



Usulan pengoptimalan tata letak gudang W12 menggunakan kebijakan *dedicated storage* dengan penerapan simulasi (Studi kasus: PT. XYZ)

Kulsum Kulsum^{a,1}, Yusraini Muharni^a, Al-Atur Akbar Felayani^a

^aJurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman Km. 03, Cilegon 42435, Indonesia

¹E-mail: kulsum@untirta.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 24 September 2020

Direvisi pada 02 Oktober 2020

Disetujui pada 05 November 2020

Tersedia daring pada 15 November 2020

Kata kunci:

Gudang, tata letak, *dedicated storage*, simulasi.

Keywords:

Warehouse, layout, *dedicated storage*, simulation.

ABSTRAK

PT. XYZ memiliki gudang baru yaitu *warehouse 12*. *Warehouse 12* ini belum memiliki pengaturan mengenai tata letak bahan baku. Adapun bahan baku yang dimaksud adalah bahan baku *plate*, *sheet* dan *coil*, serta *material handling*-nya yaitu forklift dan truk trailer. Agar menghindari kekeliruan saat penyusunan dan penempatan, diperlukan penempatan yang sifatnya tetap. Oleh karenanya metode *dedicated storage* digunakan pada penelitian ini. Dari tata letak tersebut diperlukan perbandingan dari kondisi eksisting dan 2 alternatif usulan untuk mengetahui alternatif terbaik agar mendapatkan *layout* optimal, dan juga diperlukan simulasi menggunakan ProModel untuk perbandingan terkait utilitasnya. Penempatan bahan baku *plate*, *sheet* dan *coil* di *warehouse 12* berdasarkan kebijakan *dedicated storage* dari perbandingan antara *throughput* dengan *space requirement* menghasilkan urutan dari yang terbesar sampai terkecil yaitu P2 – P4 – S4 – S3 – S2 – S5 – C4 – P1 – C1 – C5 – P5 – S1 – P3 – C2 – C3. Jumlah biaya *material handling* pada *warehouse 12* berdasarkan kebijakan *dedicated storage* dengan masing-masing kondisi eksisting, diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 2.825.467.122,19 dan untuk kondisi usulan 1 diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 2.310.973.601,76 serta untuk kondisi usulan 2 diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 142.795.485,50. 5. Persentase utilitas penggunaan alat *material handling* efisien pada *warehouse 12*, dimana untuk kondisi eksisting utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,10%. Untuk kondisi usulan 1 utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,58%. Sedangkan untuk kondisi usulan 2 utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,66%.

ABSTRACT

PT. XYZ has a new warehouse, *warehouse 12*. *Warehouse 12* does not have any arrangements regarding the layout of raw materials. The raw materials referred to are *plate*, *sheet*, and *coil* raw materials, as well as *material handling*, i.e. forklifts and trailer trucks. To avoid confusion when drafting and placing, a fixed placement is required. Therefore, the *dedicated storage* method is used in this study. From this layout, it is necessary to compare the existing conditions and 2 proposed alternatives to find out the best alternative to get the optimal layout, and also a simulation using ProModel is required for comparison related to its utility. Placement of *plate*, *sheet*, and *coil* raw materials in *warehouse 12* based on *dedicated storage* policy, from the comparison between *throughput* and *space requirements*, results in the order from largest to smallest, i.e. P2 - P4 - S4 - S3 - S2 - S5 - C4 - P1 - C1 - C5 - P5 - S1 - P3 - C2 - C3. The total *material handling* costs in *warehouse 12* based on the *dedicated storage* policy with each existing condition, obtained a total *material handling* cost of Rp. 2,825,467,122.19 and for proposed condition 1, the total *material handling* cost is Rp. 2,310,973,601.76 and for the condition proposal, 2 obtained a total *material handling* cost of Rp. 142,795,485.50. 5. Percentage of utility for efficient use of *material handling* tools at *warehouse 12*, where for the existing conditions the utility for forklift 1 was 99.86%, forklift 2 was 99.86% and forklift 3 was 98.10%. For the proposed condition, forklift 1 utility is 99.86%, forklift 2 is 99.86% and forklift 3 is 98.58%. Meanwhile, for the condition of the proposed 2 utility forklift 1 was 99.86%, forklift 2 was 99.86% and forklift 3 was 98.66%.

Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9177>.



1. Pendahuluan

PT. XYZ memproduksi berbagai macam baja, diantaranya baja *cold rolled coil*, baja slab, baja batang kawat, baja lembaran dingin dan juga baja lembaran panas. Produk yang dihasilkan oleh PT. XYZ yaitu *plate*, *sheet* dan *coil* yang memiliki beberapa *warehouse* untuk menyimpan produk. Permasalahan yang dihadapi oleh PT. XYZ pada unit HSM yaitu terdapatnya gudang baru atau *warehouse* baru (*warehouse 12*) yang merupakan proyek dari PT. XYZ yang belum memiliki pengaturan tata letak bahan baku. Saat ini, pola penyimpanan dan pola penyusunan dilakukan berdasarkan pada posisi gudang yang kosong sehingga peneliti diharuskan membuat susunan tata letak gudang yang sesuai dengan bantuan simulasi untuk diterapkan usulan terbaik terhadap *warehouse 12* itu sendiri. Gudang adalah tempat penyimpanan material produksi, dimana material tersebut akan disimpan dan siap untuk diproses sesuai jadwal produksi. Adapun terkait tujuan penyimpanan material yakni untuk menyeimbangkan antara kebutuhan produksi dengan permintaan konsumen, juga untuk memberikan suatu nilai *customer service* yang spesifik dan dapat menambah nilai pada material atau produk. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada proses penyimpanan material pada gudang adalah *receiving*, *prepacking*, *put-away*, *storage*, *order picking*, *packaging*, *sortation and accumulation*, *packing and shipping* [1]. *Re-layout* gudang merupakan salah satu tahap dalam perencanaan fasilitas yang mempunyai tujuan untuk mengembangkan suatu sistem produksi yang efektif dan efisien agar tercapai suatu proses produksi dengan *cost* yang minimal dan juga ekonomis. Studi mengenai pengaturan tata letak fasilitas gudang seringkali berkaitan dengan minimal total *cost*. Adapun yang masuk kedalam elemen-elemen *cost* yaitu *construction cost*, *installation cost*, *material handling cost*, *production cost*, *safety cost*, dan *in process storage cost* [2]. Tercapainya suatu produksi yang optimal, diperlukan suatu strategi perancangan tata letak fasilitas produksi yang berkaitan dengan masalah keseluruhan rancangan fasilitas yang membawa bahan baku melalui mesin-mesin produksi yang setiap fasilitas (mesin) dengan waktu yang wajar [3]. Tujuan dari strategi tata letak sendiri yaitu untuk membangun tata letak yang memiliki nilai ekonomis yang dapat memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan [4]. Dengan kata lain, tata letak pabrik yang baik dapat menempatkan berbagai fasilitas dan peralatan fisik secara teratur sehingga mendukung pekerjaan berjalan secara produktif [5]. Selain itu juga, tujuan utama dari tata letak fasilitas yakni mengatur area kerja dan berbagai fasilitas produksi paling ekonomis untuk suatu proses produksi yang aman dan nyaman sehingga dapat berdampak meningkatkan moral kerja dan *performance* dari operator [6].

Oleh karena itu, perlu dilakukannya penataan lokasi penyimpanan dan penyusunan dengan baik dan benar dengan menggunakan kebijakan *dedicated storage*. Kebijakan *dedicated storage* merupakan penyediaan alokasi untuk setiap produknya dapat diketahui dari persediaan maksimumnya [7]. ProModel (*production modeler*) merupakan salah satu *tools* simulasi untuk memodelkan berbagai jenis sistem manufaktur dan juga jasa. Untuk sistem manufaktur contohnya adalah rantai produksi, konveyor atau ban berjalan, produksi massal, jalur perakitan, sistem produksi fleksibel, *crane*, sistem *just in time* dengan basis Windows [8]. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, setelah dilakukan perhitungan menggunakan kebijakan *dedicated storage* maka selanjutnya dari hasil tersebut dapat disimulasikan menggunakan *software* ProModel dimana *output* dari simulasi tersebut didapatkan biaya utilitas yang terkecil dan waktu angkut dari suatu bahan baku tersebut.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Dedicated Storage

Berdasarkan permasalahan yang ada di PT. XYZ yaitu pembuatan *layout* pada *warehouse* baru untuk menunjang produksi. Kebijakan *dedicated storage* dipilih karena sesuai dengan karakteristik permasalahan yang ada, yakni mendesain penempatan bahan baku secara tetap. Kemudian dilanjutkan dengan penerapan simulasi menggunakan *software* ProModel dengan parameter *throughput* dan utilisasi untuk mendapatkan utilisasi yang minimum sesuai tujuan di awal, sehingga dapat dikatakan sebagai perancangan tata letak gudang yang optimal. Hasil yang didapatkan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan dapat dilakukan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian itu sendiri [9].

Tahap-tahap dalam perencanaan fasilitas secara tradisional sebagai berikut [10]:

1. Definisi masalah.
2. Lakukan analisis terhadap masalah tersebut.
3. Buat beberapa alternatif rancangan.
4. Lakukan evaluasi terhadap alternatif yang dikemukakan.
5. Pilih rancangan terbaik.
6. Implementasikan rancangan terbaik tersebut.

Dedicated storage disebut sebagai letak penyimpanan yang tetap atau dapat juga disebut *fixed slot storage*, dengan penempatan berdasarkan lokasi atau alamat simpanan yang khusus untuk tiap produk yang disimpan. Hal ini dikarenakan suatu lokasi simpanan diberikan kepada satu produk yang spesifik. Dua variasi dari *dedicated storage* yang secara umum digunakan adalah *part number sequence storage* dan *throughput based dedicated storage*. *Part number sequence* sering dipakai karena lebih sederhana. Lokasi simpanan suatu barang berdasarkan nomor *part* yang diberikan padanya. Nomor *part* yang rendah diberikan lokasi terbaik pada daerah simpanan, nomor *part* yang lebih tinggi diberikan tempat yang lebih tidak baik. Secara khusus, pemberian nomor *part* dibuat secara *random* tanpa memperhatikan aktivitas yang ada [11]. Di bawah penyimpanan khusus, lokasi penyimpanan tertentu berada ditugaskan untuk setiap item yang akan disimpan. Salah satu keuntungan penyimpanan khusus adalah efisiensi penanganan data karena pengalamatan tetap item penyimpanan [12]. *Dedicated storage* juga bisa dikatakan metode yang sering disebut sebagai penyimpanan yang sudah tertentu dan tetap karena lokasi untuk tiap barang sudah ditentukan tempatnya. Jumlah lokasi penyimpanan untuk suatu produk harus dapat mencukupi kebutuhan ruang penyimpanan yang paling maksimal dari produk tersebut. Ruang penyimpanan yang diperlukan adalah kumulatif dari kebutuhan penyimpanan maksimal dari tiap jenis produknya jika produk yang akan disimpan lebih dari satu jenis [13]. Dengan adanya rancangan preparasi menggunakan metode *dedicated storage* diharapkan produk yang akan disimpan dapat menempati lokasi yang tetap sehingga memudahkan operator dalam menyimpan dan mengambil produk [14]. Berikut adalah langkah-langkah metode *dedicated storage* pada penelitian ini.

1. Perhitungan mengenai *space requirement* untuk tiap produk.

Rumus perhitungan *space requirement* (kebutuhan ruang) sebagai berikut:

$$S_j = \frac{\text{Rata - rata penerimaan(masuk)}}{\text{Ukuran kapasitas blok}} \quad (1)$$

2. Perhitungan *throughput* tiap produk.

Perhitungan *throughput* yakni terkait keluar masuknya suatu produk. Rumus *throughput* sebagai berikut [13]:

$$T_j = \left(\frac{\text{Rata - rata penerimaan(masuk)}}{\text{Jumlahmaxy angdapat diangkut}} \right) + \left(\frac{\text{Rata - rata pengiriman(ke luar)}}{\text{Jumlahmaxy angdapat diangkut}} \right) \quad (2)$$

3. Perankingan nilai T/S terbesar sampai terkecil.

Berikut merupakan rumus untuk menghitung (T/S):

$$\frac{T}{S} = \frac{\text{Throughput}}{\text{Space Requirement}} \quad (3)$$

4. Rumus jarak mengenai perjalanan tiap blok I/O.

Adapun perhitungan jarak menggunakan *rectiliniar* sebagai berikut:

$$D_k = \left| x_i - x_j \right| + \left| y_i - y_j \right| \quad (4)$$

5. Pengalokasian barang dengan T/S terbesar ke area dengan nilai jarak perjalanan yang paling kecil.

Jarak yang sudah ditentukan berlaku untuk penempatan produk sesuai dengan perankingan T/S yang sudah dilakukan agar produksi dapat berjalan dengan baik dan tidak terdapatnya *work in process*. Pada penempatan produk menggunakan metode *dedicated storage* ini dilakukan dengan 3 usulan penempatan produk yang akan dihitung pusat massa dari 3 *layout* yang sudah dibuat dan setelah itu pusat massa yang sudah dihitung totalnya akan digunakan untuk menghitung jarak.

6. Perhitungan jarak pengaliran total.

Selanjutnya perhitungan jarak pengaliran total untuk menentukan berapa banyak frekuensi produk dengan jarak yang sudah diperhitungkan. Pada tahap ini sudah masuk dalam penentuan jarak yang didapat dari hasil total penentuan pusat massa pada 3 *layout* yang berbeda sehingga didapat 3 usulan perhitungan jarak aliran total yang berbeda yang mana nantinya akan digunakan dalam perhitungan biaya *material handling*.

7. Perhitungan biaya *material handling*.

Material handling sangat dibutuhkan pada proses produksi dikarenakan jika tidak terdapatnya *material handling* maka tidak adanya perpindahan produk yang dilakukan. Maka dari itu perlu adanya *material handling* dan biaya untuk *material handling* tersebut. Pada tahap ini sudah masuk perhitungan biaya *material handling* yang didapat dari hasil perhitungan jarak, frekuensi dan jenis *material handling*-nya. Pada tahap ini juga penentuan biaya *material handling* yang paling kecil dari ketiga usulan atau alternatif yang dibuat, sehingga nantinya akan dipilih usulan terbaik yang akan digunakan untuk penempatan produk pada *warehouse 12* di PT. XYZ. Berikut merupakan perhitungan biaya *material handling* [9]:

$$\text{Biaya material handling} = f_i \times c_i \times d_i \quad (5)$$

8. Analisis.

Menentukan *layout* terbaik dari tiga skenario untuk dilanjutkan dalam penerapan simulasi menggunakan *software* ProModel.

9. Selesai.

Langkah-langkah metode *dedicated storage* selesai.

2.2. ProModel

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan kebijakan *dedicated storage*, selanjutnya dari hasil tersebut dilakukan penerapan simulasi menggunakan *software* ProModel 2001. ProModel adalah sebuah alat atau *software* yang bisa digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis sebuah sistem [15]. Sistem merupakan kumpulan dari berbagai elemen yang berfungsi dan berjalan bersama untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Dalam pengertian ini menunjukkan bahwa suatu sistem terdiri dari banyak elemen, dan elemen ini akan saling terkait satu sama lainnya, bekerja sama, dan suatu sistem memiliki tujuan untuk mencapai tujuan tertentu [16]. Dalam arti yang luas, simulasi adalah alat (*software*) untuk mengevaluasi kinerja suatu sistem, yang sudah ada atau yang akan diusulkan, di bawah konfigurasi yang berbeda dan selama periode waktu nyata yang lama [17].

Penelitian ini dilakukan perancangan tata letak gudang terhadap *warehouse* baru yaitu *warehouse 12*. Perancangan tata letak gudang *existing*, usulan 1 dan usulan 2 dilakukan menggunakan metode *trial and error* dengan kebijakan *dedicated storage* dan penerapan simulasi menggunakan *software* ProModel 2001 dengan tiga skenario yang *layout*-nya diambil dari hasil perancangan tata letak gudang menggunakan metode *trial and error* dengan kebijakan *dedicated storage* dengan nilai *throughput*. Kemudian dari metode-metode tersebut dipilihlah *layout* terbaik dan *material handling* yang digunakan. Berikut merupakan tahapan simulasi ProModel: pertama-tama membuat *file* yang baru, dimana akan muncul menu *window general information*. Kemudian pada menu *general information*, isikan *title* dan pilih *time units* berupa *minutes* serta *distance units* berupa satuan meter. Dilanjutkan dengan pendefinisian *location*, pendefinisian *entities*, pendefinisian *path network*, pendefinisian *resource*, pendefinisian *processing*, pendefinisian *arrivals*, pendefinisian *variable*, dan pendefinisian *shift* yang dilanjutkan dengan membuat *shift assignment*. Selanjutnya yaitu melakukan *setting* waktu simulasi. Untuk menentukan waktu simulasi, dari menu bar, kemudian dipilih *simulation > options*, maka akan muncul *window simulation*. Terakhir lakukan *save* dan *run* simulasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Terkait data-data yang dikumpulkan yaitu berupa data umum perusahaan, luas dan *layout warehouse 12* pada PT. XYZ, format bahan baku baja *plate*, *sheet*, dan *coil*, data penerimaan dan pengiriman tiap jenis *plate*, *sheet* dan *coil* selama 1 tahun, serta data *material handling*. Tabel 1 merupakan data dimensi dan waktu produksi untuk jenis bahan baku yang digunakan pada pengolahan data. Indikator kinerja utama yang digunakan untuk mengevaluasi hasil perbaikan tata letak gudang adalah waktu pergerakan [18]. Seringkali terdapat ketidakteraturan mengenai peletakkan produk, karena peletakkan berdasarkan pada *line* yang kosong saja untuk menyiasati kecepatan *material handling*. Hal ini juga seringkali membuat operasi pemindahan bahan dilakukan secara berulang-ulang, sehingga jarak tempuh dan biaya *material handling* menjadi besar [19]. Pengumpulan data yang dilakukan akan memperoleh beberapa data yaitu data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini, data primer diperoleh dari perusahaan secara observasi langsung yaitu

data luas gudang, *layout* gudang dan juga mengenai dimensi produk yang disimpan di gudang. Sedangkan data sekunder yang didapat dari perusahaan adalah data jenis produk, data barang masuk pada tahun 2019 dan data barang keluar pada tahun 2019. Setelah semua data sudah dikumpulkan, kemudian data tersebut diolah dalam pengolahan data yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Format bahan baku baja *plate*, *sheet* dan *coil*.

No	Bahan baku	Jenis bahan baku	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (Kg)	Waktu produksi (detik)
1	Plate	P1	1829-12192	600-899	4,0-8,0	28.000	153
2		P2		900-1199	8,0-12,0	28.500	147
3		P3		1200-1599	12,0-16,0	29.000	136
4		P4		1600-1799	16,0-20,0	29.500	128
5		P5		1800-2080	20,0-25,0	30.000	121
6	Sheet	S1	1500-6096	600-799	2,1-2,5	25.500	390
7		S2		800-999	2,6-3,0	26.000	384
8		S3		1000-1199	3,1-3,3	26.500	379
9		S4		1200-1399	3,4-3,6	27.000	371
10		S5		1400-1524	3,7-4,0	27.500	365
11	Coil	C1	609,6-762	700-799	196-205	23.500	345
12		C2		300-399	250-299	23.000	338
13		C3		400-600	400-600	24.000	332
14		C4		601-999	601-999	24.500	323
15		C5		1000-1499	1000-1499	25.000	315

(Sumber: PT. XYZ, 2020).

Gudang 12 atau *warehouse* 12 PT. XYZ mempunyai luas tanah sebesar 40.000 m dengan panjang 800 m dan lebar 50 m. Data di atas menunjukkan waktu produksi perdetik dari setiap produksi pada *shearing line* atau pada satu mesin di *shearing line* tersebut. Tabel 2 merupakan data tentang rata-rata penerimaan *plate*, *sheet* dan *coil*.

Tabel 2. Data rata-rata penerimaan *plate*, *sheet* dan *coil*.

No	Bahan baku	Jenis bahan baku	Rata-rata penerimaan bahan baku (Kg/Bulan)	Rata-rata penerimaan bahan baku (Unit/Bulan)
1	Plate	P1	1.876.000	67
2		P2	4.588.500	161
3		P3	812.000	28
4		P4	44.220.500	1499
5		P5	8.130.000	271
6	Sheet	S1	3.085.500	121
7		S2	6.526.000	251
8		S3	11.050.500	417
9		S4	5.346.000	198
10		S5	14.052.500	511
11	Coil	C1	7.473.000	318
12		C2	5.152.000	224
13		C3	216.000	9
14		C4	8.134.000	332
15		C5	3.975.000	159

(Sumber: PT. XYZ, 2020).

Adapun data rata-rata pengiriman bahan baku *plate*, *sheet* dan *coil* yang terdapat pada *warehouse* 12 yang akan dikirim kepada konsumen yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Data rata-rata pengiriman *plate*, *sheet* dan *coil*.

No	Bahan baku	Jenis bahan baku	Rata-rata pengiriman bahan baku (Kg/Bulan)	Rata-rata pengiriman bahan baku (Unit/Bulan)
1	Plate	P1	1.036.000	37
2		P2	4.531.500	159
3		P3	174.000	6
4		P4	37.170.000	1260
5		P5	2.640.000	88
6	Sheet	S1	1.198.500	47
7		S2	6.188.000	238
8		S3	10.494.000	396
9		S4	4.941.000	183
10		S5	11.495.000	418
11	Coil	C1	6.039.500	257
12		C2	1.702.000	74
13		C3	48.000	2
14		C4	7.693.000	314
15		C5	2.775.000	111

(Sumber: PT. XYZ, 2020).

Jenis *material handling* yang digunakan pada *warehouse* 12 PT. XYZ yaitu sebagai berikut:

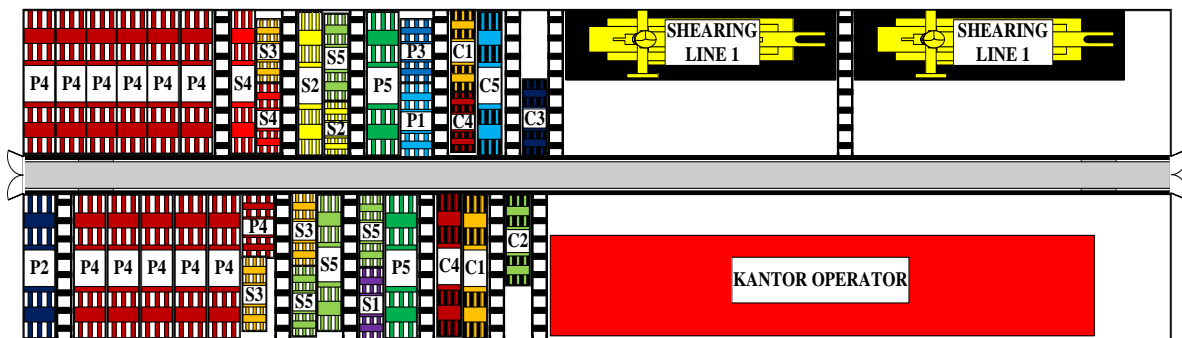
Tabel 4. Jenis *material handling*.

No	Jenis <i>material handling</i>	Keterangan
1	Forklift	Digunakan untuk pemindahan bahan baku <i>plate</i> , <i>sheet</i> dan <i>coil</i> menuju ke truk trailer.
2	Truk Trailer	Digunakan untuk transportasi menuju <i>warehouse</i> 12 PT. XYZ, menuju konsumen dan juga digunakan dalam ongkos <i>material handling</i> dalam proses pemindahan bahan baku dengan biaya Rp 1.175 per meter.

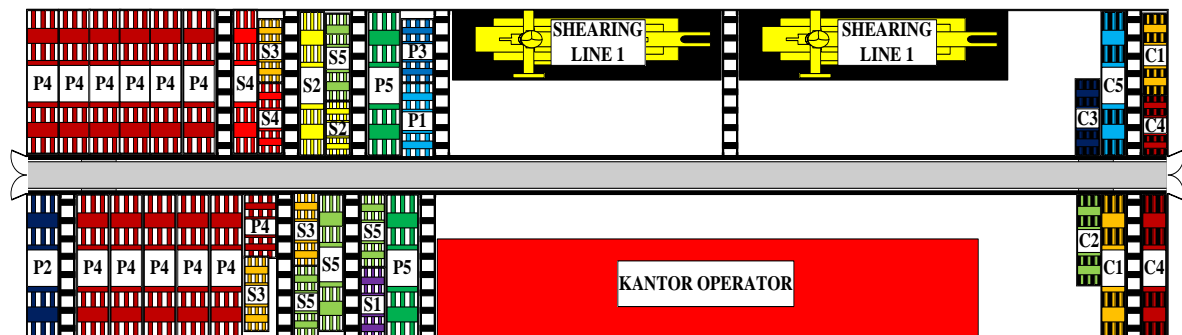
(Sumber: PT. XYZ, 2020).

• Perhitungan *layout* eksisting, usulan 1 dan usulan 2

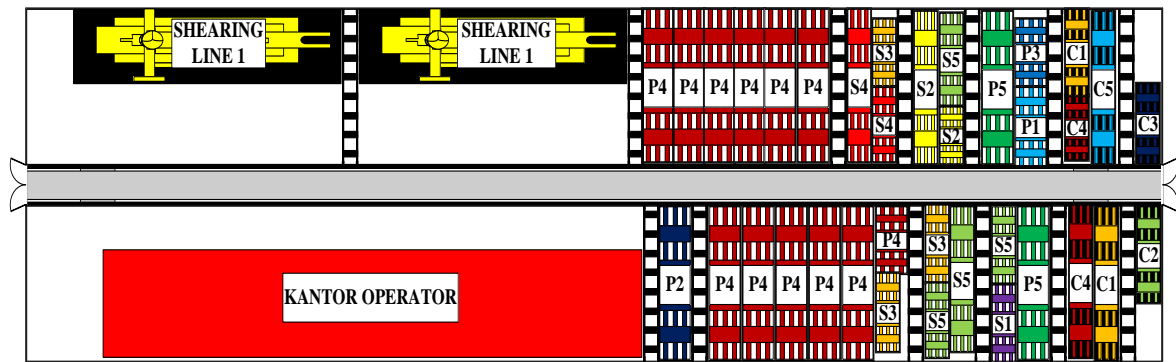
Berikut merupakan *layout* eksisting (Gambar 1), usulan 1 (Gambar 2) dan usulan 2 (Gambar 3) menggunakan *software* Microsoft Visio.



Gambar 1. *Layout* eksisting *warehouse* 12 menggunakan Microsoft Visio. (Sumber: Data diolah Tahun 2020).



Gambar 2. *Layout* usulan 1 *warehouse* 12 menggunakan Microsoft Visio. (Sumber: Data diolah Tahun 2020).



Gambar 3. Layout usulan 2 warehouse 12 menggunakan Microsoft Visio. (Sumber: Data diolah Tahun 2020).

- **Perbandingan hasil penelitian**

Perbandingan hasil penelitian antara jarak tempuh, ongkos dan utilitas *material handling* pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan antara jarak tempuh, ongkos dan utilitas *material handling*.

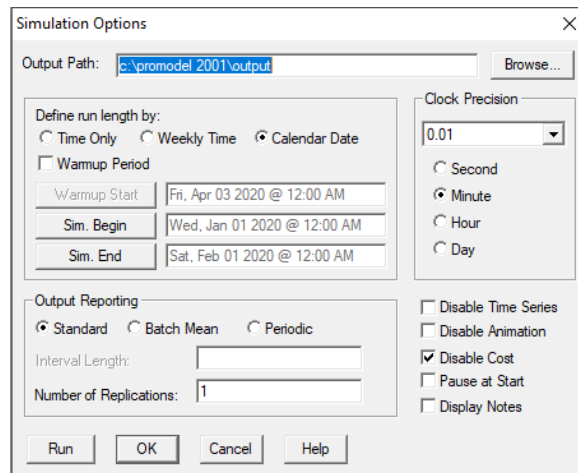
Usulan	Ongkos <i>material handling</i>	Utilitas <i>material handling</i>			Jarak (m)		Total jarak (m)	Selisih jarak <i>input</i> dan <i>output</i>
		Forklift 1	Forklift 2	Forklift 3	<i>Input</i>	<i>Output</i>		
Eksisting	Rp 2.825.467.122,19	99,86	99,86	98,10	1013,994	9670,670	10.684,664	8656,68
1	Rp 2.310.973.601,76	99,86	99,86	98,58	4260,661	6804,833	11.065,494	2544,17
2	Rp 142.795.485,50	99,86	99,86	98,66	10733,331	438,223	11.171,554	10.295,11

Tabel di atas merupakan tabel ongkos *material handling*, utilitas *material handling* dan jarak tempuh yang didapatkan dari ketiga kondisi atau skenario yang dilakukan. Tabel di atas memuat informasi bahwa ongkos *material handling* eksisting yaitu sebesar Rp 2.825.467.122,19 dengan utilitas *material handling* sebesar untuk *forklift* 1 99,86, *forklift* 2 99,86 dan *forklift* 3 98,10 serta total jarak tempuh yaitu 10.684,664 m dengan selisih antara jarak *input* dan *output* yaitu sebesar 8656,68 m. Untuk usulan 1 ongkos *material handling* yaitu sebesar Rp 2.310.973.601,76 dengan utilitas *material handling* sebesar untuk *forklift* 1 99,86, *forklift* 2 99,86 dan *forklift* 3 98,58 serta total jarak tempuh yaitu 11.065,494 m dengan selisih antara jarak *input* dan *output* yaitu sebesar 2544,17 m. Sedangkan untuk usulan 2 ongkos *material handling* yaitu sebesar Rp 142.795.485,50 dengan utilitas *material handling* sebesar untuk *forklift* 1 99,86, *forklift* 2 99,86 dan *forklift* 3 98,66 serta total jarak tempuh yaitu 11.171,554 m dengan selisih antara jarak *input* dan *output* yaitu sebesar 10.295,11 m. Hal ini menandakan bahwa perancangan tata letak gudang menggunakan usulan 2 lebih baik dibandingkan dengan perancangan tata letak gudang eksisting dan usulan 1 serta usulan terbaik didapatkan dari usulan 2 dengan ongkos *material handling* yaitu sebesar Rp 142.795.485,50 dengan utilitas *material handling* sebesar untuk *forklift* 1 99,86, *forklift* 2 99,86 dan *forklift* 3 98,66 serta total jarak tempuh yaitu 11.171,554 m dengan selisih antara jarak *input* dan *output* yaitu sebesar 10.295,11 m. Selain dari perbandingan mengenai jarak tempuh, utilitas *material handling* dan biaya *material handling* tentunya terdapat pula perbandingan utilitas dari lokasi penyimpanan bahan baku dan total keluarannya suatu bahan baku.

Setelah dilakukan penentuan jarak tempuh, biaya *material handling* dan penerapan simulasi menggunakan *software* ProModel 2001 maka dilakukan perbandingan untuk mengetahui kondisi terbaik yang dilihat dari minimasi biaya *material handling* dan penerapan simulasi dimana untuk menentukan kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan untuk sistem penyimpanan [20], untuk menyajikan dua pendekatan berbeda tingkat layanan dan berbasis biaya. Tahapan simulasi menggunakan ProModel dilakukan seperti pada langkah yang telah disebutkan pada bagian metodologi penelitian. Sedangkan pada pendefinisian *shift* dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat *shift* editor terlebih dahulu
Klik *build > shift > define*
Adapun langkah-langkahnya yaitu:
 - a. Menggambar blok waktu untuk *shift* atau *break*.
 - b. Memilih blok.
 - c. Mengatur ulang besarnya blok.
 - d. Kemudian *save*.
2. Langkah selanjutnya membuat *shift assignment*
Klik *build > shift > assign*

Setelah melakukan langkah-langkah di atas, maka dilanjutkan dengan *setting* waktu simulasi. Untuk menentukan waktu simulasi, dari *bar menu* pilih *simulation > options* akan muncul *window simulation*. *Setting* waktu simulasi pada ProModel seperti ditampilkan pada Gambar 4. Terakhir lakukan *save* dan *run* simulasi.



Gambar 4. Setting waktu simulasi.

Tabel 6 berikut merupakan perbandingan jarak tempuh, ongkos dan utilitas *material handling*.

Tabel 6. Perbandingan jarak tempuh, ongkos dan utilitas *material handling*.

Usulan	Ongkos <i>material handling</i>	Utilitas <i>material handling</i>			Total jarak (m)	Selisih jarak <i>input</i> dan <i>output</i>
		Forklift 1	Forklift 2	Forklift 3		
Eksisting	Rp 2.825.467.122,19	99,86	99,86	98,10	10.684,664	8656,68
1	Rp 2.310.973.601,76	99,86	99,86	98,58	11.065,494	2544,17
2	Rp 142.795.485,50	99,86	99,86	98,66	11.171.554	10.295,11

(Sumber: Data diolah Tahun 2020).

Selain dari perbandingan mengenai jarak tempuh, utilitas *material handling* dan biaya *material handling* tentunya terdapat pula perbandingan utilitas dari lokasi penyimpanan bahan baku dan total keluarnya suatu bahan baku tersebut, dimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan utilitas lokasi penyimpanan bahan baku dan total *exit* bahan baku.

Location	Bahan baku	% Utilitas			Total <i>exit</i> bahan baku		
		Eksisting	Usulan 1	Usulan 2	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2
Pintu Masuk <i>Warehouse</i>		1,28	1,17	1,15			
Pallet_P1	Plate P1	70,10	44,77	44,77	27	80	80
Pallet_P2	Plate P2	58,18	50,07	50,07	20	170	170
Pallet_P3	Plate P3	62,08	42,31	42,31	20	40	40
Pallet_P4	Plate P4	7,44	27,48	27,48	20	250	250
Pallet_P5	Plate P5	36,94	47,23	47,23	20	244	244
Pallet_S1	Sheet S1	60,93	38,15	38,15	20	130	130
Pallet_S2	Sheet S2	30,37	53,83	53,83	20	160	160
Pallet_S3	Sheet S3	16,07	36,51	36,51	11	150	150
Pallet_S4	Sheet S4	32,16	58,92	58,92	10	150	150
Pallet_S5	Sheet S5	18,03	28,34	28,34	10	150	150
Pallet_C1	Coil C1	14,47	14,53	12,10	108	106	192
Pallet_C2	Coil C2	21,08	21,08	14,69	108	105	192
Pallet_C3	Coil C3	0,54	0,54	0,25	6	6	6
Pallet_C4	Coil C4	14,07	14,09	11,79	108	105	191
Pallet_C5	Coil C5	26,75	27,24	13,48	107	105	156
Pintu keluar <i>warehouse</i>		0	0	0			

(Sumber: Data diolah Tahun 2020).

Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa terdapat perubahan untuk beberapa kondisi dari eksisting, usulan 1 dan usulan 2. Kondisi yang terbaik tersebut ialah kondisi 2 dengan kenaikan dari berbagai utilitas lokasi dan total keluar bahan baku walaupun tidak signifikan. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini dilakukan pengoptimalan, dimana terdapat beberapa lokasi yang meningkat utilitasnya.

4. Kesimpulan

Penempatan bahan baku *plate*, *sheet* dan *coil* di *warehouse* 12 berdasarkan kebijakan *dedicated storage* dari perbandingan antara *throughput* dengan *space requirement* menghasilkan urutan dari yang terbesar sampai terkecil yaitu P2 – P4 – S4 – S3 – S2 – S5 – C4 – P1 – C1 – C5 – P5 – S1 – P3 – C2 – C3. Jumlah biaya *material handling* pada *warehouse* 12 berdasarkan kebijakan *dedicated storage* dengan masing-masing kondisi, kondisi eksisting diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 2.825.467.122,19, untuk kondisi usulan 1 diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 2.310.973.601,76 serta untuk kondisi usulan 2 diperoleh total biaya *material handling* sebesar Rp 142.795.485,50. 5. Persentase utilitas penggunaan alat *material handling* efisien pada *warehouse* 12, dimana untuk kondisi eksisting utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,10%. Untuk kondisi usulan 1 utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,58%. Sedangkan untuk kondisi usulan 2 utilitas forklift 1 sebesar 99,86%, forklift 2 sebesar 99,86% dan forklift 3 sebesar 98,66%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang memberikan dukungan sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan, diantaranya adalah PT. XYZ, institusi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dan kami berterimakasih kepada reviewer atas masukan berharga untuk *paper* ini sehingga menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juliana, H., & Handayani, N.U. (2016). Peningkatan kapasitas gudang dengan perancangan *layout* menggunakan *class-based storage*. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 113-122.
- [2] Apple, J. M. (1990). *Tata Letak dan Pemindahan Bahan*, ed. ke-3. Terjemahan Nurhayati, Mardiono, M. T. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [3] Kulsum, & D Tola. (2019). *Relayot workshop* produksi dengan menggunakan metode *craft*. *Journal Industrial Servicess*, vol. 5, no. 1, pp. 81-87.
- [4] Heizer, J & Render, B. (2009). *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- [5] Zhenyuan, J., Xiaohong, L., Wei, W., Defeng, J., & Lijun, W. (2011). Design and impelementation of lean facility layout system of production line. *International Journal of Industrial Engineering*, vol. 18, no. 5, pp. 260-269.
- [6] Wignjosobroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.
- [7] Heragu, S. S. (2008). *Facilities Design 3rd Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- [8] Putri, R. A. M., & Sudarwati, W. (2016). Pengukuran *line balancing* dan simulasi ProModel di PT. Caterpillar Indonesia. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri UMJ*, vol. 3, no. 2, pp. 15-22.
- [9] Muhami, Y., Kulsum, & Khoirunnisa, M. (2019). Warehouse layout designing of slab using dedicated storage and particle swarm optimization. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 532, pp. 012003. doi:10.1088/1757-899X/532/1/012003.
- [10] Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2003). *Facilities Planning 3th Edition*. New York: Wiley.
- [11] Sugeng, U. M. (2016). Perancangan tata letak *warehouse* baru untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan material dengan metode *dedicated storage* di PT. XX. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 23-28.
- [12] Lee, M. K., & Elsayed, E. A. (2007). Optimization of warehouse storage capacity under a dedicated storage policy. *International Journal of Production Research*, vol. 43, no. 9, pp. 1785–1805.
- [13] Tompkins, J. A., White, Bozer, & Tanchoco. (2010). *Facilities Planning 4th Edition*. New York: Wiley.
- [14] Tambunan, M. M., & Tambunan, R. (2020). Product placement based on throughput at PT. XYZ warehouse. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 851, pp. 012049. doi:10.1088/1757-899X/851/1/012049.
- [15] Trenggonowati, DL. (2017). Optimasi proses produksi dengan menggunakan pendekatan simulasi sistem. *Jurnal PASTI*, vol. 11, no. 1, pp. 1-12.
- [16] Harrel, C., Ghosh, B. K., & Bowden, R. (2012). *Simulation Using ProModel 3th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- [17] Moengin, P., Saputri, E. R., & Adisuwiryo, S. (2020). Perbaikan tata letak lantai produksi dan penggunaan alat *material handling* untuk meminimasi waktu produksi menggunakan pendekatan simulasi (Studi kasus: PT. Sharp Electronics Indonesia). *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 8-21.
- [18] Septiani, W., Divia, G. A., & Adisuwiryo, S. (2020). Warehouse layout designing of cable manufacturing company using dedicated storage and simulation ProModel. *12th ISIEM: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 847, pp. 012054. doi:10.1088/1757-899X/847/1/012054.
- [19] Febianti, E., Ilhami, M. A., & Ferdiansah, G. (2016). *Relayot* gudang produk polypropylene dengan metode *dedicated storage*. *Jurnal Industrial Services*, vol 1, no. 2.
- [20] Francis, R. L., McGinnis Jr., L. F., & White, J. A., (1992). *Facility Layout and Location: An Analytical Approach*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.