

USULAN PERBAIKAN ALOKASI PENYIMPANAN BARANG DENGAN METODE *CLASS BASED STORAGE* PADA GUDANG BAHAN BAKU 1 PT SMA

¹Andika Prayoga Sujana, ²Dida Diah Damayanti, ³Murni Dwi Astuti

^{1,2,3}Industrial Engineering Study Program, Industrial Engineering Faculty, Telkom University

¹dika.9792@gmail.com, ²didayah@gmail.com, ³murni.dwiastuti@gmail.com

Abstrak—PT. SMA Pegangsaan adalah objek penelitian yang mana memproduksi lima jenis sepeda motor. Gudang bahan baku 1 mengimplementasikan aturan *class based dedicated storage*, di mana barang dikelompokkan menurut transporter ID dan jenis barang di gudang menempati satu lokasi, dan lokasi tidak dapat digunakan oleh barang lain meskipun lokasi kosong. Karena kelebihan persediaan, kebijakan ini tidak dapat diterapkan disebabkan banyaknya barang yang disimpan di luar blok penyimpanan, sehingga akan berpengaruh terhadap aktivitas gudang, terutama aktivitas mengambil yang memiliki waktu yang lebih lama, yaitu 537 detik dari total waktu 1.071 detik. Namun, durasi aktivitas mengambil tidak hanya disebabkan oleh kelebihan kapasitas, tetapi juga karena operator sulit untuk menemukan barang-barang dengan tidak adanya label yang menunjukkan lokasi barang di gudang dan adanya kesulitan ketika operator memilih barang dari area penyimpanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan alokasi penyimpanan barang di gudang. Alokasi barang dimulai dengan klasifikasi barang di gudang dengan menggunakan FSN Analisis berdasarkan transporter ID, dan kemudian dirancang slot sesuai dengan media penyimpanan yang digunakan untuk setiap SKU (*Stock Keeping Unit*). Item dengan kategori Transporter ID *Fast Moving* memiliki prioritas yang lebih tinggi untuk menjadi mendapatkan tempat lebih dekat pintu masuk dan keluar jalur, sehingga perlu dilakukan perhitungan jarak di setiap tempat penyimpanan dengan menggunakan *rectilinear distance*. Setelah menghitung, dapatkan persentase pengurangan jarak 25,33% untuk area *floor stack* lantai 1 sedangkan persentase area yang digunakan adalah 71,90%, pengurangan jarak 16,28% untuk area rak lantai 1 sedangkan persentase area yang digunakan adalah 70,53%, pengurangan jarak 8,17% untuk area *floor stack* lantai 2 sedangkan persentase area yang digunakan adalah 67,61%, dan pengurangan jarak 58,83 untuk daerah rak lantai 2 sedangkan persentase area yang digunakan adalah 100 %.

Kata Kunci—Pergudangan, FSN Analisis, Zonafikasi, *Rectilinear Distance*.

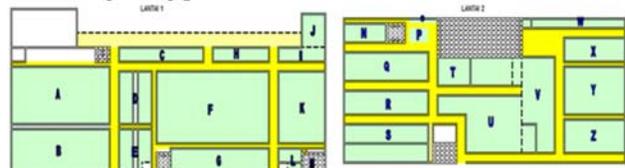
I. PENDAHULUAN

Peran gudang dalam rantai pasok saat ini tergolong penting, terutama dalam hal biaya dan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Meskipun dengan gudang, perusahaan harus membayar lebih tinggi tetapi gudang berfungsi untuk menjaga keseimbangan antara penawaran dan permintaan sehingga bila terjadi masalah baik pada proses *inbound* atau *outbound*,

perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan. Barang yang disimpan di gudang dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi, suku cadang, atau barang jadi. Kinerja perusahaan akan dipengaruhi oleh tingkat produktivitas dan pelayanan pergudangan. Di bawah pengaruh *e-commerce*, globalisasi, dan teknik manajemen baru seperti *Just In Time* (JIT) dan *Lean* produksi, pergudangan sukses untuk mengontrol persediaan, dan waktu respon yang lebih singkat.^[1]

Gudang adalah sebuah bangunan permanen yang digunakan untuk menyimpan barang^[2]. Gudang bahan baku merupakan fasilitas yang penting dalam hal memenuhi kebutuhan bahan baku untuk proses produksi. Pabrik ini memiliki empat gudang bahan baku yang berfungsi untuk menerima, menyimpan, dan mengeluarkan barang dalam kondisi baik untuk memenuhi kebutuhan produksi. Keempat gudang terdiri dari tiga gudang untuk menyimpan komponen dan satu gudang untuk menyimpan non komponen. Penelitian ini difokuskan pada komponen gudang 1 karena mengelola paling banyak SKU dan arus barang masuk dan keluar lebih cepat dari yang lain bahan baku gudang.

Gudang bahan baku 1 memiliki tiga fungsi utama yaitu menerima, menyimpan, dan mengeluarkan barang. Ketiga kegiatan yang didukung dengan fasilitas penyimpanan yang baik. Tempat penyimpanan gudang 1 terdiri dari dua lantai, setiap lantai terdiri dari beberapa blok penyimpanan, dan persiapan blok. Blok untuk setiap lantai dapat dilihat dari satu tata letak gudang pada Gambar 1.



Gambar 1 Layout gudang

Kebijakan penyimpanan yang digunakan di gudang 1 adalah *class based dedicated storage*, di mana kebijakan penyimpanan ini dimaksudkan untuk mengklasifikasikan produk berdasarkan kelasnya. PT. SMA mengklasifikasikan barang berdasarkan transporter ID, dan satu lokasi hanya bisa digunakan oleh satu barang saja dan tidak dapat digunakan

oleh barang lain meskipun lokasi kosong. Berdasarkan data dari Mei 2013 sampai April 2014, terdapat penyimpanan barang di blok penyimpanan karena jumlah persediaan yang melebihi kapasitas. Hal ini dapat dilihat pada Tabel I, yaitu perbandingan stok satu SKU disimpan di gudang dengan permintaan dari konsumen.

TABEL I
PERBANDINGAN ANTARA PERSEDIAAN DAN PERMINTAAN

Tahun	Permintaan / Bulan	GEAR BOX ASSY, SPDMT	
		Persediaan	Permintaan
2013	Mei	63099	29800
	Juni	50691	34400
	Juli	48768	31200
	Agustus	47609	18900
	September	29400	26000
	Oktober	93213	34000
	November	76036	28700
	Desember	104958	23096
2014	Januari	154316	20900
	Februari	106712	39400
	Maret	118235	43600
	April	121675	48000

Salah satu konsekuensi dari adanya kelebihan kapasitas adalah tidak terlaksananya kebijakan *class based dedicated storage*, yaitu barang-barang disimpan di luar blok karena kapasitas gudang yang tidak tersedia lagi. Persentase item yang disimpan di luar blok dapat dilihat pada Gambar 2.

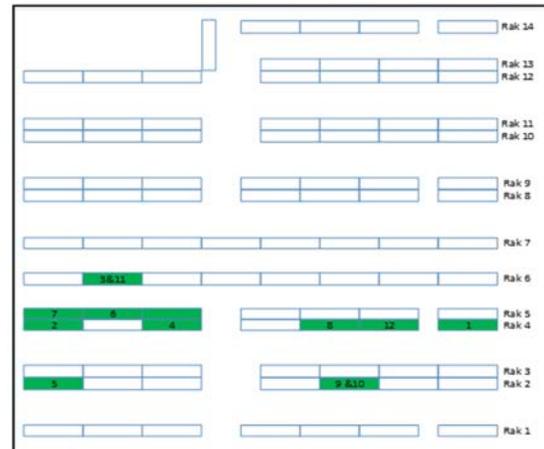


Gambar 2 Persentase penyimpanan barang di luar blok

Adanya kesalahan penyimpanan ini menyebabkan gangguan aktivitas di gudang. Beberapa kerugian yang disebabkan oleh penyimpanan barang di luar blok, antara lain gang *(aisle)* sempit sehingga akan mengganggu lalu lintas dari *material handling* di gudang, dan dapat mengganggu sistem FIFO (*First In First Out*) yang diterapkan di gudang dan membuat rata-rata waktu kegiatan mengambil menjadi lebih lama, misalnya, di Blok B sebagai blok tertinggi untuk penyimpanan barang di luar blok, yaitu membutuhkan waktu 537 detik untuk mengambil dari total aktivitas 1.071 detik.

Sesuai dengan aturan penyimpanan *class based dedicated storage*, barang dikelompokkan berdasarkan Transporter ID, yaitu daftar barang yang dibutuhkan sesuai dengan

workstation dalam produksi. Untuk area rak penyimpanan digunakan polybox sementara untuk area *floor stack* digunakan kereta atau kotak sebagai media untuk menyimpan. Tujuan dari klasifikasi barang oleh transporter ID adalah untuk mengurangi aktivitas *material handling*, namun hal ini tidak dapat dilakukan sepenuhnya karena barang yang perlu pada satu *workstation* disimpan berjauhan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 yaitu tata letak daerah rak. Gambar 3 menunjukkan lokasi penyimpanan dan pengambilan barang di gudang untuk Transporter ID nomor 1 / KRT / SPAC / GB0 / P2AUB0 / 6 / P2P1 yaitu komponen *small part* untuk jenis sepeda motor GB0 dengan tujuan adalah *workstation 6*.



Gambar 3 Contoh penyimpanan barang di area rak lantai 1

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa barang yang dibutuhkan untuk membuat jenis motor GB0 dari *workstation 6* daerah rak ditempatkan cukup jauh terpisah dari satu sama lain, di mana angka-angka pada Gambar menunjukkan urutan pengambilan barang. Sehingga terdapat *backtracking* operator ketika melakukan pengambilan barang, dan ini akan menyebabkan aktivitas penanganan material yang berlebihan dan tidak sesuai dengan tujuan klasifikasi yaitu untuk mengurangi aktivitas *material handling*.

Untuk memudahkan aktivitas pencarian, selain pengelompokan dilakukan berdasarkan pada *workstation* yang dituju, juga dilakukan penomoran untuk item yang terdapat di gudang. Tapi penomoran tidak memiliki aturan baku dan tidak menunjukkan lokasi penyimpanan di gudang, nomor hanya digunakan untuk menunjukkan jenis motor dan disimpan pada gudang mana. Contoh beragam penomoran dapat dilihat pada Tabel II.

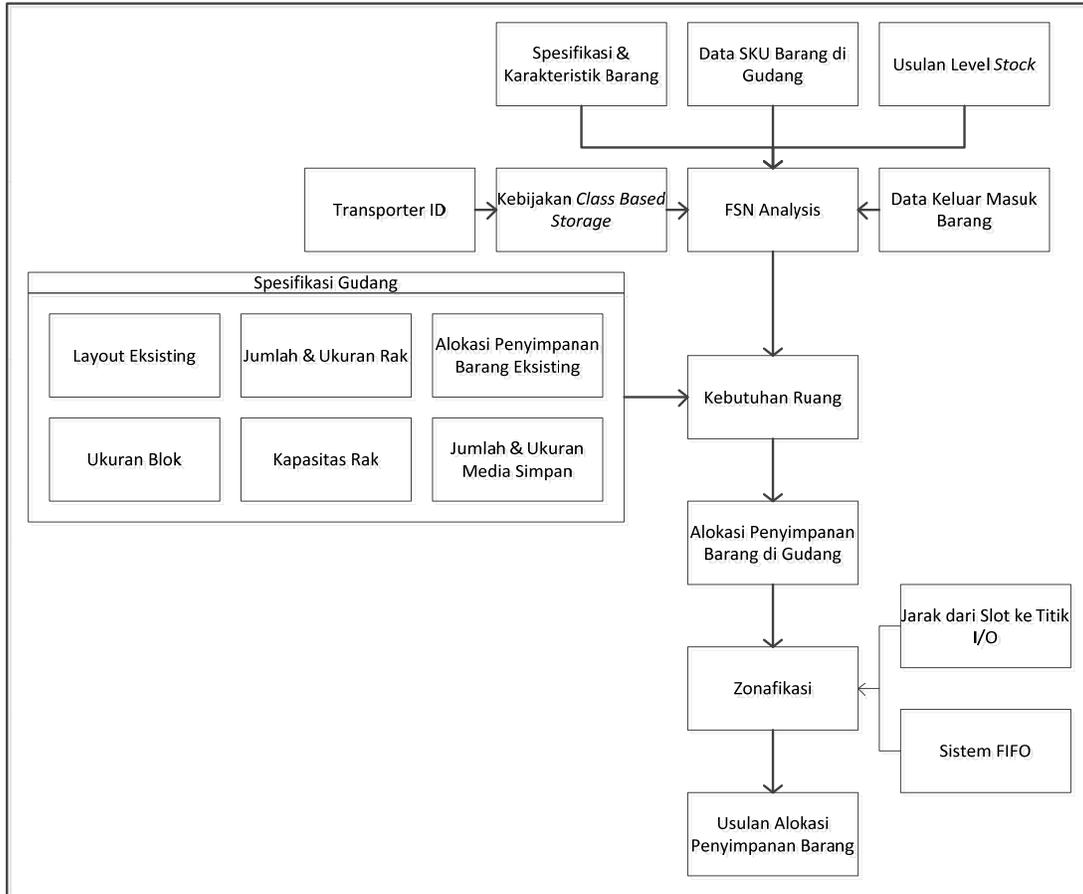
TABEL II
CONTOH PENOMORAN PART DI GUDANG

No	Nama	Nomor Part
1	Stay, tail light assy	7723A-K15-9000-IN
2	Rubber heat guard	19125-K15-9000
3	Washer plain 6mm	94101-06000
4	Bolt, flange, 6x18	95701-06018-07

Berdasarkan uraian permasalahan yang terjadi, kemudian dilakukan penelitian mengenai alokasi penyimpanan barang di gudang berdasarkan FSN Analisis. Alokasi barang di gudang adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan dan merampingkan *material handling* berdasarkan klasifikasi tertentu dengan melakukan persiapan dan pengelolaan persediaan yang efektif dan efisien^[3]. Salah satu tujuan alokasi penyimpanan adalah untuk meminimalkan aktivitas material handling. Sehingga perlu menghitung penyimpanan jarak untuk setiap barang yang menggunakan *rectilinear distance*, dimana *rectilinear distance* adalah jarak diukur tegak lurus mengikuti jalan titik pusat ke fasilitas titik pusat lainnya^[4].

II. ALOKASI PENYIMPANAN BARANG USULAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CLASS BASED STORAGE*

Model konseptual adalah kerangka deskripsi dari penelitian yang dilakukan. Model konseptual memiliki fungsi untuk menggambarkan proses dan komponen yang saling berhubungan satu sama lain untuk menghasilkan output yang diinginkan. Model konseptual untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. *Input* dari penelitian ini adalah data SKU di gudang, data keluar masuk barang, tingkat persediaan yang diusulkan, spesifikasi dan karakteristik barang di gudang, dan transporter ID.



Gambar 4 Model konseptual

Proses identifikasi dilakukan dengan menggunakan FSN Analisis untuk klasifikasi barang berdasarkan *average stay* dan *consumption rate*. Selain itu, perancangan slot berdasarkan media penyimpanan dihitung di sini. Serta zonafikasi digunakan untuk meminimalkan aktivitas pencarian karena operator yang harus menemukan barang di gudang dapat dilihat lokasi barang dengan label lokasi barang. *Output* dari penelitian ini berharap dapat meminimalkan total jarak untuk menyimpan dan aktivitas mengambil. Proses alokasi penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5.

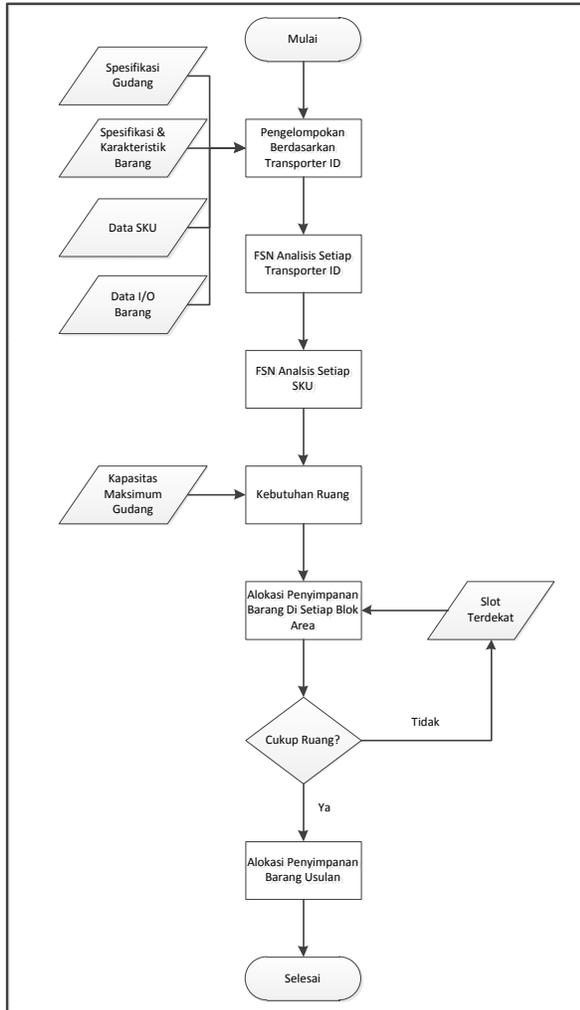
III. STUDI KASUS : PT SMA

Dalam alokasi penyimpanan ada beberapa data yang perlu untuk melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Data SKU
2. Spesifikasi dan karakteristik barang
3. Spesifikasi gudang
4. Data masukan / *output* barang
5. Transporter ID

A. Layout Gudang

Obyek penelitian ini adalah Gudang Bahan Baku 1 yang terdiri dari dua lantai. Setiap lantai memiliki fungsi untuk memenuhi kebutuhan produksi di lantai tersebut. Gudang bahan baku 1 memiliki ukuran total 2.200 m², dengan ukuran lantai 1 adalah 40x20 m, dan lantai 2 adalah 70x20 m.



Gambar 5 Flow chart alokasi penyimpanan barang

B. Storage Allocation Existing

Barang yang disimpan di lantai 1 diletakkan dengan dua penanganan, yaitu di rak dan *floor stack*. Untuk barang yang disimpan di rak, barang disimpan menggunakan polybox. Adapun barang yang disimpan di lantai tumpukan disimpan di atas lantai dengan menggunakan kereta atau kotak. Aturan penyimpanan adalah sebagai berikut:

Item yang disimpan di rak adalah *Assycub*, *Assysport*, *Common GS*, *GS stripe*. Hal ini disimpan dalam *polybox* sebelum menyimpan di rak, dengan jumlah yang berbeda sesuai dengan ukuran barang. Rak yang digunakan adalah rak yang dapat disesuaikan, yang berarti jumlah tingkat masing-

masing rak dapat diubah sehingga setiap rak memiliki jumlah tingkat yang berbeda, tergantung kebutuhan. Aturan penyimpanan yang digunakan adalah *Class Based Dedicated Storage*. Tetapi tidak ada perhitungan alokasi yang barang harus disimpan dekat titik I / O, dan sebaliknya. Item yang disimpan di area lantai tumpukan disimpan dengan box atau kereta dengan ukuran yang berbeda.

C. Perhitungan Analisis FSN

Dalam desain perbaikan yang diusulkan, dilakukan klasifikasi barang di gudang berdasarkan intensitas pergerakan barang di gudang, yaitu berapa lama barang yang disimpan di gudang (*average stay*) serta seberapa sering pintu masuk dan keluar barang di gudang (*consumption rate*). Klasifikasi akan diperoleh dengan adanya tiga kategori barang, yaitu:

1. *Fast Moving*: barang dengan gerakan sering dan cepat.
2. *Slow Moving*: gerakan barang tidak terlalu cepat dan sering, tapi tidak terlalu lambat.
3. *Non Moving*: barang dengan gerakan lambat.

Klasifikasi dilakukan dalam dua kali, yaitu klasifikasi FSN berdasarkan transporter ID yang membawa berbagai jenis barang. Selain itu, klasifikasi untuk setiap jenis barang di gudang. Klasifikasi ini dibagi menjadi empat, yaitu area rak lantai 1, *floor stack* lantai 1, area rak lantai 2, dan *floor stack* lantai 2. Berikut adalah langkah-langkah klasifikasi barang dengan Analisis FSN:

1. FSN klasifikasi berdasarkan *average stay*
2. FSN klasifikasi berdasarkan *consumption rate*
3. FSN klasifikasi akhir, yang dapat diperoleh dengan membandingkan hasil klasifikasi FSN berdasarkan *average stay* dan *consumption rate*. Aturan klasifikasi yang digunakan tercantum dalam Tabel III^[5].

TABEL III
MATRIKS KLASIFIKASI AKHIR

<i>FSN Average Stay</i>	<i>FSN Consumption Rate</i>	Klasifikasi AKhir FSN
F	F	F
F	S	S
F	N	S
S	F	F
S	S	S
S	N	N
N	F	S
N	S	N
N	N	N

1) Perhitungan FSN Analisis Setiap Transporter ID

1. Klasifikasi FSN Classification Berdasarkan *average Stay*

Tabel IV adalah contoh perhitungan data untuk *average stay* Transporter ID dengan nomor 18 / KRT / EP2 / DK1 / P2GS20 / X / P2P1 dan disimpan di *floor stack* lantai 2.

Perhitungan data untuk *average stay* di Tabel IV adalah nilai akumulasi dari *average stay* untuk setiap item dalam daftar nama barang yang dibawa oleh transporter ID nomor 18 / KRT / EP2 / DK1 / P2GS20 / X / P2P1. Pada tahap ini,

setelah nilai *average stay* yang diperoleh untuk setiap ID transporter, maka nilai *average stay* diurutkan dari terbesar ke terkecil. 70% dari nilai akumulasi termasuk dalam kategori non-moving, 20% dari nilai akumulasi termasuk dalam kategori lambat bergerak, dan 10% dari akumulasi jatuh ke dalam kategori bergerak cepat. Tabel V adalah contoh dari klasifikasi transporter ID disimpan di *floor stack* lantai 2 berdasarkan *average stay*.

TABEL IV
PERHITUNGAN DATA UNTUK AVERAGE STAY

Bulan	Receipt (Qty)	Issue (Qty)	Closing Balance	Inventory Holding Balance
Mei '13	40.306	40.506	541	541
Jun '13	37.512	37.500	553	1.094
Jul '13	57.988	57.900	641	1.735
Agt '13	42.851	43.200	292	2.027
Sept '13	54.134	54.000	426	2.453
Okt '13	59.085	58.650	861	3.314
Nov '13	55.822	56.100	583	3.897
Des '13	51.403	51.000	986	4.883
Jan '14	58.700	58.800	886	5.769
Feb '14	71.903	71.700	1.089	6.858
Mar '14	70.324	70.200	1.213	8.071
Apr '14	60.046	60.000	1.259	9.330

$$\text{Average stay} = \frac{\text{Inventory Holding Balance}}{(\text{Opening Balance} + \text{Total Receipt Quantity})} = \frac{49.972}{(741 + 660.074)} = 0,0756$$

TABEL V
KLASIFIKASI FSN BERDASARKAN AVERAGE STAY

Transporter ID Nomor	Average Stay	Acc Average Stay	% Average Stay	FSN Class
14 KRT/EP2/DK1/P2AUA0/Z/P2P1	6.262,67	6.262,67	5,8529%	N
1/KRT/EP1/DN1/P2AUA0/A/P2P1	4.592,76	10.855,42	10,1451%	N
1/KRT/EP1/DN1/P2AUA0/A/P2P1	4.592,76	15.448,18	14,4374%	N
1/KRT/EP1/DN1/P2GS20/5/P2P1	3.831,67	19.279,85	18,0183%	N
1/KRT/EP1/DN1/P2GS20/5/P2P1	3.831,67	23.111,53	21,5993%	N
...				
1/KRT/PP1/DK1/P2GS20/B/P2P1	563,32	75.441,05	70,5048%	S
9/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	563,32	76.004,37	71,0312%	S
1/KRT/EP2/DL0/P2GS20/C/P2P1	557,95	76.562,32	71,5527%	S
1/KRT/PP1/DK1/P2AUA0/J/P2P1	553,91	77.116,22	72,0703%	S
1/KRT/PP1/DK1/P2AUA0/I/P2P1	537,00	77.653,22	72,5722%	S
...				
4/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	322,13	96.540,32	90,2235%	F
6/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	318,26	96.858,58	90,5209%	F
1/KRT/BP4/DK1/P2AUA0/A/P2P1	316,60	97.175,18	90,8168%	F
6/KRT/BP4/DK1/P2GS20/X/P2P1	316,60	97.491,78	91,1127%	F
1/KRT/PP1/GB0/P2GS20/M/P2P1	307,50	97.799,27	91,4000%	F
...				
4/KRT/BP4/GG0/P2GS20/2/P2P1	0,46	107.000,05	99,9988%	F
5/KRT/BP4/GH0/P2GS20/2/P2P1	0,46	107.000,05	99,9988%	F
3/KRT/BP4/GG0/P2GS20/2/P2P1	0,43	107.000,48	99,9992%	F
4/KRT/BP4/GH0/P2GS20/2/P2P1	0,43	107.000,92	99,9996%	F
4/KRT/BP4/GHA/P2GS20/2/P2P1	0,43	107.001,35	100,0000%	F

Nilai *average stay* menunjukkan berapa lama barang disimpan gudang sampai barang memilih ke proses

selanjutnya. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa beberapa barang tinggal di gudang sangat cepat.

2. Klasifikasi FSN Classification Berdasarkan Consumption Rate

Tabel VI adalah contoh perhitungan data untuk *consumption rate* setiap transporter ID yang disimpan di *floor stack* lantai 2.

TABEL VI
PERHITUNGAN DATA UNTUK CONSUMPTION RATE

	17/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	1/KRT/PP1/GC0/P2GS20/M/P2P1	6/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1
Mei '13	40.506	0	28.906
Jun '13	37.500	0	31.000
Jul '13	57.900	0	39.300
Agt '13	43.200	0	28.100
Sept '13	54.000	0	39.300
Okt '13	58.650	0	37.300
Nov '13	56.100	0	35.400
Des '13	51.000	24.896	29.400
Jan '14	58.800	24.200	33.010
Feb '14	71.700	43.600	44.400
Mar '14	70.200	47.600	46.200
Apr '14	60.000	55.100	40.250
Total Demand	12	5	12
Consump Rate	659.556	195.396	432.566

Sebagai contoh, berikut ini adalah perhitungan nilai *consumption rate* untuk nomor transporter ID nomor 1 / KRT / PP1 / GC0 / P2GS20 / M / P2P1:

$$\text{Consumption Rate} = \frac{\text{Total Issue Quantity}}{\text{Total period Duration}} = \frac{195.396}{5} = 39.079,2$$

Nilai dari *consumption rate* menunjukkan intensitas barang di gudang. Seberapa sering barang keluar masuk gudang. Setelah mendapatkan nilai *consumption rate* masing-masing transporter ID, maka kemudian diklasifikasikan ke *fast moving*, *slow moving*, dan *non moving*.

3. Klasifikasi Akhir

Tahap terakhir dalam Analisis FSN adalah membandingkan klasifikasi hasil FSN *average stay* dan *consumption rate*. Tabel VIII adalah contoh klasifikasi

Berdasarkan Klasifikasi Akhir setiap transporter ID, kemudian diperoleh jumlah Kelas F adalah 179 SKU, Kelas S adalah 74 SKU, dan Kelas N adalah 47 SKU. F Kelas berarti barang di setiap transporter ID memiliki nilai tinggi *consumption rate*, tetapi *average stay* terendah. Sementara, Kelas S berarti barang di setiap transporter ID memiliki nilai

rata-rata *consumption rate* dan nilai rata-rata dari *average stay*. Kelas N berarti barang memiliki *consumption rate* terendah dan *average stay* tertinggi.

TABEL VII
KLASIFIKASI FSN BERDASARKAN CONSUMPTION RATE

Transporter ID Number	Consump Rate	Acc Consump Rate	% Consump Rate	FSN Class
17/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	54.963	54.963	1,033%	F
18/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	54.963	109.926	2,066%	F
19/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	54.963	164.889	3,099%	F
20/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	54.963	219.852	4,133%	F
21/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	54.963	274.815	5,166%	F
...
10/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	18.321	3.732.211,016	70,155%	S
11/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	18.321	3.750.532,016	70,500%	S
12/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	18.321	3.768.853,016	70,844%	S
13/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	18.321	3.787.174,016	71,188%	S
14/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	18.321	3.805.495,016	71,533%	S
...
1/KRT/EP1/DN1/P2AUA0/B/P2P1	13.592	4.791.956,891	90,075%	N
1/KRT/EP1/DN1/P2AUA0/M/P2P1	13.592	4.805.548,891	90,331%	N
1/KRT/PP1/DM1/P2AUA0/17/P2P1	13.592	4.819.140,891	90,586%	N
1/KRT/PP1/DM1/P2AUA0/C/P2P1	13.592	4.832.732,891	90,842%	N
1/KRT/PP1/DM1/P2AUA0/D/P2P1	13.592	4.846.324,891	91,097%	N
...
1/KRT/PP1/DL0/P2PL20/G/P2P1	4.134,17	5.303.479,149	99,691%	N
1/KRT/PP1/DL0/P2PL20/H/P2P1	4.134,17	5.307.613,316	99,768%	N
1/KRT/PP1/DL0/P2PL20/J/P2P1	4.134,17	5.311.747,482	99,846%	N
1/KRT/PP1/DL0/P2PL20/X/P2P1	4.134,17	5.315.881,649	99,924%	N
1/KRT/EP7/GHA/P2PL20/PL/P2P1	4.058	5.319.939,649	100%	N

TABEL VIII
KLASIFIKASI AKHIR SETIAP TRANSPORTER ID

Transporter ID Number	FSN Average Stay	FSN Consump Rate	Final FSN
18/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	F	F	F
19/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	F	F	F
1/KRT/PP1/GB0/P2GS20/N/P2P1	F	F	F
1/KRT/PP1/GC0/P2GS20/M/P2P1	F	F	F
1/KRT/PP1/GD0/P2GS20/M/P2P1	F	F	F
...
8/KRT/PP1/DK1/P2GS20/X/P2P1	S	S	S
1/KRT/EP2/GB0/P2AUB0/A/P2P1	S	S	S
1/KRT/EP2/GC0/P2AUB0/A/P2P1	S	S	S
1/KRT/EP2/GD0/P2AUB0/A/P2P1	S	S	S
2/KRT/EP2/DK1/P2GS20/X/P2P1	S	F	S
...
1/KRT/PP1/DM1/P2GS20/8/P2P1	N	S	N
1/KRT/PP1/DN1/P2GS20/8/P2P1	N	S	N
1/KRT/EP2/DL0/P2AUA0/G/P2P1	N	S	N
9/KRT/EP7/GG0/P2GS20/3/P2P1	N	S	N
1/KRT/EP2/DL0/P2AUA0/E/P2P1	N	S	N

2) Perhitungan FSN Analisis Setiap SKU

Pada tahap ini, langkah-langkah perhitungan Analisis FSN berdasarkan SKU memiliki perhitungan yang sama dengan Analisis FSN berdasarkan Transporter ID, hanya klasifikasi Analisis FSN sini menggunakan SKU.

D. Perancangan Slot

1) Area Rak

Rak digunakan adalah rak yang dapat disesuaikan, sehingga jumlah tingkat masing-masing rak dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan. Karena setiap bay memiliki ukuran 150 cm x 55 cm x 130 cm. Tabel IX jenis *polybox* digunakan.

TABLE IX
SPESIFIKASI POLYBOX

Polybox Name	Length	Width	Height
Polybox Rabbit 6033	50,5 cm	33,5 cm	18,5 cm
Polybox Rabbit 6333	18,5 cm	22 cm	15 cm
Polybox Rabbit 2060	58 cm	42 cm	31 cm
Polybox Rabbit 6111	24,5 cm	18,5 cm	11,5 cm

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan ukuran panjang, lebar dan tinggi yang dibutuhkan untuk setiap slot sehingga berpengaruh terhadap tinggi dari setiap level rak.

2) Area Floor Stack

Merancang area *floor stack* ditentukan dengan menggunakan ukuran media penyimpanan. Sebuah kesamaan ukuran panjang dan lebar dari kedua media simpan, ukuran slot *floor stack* adalah 95 cm x 65 cm. Hal ini berasal dari panjang kereta, dan dua kali lebar kotak ditambah tunjangan untuk setiap kotak adalah 5 cm. Untuk kereta hanya mengambil melihat panjang dan lebar kereta disebabkan kereta tidak dapat ditumpuk. Untuk item yang menggunakan kotak media penyimpanan, melihat ke ketinggian ruangan (300 cm) dan batas aman 200 cm tumpukan.

E. Perhitungan Kebutuhan Ruang

Kebutuhan ruang untuk setiap item dihitung berdasarkan jumlah maksimum barang yang harus ada di gudang. Sebagai contoh, perhitungan kebutuhan ruang untuk nomor item bagian KRJ-37 870-9013-M1 disimpan di area *floor stack* lantai 2 dapat terlihat sebagai berikut:

$$S = \frac{\text{Maximum inventory}}{\text{Box Capacity} \times \text{Quantity per packaging} \times \text{box per are}}$$

$$= \frac{4.199}{100 \times 5 \times 5} = 1,6796 \approx 2$$

F. Perpindahan Barang

Perhitungan jarak jauh menggunakan *rectilinear distance* dengan aturan perhitungan untuk setiap tempat penyimpanan di setiap lantai. Misalnya perhitungan jarak di rak lantai 2 adalah diperoleh hasil pada Tabel X.

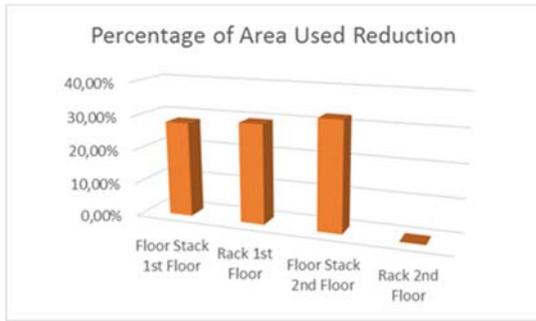
TABEL X
TOTAL JARAK SETIAP BAY

Slot	In	Out	Total
1	10,47	9,28	19,75
2	11,97	9,78	21,75
3	13,47	11,28	24,75
4	14,97	12,78	27,75
5	17,97	15,78	33,75

G. Alokasi Penyimpanan Barang Usulan

Dalam mengalokasikan barang, barang akan diprioritaskan dalam area penyimpanan. Prioritas penyimpanan didasarkan pada hasil akhir Analisis FSN oleh Transporter ID, jika ada kesamaan kelas, itu akan diprioritaskan pada barang dengan frekuensi tinggi, maka jika masih ada kesamaan prioritas selanjutnya adalah *consumption rate* yang tinggi dan *average stay* yang rendah. Item dengan klasifikasi transporter ID yang

sama akan ditempatkan berdekatan. Berdasarkan hasil alokasi, dapat disimpulkan penggunaan bay (area rak) atau blok penyimpanan (area floor stack) adalah berkurang, pengurangan ditampilkan dalam Gambar 6.



Gambar 6 Persentase pengurangan penggunaan area

Setelah dilakukan alokasi, juga dilakukan pengukuran jarak perjalanan total untuk setiap item. Kemudian dilakukan perbandingan antara kondisi awal dan perbaikan. Perbandingan total jarak dapat dilihat pada Tabel XI. Pada Tabel XI dapat dilihat bahwa rasio jarak yang dapat dihasilkan untuk seluruh wilayah berkurang.

TABEL XI
PERBANDINGAN JARAK TOTAL

Area	Improvement distance (m)	Existing distance (m)
Floor Stack First Floor	59.937,400	80.267,20
Rack First Floor	697.589,005	833.225,45
Floor Stack Second Floor	326.987,000	356.071,50
Rack Second Floor	267.790,740	650.470,03

H. Zonafikasi

Zonafikasi adalah pengkodean atau pelabelan yang menunjukkan lokasi penyimpanan barang di gudang berdasarkan zona-aisle-bay-rack-level-slot (ZARBLS) dengan aturan coding seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7 Zonafikasi area rak lantai 1

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan alokasi barang akan meningkatkan kinerja gudang, di mana alokasi optimal, tidak akan ada barang yang disimpan di luar blok. Dengan menggunakan FSN Analisis, maka akan meminimasi jarak yang harus ditempuh ketika operator akan menyimpan atau mengambil barang karena disimpan menjadi lebih dekat berdasarkan perhitungan FSN

Analisis, barang dengan gerakan yang tinggi akan disimpan di tempat yang paling dekat dengan pintu masuk / keluar.

Penyimpanan jarak antara item dengan ID transporter yang sama menjadi salah satu perhitungan, sehingga ketika memilih, operator tidak harus melalui rute yang panjang. Setelah menghitung, dapatkan pengurangan jarak perjalanan dan area yang digunakan, berturut-turut untuk area floor stack lantai 1, area rak lantai 1, area floor stack lantai 2, area rak lantai 2 sebagai berikut: 25,33% dan 71,90%, 16,28% dan 70,53%, 8,17% dan 67,61%, serta 58,83 dan 100%.

B. Saran

Dalam penelitian ini menghasilkan saran juga untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap evaluasi pelaksanaan perbaikan yang telah dibuat.
2. Penelitian lebih lanjut harus dilakukan dengan mempertimbangkan perubahan tata letak dan perubahan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat perubahan.
3. Diperlukan penelitian mengenai desain Warehouse Management System (WMS) sebagai system locator produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gu, Jinxiang, et al. Research on Warehouse Operation: A Comprehensive Review. 2007. European Journal of Operational Research.
- [2] Warman, J., 2004. Manajemen Pergudangan. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- [3] Kerber, B. & Dreckshage, B., 2011. Leand Supply Chain Management Essential : A Framework for Materials Managers. Florida: Taylor and Francis Group, LLC.
- [4] Heragu, S., 1997. Facilities Design. Boston: PWS Publishing Company.
- [5] Sari, S., 2013. Usulan Perbaikan Storage Allocation Material Menggunakan Pendekatan FSN Analisis Pada Warehouse Raw Material. Bandung: IT Telkom.