk acian karena periode peninjauan produk acian dilakukan satu minggu satu kali (pada penelitian ini digunakan nilai *service level* 95% untuk semua jenis produk). Dengan memperbesar nilai *service level* pada jenis produk acian, maka akan diperoleh parameter target persediaan (S) yang lebih besar, sehingga dapat mengurangi kekurangan produk pada jenis acian. Penambahan nilai target stock (S) ini dapat berakibat pada penambahan biaya simpan.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan metode pengendalian persediaan yang berbeda untuk setiap kategori produk. Produk plasteran dan perekat dapat menggunakan metode (R, s, S) agar dapat lebih responsif dalam memenuhi permintaan dan dapat mengurangi jumlah pergantian produk. Produk acian dapat menggunakan metode (R, S) agar dapat mengurangi jumlah pergantian produk dari plasteran dan perekat ke acian yang membutuhkan waktu 2 jam.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi (Edisi Revisi)*. Jakarta: Indonesia: Fakultas Ekonomi Universitas.
- Buxey, G. (2005). Aggregate planning for seasonal demand: Reconciling theory with practice. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(11), 1083–1100.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., dan Adequilano, N. J. (2006). *Operation management for competitive advantage*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Gansterer, M. (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *International Journal of Production Economics*, 170, 521–528.
- Ghobbar, A. A., dan Friend, C. H. (2002). Sources of intermittent demand for aircraft spare parts within airline operations. *Journal of Air Transport Management*, 8(4), 221–231.
- Heizer J. H, dan B., R. (2011). *Operations management* (10th ed.). New Jersey: Pearson Education Inc.
- Kumar, S. A., dan Suresh, N. (2008). *Production and operations management* (2nd ed.). New Delhi: New Age International.
- Liu, X., dan Tu, Y. (2008). Production planning with limited inventory capacity and allowed stockout. *International Journal of Production Economics*, 111(1), 180–191.
- Mulyono, S. (2007). *Riset Operasi (Edisi Revi)*. Jakarta: Indonesia: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Nam, S., dan Logenderan, R. (1992). Aggregate production planning - A survey of Models and methodologies. *European Journal of Operation Research*, 61, 255–272.
- Nicolae, L. I., Tanasecu, D., dan Popa, V. (2014). Customer expectation management in store management. *Supply Chain Management*, 3(2), 58–75.
- Pujawan, I. N., dan Mahendrawathi, E. (2017). *Supply Chain Management* (3rd ed.). Surabaya: Penerbit Andi.
- Silver, E. A., Peterson, R., dan Pyke, D. F. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. (3rd ed.). John Wiley dan Sons.

- Takey, F. M. dan Mesquita, M. A. (2006). Agregate Planning for a Large Food Manufacturer with High Seasonal Demand. *Brazilian Journal of Operasions dan Production Management*, 3(January 2010), 05-20.
- Tersine, R. J. (1994). Principles of inventory and materials management.
- Toomey, J. (2000). *Inventory Management : Principles , Concepts and Techniques Materials Management I Logistics Series*.
- Wittwer, J. W. (2004). *Monte Carlo Simulation*. Retrieved February 21, 2019, from <https://www.vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html>.

LAMPIRAN 1
Hasil Analisa persediaan Metode eksisting

LAMPIRAN 2

Hasil Analisa persediaan **Metode (R, S)**

LAMPIRAN 3

Hasil Analisa persediaan Metode (R, s, S)

