

PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS BARU DI GUDANG PT PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN MUARA TAWAR UNTUK MEMINIMASI JARAK PERGERAKAN STAF GUDANG DAN SUPPLIER MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOCPAN

1st Fakhri Harun Al Rasyid
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fakhriharun@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Praty Poeri Suryadhini
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

praty@telkomuniversity.ac.id

3rd Ayudita Oktafiani
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ayuditaoktafari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan (UP) Muara Tawar merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembangkitan listrik dan menyuplai listrik ke gardu induk. Perusahaan tersebut memiliki gudang utama yang disebut GMT1 yang difungsikan untuk menyimpan material dari seluruh blok. Di dalamnya terdapat fasilitas atau ruangan yang letaknya tidak sesuai dengan alur proses pekerjaan, yaitu ruang administrasi dengan ruang karantina, sehingga menyebabkan besarnya jarak tempuh dari staf gudang dan supplier. Besarnya jarak tempuh pada staf dan supplier terjadi karena staf mengalami gerakan bolak balik, sedangkan supplier mengalami pergerakan memutar gudang. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan usulan rancangan tata letak fasilitas agar dapat meminimasi jarak tempuh pada staf maupun supplier. Metode yang digunakan untuk merancang tata letak fasilitas adalah algoritma BLOCPAN. Penelitian ini menghasilkan tata letak usulan dari proses pengolahan data menggunakan algoritma BLOCPAN. Tata letak usulan terpilih dapat menghasilkan 14 perpindahan fasilitas yang dapat mengurangi jarak tempuh pada staf dan supplier. Pada tata letak usulan terpilih, jarak perpindahan staf berkurang 12-meter dan jarak perpindahan supplier berkurang 97 meter. Jika dibandingkan dengan tata letak awal, jarak perpindahan staf pada tata letak usulan mengalami penurunan sebesar 15%, sedangkan jarak perpindahan supplier mengalami penurunan sebesar 78%. Sehingga tata letak usulan menjadi lebih efisien.

Kata kunci— BLOCPAN, activity relationship chart (ARC), jarak, efisiensi

I. PENDAHULUAN

Tata letak fasilitas merupakan tata cara untuk mengatur fasilitas-fasilitas pada suatu area yang bertujuan untuk menunjang kelancaran dan efisiensi produksi [1]. Tata letak fasilitas sangat penting untuk peningkatan hasil dan mempercepat aliran produksi sehingga harus diperhatikan agar aliran produksi atau aliran proses bisnis yang ada dapat

disederhanakan [2]. Tata letak industri yang baik dan tersusun dapat meminimalkan biaya, perpindahan, jarak, dan dapat memaksimalkan hasil atau keuntungan [3]. Tata letak fasilitas yang kurang baik dapat menyebabkan pola aliran bahan maupun tenaga kerja menjadi kurang baik, seperti bertambahnya biaya produksi dan ketidakefektifan jarak dan perpindahan karyawan yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan kerja karyawan. Oleh karena itu, perencanaan tata letak fasilitas yang baik perlu diperhatikan karena sangat berdampak pada perusahaan.

PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan (UP) Muara Tawar merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembangkitan listrik dan menyuplai listrik ke gardu induk. Pada perusahaan ini, terdapat bagian Gudang Muara Tawar 01 atau GMT1 yang merupakan gudang utama yang digunakan untuk melakukan administrasi dan penyimpanan barang dari blok 1 sampai blok 5. Di dalam GMT1 terdapat delapan belas fasilitas yang dijelaskan pada tabel 1 berikut.

TABEL 1
DAFTAR FASILITAS DAN FUNGSINYA

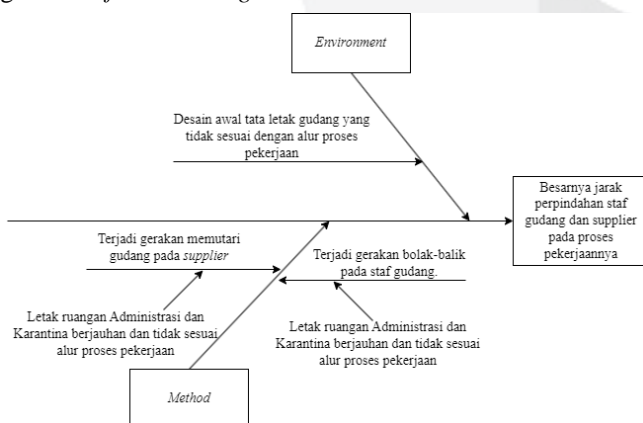
No.	Fasilitas	Fungsi
1.	Pos Security	Sebagai tempat satpam bertugas, juga untuk laporan tamu yang datang.
2.	Sofa Tamu	Sebagai tempat tamu menunggu.
3.	Ruang Administrasi	Sebagai tempat staf administrasi gudang melakukan administrasi dokumen barang yang masuk dari supplier maupun keluar dari rak penyimpanan.
4.	Ruang Karantina	Sebagai tempat pemeriksaan barang setelah proses administrasi dokumen sebelum masuk maupun keluar dari rak penyimpanan.
5.	Mushola	Sebagai tempat shalat.
6.	Rak 1-8	Rak penyimpanan material blok 1 dan blok 2.
7.	Rak 9-17	Rak penyimpanan material umum (<i>general rack</i>)

No	Fasilitas	Ukuran (m)		Luas (m ²)
		Panjang	Lebar	
13	Rak 29	5.7	1.5	8.55
14	Rak 30	18	4.5	81
15	Rak 31	12.5	2.5	31.25
16	Rak Pengembalian	5.8	2.3	13.34
17	Tempat Parkir Forklift	2	4	8
18	Kamar Mandi	2	2	4

Gambar 2 menunjukkan posisi dari 18 fasilitas yang telah dijabarkan sebelumnya. Dapat dilihat bahwa posisi ruangan administrasi yang berwarna merah dengan ruangan karantina yang berwarna biru terletak berjauhan. Hal tersebut menunjukkan bahwa penempatan fasilitas di GMT1 tidak memperhatikan keterkaitan antar fasilitas sehingga masih tidak sesuai dengan alur proses pekerjaan yang dilakukan.

Luas total dari bangunan GMT1 adalah sebesar 1200 m². Dengan luas bangunan yang besar dan jarak kedua ruangan berjauhan, maka dapat menyebabkan terjadinya permasalahan yaitu besarnya perpindahan jarak yang terjadi pada supplier dan staf gudang pada proses pekerjaannya.

Pada gambar 2 juga dapat dilihat aliran pergerakan staf dan *supplier* di GMT1. Pada aliran pergerakan tersebut terdapat permasalahan yang disebabkan oleh peletakan ruang administrasi dan ruang karantina yang berjauhan, yaitu terjadinya gerakan bolak-balik pada staf gudang dan gerakan memutar gudang pada *supplier*. Permasalahan tersebut menjadi penyebab besarnya jarak yang ditempuh oleh staf dan *supplier* pada proses pekerjaannya. Untuk mengetahui lebih dalam mengenai penyebab dari terjadinya permasalahan tersebut, maka dilakukan analisis penyebab dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berikut merupakan gambar 3 *fishbone diagram*.



GAMBAR 3 FISHBONE DIAGRAM

Berdasarkan *fishbone diagram*, dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi merupakan permasalahan pada tata letak fasilitas. Oleh karena itu, solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat rancangan tata letak fasilitas baru yang sesuai dengan alur proses pekerjaan.

Rancangan tata letak fasilitas baru dibuat untuk memperbaiki penempatan fasilitas yang ada agar sesuai dengan alur proses pekerjaan, menghilangkan gerakan bolak balik pada staf gudang, dan menghilangkan gerakan memutar gudang pada *supplier*.

II. KAJIAN TEORI

A. Tata Letak Fasilitas

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Kegiatan dalam industri harus didesain dan diatur sehingga tercipta kegiatan yang saling mendukung sesuai aliran bahan dan keterkaitan kegiatan [4]. Jika tata letak disusun secara baik, maka operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien [4].

B. Tujuan Tata Letak Fasilitas

Tujuan utama dibuatnya tata letak adalah untuk mempermudah aliran kerja, bahan baku, serta informasi melalui sistem, sedangkan tujuan pendukung dari dibuatnya tata letak adalah sebagai berikut [5].

1. Untuk mempermudah pencapaian mutu produk atau jasa.
2. Untuk penggunaan tenaga kerja dan ruang secara efisien.
3. Untuk menghindari kemacetan.
4. Untuk memperkecil biaya penanganan bahan baku.
5. Untuk menghapus pergerakan tenaga kerja atau bahan baku yang tidak diperlukan.
6. Untuk memperkecil waktu produksi atau waktu pelayanan pelanggan.
7. Mendesain untuk keselamatan.

C. Tipe Tata Letak

Secara umum, tipe tata letak fasilitas antara lain *product layout*, *process layout*, *product family layout*, dan *layout by fixed position* [6].

1. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produk (*Product Layout*)
2. Tata Letak Berdasarkan Proses (*Process Layout*)
3. Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (*Product Family Layout*)
4. Tata Letak Posisi Tetap (*Fixed Position Layout*).

D. Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak suatu lokasi ke lokasi lain dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa sistem. Terdapat tujuh ukuran jarak dalam perancangan tata letak. Tujuh ukuran jarak dalam perancangan tata letak dijabarkan sebagai berikut [7].

1. Jarak Euclidean

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antar pusat fasilitas. Sistem pengukuran dengan jarak *euclidean* sering digunakan karena lebih mudah untuk digunakan. Untuk mengukur jarak *euclidean* dari satu fasilitas dengan fasilitas lainnya menggunakan formula perhitungan jarak II.1 sebagai berikut.

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(II.1)$$

2. Jarak Squared Euclidean

Squared Euclidean merupakan pengukuran jarak yang dilakukan dengan cara mengkuadratkan perhitungan jarak *euclidean* dimana terdapat pembebanan yang lebih

besar kepada pasangan fasilitas yang terletak berjauhan daripada pasangan yang terletak berdekatan. Perhitungan jarak *squared euclidean* dapat dilakukan dengan menggunakan formula perhitungan II.2 sebagai berikut.

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \dots \dots \dots (II.2)$$

3. Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* merupakan jarak yang diukur sesuai dengan jalur atau lintasan secara tegak lurus. Pengukuran jarak dengan metode ini sering digunakan karena lebih mudah untuk dipahami dan dimengerti. Pengukuran jarak *rectilinear* dilakukan dengan menggunakan formula perhitungan II.3 sebagai berikut.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots \dots \dots (II.3)$$

4. *Tchebychev*

Pengukuran *tchebychev* merupakan pengukuran yang biasanya diterapkan pada permasalahan *picking*. Sistem ini menggunakan dimensi 3 (3D) dengan formulasi perhitungan seperti pada formula II.4 berikut.

$$d_{ij} = \max (|x_i - x_j| + |y_i - y_j| + |z_i - z_j|) \dots \dots \dots (II.4)$$

5. *Aisle Distance*

Aisle distance merupakan perhitungan jarak secara aktual dengan melakukan pengukuran jarak sepanjang jalur yang dilalui *material handling* (alat pengangkut bahan).

6. *Adjacency*

Adjacency merupakan kondisi bila fasilitas atau departemen i dan j saling berhubungan secara langsung.

7. *Shortest Path*

Shortest path merupakan perhitungan yang biasa diaplikasikan untuk menentukan dua titik terdekat dalam permasalahan *network location*.

E. Efisiensi dan Efektivitas

Efisiensi merupakan kemampuan untuk dapat melakukan pekerjaan dengan baik dengan konsep matematika atau perhitungan antara masukan (input) dan keluaran (output). Sedangkan efektivitas merupakan capaian pada suatu target untuk dapat mencapai tujuan yang ditetapkan [8].

Tingkat efektivitas pada suatu proses produksi pada penerapan tata letak fasilitas dapat diketahui dengan membandingkan jarak aliran bahan pada tata letak awal dengan rancangan tata letak yang baru. Perhitungan nilai efisiensi dari sebuah usulan rancangan perbaikan tata letak dapat dilakukan sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Total jarak awal} - \text{Total jarak usulan}}{\text{Total jarak awal}} \times 100\% \dots \dots \dots (II.6)$$

$$\text{Efektivitas} = \text{Total jarak awal} - \text{total jarak usulan} \dots \dots \dots (II.7)$$

F. Keterkaitan Antar Fasilitas

Peta hubungan aktivitas atau *Activity Relationship Chart* (ARC) adalah sebuah metode sederhana yang digunakan untuk merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan tingkat hubungan antaraktivitas. Hubungan ini sering dinilai secara kualitatif dan biasanya didasarkan pada pertimbangan subjektif dari masing-masing fasilitas atau departemen [1].

Di dalam ARC, untuk melakukan penilaian hubungan antar fasilitas digunakan ukuran kualitatif. Ukuran kualitatif

tersebut dapat digambarkan dengan warna dan kode yang tercantum di dalam tabel 3 berikut [1].

TABEL 3
KETERANGAN WARNA DAN KODE ARC

Warna Kedekatan	Keterangan	Kode
	Mutlak Perlu : Berdekatan	A
	Sangat Penting : Berdekatan	E
	Penting : Berdampingan	I
	Biasa : Kedekatannya dimana saja tidak masalah	O
	Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apapun	U
	Tidak boleh berdekatan	X

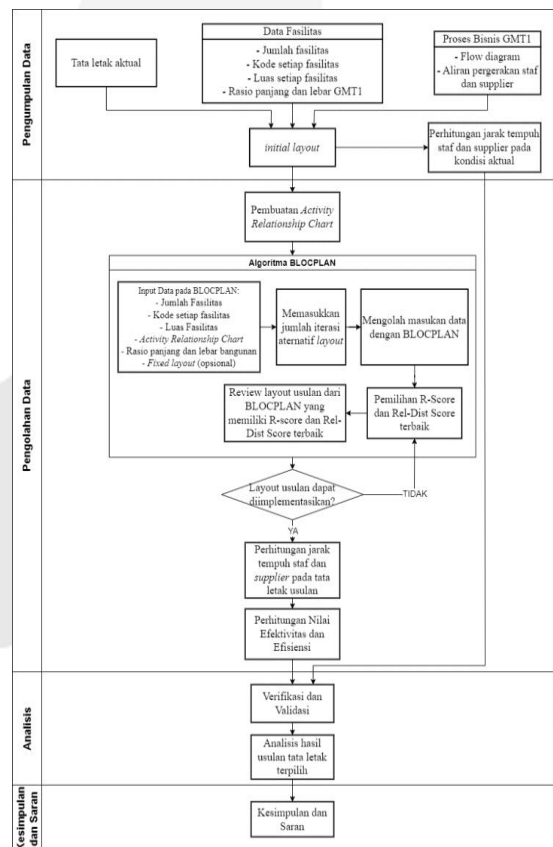
Pada tabel 3 dapat dilihat warna, keterangan, beserta kode dari setiap warna untuk menggambarkan hubungan atau derajat kedekatan antar fasilitas.

G. Algoritma BLOCPPLAN

BLOCPPLAN merupakan program yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada departemen teknik industri, Universitas Houston. Program ini dibuat untuk melakukan evaluasi terhadap tipe-tipe tata letak dalam merespon data masukan [9].

III. METODE

Sistematika perancangan dilakukan dengan menggunakan algoritma blocplan dengan langkah-langkah sebagai berikut.



GAMBAR 4
SISTEMATIKA PERANCNGAN

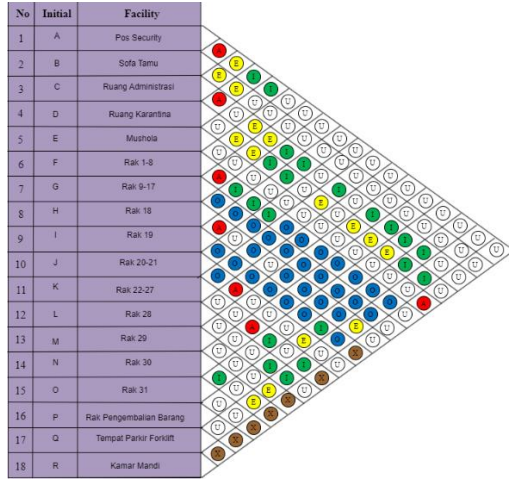
Sistematika perancangan terdiri dari empat tahapan, yaitu tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis, dan tahap kesimpulan dan saran. Pada tahap analisis,

terdapat tahap verifikasi dan validasi dari hasil rancangan yang telah dibuat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Membuat Activity Relationship Chart (ARC)

Dilakukan pembuatan ARC berdasarkan faktor-faktor tingkat kepentingan dari setiap ruangan.



GAMBAR 5
ACTIVITY RELATIONSHIP CHART

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat peta keterkaitan atau ARC dari setiap fasilitas di GMT1. Peta tersebut dibuat dengan melihat alasan kedekatan dari setiap fasilitas yang ada. Sebagai contoh, fasilitas C dan D memiliki kode keterkaitan A yang berarti bahwa kedua ruangan tersebut harus berdekatan karena memiliki keterkaitan yang sangat penting. Kemudian pada fasilitas Q dan R memiliki kode keterkaitan X yang berarti bahwa kedua ruangan tersebut harus diletakkan berjauhan karena tidak memiliki keterkaitan apapun.

B. Input Data pada BLOCPAN

Memasukkan nama, luas, dan jumlah fasilitas ke dalam BLOCPAN

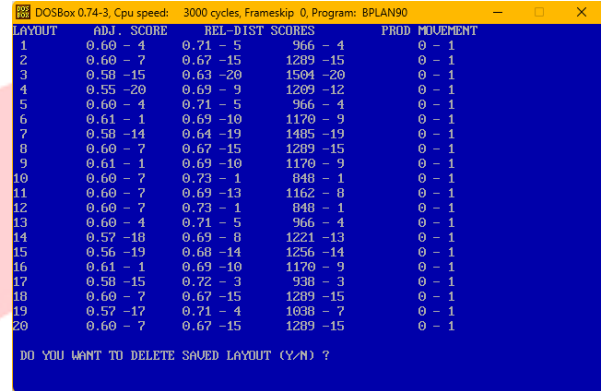
TABEL 4
NAMA, KODE, LUAS, DAN JUMLAH FASILITAS

Nama	Kode	Luas (m ²)	Jumlah
Post Security	A	3.75	1
Sofa Tamu	B	7.75	1
Ruang Administrasi	C	30	1
Ruang Karantina	D	51.59	1
Mushola	E	8.5	1
Rak 1-8	F	88.2	1
Rak 9-17	G	36.5	1
Rak 18	H	14.25	1
Rak 19	I	14.25	1
Rak 20-21	J	20.8	1
Rak 22-27	K	77.85	1
Rak 28	L	9.45	1
Rak 29	M	8.55	1
Rak 30	N	81	1
Rak 31	O	31.25	1
Rak Pengembalian Barang	P	13.34	1

Nama	Kode	Luas (m ²)	Jumlah
Tempat Parkir Forklift	Q	8	1
Kamar Mandi	R	4	1
Total		509.03	18

C. Mengolah Data pada BLOCPAN

Melakukan pengolahan data pada BLOCPAN hingga memperoleh alternatif *layout* untuk dipilih nilai alternatif *layout* terbaik.

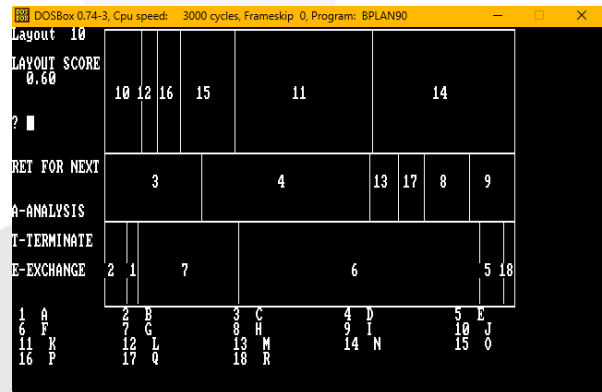


GAMBAR 6
NILAI ALTERNATIF LAYOUT

Berdasarkan gambar 6, *layout* usulan yang terpilih adalah *layout* 10 karena memiliki nilai *R-Score* (nilai efisiensi) tertinggi dan nilai *Rel-Dist Score* (nilai jarak) terendah.

D. Mereview Layout Usulan BLOCPAN

Mereview *layout* usulan BLOCPAN yang memiliki nilai terbaik.

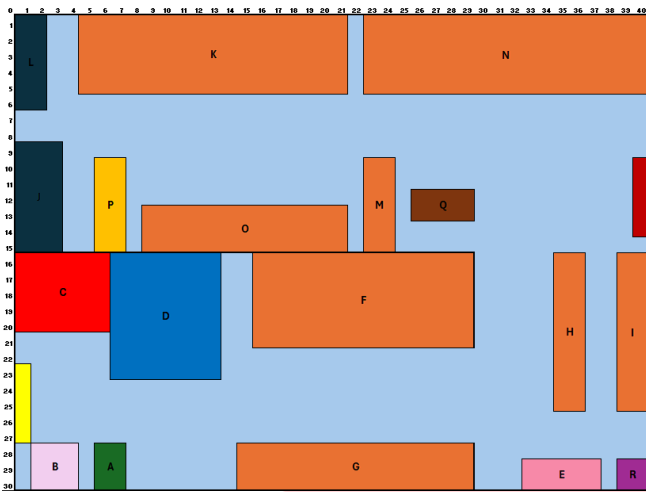


GAMBAR 7
SUSUNAN LAYOUT PADA BLOCPAN

Gambar 7 menunjukkan hasil *layout* pada algoritma BLOCPAN. *Layout* tersebut merupakan *layout* terpilih yang memiliki nilai *R-Score* tertinggi dan nilai *Rel-Dist Score* terendah.

E. Membuat Layout Usulan

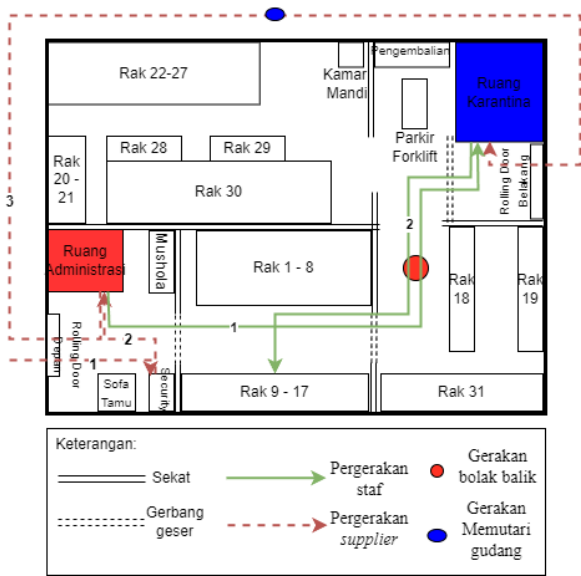
Membuat *layout* usulan berdasarkan usulan BLOCPAN yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan.



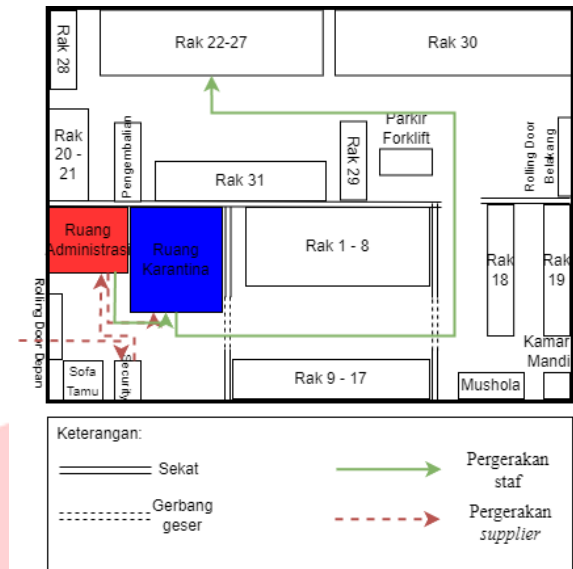
GAMBAR 8
INITIAL LAYOUT USULAN TERPILIH

F. Perbandingan Aliran Staf dan *Supplier* pada *Layout* Aktual dan *Layout* Usulan

Setelah membuat *layout* usulan, selanjutnya dilakukan perbandingan aliran pergerakan staf dan *supplier* pada *layout* aktual dan *layout* usulan. *Layout* aktual dan *layout* usulan dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 9
LAYOUT AKTUAL



GAMBAR 10
LAYOUT USULAN

Gambar 9 dan gambar 10 menunjukkan perbedaan dari aliran pergerakan yang dilakukan oleh staf gudang dan *supplier*. Perbedaan aliran pergerakan tersebut disebabkan oleh adanya perpindahan beberapa fasilitas pada *layout* usulan, seperti berpindahnya ruang karantina yang menjadi berada di samping ruangan administrasi.

G. Menghitung Jarak Hasil Usulan

Dilakukan perhitungan jarak tempuh staf dan *supplier* pada *layout* hasil usulan terpilih dan dibandingkan dengan jarak tempuh pada *layout* aktual.

TABEL 5
PERBANDINGAN JARAK

No	Pelaku	Perpindahan Aktual			Perpindahan Usulan Terpilih			Selisih Total Jarak (m)
		Dari-Ke	Jarak antar Fasilitas (m)	Total Jarak (m)	Dari-Ke	Jarak antar Fasilitas (m)	Total Jarak (m)	
1	Staf	C - D	49	82	C - D	7	70	12
2	Staf	D - G	33		D - K	63		
3	<i>Supplier</i>	Luar - A	12	124	Luar - A	10	27	97
4	<i>Supplier</i>	A - C	11		A - C	10		
5	<i>Supplier</i>	C - D	101		C - D	7		

Berdasarkan tabel 5, dapat dilihat perbandingan jarak pada tata letak aktual dengan tata letak usulan terpilih. Total jarak yang ditempuh oleh staf yang awalnya 82-meter menjadi 70-meter. Sedangkan total jarak yang ditempuh *supplier* yang awalnya 124-meter menjadi 27-meter. Perubahan jarak tersebut dapat terjadi karena adanya beberapa perpindahan fasilitas pada tata letak usulan sehingga lebih sesuai dengan alur proses pekerjaan, salah satunya adalah ruang karantina yang pada awalnya terletak di bagian belakang gudang berpindah menjadi berada di bagian depan gudang di samping ruang administrasi. Perpindahan ruang karantina yang berada di samping ruang administrasi dikarenakan kedua ruangan tersebut memiliki keterkaitan secara fungsi dan proses yang sangat erat, seperti yang telah digambarkan di dalam ARC.

REFERENSI

H. Perhitungan Efisiensi dan Efektivitas

Dilakukan perhitungan nilai efisiensi dan efektivitas jarak tempuh staf dan *supplier* pada layout usulan menggunakan persamaan II.6 dan II.7.

- Efisiensi Jarak Perpindahan Staf
$$\text{Efisiensi} = \frac{82-70}{82} \times 100\%$$
$$\text{Efisiensi} = 15\%$$
- Efektivitas Jarak Perpindahan Staf
$$\text{Efektivitas} = 82 - 70$$
$$\text{Efektivitas} = 12 \text{ meter}$$
- Efisiensi Jarak Perpindahan *Supplier*
$$\text{Efisiensi} = \frac{124-27}{124} \times 100\%$$
$$\text{Efisiensi} = 78\%$$
- Efektivitas Jarak Perpindahan *Supplier*
$$\text{Efektivitas} = 124 - 27$$
$$\text{Efektivitas} = 97 \text{ meter}$$

Nilai efisiensi dan efektivitas didapatkan dari perubahan tata letak pada GMT1. Perubahan tata letak tersebut dapat meminimasi jarak pergerakan yang ditempuh oleh staf gudang dan *supplier* pada proses pekerjaannya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perancangan tata letak fasilitas usulan di GMT1 PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar menggunakan algoritma BLOCPLAN dapat terselesaikan. Tata letak usulan terpilih menghasilkan 14 perpindahan fasilitas yang dapat mengurangi jarak tempuh pada staf dan *supplier*. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil perhitungan efektivitas dan efisiensi pada jarak perpindahan staf dan *supplier*. Tata letak usulan terpilih menghasilkan efektivitas sebesar 12 meter pada staf dengan efisiensi sebesar 15% dan menghasilkan efektivitas pada *supplier* sebesar 97 meter dengan efisiensi sebesar 78%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa hasil rancangan usulan yang dibuat dapat meminimasi jarak perpindahan staf gudang dan *supplier* pada proses pekerjaannya.

- [1] S. Wignjosoebroto, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Surabaya: Guna Widya, 2009.
- [2] Okka, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Ukm Eko Bubut Dengan Metode Computerized Relationship Layout Planning (Corelap)," *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, pp. 49-56, 2020.
- [3] Kusumah, "Metode Konstruksi Untuk Menyelesaikan Masalah Tata Letak Fasilitas," *Jurnal Pengajaran Mipa*, p. 8, 2001.
- [4] I. Adiasa, R. Suarantalla, M. S. Rafi and K. Hermanto, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik di CV Apindo Brother Sukses Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP)," *Media Ilmiah Teknik Industri*, 2020.
- [5] S. Maria, "Analisis Tata Letak Metode Activity Relationship Chart (ARC) Pada Kantor Gudang PT Bhandha Ghara Reksa, Cabang Denpasar," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 2021.
- [6] R. A. Hadiguna and H. Setiawan, *Tata Letak Pabrik*, Yogyakarta: Andi, 2008.
- [7] F. Andriansyah, Z. Arief and P. E. D. K. Wati, "Redesain Tata Letak Gudang Untuk Meminimalkan Ongkos Material Handling pada PT Securiko Indonesia," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 2018.
- [8] A. A. and S. , "Analisis Efektifitas dan Efisiensi Tata Letak Pabrik Tahu Super Afifah di Kelurahan Nunu Kecamatan Tatanga Palu Barat," *Jurnal Ilmu Manajemen Universitas Tadulako*, vol. IV, 2018.
- [9] H. Purnomo, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Jakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [10] M. P. Stephens and F. E. Meyers, *Manufacturing Facilities*, Indiana: Pearson Education, Inc., 2013.
- [11] J. Apple, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan.*, Bandung: ITB, 1990.