

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Optimasi Model Desain Sistem Penyimpanan Rak Dan Tata Letak Gudang Produk Plastik Berbasis *Class Based Storage*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dialami. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang dengan rahmat, petunjuk dan ridha-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bagus Sumaryono, dan Ibu Murtiningsih serta Eyang kakung dan Alm. Eyang putri yang telah memberikan segala doa, petunjuk, bantuan, motivasi, dan semangat serta kasih sayang yang tidak pernah putus. Terima kasih atas nasihat sehingga membentuk diri penulis hingga saat ini, dan terima kasih karena tidak pernah lelah menemani penulis dalam keadaan apapun.
3. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, masukan, arahan, serta ilmu kepada penulis.
4. Ibu Yeni Sumantri, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam kegiatan akademik maupun non akademik kepada penulis.
5. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi dan Bapak Angga Akbar Fanani, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, atas waktu, petunjuk, dan motivasi selama menjalani seluruh rangkaian proses hingga saat ini. Terima kasih atas waktu yang diberikan untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dan solusi ketika penulis membutuhkan bimbingan. Terima kasih karena telah menjadi guru yang baik bagi penulis.

6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga bagi penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik Industri serta Bapak dan Ibu Staff Jurusan Teknik Industri yang sedikit banyak membantu dalam urusan kegiatan akademik maupun non akademik penulis.
7. Bapak Febri dari Departemen *Maintenance* PT Berlina sebagai pembimbing lapangan yang telah banyak membantu serta memberikan arahan serta bimbingan dalam perizinan tempat untuk dilakukannya penelitian skripsi penulis.
8. Bapak Syafi'i dan Mas Johan dari Departemen *Finished Goods Warehouse* PT Berlina Tbk Pandaan yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, tenaga dan waktunya dalam membantu menyelesaikan skripsi penulis.
9. Sahabat penulis, Riska Putri Rahmandani, Farah Tsanyna'ila, M. Haris El Khudri, Yussy Fatma Rosyita, Fenny Novia Istanti, Marsha Amalia Putri, dan Tyas Evita Sari, yang telah memberi semangat, dukungan, motivasi dan doa kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga saat ini serta dalam menyelesaikan skripsi penulis.
10. Teman-teman seperjuangan, Anes, Ajibah, Astri, Fadilia, Vianey, Oscario, Aufal, Nanda, Qori, Adib, Amelia, Irma, Budi, dan Meidina yang telah membantu, berdiskusi, memberikan motivasi, serta memberikan saran dalam menyelesaikan skripsi penulis.
11. Seluruh teman-teman Teknik Industri Angkatan 2013, yang telah memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, Juli 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Penelitian .....	6
1.7 Asumsi Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Gudang .....	9
2.2.1 Fungsi Gudang .....	9
2.2.2 Karakteristik Gudang .....	10
2.2.3 Tipe-Tipe Gudang .....	10
2.2.4 Kebijakan Penyimpanan Gudang .....	11
2.2.5 Sistem Rotasi Gudang .....	12
2.3 <i>Racking System</i> .....	13
2.3.1 Tipe-Tipe Rak.....	13
2.3.2 <i>Pallet Racking System</i> .....	15
2.4 Perancangan Tata Letak .....	15
2.5 Tata Letak Gudang .....	16
2.6 Metode Pengukuran Jarak .....	18
2.7 Optimasi .....	20

2.8 Perhitungan optimasi utilisasi volumetrik rak dan <i>storage efficiency</i> .....	21
2.9 Hipotesis Penelitian.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.3 Tahap-Tahap Penelitian .....	25
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	31
4.1.1 Profil Singkat PT Berlina Tbk-Pandaan.....	31
4.1.2 Sejarah PT Berlina Tbk-Pandaan .....	31
4.1.3 Visi dan Misi PT Berlina Tbk-Pandaan .....	32
4.1.4 Struktur Organisasi PT Berlina Tbk-Pandaan.....	33
4.2 Objek Penelitian Departemen Gudang Produk Jadi.....	35
4.3 Pengumpulan Data .....	38
4.3.1 Karakteristik Produk .....	38
4.3.2 Jenis dan Jumlah Produksi Produk.....	38
4.3.3 Dimensi <i>Box</i> Karton Produk .....	38
4.3.4 Jenis Dan Dimensi Penyusunan <i>Box</i> Karton Produk .....	39
4.3.5 Dimensi <i>Pallet</i> .....	40
4.3.6 Jenis Rak Pada <i>Pallet Racking System</i> Gudang Produk Jadi .....	41
4.3.7 <i>Material Handling Equipment</i> .....	43
4.4 Pengolahan Data.....	44
4.4.1 Identifikasi <i>Production Rate, Demand Rate, Dan Safety Stock</i> .....	45
4.4.2 Identifikasi <i>Production Time Dan Cycle Time</i> .....	45
4.4.3 Perancangan <i>Racking System</i> .....	45
4.4.4 Perhitungan <i>Racking System</i> .....	49
4.4.5 Pengelompokkan Produk Dengan <i>Class Based Storage Policy</i> .....	56
4.4.6 Perancangan Tata Letak Gudang <i>Racking</i> Produk Jadi Baru .....	60
4.4.7 Identifikasi aktivitas pergudangan .....	60
4.4.8 Identifikasi kebutuhan <i>space</i> untuk aktivitas pergudangan .....	60
4.4.9 Penentuan Kebutuhan Luas Penyimpanan <i>Racking</i> .....	61
4.4.10 Penentuan Lebar Gang ( <i>Aisle</i> ) .....	63
4.4.11 Usulan <i>Layout</i> Gudang <i>Racking</i> .....	63

4.4.12 Perhitungan Utilitas <i>Layout</i> Gudang .....	67
4.4.13 Perancangan Alamat Rak .....	67
4.4.14 Perhitungan Jarak Rak Pada <i>Layout</i> Usulan .....	69
4.4.15 Penugasan Rak Dengan <i>Class Based Storage Policy</i> .....	71
4.4.16 Perhitungan Jarak <i>Class Based Storage Within Aisle Layout</i> Usulan .....	75
4.4.17 Perhitungan Jarak <i>Class Based Storage Across Aisle Layout</i> Usulan .....	77
4.4.18 Analisis Penerapan Usulan Tata Letak .....	79
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>83</b>
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>87</b>

Halaman sengaja dikosongkan

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Jumlah <i>Stock</i> Akhir Bulan, Kapasitas Gudang, Dan Persentase <i>Stock</i> Produk Berlebih Gudang.....	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel 4.1	Daftar Jenis <i>Box</i> Karton <i>Packaging</i> .....	39
Tabel 4.2	Daftar Dimensi <i>Volume Stack Box</i> Produk .....	39
Tabel 4.3	Spesifikasi <i>Pallet</i> Yang Digunakan .....	40
Tabel 4.4	Perbandingan Spesifikasi <i>Forklift</i> Yang Digunakan.....	44
Tabel 4.5	Daftar ketinggian <i>box</i> karton produk .....	46
Tabel 4.6	Dimensional rak .....	47
Tabel 4.7	Hasil optimasi menggunakan <i>software</i> Ms. Excel untuk produk bukan <i>Deadstock</i> .....	56
Tabel 4.8	<i>Class Based Storage Policy</i> Pada Segmentasi <i>Finished Goods</i> .....	57
Tabel 4.9	<i>Class Based Storage Policy</i> Pada Segmentasi <i>Work In Process</i> (WIP) .....	58
Tabel 4.10	Rekapitulasi kebutuhan jumlah <i>lanes</i> rak .....	62
Tabel 4.11	Hasil perhitungan lebar gang .....	63
Tabel 4.12	Perbandingan usulan <i>layout</i> gudang .....	64
Tabel 4.13	Perhitungan Luas Penyimpanan Produk Pada <i>Layout</i> Vertikal .....	67
Tabel 4.14	Jumlah <i>Rack Bays</i> Pada <i>Layout</i> Vertikal .....	68
Tabel 4.15	Daftar Alamat Rak Pada Gudang Produk Jadi .....	68
Tabel 4.16	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Within Aisle</i> FG Pada <i>Selective Racks</i> .....	72
Tabel 4.17	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Within Aisle</i> Pada WIP Pada <i>Selective Racks</i> .....	72
Tabel 4.18	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Within Aisle</i> FG Pada <i>Drive-thru Racks</i> .....	72
Tabel 4.19	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Within Aisle</i> WIP Pada <i>Drive-thru Racks</i> .....	73
Tabel 4.20	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Across Aisle</i> FG Pada <i>Selective Racks</i> .....	73
Tabel 4.21	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Across Aisle</i> WIP Pada	

	<i>Selective Racks</i> .....	74
Tabel 4.22	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Across Aisle</i> FG Pada <i>Drive-thru Racks</i> .....	74
Tabel 4.23	Penugasan rak sesuai <i>Class Based Storage</i> dengan <i>Across Aisle</i> WIP Pada <i>Drive-thru Racks</i> .....	74
Tabel 4.24	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak FG Rak <i>Selective Within Aisle</i> .....	76
Tabel 4.25	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak WIP Rak <i>Selective Within Aisle</i> ...	76
Tabel 4.26	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak FG Rak <i>Drive-thru Within Aisle</i> ..	76
Tabel 4.27	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak WIP Rak <i>Drive-thru Within Aisle</i>	77
Tabel 4.28	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak FG Rak <i>Selective Across Aisle</i> .....	78
Tabel 4.29	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak WIP Rak <i>Selective Across Aisle</i> ...	78
Tabel 4.30	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak FG Rak <i>Drive-thru Across Aisle</i> ..	78
Tabel 4.31	Perhitungan Titik Gabungan Dan Jarak WIP Rak <i>Drive-thru Across Aisle</i>	79
Tabel 4.32	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Jarak <i>Material Handling CBS Within Aisle</i> Dan <i>Across Aisle</i> .....	80



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pembagian wilayah berdasarkan <i>popularity</i> .....	16
Gambar 2.2	Pola aliran bahan yang mungkin pada gudang .....	18
Gambar 2.3	Perhitungan jarak dengan <i>Euclidean</i> .....	18
Gambar 2.4	Pengukuran jarak <i>Tchebychev</i> .....	20
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	30
Gambar 4.1	Struktur dewan komisaris PT Berlina Tbk Pandaan .....	33
Gambar 4.2	Struktur organisasi Departemen PT Berlina Tbk.....	34
Gambar 4.3	Denah gudang <i>racking</i> produk jadi saat ini .....	35
Gambar 4.4	Lokasi gudang <i>racking</i> produk jadi <i>existing</i> .....	36
Gambar 4.5	Rencana <i>layout</i> bangunan gudang <i>racking</i> baru .....	37
Gambar 4.6	<i>Pallet</i> 120 cm x 120 cm x 15 cm .....	40
Gambar 4.7	<i>Selective pallet rack</i> dan <i>aisle</i> antara <i>selective pallet rack</i> .....	41
Gambar 4.8	<i>Selective pallet rack</i> dan proses pengambilan barang .....	42
Gambar 4.9	<i>Drive-thru rack</i> dan <i>aisle</i> antara <i>drive-thru rack</i> .....	42
Gambar 4.10	Proses <i>loading</i> dan <i>unloading</i> untuk (a) rak <i>drive-thru</i> dan (b) rak <i>drive-in</i> .....	43
Gambar 4.11	<i>Reach truck</i> dan <i>tree-wheels counterbalanced truck</i> .....	44
Gambar 4.12	Dimensi <i>centerline to centerline</i> panjang rak .....	48
Gambar 4.13	<i>Overhead clearance</i> dan <i>clear height</i> gudang .....	48
Gambar 4.14	<i>Input</i> model matematika pada <i>worksheet excel</i> .....	54
Gambar 4.15	Visual Basic pada tab Developer .....	54
Gambar 4.16	<i>Tab</i> pada jendela visual basic Ms. Excel .....	55
Gambar 4.17	Dimensi satu <i>rack bay</i> .....	62
Gambar 4.18	<i>Layout</i> dengan penyusunan rak horizontal .....	65
Gambar 4.19	<i>Layout</i> usulan dengan penyusunan rak vertikal .....	66

Halaman sengaja dikosongkan

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Rencana <i>Layout</i> Gudang Baru .....	87
Lampiran 2	Data Daftar Produk Yang Diproduksi Tahun 2016 .....	88
Lampiran 3	Data Produk Masuk Ke Gudang Tahun 2016 Dalam Satuan <i>Pallet</i> .....	98
Lampiran 4	Data Keluar Ke Gudang Tahun 2016 Dalam Satuan <i>Pallet</i> .....	113
Lampiran 5	<i>Input Model Matematika Racking System</i> .....	128
Lampiran 6	Daftar <i>Item Non-Deadstock</i> Dengan <i>Storage System Drive-Thru Racks</i> ...	136
Lampiran 7	Daftar <i>Item Non-Deadstock</i> Dengan <i>Storage System Selective Racks</i> .....	139
Lampiran 8	Pengelompokkan <i>Item Produk Finished Goods</i> Dengan <i>Class Based Storage Policy</i> .....	146
Lampiran 9	Pengelompokkan <i>Item Produk Work In Process</i> Dengan <i>Class Based Storage Policy</i> .....	158
Lampiran 10	Daftar Kebutuhan Rak <i>Item Deadstock</i> .....	166
Lampiran 11	Daftar Titik Pusat Dan Jarak Rak Ke <i>Staging Area Incoming Dan Delivery Products</i> .....	167
Lampiran 12	<i>Layout Vertikal Gudang Dengan CBS Within Aisle</i> .....	172
Lampiran 13	<i>Layout Vertikal Gudang Dengan CBS Across Aisle</i> .....	173

Halaman sengaja dikosongkan

## RINGKASAN

**Vidya Maryantika**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2017, *Optimasi Model Desain Sistem Penyimpanan Rak dan Tata Letak Gudang Produk Plastik Berbasis Class Based Storage*, Dosen Pembimbing: Remba Yanuar Efranto dan Angga Akbar Fanani.

PT Berlina Tbk Pandaan merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi kemasan plastik. Berdasarkan data jumlah stok akhir bulan tahun 2016, jumlah stok akhir melebihi kapasitas produk yang dapat ditampung oleh gudang dengan persentase lebih terbesar 54.09% dan terkecil 22.76%. Produk berlebih disimpan oleh perusahaan di gudang sewa. Permasalahan lainnya adalah pemilihan kebijakan penempatan oleh gudang kurang efektif, yaitu *random policy* sesuai dengan tersedianya rak kosong. Produk yang disimpan dalam gudang pada tahun 2016 berjumlah 670 jenis produk. Penerapan kebijakan penempatan produk saat ini dapat mengakibatkan kesalahan pengambilan *batch* produk yang seharusnya dikirim. Kurangnya kapasitas gudang dan tingginya biaya sewa gudang membuat perusahaan mengambil keputusan untuk membangun gudang produk jadi baru. Banyaknya jenis produk dan keputusan membuat gudang baru mempengaruhi *racking system* memerlukan perhitungan jumlah rak optimal.

Metode yang digunakan adalah pemodelan matematis dengan konsep *dynamic programming* dan penempatan produk menggunakan kebijakan *class based storage*. Pemodelan matematis diperlukan untuk mengetahui jumlah *lanes* rak optimal masing-masing jenis rak untuk menyimpan produk dengan memperhatikan *production rate*, *demand rate*, *production time*, *cycle time*, dan *safety stock*. Rak yang digunakan adalah jenis *selective racks* dan *drive-thru racks*. Kebijakan penempatan produk yang digunakan adalah *class based storage* dengan membagi kelompok FG dan WIP ke dalam masing-masing segmentasi pada perancangan tata letak gudang *racking* baru untuk memudahkan penempatan dan pengambilan produk.

Berdasarkan perhitungan dengan pemodelan matematika didapatkan jumlah rak *drive-thru* sebesar 540 *lanes* dan 796 *lanes* jenis *selective racks*. Solusi yang dihasilkan memberikan utilisasi *volumetric drive-thru racks* 71.50% dan *selective racks* 64.60%. Perancangan tata letak gudang menghasilkan alternatif penempatan produk *class based storage across aisle* dengan jarak *material handling* 1616.68 meter lebih rendah dibandingkan *class based storage within aisle* sebesar 1662.58 meter. *Lanes* dan tinggi *unit loads* yang berbeda-beda untuk mencapai performansi gudang, *volumetric utilization* dan *storage efficiency*, dicapai dengan menggabungkannya ke dalam model matematis. Penerapan kebijakan penempatan *class based storage* untuk segmentasi produk meningkatkan fleksibilitas penggunaan alamat rak setiap produk dan memudahkan aktivitas penempatan, pengambilan, dan pemisahan antar segmentasi.

**Kata Kunci:** *optimization model, racking system, storage capacity, warehousing, volumetric storage efficiency, class based storage policy.*

Halaman sengaja dikosongkan

## SUMMARY

**Vidya Maryantika**, Department Of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2017, *An Optimization Model For The Design Rack Storage Systems And Layout Of The Plastic Products Warehouse Based On Class Based Storage*, Academic Supervisor: Remba Yanuar Efranto and Angga Akbar Fanani.

*PT Berlina Tbk Pandaan is a manufacturing company that produces plastic packaging. Based on the data end-of-year stock amount of 2016, the final stock amount exceeded the capacity of the product that can be accommodated by warehouse with the largest percentage of 54.09% and the smallest is 22.76%. The excess products are kept by the company in the rental warehouse. Another problem is less effective in selecting storage policy in the warehouse, random policy accordance to the availability of empty racks. The amount of products storing in the warehouse in 2016 are 670 types of product. Implementation of storage policy may result batch product error that should be shipped. The lack of warehouse capacity and the high cost of the warehouse renting makes the company take decision to build a new finished goods warehouse. Multiple products and decisions to create new warehouses affect the racking system require calculating the optimal number of racks.*

*The method used in this research were mathematical modelling with dynamic programming concept and storage policy using class based storage. Mathematical modeling is needed to find the optimal number of rack lanes of each rack type to store the product with respect to production rate, demand rate, production time, cycle time, and safety stock. The type racks used are selective racks and drive-thru racks. The product storage policy used is class based storage by dividing the FG and WIP groups into each segmentation on the design of new racking warehouse layout to facilitate storage and retrieval activities of the product.*

*Based on calculation with mathematical modelling, the number of drive-thru racks is 540 lanes and 796 lanes for selective racks type. The resulting solution provides the utilization of volumetric drive-thru racks by 71.50% and selective racks by 64.60%. The warehouse layout design provides an alternative class based storage across aisle with material handling distance 1616.68 meters lower than class based storage within aisle of 1662.58 meters. Different lanes and unit loads heights to achieve warehouse performance, volumetric utilization and storage efficiency, should be jointly into mathematical modelling. Implementation of class based storage classification policy for product segmentation increases the flexibility using each product's racks address and facilitates the activity of storage, retrieval, and segregation between segmentations.*

**Keywords:** optimization model, racking system, storage capacity, warehousing, volumetric storage efficiency, class based storage policy.

Halaman sengaja dikosongkan