

Perancangan Tata Letak Gudang Tipe Aktiva Tetap Tidak Beroperasi

Layout Design for Non-Operating Fixed Assets Warehouse

Ravi Prananda Rinaldy^{a1}, Yelita Anggiane Iskandar^{b2*}

^{ab}Universitas Pertamina, Jl. Teuku Nyak Arief,

Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia

¹ ravirinaldy1999@gmail.com, ^{2*} yelita.ai@universitaspertamina.ac.id

*corresponding e-mail

This is an open access article under the terms of the CC-BY-NC license

ABSTRACT

The Non-Operating Fixed Assets I Warehouse of Menes Baru substation used randomized storage that caused a lot of different types materials were stacked on top of each other and placed in sparsed random locations created inefficient order picking process. To solve the problem, the facility layout design using dedicated storage concept is created to minimize the order picking distance at the ATTB I Warehouse of Menes Baru substation. This research was conducted in several stages. There were (1) identifying materials and the flow patterns, including Materials Handling Equipment, (2) determining storage methods and options, and (3) analyzing activities using Activity Relationship Chart and Activity Relationship Diagram. The result shows that the recommended flow pattern material for the ATTB I Warehouse of Menes Baru substation is a U-shaped model. In addition, based on the results of the numerical scenario comparison test of order picking distances, the proposed layout using the dedicated storage concept of the ATTB I Warehouse of Menes Baru substation, could decrease the distances of order picking activity by 34% compared to the initial layout using the randomized storage concept.

Keywords : layout design, warehouse, dedicated storage, order picking, activity relationship chart

ABSTRAK

Gudang Aktiva Tetap Tidak Beroperasi I Gardu Induk Menes Baru masih menerapkan konsep penyimpanan yang bersifat acak sehingga satu material dapat ditemukan di berbagai lokasi di gudang yang kemudian menyebabkan proses *order picking* menjadi tidak efisien. Maka dari itu, dilakukanlah perancangan tata letak fasilitas yang mengusung konsep *dedicated storage* dengan tujuan meminimalkan jarak *order picking* pada gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru. Secara umum, penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang meliputi identifikasi material, identifikasi pola aliran material, identifikasi MHE, penentuan metode dan opsi penyimpanan, hingga yang terakhir analisis aktivitas menggunakan *Activity Relationship Chart* dan *Activity Relationship Diagram*. Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan informasi bahwa bentuk pola aliran material yang direkomendasikan untuk gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru adalah pola aliran material yang mengimplementasikan bentuk *U-shaped model*. Selain itu, berdasarkan hasil uji skenario perbandingan jarak *order picking* secara numerik, didapatkan bahwa tata letak usulan gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru yang dirancang menggunakan konsep *dedicated storage* memberikan penurunan jarak *order picking* sebesar 34% dibandingkan dengan tata letak awal yang menggunakan konsep *randomized storage*.

Kata kunci : tata letak, gudang, *dedicated storage*, *order picking*, *activity relationship chart*

A. Pendahuluan

Gudang adalah suatu fasilitas yang diperuntukkan sebagai tempat penyimpanan barang sementara, baik bahan baku, *work in progress*, ataupun produk jadi (Ramadhan et al., 2018). Gudang atau fasilitas penyimpanan dapat dikatakan baik apabila dapat menjalankan fungsinya secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan perancangan yang matang agar gudang dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan tujuan yang ditetapkan (contoh: maksimasi kapasitas, minimasi jarak *order picking*, minimasi ongkos operasional) sebagai bentuk sarana dan prasarana penunjang kegiatan operasional perusahaan (Ruswandi, 2020).

Penelitian ini mengambil fokus pada perancangan gudang ATTB I milik perusahaan listrik negara Indonesia, PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Cilegon, Jawa Barat yang tepatnya berlokasi di Gardu Induk Menes Baru. Diketahui bahwa gudang ATTB I Gardu Induk Menes berfungsi sebagai fasilitas penyimpanan sementara material ATTB yang masih terdaftar sebagai aset tetap milik PT PLN (Persero). Material-material tersebut kemudian akan diperjualbelikan atau dihancurkan/dimusnahkan ketika nilai aktiva material tersebut telah dihapuskan dari daftar aset tetap PT PLN (Persero). Hal tersebut menjelaskan adanya alur lanjutan dari material ATTB yang sudah tidak terpakai dalam pelaksanaan kegiatan operasional. Selain itu, beberapa material yang masih layak guna, terkadang juga digunakan sebagai suku cadang pengganti apabila terdapat kerusakan pada fasilitas-fasilitas terkait yang masih kompatibel dengan material ATTB yang disimpan. Hal ini menunjukkan bahwa selain kelayakan gudang untuk menyimpan material ATTB itu penting, diperlukan pula pengaturan gudang yang memudahkan proses *order picking*. Salah satu contoh desain gudang yang memudahkan proses *order picking* adalah yang memungkinkan tercapainya minimasi jarak tempuh pengambilan barang.

Sebelumnya, Gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru memiliki kondisi yang relatif belum ideal dengan banyak ruang untuk

perbaikan serta pengembangan. Berdasarkan hasil survei lapangan serta wawancara dengan SPV II LOG PT PLN (Persero) UPT Cilegon, didapatkan 2 (dua) permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini. Permasalahan pertama adalah kebutuhan PT PLN (Persero) UPT Cilegon akan desain tata letak baru untuk perombakan gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru. Sedangkan permasalahan kedua adalah kondisi gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru yang masih menggunakan metode *randomized storage* sehingga lokasi material yang disimpan acak dan tidak berpola. Keadaan ini mengakibatkan timbulnya masalah lain dimana berbagai jenis material yang berbeda disusun bertumpukan dan menghalangi jalur *Material Handling Equipment* (MHE). Pada kasus dimana akan dilakukan proses *order picking*, dibutuhkan penanganan tambahan pemisahan barang yang menghalangi jalur MHE, yang sebenarnya sangat mungkin dihindari jika desain gudang diperbaiki. Hal ini tentunya membuat jarak tempuh MHE mengalami peningkatan akibat penambahan gerak yang tidak perlu karena pergerakan yang berulang (*redundant movement*) sehingga memperlambat proses *order picking* keseluruhan.

Memperhatikan permasalahan-permasalahan tersebut maka dilakukanlah penelitian ini yang bertujuan untuk menentukan pola aliran material di gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon serta menentukan tata letak fasilitas gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon yang dapat meminimasi jarak *order picking* menggunakan metode penyimpanan *dedicated storage*. Hal ini dilakukan sebagai upaya efisiensi aktivitas *order picking* di gudang perusahaan. Dalam pelaksanaan penelitian ini, dilakukan pula studi literatur terhadap beberapa penelitian terdahulu yang terkait perancangan tata letak fasilitas. Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat, (2012) dan Johaness, (2020) menggunakan metode *class-based storage* dengan data berupa bentuk tata letak gudang inisial serta data-data mengenai material yang disimpan dalam gudang dengan tujuan merancang tata letak gudang yang

dapat mengurangi jarak tempuh *order picking*. (Hapsari et al., 2011) juga menargetkan tujuan perancangan tata letak fasilitas yang serupa, namun mereka menambahkan satu lagi fasilitas penyimpanan berbeda (lantai 1 satu) dan lantai dua yang juga akan dirancang tata letaknya.

Hapsari et al., (2011) menggunakan metode *dedicated storage* untuk mencapai tujuan tata letak fasilitas lantai satu yang memiliki jarak *order picking* lebih pendek; dan menggunakan metode *class-based storage* untuk mencapai tujuan tata letak fasilitas lantai dua yang memiliki kapasitas lebih besar daripada tata letak awalnya. Pada penelitian Nofirza & Masruri, (2011) dilakukan penelitian dengan tujuan merancang tata letak fasilitas yang memiliki waktu *order picking* lebih kecil dibandingkan kondisi awal penelitian. Mereka menggunakan metode *Activity Relationship Diagram* (ARD) dan *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk mengidentifikasi derajat hubungan antar area dalam gudang dan menentukan tata letak yang tepat sesuai dengan tujuan penelitian. (Sukma, 2020) menetapkan tujuan perancangan fasilitas yang dapat meminimasi jarak serta waktu *order picking* dari tata letak fasilitas yang diteliti melalui usulan tata letak fasilitas baru yang dirancang menggunakan metode *association rule mining*.

Hapsari et al., (2011), Hidayat, (2012), Johanes, (2020), dan (Sukma, 2020) menggunakan metode validasi berupa simulasi manual/numerik dalam penelitian mereka. Sementara, Nofirza & Masruri, (2011) menggunakan metode validasi berupa simulasi komputer melalui perangkat ProModel 6.0. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini sendiri meneliti implementasi dari metode *dedicated storage* sebagai metode penyimpanan yang digunakan dalam perancangan tata letak gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru guna meminimasi jarak tempuh *order picking*, dengan validasi berupa simulasi numerik terkait uji skenario *order picking* dengan membandingkan tata letak gudang inisial dan yang diusulkan.

Pola aliran material secara garis besar dapat dikategorikan ke dalam tiga jenis,

yaitu *U-Shaped Model* yang merupakan model gudang dengan letak area *receiving* serta *shipping* pada sisi yang sama; *I-Shaped Model* yang merupakan model gudang dengan letak area *receiving* serta *shipping* terpisah pada sisi yang berseberangan; dan *L-Shaped Model* yang merupakan model gudang dengan letak area *receiving* serta *shipping* terpisah dengan sudut antar keduanya mendekati 90° (Richards, 2004).

Terdapat beberapa metode dalam menentukan tata letak penyimpanan pada perancangan fasilitas gudang, yaitu *randomized storage*, *Class-based storage*, *shared storage*, dan *dedicated storage* (Heragu, 2016). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing metode tersebut. *Randomized storage* merupakan metode penyimpanan yang tidak mewajibkan adanya lokasi mutlak untuk setiap barang, yang menghasilkan bentuk penyimpanan yang acak. Metode selanjutnya ialah *class-based storage*, dimana tata letak penyimpanan dalam gudang disusun berdasarkan nilai dari barang tersebut. Sedangkan, metode *shared storage*, mengambil keuntungan dari optimasi ruang dengan memanfaatkan aspek perbedaan waktu. Metode ini mengizinkan adanya lokasi yang tidak dikhususkan hanya untuk satu produk saja. Metode yang terakhir ialah metode *dedicated storage*. Metode ini membedakan lokasi penyimpanan berdasarkan perbedaan jenis/karakteristik barang yang disimpan. Metode ini mempermudah kegiatan *order picking* dalam gudang karena lokasi penyimpanan yang sudah ditata secara permanen sehingga mudah untuk ditemukan.

Activity Relationship Chart (ARC) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan kedekatan antar departemen/area pada gudang dengan cara menilai tingkat kepentingan dari hubungan antar aktivitas dari departemen-departemen/area-area tersebut (Muther, 1974). Tingkat kepentingan hubungan tersebut akan dinilai secara kualitatif dalam bentuk nilai derajat kedekatan yang terdiri dari enam jenis tingkatan, yaitu mutlak penting; sangat penting; penting; biasa; tidak penting; dan tidak dikehendaki. Nilai derajat kedekatan tersebut dapat dikonversi kedalam

bentuk kode dan indikator warna seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Kode dan Indikator Warna dalam *Activity Relationship Diagram*

Deskripsi	Kode	Warna
Mutlak Penting	A	Merah
Sangat Penting	E	Oranye
Penting	I	Hijau
Biasa	O	Biru
Tidak Penting	U	Putih
Tidak Dikehendaki	X	Coklat

Dalam menetapkan nilai derajat kedekatan, harus diperhatikan pula batasan persentase dari seluruh nilai derajat kedekatan yang digunakan. Hal ini dikarenakan nilai derajat kedekatan yang digunakan harus mengikuti aturan persentase nilai derajat kedekatan dalam ARC agar terbukti telah terverifikasi. Aturan persentase tersebut (Heragu, 2016), yaitu; (1) Nilai A harus berjumlah di kisaran 2-5% dari jumlah total nilai yang digunakan, (2) Nilai E harus berjumlah di kisaran 3-10% dari jumlah total nilai yang digunakan, (3) Nilai I harus berjumlah di kisaran 5-15% dari jumlah total nilai yang digunakan, (4) Nilai O harus berjumlah di kisaran 10-25% dari jumlah total nilai yang digunakan, (5) Nilai U harus berjumlah di kisaran 25-60% dari jumlah total nilai yang digunakan, (6) Jumlah dari nilai X tidak dibatasi.

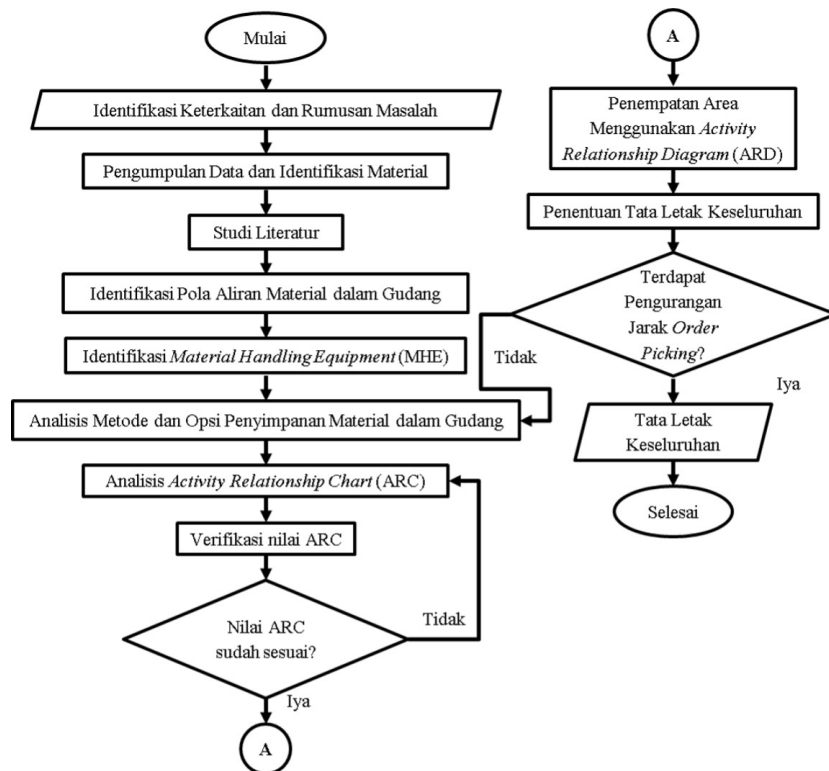
Metode *rectilinear* mengambil perumpamaan bahwa pergerakan yang terjadi dari koordinat awal ke koordinat akhir dari satu jarak dilakukan secara tegak lurus membentuk huruf "L" (Johanes, 2020). Adapun rumus perhitungan jarak menggunakan metode *rectilinear* adalah sebagai berikut; $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$. Notasi d_{ij} adalah jarak antar titik i dan titik j , x_i adalah koordinat x dari titik i , x_j adalah koordinat x dari titik j , y_i adalah koordinat y dari titik i , dan y_j adalah koordinat y dari titik j .

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap seperti yang tertera pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif serta kuantitatif dalam hal identifikasi dan pencarian solusi dari permasalahan yang dihadapi untuk mendapatkan hasil yang tepat guna berdasarkan permasalahan yang dihadapi pada masing-masing tahapan penelitian.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan proses identifikasi keterkaitan masalah dan rumusan masalah. Hal ini dilakukan untuk mendefinisikan permasalahan yang dihadapi secara lebih jelas. Dengan diadakannya identifikasi ini maka diharapkan diperoleh solusi yang tepat guna. Setelah dilakukan identifikasi keterkaitan masalah dan rumusan masalah maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data terkait gudang yang akan dibangun. Data-data yang dikumpulkan menyangkut beberapa hal, seperti jenis dan jumlah material yang akan disimpan, kapasitas penyimpanan, dan MHE yang digunakan. Metode yang digunakan dalam pengumpulan informasi tersebut ialah survei lapangan dan wawancara dengan SPV II LOG dari PT PLN (Persero) UPT Cilegon.

Selain itu dilakukan juga wawancara tentang penilaian terkait pentingnya kedekatan antar area pada gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru. Hal ini dilakukan guna menjadi dasar atas penetapan nilai derajat kedekatan pada *Activity Relationship Chart* (ARC) yang digunakan. Wawancara terkait nilai derajat kedekatan ini melibatkan SPV II LOG PT PLN (Persero) UPT Cilegon, Pejabat Pelaksana Lingkungan (PJ LAKSLK) PT PLN (Persero) UPT Cilegon, Supervisor Jaringan dan Gardu Induk GI Menes PT PLN (Persero) UPT Cilegon, serta Staf Pemeliharaan Proteksi, Meter, dan Otomasi PT PLN (Persero) UPT Cilegon. Wawancara ini dilakukan untuk menentukan seberapa penting keterkaitan antar lokasi dari area-area tersebut, yang diurutkan dari yang harus berjauhan/berjarak hingga wajib berdekatan antar satu sama lain. Pernyataan yang diberikan oleh narasumber dikonversikan secara numerik. Nilai-nilai tersebut kemudian dirata-ratakan



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

untuk menjadi dasar penetapan derajat kedekatan pada ARC. Tahapan selanjutnya adalah pembekalan referensi melalui studi literatur guna membantu pencarian solusi atas permasalahan yang diteliti. Adapun studi literatur yang dimaksud adalah penelitian terkait pergudangan serta perancangan fasilitas logistik.

Setelah data terkumpul dan studi literatur dilakukan maka selanjutnya dimulai proses perancangan tata letak gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon. Tahapan pertama yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi pola aliran material dalam gudang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk gudang yang dapat mengoptimalkan setiap kegiatan di dalam gudang (Ruswandi, 2020). Tahap selanjutnya dalam perancangan gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru adalah identifikasi MHE. Hal ini dilakukan guna mendapatkan data terkait kebutuhan ruang gerak dari MHE yang digunakan sehingga dapat menjadi acuan bagi pemilihan opsi penyimpanan serta perancangan tata letak gudang (Richards, 2004).

Setelah dilakukan identifikasi MHE, ditentukan metode penyimpanan gudang secara keseluruhan (*randomized, class-based, dedicated, atau shared storage*) agar gudang yang dirancang sesuai dengan tujuan perancangan tata letak yang telah ditetapkan. Setelah penentuan metode penyimpanan gudang secara keseluruhan, selanjutnya dilakukan penentuan opsi penyimpanan dari setiap jenis material. Penentuan opsi penyimpanan dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis material yang akan disimpan dalam gudang tersebut berdasarkan segi dimensi dan karakteristik material atau *unit load* dari material tersebut. Apabila telah ditentukan opsi penyimpanan yang digunakan maka selanjutnya dilakukan penentuan luas area penyimpanan dari masing-masing jenis material berdasarkan kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan.

Setelah bentuk dan luas setiap area penyimpanan material teridentifikasi, dilakukan analisis keterkaitan antar area dalam gudang menggunakan metode ARC. Hal ini dipilih karena metode ARC dapat digunakan sebagai sebuah peta atau acuan

yang merepresentasikan hubungan antar area berdasarkan penilaian yang diukur secara kualitatif (Assiddiqi, 2015). Selanjutnya adalah verifikasi nilai untuk memastikan tidak ada yang melebihi ketentuan bobot nilai pada ARC. Kemudian dilakukan proses penempatan area menggunakan ARD demi memudahkan proses perancangan tata letak serta dapat menerjemahkan hasil ARC kedalam bentuk acuan tata letak yang baru (Assiddiqi, 2015).

Selanjutnya dilakukan validasi untuk membuktikan ketercapaian tujuan perancangan tata letak gudang amatan. Hal yang divalidasi adalah ada atau tidaknya pengurangan jarak tempuh dari MHE ketika melaksanakan proses *order picking* bila dibandingkan dengan kondisi tata letak sebelumnya. Perlu diketahui pula bahwa ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; (1) Tata letak gudang ATTB yang dirancang tidak mempertimbangkan tingkat perputaran material sehingga kapasitas penyimpanan tata letak fasilitas yang dirancang hanya mengacu pada jumlah material yang terdata saat penelitian ini dilaksanakan, (2) Spesifikasi MHE yang diidentifikasi meliputi dimensi serta jenis MHE yang dimiliki atau biasa digunakan oleh PT PLN (Persero) UPT Cilegon, (3) Validasi jarak *order picking* dilakukan melalui uji skenario saat dilakukannya *order picking* untuk salah satu jenis material yaitu isolator, (4) Validasi dan uji numerik dilakukan melalui perangkat Microsoft Excel, (5) Visualisasi rancangan tata letak dibuat menggunakan perangkat AutoCAD dengan format dua dimensi (2D), (5) Penyimpanan menggunakan *racking* tidak bisa dilakukan, dan (6) Ketentuan jumlah tingkatan dalam *block stacking* yang digunakan adalah sebagai berikut; (1) Tinggi material 50 cm, maksimal tiga tingkatan, (2) 50 cm < Tinggi material 75 cm, maksimal dua tingkatan, dan (3) Tinggi material 75 cm, maksimal 1 tingkatan.

C. Hasil dan Pembahasan

Data material berupa jenis, jumlah minimal kapasitas penyimpanan, dan dimensinya dapat dilihat pada Tabel 3. Selain data material tersebut, didapatkan

juga beberapa informasi tambahan, yaitu; (1) Sel baterai merupakan material dengan karakteristik *fragile* sedangkan material lain yang disimpan dalam gudang amatan memiliki karakteristik yang *robust* karena itu telah disediakan *shelving unit* untuk material sel baterai dengan dimensi 1.710 (panjang) x 2.930 (lebar) x 1.315 (tinggi) mm yang dapat memuat sebanyak 420 buah sel baterai, (2) Material berupa sel baterai yang hancur/pecah dapat diletakkan di *box pallet* dengan jumlah penyimpanan minimal sebanyak 4 *pallet box*, (3) Sel baterai dan SF₆ baiknya ditempatkan pada area khusus dengan jarak minimal dengan area lain sejauh 500 mm, dan (4) MHE yang digunakan adalah *unicrane* dan *forklift*. Pemanfaatan tenaga manusia juga masih digunakan dalam menangani material yang dinilai tidak berat.

Selain data-data di atas, didapatkan pula informasi berupa bentuk tata letak gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru inisial seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.

1. Identifikasi Pola Aliran Material

Berdasarkan bentuknya, gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon hanya memiliki satu sisi yang terhubung langsung dengan akses jalur transportasi. Hal ini menyebabkan pola aliran material yang paling memungkinkan untuk diimplementasikan hanyalah pola aliran material yang berbentuk “U” (*U-shaped model*).

2. Identifikasi *Material Handling Equipment* (MHE)

PT PLN (Persero) UPT Cilegon memiliki 2 (dua) jenis MHE yaitu *unicrane* dan *forklift*. Tipe *unicrane* yang digunakan oleh PT PLN (Persero) UPT Cilegon adalah Tadano GT-300ER yang berdimensi 12.620 (panjang) x 2.550 (lebar) x 3.800 (tinggi) mm (Tadano). Sedangkan, tipe *forklift* yang digunakan oleh PT PLN (Persero) UPT Cilegon adalah Doosan D30P yang berdimensi 3.737 (panjang) x 1.228 (lebar) x 2.160 (tinggi) mm. Selain itu, diketahui bahwa lebar lorong minimal *forklift* ini adalah sebesar 4.110 mm (Doosan).

Tabel 2 Data Material

No	Jenis Material	Dimensi Material	Kapasitas Minimal
1	Isolator	255 (diameter) x 197 (tinggi) mm	800 buah
2	Disconnecting Switch (DS)	1200 (panjang) x 565 (lebar) x 360 (tinggi) mm	150 buah
3	Sel baterai (dengan kondisi tidak hancur/pecah)	170 (panjang) x 150 (lebar) x 330 (tinggi) mm	2500 buah
4	Tabung SF6	219 (diameter) x 1300 (tinggi) mm	180 buah
5	Current Transformer (CT)	905 (panjang) x 604 (lebar) x 2465 (tinggi) mm	70 buah
6	Capacitive Voltage Transformer (CVT)	650 (panjang) x 475 (lebar) x 2530 (tinggi) mm	100 buah
7	Lightning Arrester (LA)	150 (diameter) x 350 (tinggi) mm	800 buah
8	Mekanik	800 (panjang) x 600 (lebar) x 2200 (tinggi) mm	70 buah
9	Pole Pemutus Tenaga (PMT)	750 (diameter) x 2609 (tinggi) mm	70 buah

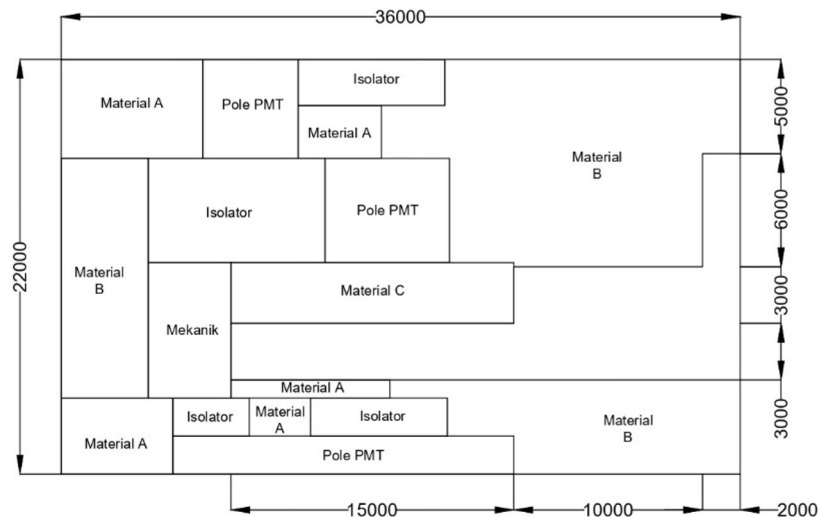
3. Analisis Metode dan Opsi Penyimpanan Dalam Gudang

Dalam pengimplementasian *randomized storage* pada gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon dapat diidentifikasi masalah yang diakibatkan ketidaksesuaian pemilihan metode penyimpanan tersebut, yaitu berbagai lokasi dari jenis material yang saling tumpang tindih mengakibatkan tidak dapat dilakukannya *order picking* secara langsung untuk satu jenis material tanpa memindahkan material lainnya terlebih dahulu. *Order picking* secara langsung hanya dapat dilakukan untuk material yang lokasinya bersinggungan langsung dengan jalur MHE. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dipilih solusi berupa pengimplementasian metode penyimpanan menggunakan *dedicated storage*. Hal ini disebabkan *dedicated storage*

memiliki keunggulan dalam mengkhususkan area penyimpanan dari masing-masing jenis material. *Dedicated storage* dapat mengeliminasi permasalahan dari tidak dapat dilakukannya *order picking* secara langsung yang tertuju hanya pada jenis-jenis material tertentu karena lokasi area penyimpanan yang tidak diperbolehkan untuk tumpang tindih antar satu jenis material dengan material lain.

4. Opsi Penyimpanan Isolator

Berdasarkan data material yang didapatkan pada pengumpulan data. Didapatkan informasi bahwa isolator yang disimpan berdimensi 255 (diameter) x 197 (tinggi) mm dan berjumlah 800 buah. Jumlah yang tidak sedikit ini tentunya membuat *order picking* permaterial menjadi perlu dilakukan berkali-kali. Permasalahan ini dapat dihindari dengan cara menyatukan sejumlah material



Gambar 2 Kondisi Inisial Tata Letak Gudang Amatan

tersebut ke dalam suatu *unit load* tertentu. Penelitian ini menggunakan penyatuan material-material isolator ke dalam *unit load* berupa *box pallet* ukuran

1.100 (panjang) x 1.100 (tinggi) x 1.100 (tinggi) mm. Rumus perhitungan jumlah material dalam *unit load* dan jumlah *unit load* untuk setiap material dapat dilihat pada rumus perhitungan berikut.

$$J_u = M/U \quad (2)$$

$$U = U_x \times U_y \times U_z \quad (3)$$

$$U_x = p_u/p_m \quad (4)$$

$$U_y = l_u/l_m \quad (5)$$

$$U_z = t_u/t_m \quad (6)$$

Notasi J_u adalah jumlah *unit load* yang diperlukan untuk satu jenis material, M adalah jumlah material yang disimpan, U adalah jumlah total material dalam satu *unit load*, U_x adalah jumlah material pada sumbu x (ukuran panjang) dalam satu *unit load*, U_y adalah jumlah material pada sumbu y (ukuran lebar) dalam satu *unit load*, U_z

adalah jumlah material pada sumbu z (ukuran tinggi) dalam satu *unit load*, p_m adalah panjang penyimpanan yang diperlukan untuk 1 buah material, l_m adalah lebar penyimpanan yang diperlukan untuk 1 buah material, t_m adalah tinggi penyimpanan yang diperlukan untuk 1 buah material, p_u adalah panjang *unit load* yang digunakan, l_u adalah lebar *unit load* yang digunakan, dan t_u adalah tinggi *unit load* yang digunakan.

Melalui perhitungan menggunakan rumus (2), (3), (4), (5), dan (6), didapatkan informasi bahwa jumlah isolator yang dapat disimpan dalam satu *box pallet* adalah 80 buah. Opsi penyimpanan yang akan dipilih adalah *block stacking*. Hal ini menimbang sifat material yang tergolong memiliki ketahanan yang baik serta kesesuaian *unit load* dibandingkan menggunakan rak. Adapun jumlah *box pallet* yang dibutuhkan adalah sebanyak 10 palet dengan maksimal 1 tingkat *block stacking*. Berikut merupakan rumus perhitungan dalam menentukan dimensi minimal dari area penyimpanan yang diperlukan untuk setiap material:

$$p_a = p_u \times s_x \quad (7)$$

$$l_a = l_u \times s_y \quad (8)$$

p_a adalah panjang minimal area penyimpanan, l_a adalah lebar minimal area penyimpanan, p_u adalah panjang *unit load* yang digunakan, l_u adalah lebar *unit load* yang digunakan, s_x adalah jumlah *unit load* yang disimpan pada sumbu x (ukuran panjang), dan s_y adalah jumlah *unit load* yang disimpan pada sumbu y (ukuran lebar). Dari perhitungan didapatkan bahwa dimensi minimal dari area penyimpanan isolator adalah 4.400 (panjang) x 3.300 (lebar) mm.

5. Opsi Penyimpanan *Lightning Arrester*

Sama seperti material isolator, jumlah material *lightning arrester* (LA) yang tidak sedikit dapat menyebabkan *order picking* dari material LA harus dilakukan berkali-kali. Agar hal tersebut dapat diminimalisir maka akan dilakukan penyatuan muatan LA kedalam *unit load* berupa *box pallet*. Berdasarkan perhitungan jumlah material LA yang terdapat dalam satu *box pallet* menggunakan rumus (2), (3), (4), (5), dan (6), didapatkan jumlah material LA dalam satu *box pallet* sebanyak 147 buah. Dikarenakan karakteristik ketahanan maka LA menyerupai isolator maka opsi penyimpanan yang digunakan adalah *block stacking*. Adapun *block stacking* yang dibutuhkan adalah 6 palet dengan 1 tingkatan. Berdasarkan perhitungan dimensi minimal dari area penyimpanan LA menggunakan rumus (7) dan (8), didapatkan bahwa dimensi minimal dari area penyimpanan LA adalah 3.300 (panjang) x 2.200 (lebar) mm.

6. Opsi Penyimpanan *Disconnecting Switch*

Disconnecting switch (DS) merupakan material yang memiliki ketahanan cukup baik sehingga opsi penyimpanan *block stacking* sesuai untuk diaplikasikan. Dikarenakan tinggi DS kurang dari 500 mm maka digunakan opsi penyimpanan *block stacking* 3 tingkat. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus (2) dan (3), didapatkan bahwa jumlah *block stacking* yang diperlukan untuk menyimpan material DS adalah sebanyak 50. Sedangkan berdasarkan perhitungan dimensi minimal dari area penyimpanan DS, didapatkan bahwa

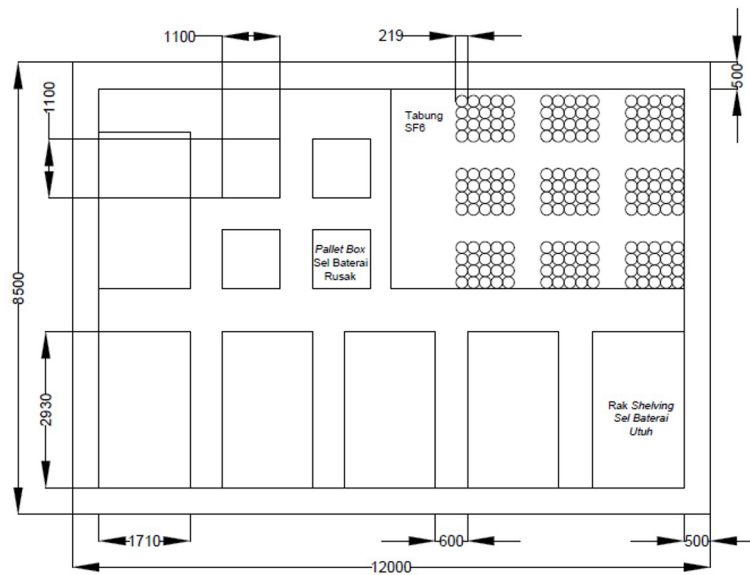
dimensi minimal area penyimpanan DS adalah 6.000 (panjang) x 5.650 (lebar) mm.

7. Opsi penyimpanan CT, CVT, mekanik, dan *pole* PMT

Material CT, CVT, mekanik, dan *pole* PMT memiliki tinggi yang melebihi 1.500 m dengan masing-masing setinggi 2.465, 2.530, 2.200, dan 2.069 mm. Hal ini menyebabkan keempat material tersebut hanya dapat menggunakan opsi penyimpanan berupa *block stacking* dengan 1 tingkatan. Opsi penyimpanan ini sesuai mengingat berat serta dimensi material-material tersebut yang dapat mempersulit penyimpanan dengan opsi selain *block stacking*. Adapun masing-masing CT, CVT, mekanik, dan *pole* PMT berjumlah 70, 100, 70, dan 70 buah. Berdasarkan perhitungan dimensi minimal yang dibutuhkan untuk area penyimpanan CT, CVT, mekanik, dan *pole* PMT menggunakan rumus (7) dan (8), didapatkan bahwa dimensi minimal dari masing-masing area penyimpanan CT, CVT, mekanik, dan *pole* PMT adalah 6.335 (panjang) x 6.040 (lebar) mm, 6.500 (panjang) x 4.750 (lebar) mm, 8.000 (panjang) x 4.200 (lebar) mm, dan 7.500 (panjang) x 5.250 (lebar) mm.

8. Sel Baterai dan Tabung SF₆

Material sel baterai yang disimpan dalam gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon terbagi kedalam dua jenis kondisi, yaitu material sel baterai dengan kondisi tidak hancur/pecah dan material sel baterai dengan kondisi hancur/pecah. Diketahui bahwa material sel baterai dengan kondisi hancur/pecah akan disimpan kedalam *box pallet* berukuran 1.100 (panjang) x 1.100 (lebar) x 1.100 (tinggi) mm dengan jumlah sebanyak 4 palet. Adapun *box pallet* tersebut akan diletakkan dengan opsi penyimpanan *block stacking* 1 tingkat. Hal ini menimbang bentuk material sel baterai yang telah hancur/pecah memiliki bentuk yang berbeda-beda dan sulit untuk didefinisikan kedalam bentuk geometris sehingga lebih rasional disimpan secara *bulk* dalam *box pallet*.

Gambar 3 Tata Letak Area Penyimpanan Sel Baterai dan SF₆

Berbeda dari material sel baterai dengan kondisi hancur/pecah, material sel baterai dengan kondisi tidak hancur/pecah memiliki struktur geometris yang lebih mudah untuk diidentifikasi. Sel baterai merupakan material yang *fragile* apabila dibandingkan dengan material lain yang disimpan di gudang amatan. Mengingat pula dimensi dari material sel baterai yang relatif kecil maka opsi penyimpanan yang sebaiknya digunakan untuk material sel baterai dengan kondisi tidak hancur/pecah adalah *shelving*.

Dari pengumpulan data, didapatkan bahwa material tabung SF₆ yang disimpan berdimensi 219 (diameter) x 1.300 (tinggi) mm dengan jumlah minimal kapasitas penyimpanan sebanyak 180 buah. Dikarenakan dimensi dari tabung SF₆ yang cukup tinggi, maka opsi penyimpanan *block stacking* yang sesuai hanyalah *block stacking* dengan 1 tingkatan. Gambar rancangan tata letak area penyimpanan sel baterai dan tabung SF₆ dapat dilihat pada Gambar 3.

9. Activity Relationship Chart (ARC)

Kode beserta deskripsi justifikasi penentuan nilai derajat kedekatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4. Adapun hasil dari analisis ARC yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 3 Kode Alasan ARC tata letak usulan dari gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Rangkaian dari alur aktivitas
2	Keperluan akses <i>order picking</i>
3	Besar dimensi MHE yang digunakan
4	Kesamaan MHE yang digunakan
5	Peraturan dari pihak perusahaan
6	Tidak ada keterkaitan secara langsung

10. Activity Relationship Diagram (ARD)

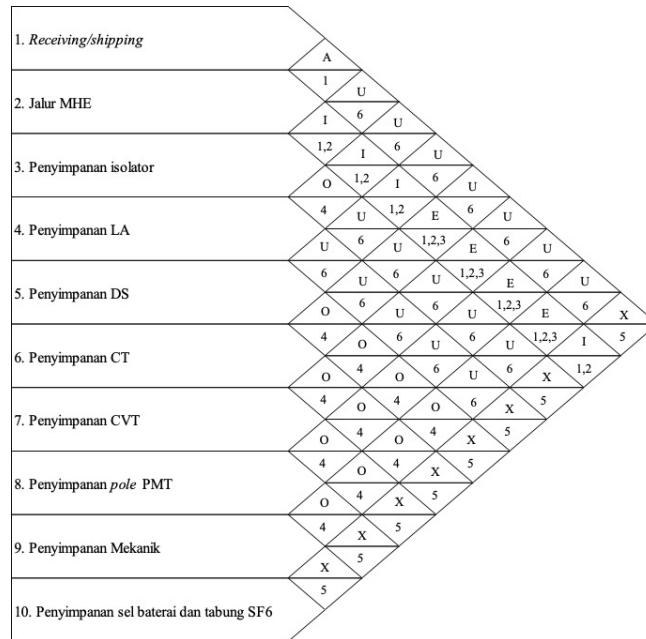
Setelah mendapatkan hasil ARC tata letak usulan gudang amatan maka dilakukan analisis ARD untuk memberikan gambaran yang lebih baik terkait sebaran area gudang berdasarkan nilai derajat kedekatannya. ARD dari tata letak usulan gudang amatan dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan analisis ARC dan ARD yang sudah dilakukan maka didapat bentuk tata letak keseluruhan dari gudang amatan seperti pada Gambar 6.

11. Validasi Perbandingan Jarak Tempuh

Order Picking

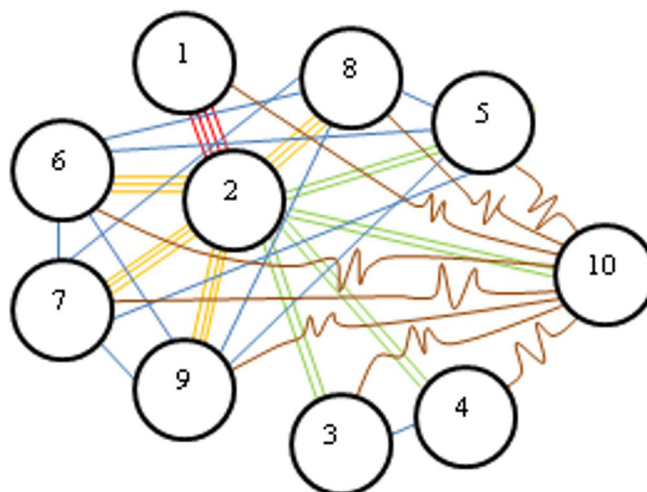
Gambaran dari skenario gerak *order*



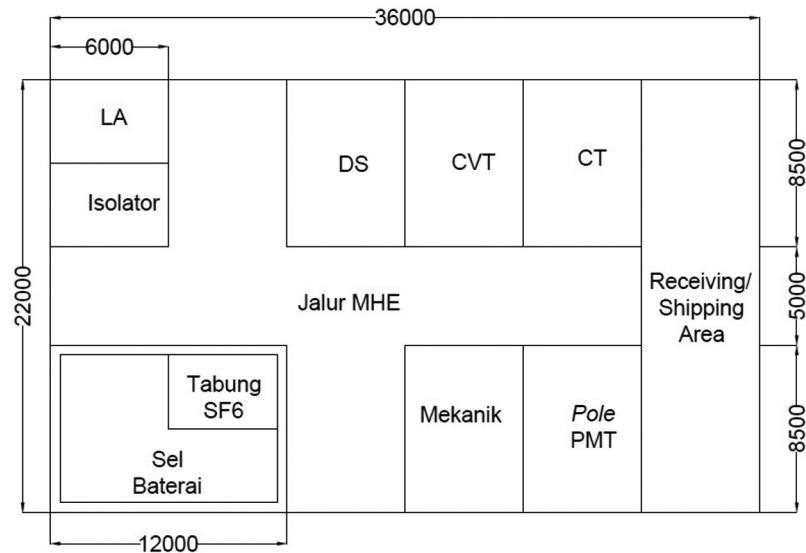
Gambar 4 Activity Relationship Chart (ARC) Tata Letak Usulan Gudang Amatan

picking yang akan dilakukan pada kedua tata letak fasilitas dapat dilihat pada Gambar 7. Pada kedua gambar tersebut, tanda panah berwarna biru menandakan pergerakan untuk mengambil material dari tempat penyimpanan material terkait sedangkan tanda panah berwarna oranye menandakan pergerakan berulang yang diakibatkan perlunya pemisahan material terlebih dahulu. Terakhir, tanda panah berwarna merah menandakan pergerakan dari area penyimpanan material ke area *shipping*.

Berdasarkan perhitungan jarak tempuh *order picking* pada Tabel 4, didapatkan bahwa jarak tempuh *order picking* secara kumulatif pada tata letak fasilitas usulan memiliki nilai yang lebih kecil, yaitu 57 km sementara jarak tempuh *order picking* secara kumulatif pada tata letak fasilitas inisial bernilai 86 km. Hal ini menandakan bahwa tata letak fasilitas usulan yang dirancang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Adapun pengurangan jarak *order picking* yang dihasilkan dari skenario tersebut sebesar 34%.



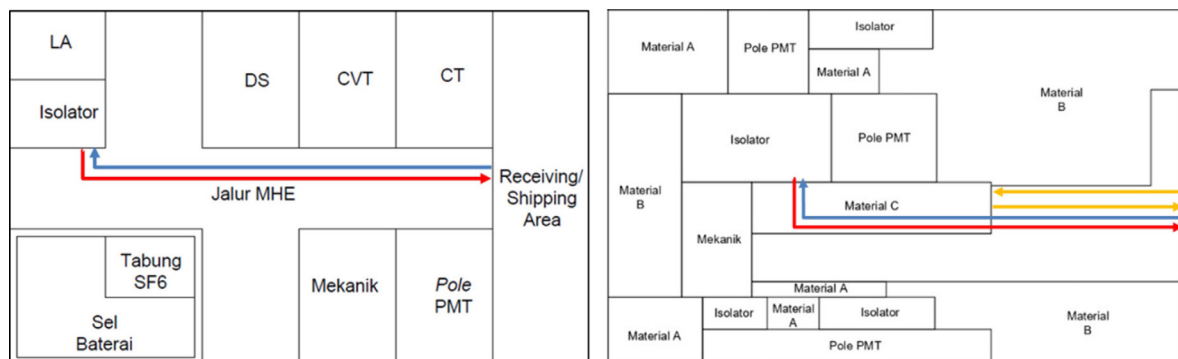
Gambar 5 Activity Relationship Diagram (ARD) Tata Letak Usulan Gudang Amatan



Gambar 6 Tata Letak Usulan Gudang Amatan

Tabel 4 Perbandingan Jarak Tempuh *Order Picking* Skema Usulan Dan Inisial

Jenis Material	Tata Letak	Titik awal		L1		L2		L3		L4					
		xi	yi	xj	yj	d1	xk	yk	d2	xl	yl	d3	xm	ym	d4
Isolator	Usulan	30	9	6	13.5	28.5	30	9	57	30	9	57	30	9	57
	Awal Penelitian	36	9	24	9	12	36	9	24	10	14	55	36	9	86

Gambar 7 Skenario *Order Picking* Material Isolator pada Tata Letak Usulan dan Inisial

D. Simpulan

Melalui penelitian ini didapatkan informasi bahwa bentuk pola aliran material yang direkomendasikan untuk gudang amatan, Gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon adalah pola aliran material yang mengimplementasikan bentuk “U” (*U-shaped model*). Diketahui pula

bahwa bentuk tata letak fasilitas gudang ATTB I Gardu Induk Menes Baru PT PLN (Persero) UPT Cilegon yang dapat meminimalkan jarak *order picking* adalah tata letak yang menggunakan konsep penyimpanan *dedicated storage*. Hal ini dapat dibuktikan dari adanya penurunan jarak tempuh *order picking* pada uji skenario yang dilakukan sebesar 34%. Untuk penelitian selanjutnya, dapat

dikembangkan perancangan tata letak fasilitas yang memperhitungkan komponen tambahan seperti biaya yang terkait ataupun tingkat perputaran material di dalam gudang.

E. Daftar Pustaka

- Assiddiqi, L. (2015). *Perancangan Tata Letak Laboratorium Analisis Udara pada PT. East Jakarta Industrial Park Cikarang*.
- Baby, B., N, P., & Jebadurai, D. S. (2018). Implementation of Lean Principles to Improve the Operations of a Sales Warehouse in the Manufacturing Industry. *International Journal of Technology*, 9(1), 46. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i1.1161>
- Dianto, C., Widiandoko, F., Rahmasari, D., Yuniaristanto, & Sutopo, W. (2020). Redesign Production Layout Using Dedicated Storage Method: Case Study of PT.Solo Grafika Utama. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 943(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/943/1/012042>
- Hapsari, I., Sutanto, A., & Arlianto, J. A. (2011). Perbaikan Tata Letak Gudang Mesin Fotokopi Rekondisi di CV. NEC, Surabaya. *Seminar Nasional Industrial Services*, 23–28.
- Henn, S., Koch, S., Gerking, H., & Wäscher, G. (2013). A U-shaped layout for manual order-picking systems. *Logistics Research*, 6(4), 245–261. <https://doi.org/10.1007/s12159-013-0104-6>
- Heragu, S. S. (2016). *Facilities Design* (4th ed.). CRC Press.
- Hidayat, N. P. A. (2012). Perancangan Tata Letak Gudang dengan Metoda Class-Based Storage Studi Kasus CV. SG Bandung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 1(3), 105–115.
- Johanes, H. (2020). *Perancangan Ulang Tata Letak Gudang Bahan Baku untuk Minimasi Waktu Order-Picking Menggunakan Metode Class-Based Storage (Studi Kasus: Gudang Non-Hydro PT Pertamina Lubricants PUJ)*.
- Kolo, Q., Budiman, A., Edy Tantowi, A., & Larutama, W. (2021). Eucalytus Oil Plant Layout Desain in Timor Tengah Utara Regency Using Activity Relationship Chart (ARC) Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1908(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1908/1/012028>
- Muharni, Y., Kulsum, & Khoirunnisa, M. (2019). Warehouse Layout Designing of Slab Using Dedicated Storage and Particle Swarm Optimization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 532(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/532/1/012003>
- Muther, R. (1974). *Systematic Layout Planning* (2nd ed.). Cahnerns Books.
- Nofirza, & Masruri, D. (2011). Usulan Perancangan dan Simulasi Tata Letak Fasilitas Gudang PT. Oriflame Indonesia Cabang Pekanbaru. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 10(1).
- Ramadhan, T. S., Suryadi, S., & Irmayani, I. (2018). Sistem Informasi Stok Gudang Pada Platinum Hotel Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah AMIK Labuhan Batu*, 35–40.
- Richards, G. (2004). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in The Modern Warehouse*. Kogan Page.
- Rushton, A. (2010). *The Handbook of Logistics & Distribution Management* (4th ed.). Kogan Page.
- Ruswandi, N. (2020). Perancangan Fasilitas Gudang Dalam Sistem Logistik (Pendekatan Berbasis Laboratorium). *Jurnal Logistik Indonesia*, 94–106.
- Sudiarta, N., Gozali, L., Anne Marie, I., & Wayan Sukania, I. (2020). Comparison Study about Warehouse Layout from Some Paper Case Studies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852(1), 012112. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012112>
- Suhardini, D., Septiani, W., & Fauziah, S. (2017). Design and Simulation Plant

- Layout Using Systematic Layout Planning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277, 012051. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012051>
- Sukma, N. B. P. (2020). *Perancangan Tata Letak Produk pada Area Penyimpanan untuk Mengoptimalkan Order Picking Process Menggunakan Metode Association Rule Mining pada Gudang Baru PT. Meka Adipratama*.
- Supriyatin, F., Yusuf, R., & Redo, M. R. (2021). *Sistem Informasi Aktiva Tetap dan Aktiva Tetap Tidak Beroperasi Pada PT. PLN (Persero) Distribusi Lampung Area Metro Berbasis Web*.
- Tadano. (n.d.). *Products: Tadano Official Website*. Retrieved November 6, 2021, from https://www.tadano.com/businesses/products/upload/docs/GT750_600_300ER_B_G_IND.pdf
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2003). *Facilities Planning*. John Wiley & Sons.
- Walker, M. (2017, November 30). *Warehouse: Logistics Bureau*.
- Yuliana, L., Febianti, E., & Herlina, L. (2016). Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Menggunakan Metode CRAFT (Studi Kasus di Gudang K-Store, Krakatau Junction). *Jurnal Teknik Industri*, 4(2).
- Zakirah, T., Emeraldi, R., Handi, O. M., Danil, D., & Kasih, T. P. (2018). Warehouse layout and workflow designing at PT. PMS using systematic layout planning method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195, 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012026>