

Relayout of the Spare Parts Raw Material Warehouse Using the Activity Relationship Chart (ARC) Method and Shared Storage [Relayout Gudang Bahan Baku Sparepart Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) Dan Shared Storage]

Rizal Fachrul Rozi¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *PT. Krukus Brand Indonesia is a steel company that produces machine components for the building materials industry which, when there is an order, is assembled into a machine. Production results include Fabricated Services, PHE Gaskets, Rafia and Nillon Rope, and Seals. The warehouse is not optimal in placing spare parts which makes it difficult for employees to get the spare parts needed. The methods used in this research are Activity Relationship Chart (ARC) and Shared Storage. This method can solve company warehouse problems so that they are more optimal. The aim of this research is to obtain an effective layout design that minimizes transportation distances and to provide suggestions for improvements to the layout of the product spare parts warehouse. The proposed layout design using the Activity Relationship Chart (ARC) method produces a more organized layout and each spare part that has a degree of close relationship is arranged according to the method. The design that has been created using the Activity Relationship Chart (ARC) method is followed by the Shared Storage method to obtain the distance traveled when picking up each spare part in the warehouse. The results obtained were a 6% reduction in the total distance traveled to pick up spare parts from the initial layout.*

Keywords – *Layout; Warehouse; Activity Relationship Chart (ARC); Shared Storage; Spare Parts Raw Materials*

Abstrak. *PT. Krukus Brand Indonesia merupakan salah satu perusahaan baja yang memproduksi komponen mesin untuk industri bahan bangunan yang bila ada order maka dirakit menjadi mesin.. Hasil produksi antara lain, Fabricated Services, Gasket PHE, Rafiia and Nillon Rope, dan Seal. Gudang tidak optimal dalam penempatan sparepart yang membuat karyawan kesulitan saat mengambil sparepart yang dibutuhkan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Activity Reliationship Chart (ARC) dan Shared Storage. Metode tersebut dapat menyelesaikan permasalahan gudang perusahaan sehingga lebih optimal. Tujuan pada penelitian ini adalah mendapatkan rancangan tata letak yang efektif dan meminimalkan jarak transportasi dan memberikan usulan perbaikan pada tata letak gudang sparepart produk. Rancangan layout usulan pada metode Activity Reliationship Chart (ARC) menghasilkan layout yang lebih tertata dan masing-masing sparepart yang memiliki derajat hubungan kedekatan disusun sesuai dengan metode. Rancangan yang telah dibuat oleh metode metode Activity Reliationship Chart (ARC) dilanjutkan dengan metode Shared Storage untuk mendapatkan jarak tempuh pada saat pengambilan pada masing-masing sparepart dalam gudang. Didapatkan hasil sebesar 6% pengurangan total jarak tempuh pengambilan sparepart dari layout awal.*

Kata Kunci - *Tata letak Gudang; Activity Reliationship Chart (ARC); Shared Storage; Bahan Baku Sparepart*

I. PENDAHULUAN

PT. Krukus Brand Indonesia merupakan salah satu perusahaan baja yang memproduksi komponen mesin untuk industri bahan bangunan yang bila ada *order* maka dirakit menjadi mesin. PT. Krukus Brand Indonesia merupakan perusahaan bertaraf nasional, hasil produksi antara lain, Fabricated Services, Gasket PHE, Rafiia and Nillon Rope, dan Seal. Adapun proses produksi meliputi pengadaan bahan baku, proses produksi komponen, penyimpanan komponen, area yang paling dekat sampai area yang terjauh dari pintu keluar masuk I/O sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim, pengecatan, inspeksi, dan pengiriman produk. Proses produksi pada perusahaan memiliki 30 sparepart didalamnya. Sehingga dibutuhkan gudang yang dapat menyimpan sparepart tersebut dan juga menyimpan sparepart untuk beberapa mesin produksi. Sparepart ketika masuk penataan didasarkan pada blok yang kosong yang menyebabkan sparepart tidak tertata sesuai dengan alur proses produksi.

Gudang menjadi suatu hal yang tidak bisa terlepas dalam dunia bisnis perdagangan barang, terutama pada barang-barang industri[1]. Sistem manajemen gudang yang baik seringkali luput dari perhatian para pelaku bisnis baru[2]. Manajemen gudang sangat penting untuk kelangsungan usaha, sebab gudang berkaitan langsung dengan

penjualan[3]. Dalam logistic aktifitas pergudangan merupakan salah satu kegiatan yang penting[4]. Gudang merupakan bagian penting dalam sebuah perusahaan[5]. Kegiatan pergudangan harus memiliki system penyimpanan yang baik agar dapat menunjang proses produksi maupun aktivitas-aktivitas pergudangan[6]. Manajemen pergudangan sangat penting untuk kelangsungan usaha, sebab gudang berkaitan langsung dengan penjualan[7]. Masalah pada gudang dapat menyebabkan penurunannya kualitas dan produktivitas produksi perusahaan[8]. Masalah pada gudang dapat terjadi jika proses penyimpanan material maupun produk terganggu karena tidak optimal[9]. Hal tersebut dikarenakan tidak tertata rapi dan penempatan material yang tidak sesuai pada tempatnya[10]. Sehingga menyebabkan beberapa material tidak menempati tempat yang sesuai dan bisa menyebabkan pengambilan material terganggu[11].

PT. Krukus Brand Indonesia memiliki dua gudang, di mana gudang pertama digunakan untuk menyimpan bahan baku baja, sedangkan yang kedua digunakan untuk menyimpan komponen produk jadi. Meskipun gudang kedua memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih besar, tata letaknya tidak efisien, mengganggu lalu lintas barang dan manusia di dalamnya. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian *layout* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyimpanan. Karena pada saat pengambilan sparepart yang salah dan tidak sesuai urutan, maka sparepart tersebut tidak boleh dikembalikan kedalam rak yang nantinya dapat menyebabkan salah barcode. Sehingga banyak sparepart yang berserakan dilantai gudang dan tidak tertata. Pada saat pengambilan juga tidak efisien karena urutan sparepart tidak sesuai dengan hubungan antar sparepart, yang mana menyebabkan banyak pergerakan yang tidak efisien. Tidak efisien pada jarak tempuh pada saat pengambilan sparepart seperti contoh saat mengambil sparepart spring plate yang membutuhkan jarak 19 m yang seharusnya hanya 10 m. Selain itu juga tidak efisien pada urutan dalam pengambilan sparepart yang dapat menyebabkan waktu menjadi semakin lama karena tidak sesuai urutan.

Sehingga untuk menyelesaikan masalah tersebut, PT. Krukus Brand Indonesia menggunakan metode *Activity Reliationship Chart* (ARC) dan *Shared Storage*. Metode ini membantu mengoptimalkan tata letak gudang, memudahkan akses karyawan dalam pengambilan *sparepart*, dan menyusun posisi *sparepart* agar lebih efisien sesuai dengan kebutuhan produksi. Dengan menggunakan pendekatan ini, perusahaan merancang ulang tata letak gudang *sparepart* produk agar lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan proses produksi.

Penelitian terkait dengan penggunaan metode *Activity Reliationship Chart* (ARC) dan *Shared Storage* merujuk pada penelitian sebelumnya yakni, berdasarkan penelitian Rokhmani (2021) hasil ARC *layout* usulan I dan II yang telah dibuat dan mempertimbangkan aliran material, hubungan keterkaitannya antar stasiun kerja, sehingga jarak yang ditempuh pada *layout* usulan memperoleh jarak yang pendek maka dari itu hasil dari rancangan *layout* usulan yang dapat diusulkan yakni *layout* usulan II karena telah meminimalisasi jarak *material handling* sebesar 20,46 meter serta memperoleh selisih sebesar 18,34 meter dan menghasilkan nilai efisiensi 47,26 % dibandingkan dari *layout* awal[12]. Berdasarkan hasil penelitian Mulyati (2020) dari permasalahan diarea gudang PT. Agility International *customer Herbalife* Indonesia yang belum optimal dan keadaan *layout* gudang setelah dilakukan perhitungan dengan metode *shared storage*, adalah sebagai berikut: Penempatan barang yang memiliki *assignment* tertinggi harus disimpan pada lokasi terdepan karena barang tersebut memiliki sifat *fast moving*, jarak rak barang dari pintu (I/O) berkisar 7.1 m setelah menggunakan metode *shared storage* dengan total jarak tempuh untuk seluruh produk yang ada digudang sekitar 203.6 m[7].

Adapun tujuan penelitian ini yang ingin dicapai penulis sebagai berikut: (1) mendapatkan rancangan tata letak yang efektif dan meminimalkan jarak transportasi dengan metode *Activity Reliationship Chart* (ARC). (2) memberikan usulan perbaikan pada tata letak gudang *sparepart* produk yang lebih teratur dan sistematis dengan metode *Shared Storage*.

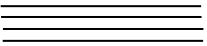
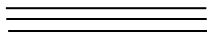
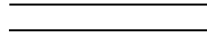
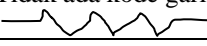
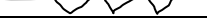
II. METODE

Penelitian ini akan dilakukan di PT. Krukus Brand Indonesia yang merupakan perusahaan yang terblokir pada industri baja. Lokasi perusahaan yang terletak di Gg. Makam No.1, Perum Gading Fajar, Sepande, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur ini merupakan perusahaan bertaraf nasional. Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan dari Agustus 2023 hingga Maret 2024.

1. *Activity Reliationship Chart*

Tahap ARC merupakan pengolahan data dengan metode *Activity Reliationship Chart* yang mengukur kedekatan antar *sparepart* dan menyusun ulang posisi *sparepart*. Peta Hubungan Aktivitas atau *Activity Reliationship Chart* (ARC) merupakan teknik sederhana dalam perencanaan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan hubungan antar aktivitas. ARC digunakan untuk menentukan hubungan antara mesin atau fasilitas pengujian dengan melibatkan diskusi dan wawancara dengan supervisor gudang terkait[13].

Tabel 1. Derajat Kedekatan

Derajat (Nilai) Kedekatan	Diskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	(<i>Absolutely necessary</i>): mutlak perlu didekatkan		Merah
E	(<i>Especially important</i>): sangat penting didekatkan		Jingga
I	(<i>Important</i>): penting didekatkan		Hijau
O	(<i>Ordinary</i>): kedekatan biasa		Biru
U	(<i>Unimportant</i>): tidak perlu didekatkan	Tidak ada kode garis	Putih
X	(<i>Indesirable</i>): tidak diharapkan dekat		Coklat

Sumber: [12]

Dalam pembuatan peta hubungan aktivitas atau *Activity Relationship Chart* (ARC), selain mencantumkan simbol-simbol yang merepresentasikan hubungan antar aktivitas, juga penting untuk mencantumkan alasan-alasan yang menjelaskan mengapa simbol atau warna tersebut digunakan. Alasan-alasan tersebut harus sesuai dengan tingkat hubungan aktivitas yang digambarkan[12]. Contoh alasan yang dapat digunakan untuk menyatakan tingkat kepentingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alasan Kedekatan

No.	Alasan Kedekatan
1	Penggunaan data hasil proses secara bersamaan
2	Penggunaan <i>Man Power Sharing</i>
3	Penggunaan <i>Space Area Sharing</i>
4	Tingginya tingkat hubungan personil
5	Keterkaitan pemakaian <i>Worksheet</i>
6	Keterkaitan urutan proses kerja
7	Kesamaan Proses kerja
8	Penggunaan tools secara bersama
9	Ketidaknyamanan ketika berdekatan

Sumber: [14]

2. *Shared Storage*

Tahap metode *Shared Storage* digunakan untuk mengetahui kebutuhan luas lantai gudang yang digunakan untuk menyimpan *sparepart* maupun aliran *sparepart*. Metode *Shared Storage* merupakan metode pengaturan tata letak ruang gudang dengan menggunakan prinsip FIFO (*First In First Out*) di mana barang yang cepat di kirim diletakan pada area penyimpanan yang terdekat dengan pintu masuk-keluar[15]. Rumus yang digunakan adalah:

$$T_j = \frac{\text{rata-rata penerimaan}}{\text{kapasitas angkut}} + \frac{\text{rata-rata pengiriman}}{\text{kapasitas angkut}} \quad (1)$$

Sumber : [15]

Mengurutkan produk berdasarkan rasio kebutuhan *Throughput* (T_j) dan *Space requirement* (S_j) produk tersebut.

Rumus untuk menghitung (T/S) :

$$T/S = \frac{\text{Throughput}}{\text{Space requirement}} \quad (2)$$

Sumber : [15]

Menghitung nilai jablok(dk) dari tiap lokasi penyimpanan. Tempatkan produk 1 pada lokasi penyimpanan S1 yang memiliki nilai dk terkecil, tempatkan produk 2 pada lokasi penyimpanan yang belum ditempati, S1 yang memiliki nilai dk terendah berikutnya, dan seterusnya sampai semua produk mendapatkan tempat masing-masing[16]. Rumus yang digunakan untuk jablok perjalanan:

$$JT = \frac{\text{Jarak total blok per produk}}{s_j} \quad (3)$$

Sumber : [16]

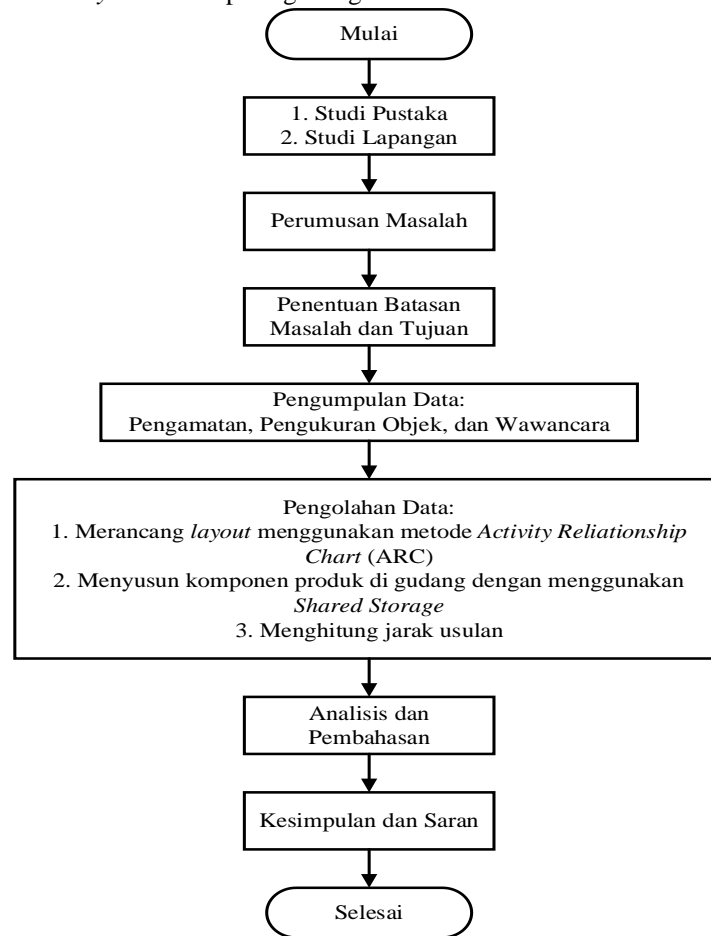
$$S_j = \frac{\text{rata-rata penerimaan}}{\text{kapasitas blok}} \quad (4)$$

Sumber : [16]

$$\text{Kebutuhan Area Penyimpanan} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{banyaknya produk/pallet dalam 1 area}} \quad (5)$$

Sumber : [16]

Pada gambar 1 adalah diagram alir penelitian yang menjelaskan tentang tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini untuk menentukan *layout* usulan pada gudang PT. Krukus Brand Indonesia.



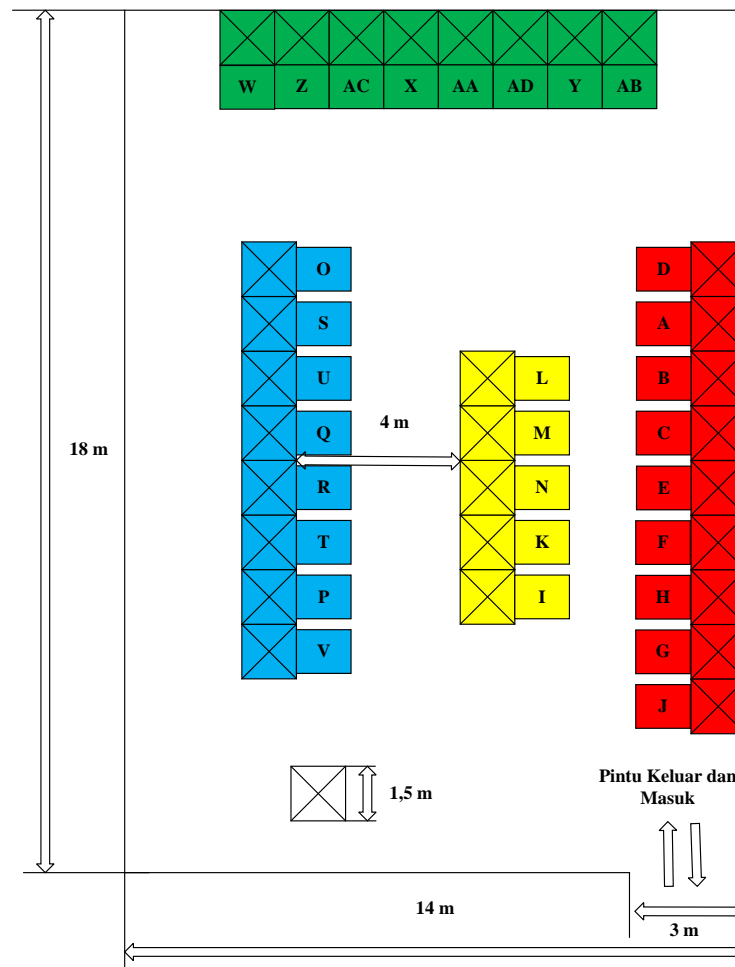
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1 diagram alir penelitian menjelaskan proses berlangsungnya penelitian yaitu dilakukan studi lapangan dan studi pustaka, kemudian merumuskan masalah dan tujuan penelitian, setelah itu mengumpulkan data dengan wawancara supervisor gudang, observasi dan meminta data perusahaan atas izin supervisor, tahap berikutnya pengolahan data yang pertama yaitu merancang *layout* menggunakan *Activity Relationship Chart (ARC)* dan menyusun komponen produk di gudang menggunakan *Shared Storage*. Dari hasil perhitungan dapat dianalisa untuk mengusulkan rekomendasi *layout* gudang. Sehingga didapatkan usulan perbaikan pada *layout* gudang yang dapat digunakan rekomendasi kepada perusahaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini meliputi *layout* awal gudang perusahaan, kode *sparepart*, dan daftar kebutuhan pallet dari masing-masing *sparepart*. Data tersebut dapat digunakan untuk membuat rancangan *Activity Relationship Chart (ARC)*. Sementara untuk data yang digunakan untuk metode *Shared Storage* menggunakan kebutuhan pallet tiap *sparepart*. Berikut adalah gambar *layout* awal gudang *sparepart* seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Layout Awal

Pada gambar 2 merupakan *layout* awal gudang *sparepart* pada PT. Krukus Brand Indonesia yang digunakan untuk merancang ulang *layout* gudang perusahaan. Warna merah adalah rak *sparepart* 1, warna biru adalah rak *sparepart* 2, warna kuning adalah rak *sparepart* 3, dan warna hijau adalah rak *sparepart* 4. Rancangan yang dimaksud adalah rancangan dari hasil perhitungan derajat kedekatan yang pada *Activity Relationship Chart* (ARC). Berikut adalah daftar *sparepart* yang ada didalam gudang PT. Krukus Brand Indonesia seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Kode Sparepart

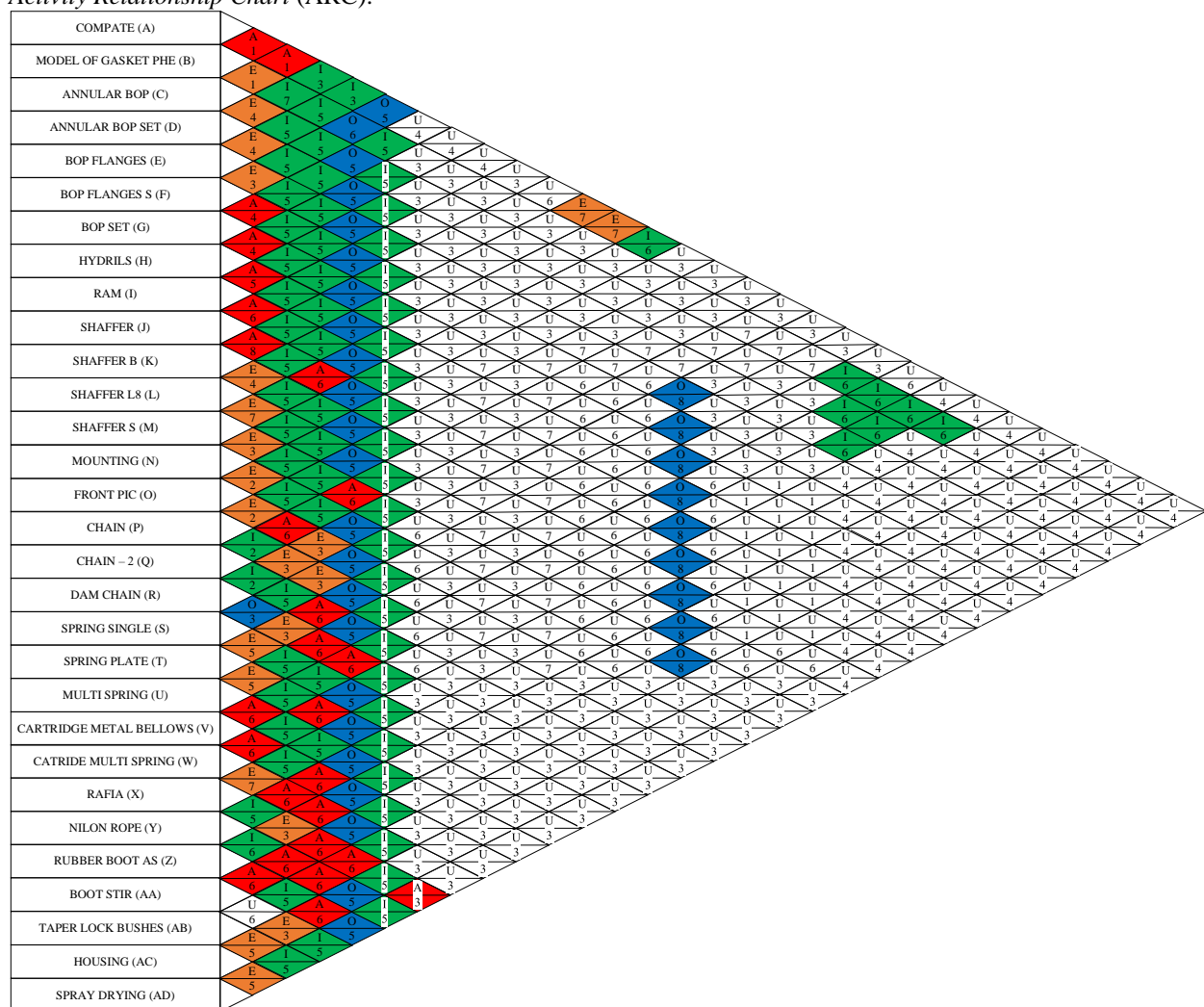
Kode	Nama Sparepart	Kode	Nama Sparepart
A	Complate	P	Chain
B	Model Of Gasket PHE	Q	Chain - 2
C	Annular bop	R	Dam Chain
D	Annular BOP Set	S	Spring Single
E	BOP Flanges	T	Spring Plate
F	BOP Flanges S	U	Multi Spring
G	BOP set	V	Cartridge Metal Bellows
H	Hydrils	W	Catride Multi Spring
I	RAM	X	Rafia
J	Shaffer	Y	Nilon rope
K	Shaffer b	Z	Rubber boot as
L	Shaffer L8	AA	Boot stir
M	Shaffer S	AB	Taper lock bushes
N	Mounting	AC	Housing
O	Front Pic	AD	Spray Drying

Pada tabel 3 menjelaskan penamaan/kode dari tiap nama *sparepart* yang terdapat pada gudang PT. Krukus Brand Indonesia. Pada tabel tersebut memberikan kode pada masing-masing *sparepart* yang digunakan pada penelitian ini. Sehingga dapat dengan mudah dalam penamaan pada diagram/peta *Activity Relationship Chart* (ARC).

Menurut Azizah (2023) menyatakan bahwa tata letak awal tidak teratur dan tidak sesuai dengan urutan perakitan, sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, diusulkan tata letak yang lebih teratur dan sesuai dengan urutan perakitan. Dengan adanya usulan tata letak ini, diperoleh beberapa keuntungan [3]: (1) Penanganan material menjadi lebih efisien. (2) Waktu proses pengambilan suku cadang menjadi lebih cepat. (3) Tata letak gudang suku cadang menjadi lebih teratur.

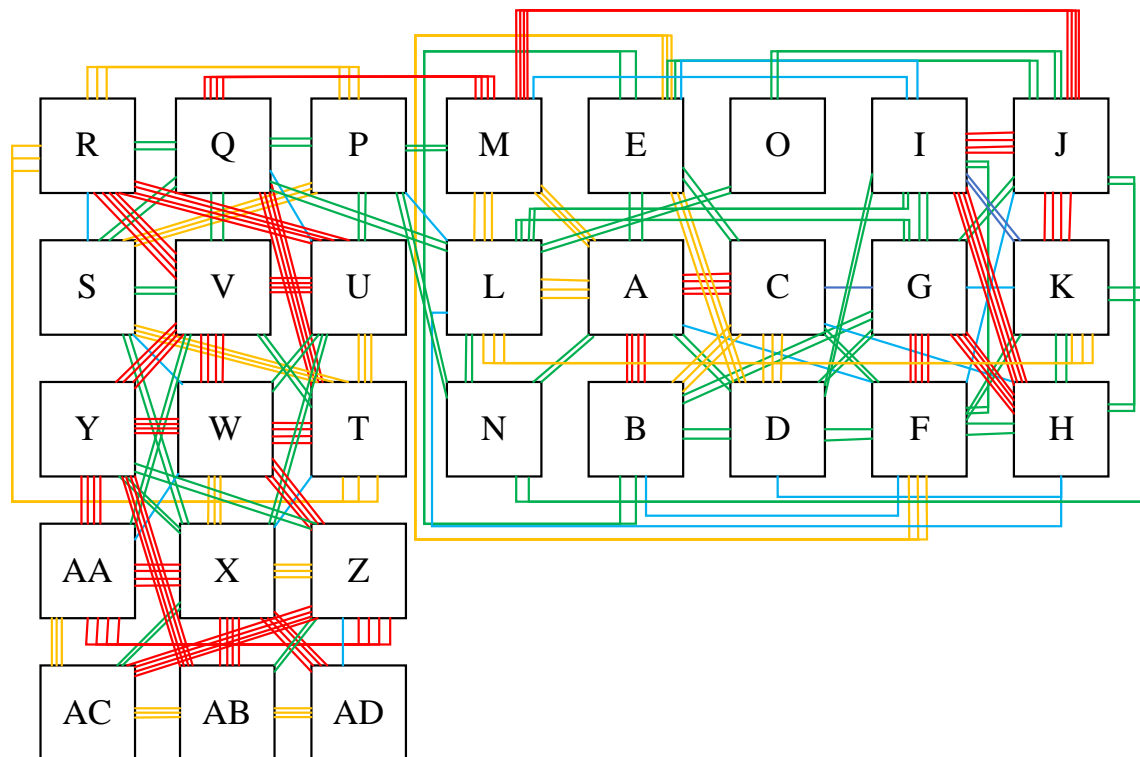
B. *Activity Relationship Chart*

Diagram *Activity Relationship Chart* (ARC) digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara berbagai aktivitas dalam suatu proses. Dengan diagram ini, kita dapat melihat bagaimana setiap aktivitas saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain. Hal ini membantu dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya dengan lebih efisien. Sementara itu, diagram keterkaitan kedekatan *sparepart* berguna untuk memetakan hubungan antara *sparepart* yang digunakan dalam proses produksi atau layanan. Dengan memahami keterkaitan antara *sparepart*, perusahaan dapat mengoptimalkan persediaan dan memastikan ketersediaan *sparepart* yang diperlukan. gambar 3 adalah diagram *Activity Relationship Chart* (ARC).



Gambar 3. *Activity Relationship Chart* (ARC)

Pada gambar 3 terlihat hasil dari pemetaan pada diagram *Activity Relationship Chart* (ARC) yang digunakan untuk mengukur kedekatan antar *sparepart*. ARC akan dijelaskan dengan *Activity Relationship Diagram* (ARD) seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Activity Relationship Diagram (ARD)

Gambar 4 berikut adalah *Activity Relationship Diagram* (ARD) yang digunakan untuk mengklasifikasikan ARC dalam bentuk diagram. Sehingga dapat memudahkan dalam pembacaan ARC dengan sesuai kode dan derajat kedekatannya.

C. Shared Storage

Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam usulan pengaturan letak fasilitas menggunakan metode *Shared Storage* yang ada pada gudang *sparepart* PT. Krukus Brand Indonesia. Metode ini menggunakan data kebutuhan pallet, luas gudang, dan luas masing-masing luas *sparepart* dalam gudang. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan pada metode *Shared Storage*.

Di gudang *sparepart*, terdapat dua macam aktivitas utama, yaitu penerimaan dan pengeluaran *sparepart*. Data penerimaan gudang mencatat jumlah keseluruhan *sparepart* yang masuk ke dalam gudang, sedangkan data pengeluaran mencatat jumlah *sparepart* yang keluar dari gudang. Aktivitas ini dikelola berdasarkan jarak dari area yang paling dekat hingga yang paling jauh dari pintu keluar masuk (I/O), untuk memudahkan penempatan barang yang akan segera dikirim. Data yang dianalisis mencakup penerimaan dan pengeluaran *sparepart* selama tiga bulan, yaitu dari Agustus hingga Oktober 2023. Berikut adalah tabel data penerimaan dan pengeluaran tiap bulan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Data Penerimaan dan Pengeluaran *Sparepart*

Kode	<i>Sparepart</i>	Bulan (Unit)			Rata-Rata Penerimaan	Bulan (Unit)			Rata-Rata Pengeluaran
		Agustus	September	Oktober		Agustus	September	Oktober	
A	Complate Model Of	36	40	29	35	25	23	29	26
B	Gasket PHE	22	33	22	26	37	21	27	28
C	Annular bop	28	24	22	25	25	22	26	24
D	Annular BOP Set	25	28	40	31	27	32	28	29
E	BOP Flanges	26	32	25	28	28	25	26	26
F	BOP Flanges S	28	20	35	28	39	26	32	32
G	BOP set	24	35	40	33	21	38	36	32

H	Hydrils	26	28	30	28	29	25	29	28
I	RAM	31	23	20	25	29	32	34	32
J	Shaffer	31	30	34	32	25	33	26	28
K	Shaffer b	24	28	24	25	20	35	35	30
L	Shaffer L8	23	35	30	29	23	24	21	23
M	Shaffer S	37	34	39	37	26	35	24	28
N	Mounting	38	39	25	34	20	34	39	31
O	Front Pic	35	24	25	28	20	35	28	28
P	Chain	20	40	30	30	20	23	21	21
Q	Chain - 2	32	28	30	30	26	39	33	33
R	Dam Chain	31	30	21	27	34	26	34	31
S	Spring Single	28	27	32	29	29	25	28	27
T	Spring Plate	22	40	25	29	25	40	29	31
U	Multi Spring	35	39	35	36	39	22	23	28
V	Cartridge Metal Bellows Catride	29	39	21	30	25	20	36	27
W	Multi Spring	40	26	22	29	24	33	37	31
X	Rafia	23	28	35	29	29	20	36	28
Y	Nilon rope	30	30	33	31	31	23	32	29
Z	Rubber boot as	27	24	31	27	27	26	28	27
AA	Boot stir	26	23	26	25	32	35	33	33
AB	Taper lock bushes	39	28	30	32	40	27	21	29
AC	Housing	38	29	37	35	26	32	25	28
AD	Spray Drying	33	38	36	36	34	25	36	32
	Total	887	922	884	898	901	894	898	898

Pada tabel 4 menghasilkan rata-rata penerimaan dan pengeluaran item *sparepart* yang terdapat pada gudang PT Krukus Brand Indonesia. Contoh perhitungan rata-rata penerimaan *sparepart* yang ada di gudang adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata penerimaan} = \frac{\text{total penerimaan dalam 3 bulan}}{3} = \frac{887 + 922 + 884}{3} = 898$$

Penting untuk memperhatikan jangka waktu antara proses produksi, pemesanan, dan pengiriman agar dapat menentukan lamanya satu jenis *sparepart* yang tersimpan di dalam gudang. Setiap *sparepart* yang disimpan harus ditempatkan pada blok yang sesuai dalam gudang. Data pada gudang ini tercatat pada tanggal 2 November 2023. Kapasitas blok gudang harus mencukupi untuk menyimpan berbagai jenis dan bentuk *sparepart* dengan menghitung kebutuhan pallet dan melakukan pembulatan ke atas. Berikut adalah masing-masing *sparepart* yang diklasifikasikan kedalam beberapa blok rak gudang seperti pada tabel 5, 6, 7, 8.

Tabel 5. Blok 1

Kode	Nama <i>Sparepart</i>	Stok	Total Pallet	Kebutuhan Pallet Teoritis	Kebutuhan Pallet
R	Dam Chain	91	17	5,4	5
T	Spring Plate	88	16	5,5	6
U	Multi Spring	37	8	4,6	5
V	Cartridge Metal Bellows	102	18	5,7	6
W	Catride Multi Spring	98	17	5,8	6
Y	Nilon rope	85	15	5,7	6
Z	Rubber boot as	99	16	6,2	6
	Rata-rata	85,7	15,3	5,5	5,7

Pada tabel 5 didapatkan hasil dari rata-rata stok, total pallet, kebutuhan pallet teoritis, dan kebutuhan pallet pada *sparepart* blok 1. Pada blok 1 terdapat *sparepart* kode R, T, U, V, W, Y, Z.

Tabel 6. Blok 2

Kode	Nama <i>Sparepart</i>	Stok	Total Pallet	Kebutuhan Pallet Teoritis	Kebutuhan Pallet
A	Compate	32	9	3,6	4
B	Model Of Gasket PHE	29	8	3,6	4
C	Annular bop	22	6	3,7	4
J	Shaffer	79	15	5,3	5
L	Shaffer L8	44	9	4,9	5
M	Shaffer S	80	13	6,2	6
N	Mounting	33	9	3,7	4
O	Front Pic	31	9	3,4	3
Q	Chain - 2	97	18	5,4	5
	Rata-rata	49,7	10,7	4,4	4,4

Pada tabel 6 didapatkan hasil dari rata-rata stok, total pallet, kebutuhan pallet teoritis, dan kebutuhan pallet pada *sparepart* blok 2. Pada blok 2 terdapat *sparepart* kode A, B, C, J, L, M, N, O, Q.

Tabel 7. Blok 3

Kode	Nama <i>Sparepart</i>	Stok	Total Pallet	Kebutuhan Pallet Teoritis	Kebutuhan Pallet
P	Chain	47	9	5,2	5
S	Spring Single	29	6	4,8	5
X	Rafia	123	19	6,5	7
AA	Boot stir	35	9	3,9	4
AB	Taper lock bushes	40	8	5,0	5
AC	Housing	36	9	4,0	4
AD	Spray Drying	43	9	4,8	5
	Rata-rata	50,4	9,9	4,9	5,0

Pada tabel 7 didapatkan hasil dari rata-rata stok, total pallet, kebutuhan pallet teoritis, dan kebutuhan pallet pada *sparepart* blok 3. Pada blok 3 terdapat *sparepart* kode P, S, X, AA, AB, AC, AD.

Tabel 8. Blok 4

Kode	Nama <i>Sparepart</i>	Stok	Total Pallet	Kebutuhan Pallet Teoritis	Kebutuhan Pallet
D	Annular BOP Set	33	9	3,7	4
E	BOP Flanges	22	6	3,7	4
F	BOP Flanges S	48	8	6,0	6
G	BOP set	48	9	5,3	5
H	Hydrils	31	6	5,2	5
I	RAM	28	7	4,0	4
K	Shaffer b	41	8	5,1	5
	Rata-rata	35,9	7,6	4,7	4,7

Pada tabel 8 didapatkan hasil dari rata-rata stok, total pallet, kebutuhan pallet teoritis, dan kebutuhan pallet pada *sparepart* blok 4. Pada blok 4 terdapat *sparepart* kode D, E, F, G, H, I, K.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pallet blok 1} &= \frac{\text{Rata-rata Stok}}{\text{Kapasitas total pallet}} \\ &= \frac{20}{8} = 2,5 \text{ Pallet} \end{aligned}$$

PT. Krukus Brand Indonesia memiliki gudang *sparepart* dengan panjang 18 meter dan lebar 14 meter, sehingga luas total gudang adalah 252 meter persegi. *Sparepart* masuk ke gudang dalam bentuk aslinya dan diangkut menggunakan hand pallet. Ukuran hand pallet adalah panjang 1,5 meter dan lebar 1 meter, sedangkan pallet yang digunakan memiliki ukuran panjang 1 meter dan lebar 1,2 meter.

Susunan *sparepart* di gudang saat ini belum teratur karena belum ada pengaturan tata letak yang sesuai dengan area terdekat hingga area terjauh dari pintu keluar masuk (I/O), sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim menjadi tidak efisien. Gudang saat ini digambarkan dalam bentuk persegi dengan 4 rak, di mana masing-masing blok rak memiliki ukuran 1 rak dengan panjang 13,5 meter, lebar 1,5 meter, dan tinggi 1 meter dan 3 rak panjang 10,5

meter, lebar 1,5 meter, dan tinggi 1 meter. Slot yang digunakan untuk menyimpan produk memiliki kapasitas terbatas, di mana tiap slot hanya dapat menyimpan satu pallet. Gudang PT. Krukus Brand Indonesia digunakan untuk menyimpan *sparepart* produk, dengan area yang bervariasi dari yang paling dekat hingga yang paling jauh dari pintu keluar masuk (I/O). Penempatan barang yang akan segera dikirim diatur berdasarkan jaraknya dari pintu keluar masuk, sehingga memudahkan proses pengiriman dan penanganan barang. Berikut adalah data panjang, lebar, dan tinggi dari masing-masing *sparepart* seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Ukuran *Sparepart*

Kode	<i>Sparepart</i>	Total Pallet	Total <i>Hand Pallet</i>	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
A	Compate	9	3	65	10	10
B	Model Of Gasket PHE	8	3	45	5	5
C	Annular bop	6	2	32	10	2
D	Annular BOP Set	9	3	23	14	10
E	BOP Flanges	6	2	50	7	7
F	BOP Flanges S	8	3	52	9	9
G	BOP set	9	3	48	10	4
H	Hydrils	6	2	35	10	20
I	RAM	7	3	75	5	5
J	Shaffer	15	5	120	35	20
K	Shaffer b	8	3	25	5	3
L	Shaffer L8	9	3	65	25	10
M	Shaffer S	13	5	120	40	16
N	Mounting	9	3	60	15	7,5
O	Front Pic	9	3	55	15	9,5
P	Chain	9	3	49	18	10
Q	Chain – 2	18	6	130	43	20
R	Dam Chain	17	6	175	34	27
S	Spring Single	6	2	58	17	3
T	Spring Plate	16	6	125	25	30
U	Multi Spring	8	3	100	20	50
V	Cartridge Metal Bellows	18	6	200	50	50
W	Catride Multi Spring	17	6	140	25	50
X	Rafia	19	7	180	42	50
Y	Nilon rope	15	6	200	31	50
Z	Rubber boot as	16	6	150	42	50
AA	Boot stir	9	3	43	29	10,5
AB	Taper lock bushes	8	3	45	24	13
AC	Housing	9	3	37	22	10
AD	Spray Drying	9	3	57	20	12
	Total	325	115	2559	657	573,5
	Rata-rata	10,83	3,83	85,30	21,90	19,12

Pada tabel 9 menghasilkan data total panjang seluruh *sparepart* sebesar 2559 cm / 25,59 m, sementara untuk lebar dengan total sebesar 657 cm / 6,57 m, dan pada total tinggi mendapatkan total sebesar 573,5 cm / 5,735 m.

Throughput (Aktivitas) adalah pengukuran aktivitas atau penyimpanan yang bersifat dinamis dan menunjukkan aliran barang dalam penyimpanan. Istilah *Throughput* digunakan sebagai ukuran jumlah aktivitas penyimpanan dan pengambilan yang terjadi dalam periode tertentu, misalnya dari bulan Agustus hingga Oktober 2023. Pengukuran *Throughput* dilakukan berdasarkan aktivitas penerimaan dan pengiriman dalam gudang produk jadi, dengan menghitung rata-rata aktivitas tersebut selama tiga bulan. Dengan memahami dan mengukur *Throughput*, pengelolaan gudang dapat dioptimalkan untuk mengatasi fluktuasi dalam aktivitas penerimaan dan pengiriman *sparepart*, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Space Requirement adalah konsep di mana *sparepart* ditempatkan pada lokasi yang lebih spesifik dalam gudang, dan hanya satu jenis produk yang ditempatkan di lokasi penyimpanan tersebut. Ini memastikan bahwa setiap *sparepart* memiliki tempat yang ditentukan, mengurangi risiko kesalahan penempatan, dan memudahkan proses pengambilan dan pengiriman. Berikut ini merupakan data dan hasil perhitungan dari perbandingan *Throughput* (t) dan *space requirement* (s), terlihat pada tabel 10.

Tabel 10. *Throughput dan Space Requirement*

Kode	Sparepart	Max Hand Pallet	T	Kapasitas blok	S	T/S
A	Complate	4	15,2	4	8,8	2
B	Model Of Gasket PHE	4	13,5	4	6,4	2
C	Annular bop	4	12,3	4	6,2	2
D	Annular BOP Set	4	15	4	7,8	2
E	BOP Flanges	4	13,5	4	6,9	2
F	BOP Flanges S	6	10	4	6,9	1
G	BOP set	5	12,9	4	8,3	2
H	Hydrils	5	11,1	4	7,0	2
I	RAM	4	14,1	4	6,2	2
J	Shaffer	5	11,9	4	7,9	2
K	Shaffer b	5	11,1	4	6,3	2
L	Shaffer L8	5	10,4	4	7,3	1
M	Shaffer S	6	10,8	4	9,2	1
N	Mounting	4	16,3	4	8,5	2
O	Front Pic	3	18,6	4	7,0	3
P	Chain	5	10,3	4	7,5	1
Q	Chain - 2	5	12,5	4	7,5	2
R	Dam Chain	5	11,7	4	6,8	2
S	Spring Single	5	11,3	4	7,3	2
T	Spring Plate	6	10,1	4	7,3	1
U	Multi Spring	5	12,9	4	9,1	1
V	Cartridge Metal Bellows	6	9,44	4	7,4	1
W	Catride Multi Spring	6	10,1	4	7,3	1
X	Rafia	7	8,14	4	7,2	1
Y	Nilon rope	6	9,94	4	7,8	1
Z	Rubber boot as	6	9,06	4	6,8	1
AA	Boot stir	4	14,6	4	6,3	2
AB	Taper lock bushes	5	12,3	4	8,1	2
AC	Housing	4	15,6	4	8,7	2
AD	Spray Drying	5	13,5	4	8,9	2

Hasil pada tabel 10 merupakan hasil perhitungan dari *Throughput* (T) dan *space requirment* (S) sehingga mendapatkan perhitungan sebagai berikut.

Berikut adalah contoh perhitungan *Throughput* (T) sparepart A:

$$T = \frac{\text{Rata-rata penerimaan}}{\text{Max hand pallet}} + \frac{\text{Rata-rata pengeluaran}}{\text{Max hand pallet}}$$

$$T = \frac{35}{4} + \frac{26}{4} = 15,2$$

Berikut adalah contoh perhitungan *space requirment* (S):

$$S = \frac{\text{Kapasitas blok}}{\text{Rata-rata Penerimaan}}$$

$$S = \frac{35}{4} = 8,8$$

D. Penentuan *Layout* Usulan

Untuk menghemat pemakaian area maka dilakukan pengaturan tata letak yang efektif dan efisien untuk mengurangi menumpukan *sparepart* di area gudang yang berukuran panjang dan lebar 18m dan 14m. Setiap area pada blok A terdiri atas 4 palet *sparepart*. Dengan penyusunan pallet 2x2 yang terdiri dari 1 tingkat. Dilakukan untuk mempermudah dalam penyusunan *sparepart* ke area penyimpanan dan juga sebagai usulan untuk memperbaiki pemanfaatan ruang. Jadi luas area penyimpanan menggunakan ukuran *sparepart* yang paling besar adalah:

$$\begin{aligned} \text{Luas area} &= 2(P \times l) + 2(P \times t) + 2(l \times t) \\ &= 2(85,3 \text{ cm} \times 21,9 \text{ cm}) + 2(85,3 \text{ cm} \times 19,12 \text{ cm}) + 2(21,9 \text{ cm} \times 19,12 \text{ cm}) \\ &= 3736,14 + 3261,30 + 837,31 \\ &= 7834,75 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dilihat di atas dapat diterima hasil perhitungan produksi *sparepart* dibutuhkan luas permukaan $7834,75 \text{ cm}^2 = 0,7834 \text{ m}^2$. Sedangkan kapasitas gudang maksimal dapat menyimpan 1200 *sparepart* dengan kapasitas produksi perbulan yaitu 904 *sparepart*. banyaknya area yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Kebutuhan Area Penyimpanan} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{banyaknya produk/pallet dalam 1 area}}$$

$$= \frac{898}{4} = 225 \text{ Pallet Sparepart}$$

Kebutuhan ruang untuk 225 pallet *sparepart* = $0,7834 \text{ m}^2 \times 225 \text{ pallet} = 176,265 \text{ m}^2$. Maka dari 2690 *sparepart* per bulan membutuhkan ruang untuk 225 pallet dengan luas gudang *sparepart* dengan ukuran dimensi $176,265 \text{ m}^2$ untuk memenuhi kebutuhan ruang yang dibutuhkan.

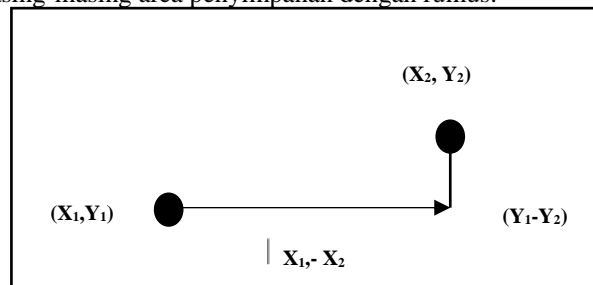
Pemanfaatan ruang untuk menggerakkan *material handling* agar produk satu dengan yang lain tidak bertabrakan yang mengakibatkan kerusakan pada *sparepart* yang saling bertabrakan jadi *allowance* yang harus diberikan sesuai dengan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi *sparepart*. dengan perincian perencanaan per blok adalah panjang = 3,71 m, lebar 1,5 m dan tinggi 1 m

$$\begin{aligned} \text{Allowance} &= \sqrt{(\text{panjang})^2 + (\text{lebar})^2 + (\text{tinggi})^2} \\ &= \sqrt{(3,71)^2 + (1,5)^2 + (1)^2} \\ &= \sqrt{16} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan mengetahui *allowance* yang diperlukan maka dapat ditentukan lebar gang adalah 4 m.

Setelah mengetahui kebutuhan ruangan maka dapat ditentukan pengaturan tata letak yang tepat setelah diperoleh luas gudang yang dipakai adalah $176,265 \text{ m}^2$. Maka gudang dapat diatur sedemikian rupa gar tata letak *sparepart* lebih efektif dan efisien berdasarkan pada data kebutuhan (luas gudang dengan luas area yang digunakan untuk menyimpan *sparepart*).

Penempatan area berdasarkan urutan area yang paling dekat sampai area yang terjauh dari pintu keluar masuk I/O sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim dan sesuai jenis *sparepart*. Jarak tempuh *material handling* adalah mulai dari pintu (I/O) menuju ke ara penyimpanan perhitungan jarak dilakukan dengan menggunakan metode *rectilinear distance*. Jarak diukur sepanjang lintasan dengan menggunakan garis tegak lurus (ortogonal) satu dengan lainnya terhadap titik dari masing-masing area penyimpanan dengan rumus:



Gambar 5. Rectilinear Distance

$$d_{ij} = |x-a| + |y-b| \quad (6)$$

Sumber : [15]

Keterangan: Z

d_{ij} = Jarak slot ij ke titik I/O

x = Titik awal perhitungan I/O pada sumbu x (horizontal)

a = Jarak titik tengah tujuan terhadap sumbu x

b = Jarak titik tengah tujuan terhadap sumbu y

$$\begin{aligned} T \text{ Awal} = d_{ij} &= |x-a| + |y-b| \\ &= \left| x - \frac{190}{15} \right| + \left| y - \frac{100}{15} \right| \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ Usulan} = d_{ij} &= |x-a| + |y-b| \\ &= \left| x - \frac{110}{15} \right| + \left| y - \frac{40}{15} \right| \\ &= 10 \end{aligned}$$

Pada kondisi awal peletakkan *sparepart* dilakukan di sembarangan tempat, sehingga *sparepart* ditempatkan dimana saja. Kondisi inilah yang mengakibatkan jarak tempuh menjadi besar. Penempatan *sparepart* pada *layout* usulan adalah berdasarkan nilai T/S terbesar yang ditempatkan pada jarak tempuh terdekat, sehingga terlebih dahulu harus dilakukan perankingan T/S untuk setiap *sparepart* dari yang terbesar ke terkecil, serta mengurutkan blok berdasarkan jarak tempuh yang terdekat. Sebagai contoh perhitungan pada Spring Plate (T).

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Awal} &= (\text{Jarak} \times T/S) \\ &= (19 \times 1) = 19 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh Usulan} &= (\text{Jarak} \times T/S) \\ &= (10 \times 1) = 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan jarak tempuh masing-masing *sparepart* yang telah di urutkan sesuai dengan metode *Shared Storage* seperti pada tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Jarak Tempuh

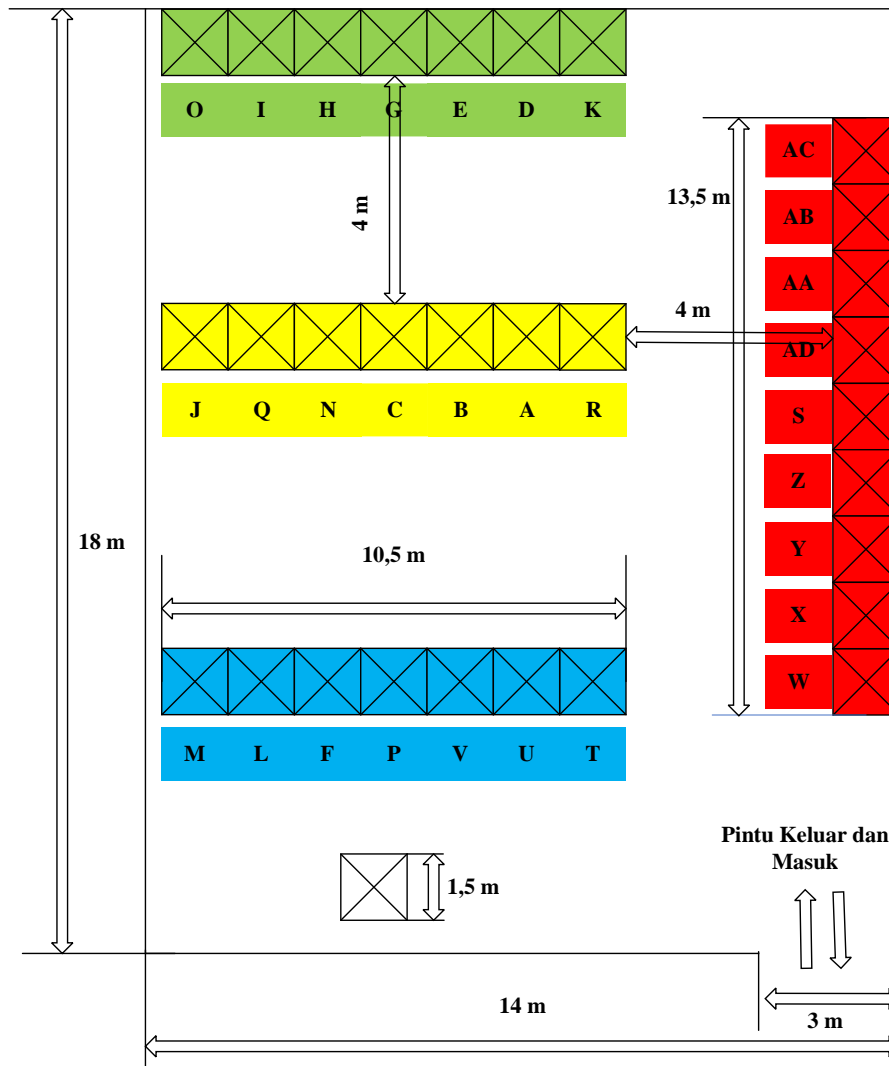
Kode	Sparepart	Jarak Awal	Jarak Usulan	T/S	Jarak Tempuh Awal	Jarak Tempuh Usulan
T	Spring Plate	19	10	1	19	10
U	Multi Spring	21	11	1	21	11
V	Cartridge Metal Bellows	18	11	1	18	11
P	Chain	19	12	1	19	12
F	BOP Flanges S	5	13	1	5	13
L	Shaffer L8	13	13	1	13	13
M	Shaffer S	12	14	1	12	14
W	Catride Multi Spring	37	3	1	37	3
X	Rafia	35	3	1	35	3
Y	Nilon rope	33	4	1	33	4
Z	Rubber boot as	36	5	1	36	5
R	Dam Chain	20	17	2	40	33
S	Spring Single	22	5	2	44	10
A	Compate	7	17	2	14	35
B	Model Of Gasket PHE	7	18	2	13	36
C	Annular bop	6	19	2	12	37
D	Annular BOP Set	8	24	2	16	48
E	BOP Flanges	5	25	2	10	49
G	BOP set	3	25	2	6	51
H	Hydrils	4	26	2	8	52
I	RAM	10	27	2	20	53
J	Shaffer	3	21	2	5	41
K	Shaffer b	11	23	2	21	47
N	Mounting	11	19	2	23	39
Q	Chain - 2	21	20	2	41	40
AA	Boot stir	34	7	2	68	13
AB	Taper lock bushes	32	7	2	64	14
AC	Housing	35	8	2	71	16
AD	Spray Drying	33	6	2	67	12
O	Front Pic	23	27	3	68	82
	Total	541	439	50	857	806

Pada tabel 11 didapatkan hasil total dari jarak tempuh pada *layout* awal dan *layout* usulan *Shared Storage* yang mendapatkan perbandingan nilai jarak tempuh. Sehingga langkah berikutnya adalah menghitung seerapa besar selisih antara *layout* awal dengan *layout* usulan. Berikut adalah perbandingan secara prosentase terlihat pada hasil perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih Layout} &= \text{Layout Awal} - \text{Layout Usulan} \\ &= 857 - 806 \\ &= 51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{selisih layout}}{\text{layout awal}} \\ &= \frac{51}{857} \\ &= 0,06 = 6\% \end{aligned}$$

Berikut adalah *layout* usulan hasil dari metode *Shared Storage* pada penataan *sparepart* pada gudang PT. Krukus Brand Indonesia. Pada *layout* tersebut memiliki perubahan yang cukup signifikan namun seleisih jarak tempuh pada masing-masing *sparepart* tidak terlalu jauh yakni sebesar 6%. Berikut adalah *layout* usulan terlihat pada gambar 5



Gambar 6. Hasil *Layout* Usulan Metode *Shared Storage*

Pada gambar 6 merupakan hasil *layout* usulan yang didapatkan dari perhitungan metode *shared storage* dengan penataan *layout* berdasarkan derajat kedekatan ARC. Sehingga *layout* tersebut merupakan *layout* yang dapat direkomendasikan kepada PT. Krukus Brand Indonesia.

E. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh usulan perbaikan tata letak gudang sebagai berikut: (1) Diagram ARC (*Activity Relationship Chart*) dan diagram keterkaitan kedekatan *sparepart* digunakan untuk merancang *layout* gudang sesuai urutan perakitan. Dari 30 *sparepart* mesin yang saling terkait dalam hubungan kedekatan penempatannya seperti pada gambar 3 dan tabel 4. (2) Luas area penyimpanan gudang yang digunakan untuk menyimpan *sparepart* yaitu sebesar 176,265 m². (3) *Allowace* pada ruang gudang jadi lebih luas untuk proses penerimaan dan pengeluaran *sparepart* menggudakan *hand pallet* sebesar 4 m. (4) kondisi tata letak yang ada digudang terlihat lebih tertata rapi dengan menggunakan metode *Shared Storage* penempatan *sparepart* berdasarkan nilai T/S terbesar yang ditempatkan pada jarak tempuh terdekat sehingga dapat memperpendek jarak pemindahan *material handling*. (5) Setelah melakukan perhitungan untuk usulan perbaikan, maka dilakukan perbandingan jarak perjalanan total. Terlihat pada tabel 12. (6) Pada kondisi peletakkan *sparepart* awal didapat 857 m dan untuk kondisi usulan penerapan metode *Shared Storage* diperoleh 806 m, maka diketahui terjadi penurunan jarak *material handling* dengan selisih sebanyak 51 m atau terdapat penurunan sebesar 6%. (7) Warna pada masing-masing rak untuk menunjukkan tanda pada rak 1 hingga 4 yang digunakan untuk membedakan perubahan posisi masing-masing rak. Perbedaan *layout* awal pada gambar 2 dan *layout* akhir pada gambar 6 sebagai contoh adalah posisi *sparepart* Spring Plate (T) yang awalnya terletak ditengah blok biru dengan bentuk penataan vertikal dan pada *layout* akhir terletak bagian pertama blok biru yang berubah bentuk menjadi horisontal. Pada gambar 2 rak merah, kuning, dan biru berposisi vertikal sementara rak hijau horisontal. Sedangkan pada gambar 6 rak merah masih vertikal dan rak biru, kuning, dan hijau

menjadi horisontal. (8) Perubahan jumlah isi rak terjadi pada rak warna kuning yang pada gambar 2 berjumlah 5 sparepart dan pada gambar 6 menjadi 7 sparepart.

Hasil akhir yang didapatkan adalah perbedaan pada layout awal dengan layout akhir yang memiliki beberapa perbedaan yang pertama adalah pada penempatan sparepart yang harus didekatkan dan blok terakhir yang tadinya 8 sparepart menjadi 7. Serta terdapat 3 blok yang berposisi vertikal pada *layout* awal sedangkan pada *layout* usulan memiliki 3 blok yang horizontal. Kedua adalah perbedaan pada besarnya jarak tempuh pada semua sparepart yang menghasilkan selisih 51 meter dengan efisiensi penurunan sebesar 6%. Ketiga perbedaan pada penempatan pada masing-masing sparepart yang telah diurutkan sesuai dengan derajat kedekatan dari ARC. Keempat pada masing-masing sparepart berbeda penempatan dari layout awal dengan layout akhir karena juga dipengaruhi oleh *throughput* dan *space requirment* pada metode *shared storage*.

IV. SIMPULAN

Rancangan *layout* usulan pada metode *Activity Reliationship Chart* (ARC) menghasilkan *layout* yang lebih tertata dan masing-masing sparepart yang memiliki derajat hubungan kedekatan disusun sesuai dengan metode. Hal ini berpengaruh pada gerakan yang tidak diperlukan saat mengambil *sparepart* yang dilakukan berulang. Sehingga lebih efektif dalam proses pengambilan *sparepart* secara berurutan. Rancangan yang telah dibuat oleh metode metode *Activity Reliationship Chart* (ARC) dilanjutkan dengan metode *Shared Storage* untuk mendapatkan jarak tempuh pada saat pengambilan pada masing-masing *sparepart* dalam gudang. Didapatkan hasil sebesar 6% pengurangan total jarak tempuh pengambilan *sparepart* dari *layout* awal. Nilai awal sebesar 857 menjadi 806 dengan menggunakan kedua metode tersebut. Sehingga rancangan dari kedua metode efektif dan efisien dibandingkan dengan *layout* awal. Penelitian ini menggunakan metode *shared storage* dimana perhitungannya memakai rumus *rectilinear distance*. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan perbandingan dengan rumus *eucladian distance* agar didapatkan hasil yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. Krukus Brand Indonesia sebagai tempat penelitian.

REFERENSI

- [1] J. M. Apple, *Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan: Edisi Ketiga*. Bandung: ITB, 1990.
- [2] J. Arifin and T. Pamungkas, "Perbaikan Tata Letak Gudang Dengan Menggunakan Metode Shared Storage Pada Perum Bulog Subdivre Karawang," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.35194/jmtsi.v3i1.548.
- [3] N. F. Azizah, R. A. Apriani, F. M. Pratama, M. Z. Zizo A, F. A. Pradana, and A. Azzam, "Analisis Perancangan Tata Letak Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) dan Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP)," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, p. 86, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i1.21902.
- [4] H. Hadiguna, Rika Ampuh, Setiawan, *Tata Letak Pabrik: Edisi Ketiga*. Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2008.
- [5] Jamalludin, A. Fauzi, and H. Ramadhan, "Metode Activity Relationship Chart (Arc) Untuk Analisis Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pada Bengkel Nusantara Depok," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 20–22, 2020.
- [6] P. A. Nur Mahdiansyah, Salman Alfarisi, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI SPAREPART PADA BENGKEL MOTOR MULIA BERBASIS JAVA," *J. Teknol. Kesehat. dan Ilmu Sos.*, vol. 2, pp. 1430–1435, 2021.
- [7] E. Mulyati, I. Numang, and M. Aditya Nurdiansyah, "Usulan Tata Letak Gudang Dengan Metode Shared Storage di PT Agility International Customer PT Herbalife Indonesia," *J. Logistik Bisnis*, vol. 10, no. 02, pp. 36–41, 2020, doi: 10.46369/logistik.v10i02.955.
- [8] K. P. A. P. Yohanes Anton Nugroho, "PENATAAN LAYOUT GUDANG PENYIMPANAN CONSUMER GOODS MENGGUNAKAN METODE SHARED STORAGE," *Pendidik. Kim. PPs UNM*, vol. 1, no. 1, pp. 91–99, 2021.
- [9] H. W. W. Pitoy, A. B. H. Jan, and J. S. B. Sumarauw, "Analisis Manajemen Pergudangan pada Gudang Paris Superstore Kotamobagu," *J. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akutansi*, vol. 8, no. 3, pp. 252–260, 2020.
- [10] R. A. Prasetyo, D. Herwanto, and A. E. Nugraha, "Usulan Penerapan Metode Shared Storage pada Tata Letak Stock di Gudang PT XYZ," *Go-Integratif J. Tek. Sist. dan Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 124–134, 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5652.
- [11] H. Purnomo, *Perencanaan Dan Perancangan Fasilitas: Edisi Kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [12] E. W. Rokhmani, F. Desiyanto, and I. Harsadi, "Perencanaan Tata Letak Fasilitas Mesin Produksi Menggunakan Metode Activity Relationship Chart(Arc) Di CV. Yasri Cipta Mandiri," *Unistek*, vol. 8, no. 2, pp. 107–112, 2021, doi: 10.33592/unistek.v8i2.1503.
- [13] L. D. Ramdan, B. Arianto, and W. T. Bhirawa, "Perancangan Ulang Tata Letak Pusat Pemeliharaan Bus Transjakarta Dengan Metode Activity Relationship Chart Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Kerja Pada Pt Citrakarya Pranata," *J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 105–115, 2021.
- [14] S. N. Sidabutar, S. A. Kartika, and E. Ramadhan, "Analisis Perancangan Ulang Tata Letak Material Pada Gudang Dengan Menggunakan Metode Shared Storag," *Al Jazari J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 20–26, 2023, doi: 10.31602/al-jazari.v8i1.10440.
- [15] Wignjosoebroto, *Tata Letak dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya, 1996.
- [16] S. Wignjosoebroto, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Barang*. Jakarta: Guna Widya, 2009.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.