

RE-LAYOUT FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRIANGULAR FLOW DIAGRAM

Wendri¹, Nandar Cundara², Zainal Arifin³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

^{2,3}Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam
Jl. Batu Aji Baru, Batam, Kepulauan Riau

ABSTRAK

Setiap perusahaan yang menghasilkan suatu produk akan memerlukan suatu proses produksi yang baik, disengaja maupun tidak disengaja perusahaan bersangkutan akan menyelenggarakan perbaikan secara terus menerus pada tata letak produksinya dan aliran materialnya untuk menunjang jalannya proses produksi dengan baik. Untuk dapat bersaing PT.VARTA Microbattery Indonesia berusaha meningkatkan kualitas dan produktivitas, karena mereka menyadari seleksi konsumen sangat ketat dan biaya kualitas perusahaan tinggi. Setelah dilakukan penganalisaan, dapat diidentifikasi hal-hal yang menyebabkan ketidak efisienan.

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui layout yang baik agar dapat mengurangi jarak material handling dengan menggunakan *Triangular Flow Diagram* di departemen produksi PT. VARTA Microbattery Indonesia. Metode yang digunakan adalah *From To Chart*, *Triangular Flow Diagram* dengan membuat 3 percobaan layout yang lebih baik dan membandingkannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif percobaan III memiliki hasil nilai analisis hubungan stasiun kerja yang paling kecil dan penurunan beban yang paling besar, sehingga untuk usulan relayout untuk lantai produksi lithium menggunakan jalur lintasan alternatif percobaan III.

Kata Kunci: Re-layout, Triangular Flow Diagram, Fasilitas Produksi

PENDAHULUAN

Tata letak (*layout*) pabrik merupakan suatu kegiatan rekayasa industri dan merupakan landasan utama dalam suatu industri, sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas fisik pabrik guna menunjang kelancaran produksi. Tata letak pabrik yang baik akan selalu melibatkan tata cara pemindahan bahan di pabrik sehingga disebut tata letak pabrik dan pemindahan bahan. Penyusunan tata letak fasilitas yang teratur serta memenuhi persyaratan teknis yang telah ditentukan akan menunjang adanya efisiensi kerja serta efektivitas pelaksanaan kegiatan produksi.

Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal juga akan menjaga suatu kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat di

dalam perencanaan tata letak pabrik akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil.

Pada umumnya masih dijumpai perusahaan yang kurang memperhatikan susunan layout-nya, bahkan banyak perusahaan yang baru menyadari tentang pentingnya layout setelah aktifitas produksi berlangsung lama. Kondisi seperti ini juga terjadi pada PT. VARTA Microbattery Indonesia, hal ini mengakibatkan jarak *material handling* menjadi panjang dan terjadi inefisiensi, yang berakibat proses produksi menjadi kurang lancar, karena terjadi penumpukan material atau barang setengah jadi.

LANDASAN TEORI

Definisi tata letak pabrik (*Plant Layout*) atau tata letak fasilitas (*Facilities Layout*), adalah :“Tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas industri guna menunjang berlangsungnya proses produksi secara optimal. Pengaturan tersebut akan mencoba memanfaatkan luas area (*space*)

untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporary maupun permanent, personel pekerja, dan sebagainya”

Sedangkan definisi tata letak pabrik yang lain adalah “Aktivitas perencanaan untuk membuat pengaturan yang optimum dari semua fasilitas-fasilitas produksi seperti personil, operating equipment dan semua fasilitas pendukung produksi”

Tujuan utama perencanaan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut :

- 1) Memudahkan proses manufaktur
- 2) Meminimumkan perpindahan barang
- 3) Memelihara keluwesan susunan dan operasi
- 4) Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi
- 5) Menekan modal tertanam pada perusahaan
- 6) Menghemat pemakaian ruang bangunan
- 7) Memberi kemudahan, keselamatan bagi pegawai, dan memberi kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan

Macam Proses Manufaktur dan Tipe Tata Letak Fasilitas Produksi

Proses produksi adalah metode ataupun teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa, dengan menggunakan sumber-sumber ataupun factor yang ada. Proses produksi juga bisa diartikan sebagai suatu cara, metode maupun teknik bagaimana kegiatan penciptaan faedah-faedah baru atau faedah tersebut dilaksanakan.

Suatu layout pada umumnya ditentukan oleh macam proses produksi yang mendukungnya karena proses yang terjadi dalam industri begitu luasnya, maka layout yang direncanakan untuk masing-masing industri tersebut akan disesuaikan dengan macam-macam produksi yang ada. Selanjutnya yang terjadi dalam suatu industri manufacturing dapat diklasifikasikan, menurut Sritomo Wignjosoebroto sebagai berikut:

Industri yang proses produksinya berlangsung terus-menerus (*Continuous Process Industry*)

- 1) Industri yang proses produksinya berlangsung berulang-ulang (*repetitive Process Industry*)
- 2) Industri yang proses produksinya terputus-putus (*Intermittent Process Industry*)

Empat macam tipe tata letak yaitu :

- 1) Tata letak berdasarkan aliran produksi (*Production Line Product* atau *Product Layout*)
- 2) Tata letak berdasarkan lokasi material tetap (*Fixed Material Location Product Layout* atau *Fixed Position Layout*)
- 3) Tata letak berdasarkan kelompok produk (*Product Family Layout/Group Technology Layout*)

Pola Aliran Bahan Untuk Proses Perakitan

Pola aliran untuk proses assembly adalah pola aliran yang dipakai untuk pengaturan aliran bahan dalam proses perakitan. Pola aliran ini dibedakan menurut:

- a. *Combination Assembly Line Pattern*
Main Assembly Line Supply dari sejumlah *sub assembly* atau *past line* dan *assembly line* berada di posisi yang sama.
- b. *Tree Pattern*
Sub *assemblyline* berada pada dua sisi dari main assembly line, dan hal ini bermanfaat karena akan memperkecil lintasan dari main.
- c. *Dendretic Flow Pattern*
Tiap bagian berlangsung sepanjang production line sampai produksi yang lengkap untuk assembling.
- d. *Over Head Flow Pattern*
Sebenarnya ini bukan merupakan sebuah assembly line pattern, akan tetapi adalah sejumlah pattern yang sama atau tidak sama yang terletak pada rantai yang berlainan.

TriangularFlow Diagram

Untuk *mengevaluasi* alternatif perencanaan tata letak fasilitas produksi,

maka diperlukan aktivitas pengukuran aliran bahan dalam sebuah analisis teknik. Dua macam metode guna menganalisis aliran bahan yang biasa digunakan dalam perencanaan aliran bahan adalah :

- 1) Metode Kuantitatif
- 2) Metode Kualitatif

Yang termasuk dalam metode kuantitatif, antara lain:

1. String Diagram

String Diagram adalah suatu alat untuk menggambarkan elemen-elemen aliran dari satu layout dengan menggunakan alat berupa tali, kawat atau benang untuk menunjukkan lintasan perpindahan bahan dari satu lokasi area yang lain.

2. Triangular Flow Diagram

Triangular Flow Diagram adalah suatu diagram yang dipergunakan untuk menggambarkan (secara grafis) aliran material, produk, informasi, manusia, dan sebagainya atau bisa juga dipergunakan untuk menggambarkan hubungan kerja antara satu departemen (fasilitas kerja) dengan lainnya.

3. From To Chart

From To Chart adalah suatu teknik konvensional yang umum dipergunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi.

Yang termasuk dalam metode kualitatif adalah metode *Activity Relation Chart (ARC)*. *ARC* adalah suatu metode analisis aliran bahan secara kualitatif menggunakan tolak ukur derajat kedekatan hubungan antara satu fasilitas dengan lainnya. Pada dasarnya *ARC* hampir sama dengan *From To Chart (FTC)*, hanya saja pada *ARC* analisis yang dilakukan bersifat kualitatif.

Pengertian Triangular Flow Diagram

Pengertian terhadap metode *Triangular Flow Diagram*, Sritomo Wignjosoebroto dalam bukunya *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan* sebagai berikut : Diagram aliran segitiga yang dipergunakan untuk menggambarkan

(secara grafis) aliran material, produk, informasi, atau bisa juga dipergunakan untuk menggambarkan hubungan kerja antara satu mesin (fasilitas kerja) dengan mesin lainnya. Metode *Triangular Flow Diagram* termasuk metode analisis perencanaan aliran bahan yang bersifat kuantitatif.

Dengan metode ini, maka lokasi geografis dari mesin atau fasilitas produksi akan dapat ditunjukkan berupa lingkaran-lingkaran dimana jarak dari suatu lingkaran ke lingkaran yang lainnya adalah satu ($1 =$ (segitiga sama sisi dengan panjang sisi-sisinya $= 1$), sedangkan luas area yang diperlukan dalam hal ini diabaikan.

Prosedur pembuatan *Triangular Flow Diagram* dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Urutan operasi kerja dari setiap komponen

Deskripsi kegiatan produksi ini direkap secara sederhana dalam bentuk table "*Operation Chart/Layout*", dimana angka-angka dalam kolom table menggambarkan urutan operasi kerja dari setiap komponen pada masing-masing mesin.

- b. Analisis aliran material atau komponen Analisis aliran tersebut dibuat dalam bentuk kartu aliran atau "*Flow Card*".

- c. Penggambaran diagram aliran material yang telah dianalisis

Penggambaran ini berdasarkan data dari diagram material yang telah dianalisis pada langkah pertama dan kedua di atas. Penggambaran dilaksanakan sesuai dengan bentuk *Triangular Flow Diagram* dan aliran material secara umum.

- d. Evaluasi diagram

Evaluasi dilakukan dengan mempertimbangkan aliran material dan beban yang dipindahkan dengan jarak yang sependek-pendeknya.

Dari analisis hubungan dan hasil perhitungan yang dilakukan, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil perkalian "*Volume Komponen dengan Jarak Perpindahannya*" yang terlalu besar. Bilamana (dalam hal ini) suatu besaran yang ditentukan sebagai

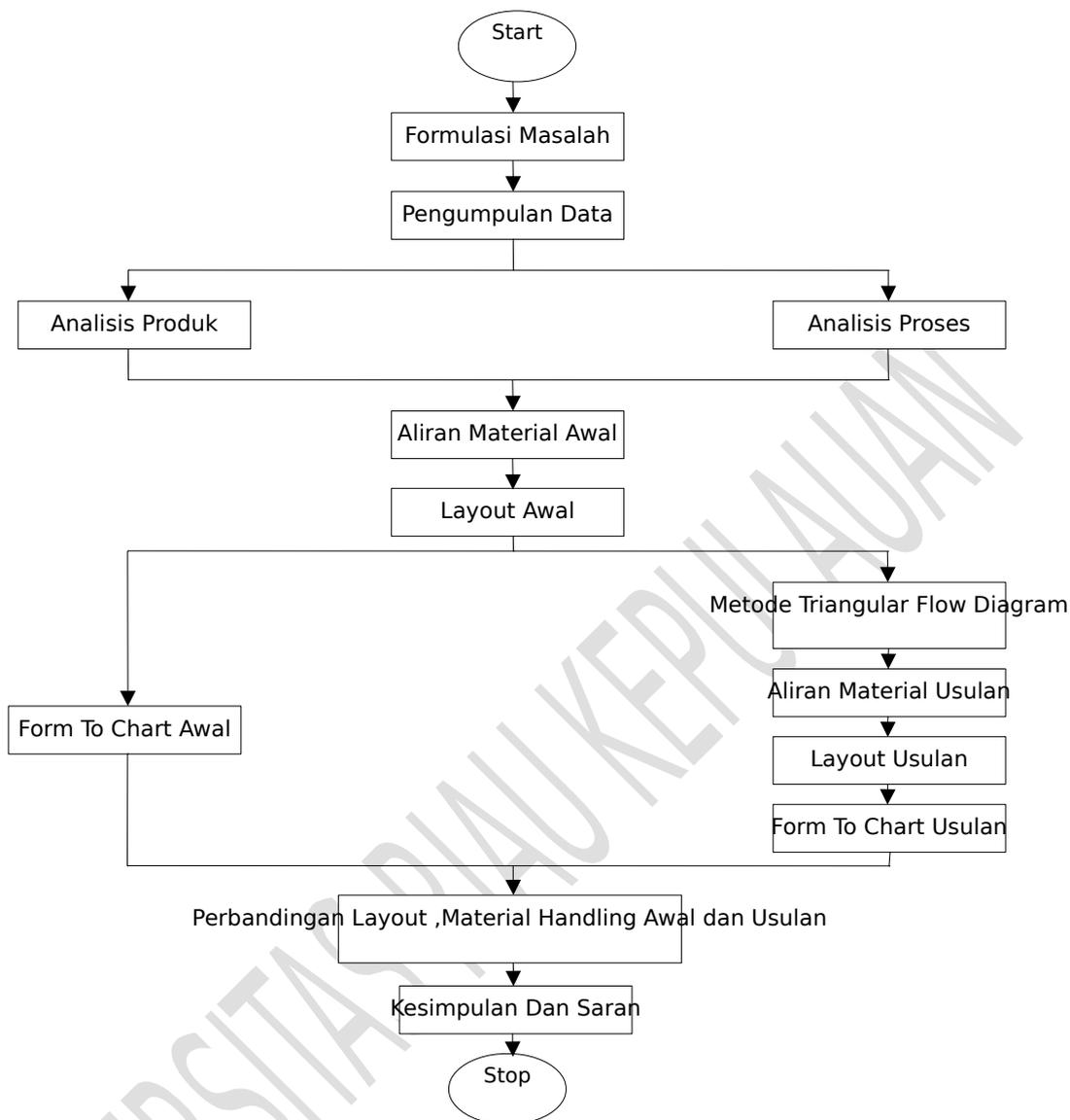
batasan besaran nilai yang tertinggi dan pada suatu departemen tersebut diupayakan pengaturan kembali lokasi departemennya dengan tujuan untuk mengurangi beban material yang harus dilakukan.

- e. Pengulangan langkah
Pengulangan langkah disini adalah pengulangan analisis yang dilakukan pada langkah 3 dan 4 yang dilakukan untuk mendapatkan alternatif tata letak fasilitas produksi terbaik.
Evaluasi dan analisis terus diulangi sampai akhirnya tidak bisa lagi diperoleh total nilai hubungan yang lebih kecil.
- f. Perencanaan layout yang sebenarnya
Hal ini dilakukan dengan berdasarkan pada analisis nilai hubungan antar

departemen yang memberikan hasil yang optimal. Pada perencanaan ini disertakan ukuran luas area departemen yang sebenarnya dan jalan lintasan dari satu mesin ke mesin berikutnya sehingga dihasilkan sebuah blok diagram dari layout yang diinginkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan diPT. VARTA Microbattery – Indonesia merupakan salah satu dari sekian banyak Perusahaan Modal Asing (PMA). Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah studi pustaka, *observasi*, dokumentasi. Berikut diagram alir penelitian tersebut

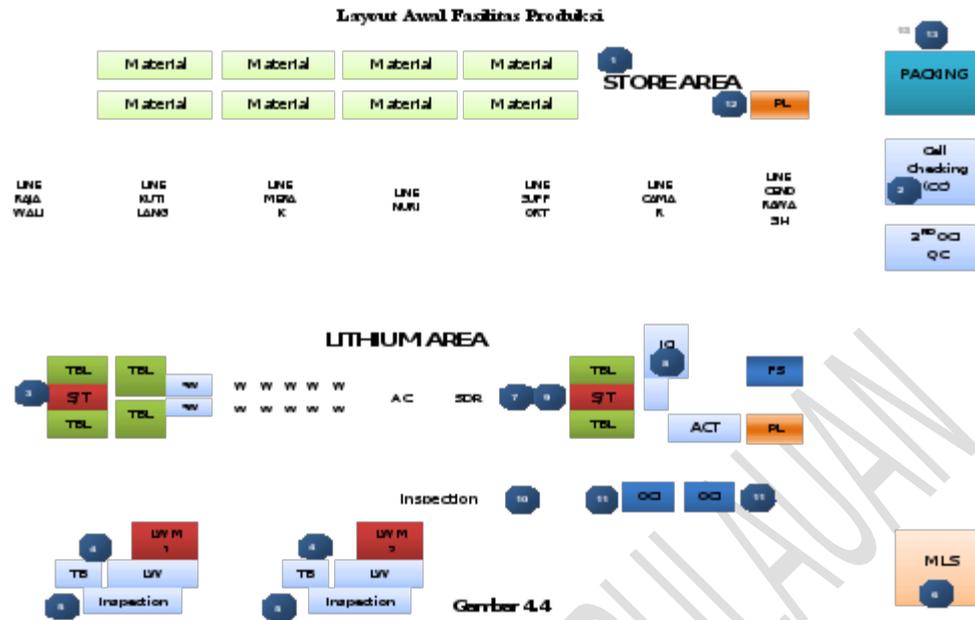


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tata letak fasilitas produksi (*layout*) awal merupakan landasan utama dalam perancangan *layout* yang baru, dari *layout* awal dapat diketahui pergerakan material dari permulaan proses (penerimaan) sampai akhir (pengiriman) di lintasan yang efisien atau tidak. Aliran material dari satu mesin

ke mesin yang lainnya menunjukkan aliran yang tidak teratur, volume material dengan beban yang sangat besar harus menempuh jarak yang cukup jauh, begitu pula sebaliknya sehingga aliran material sangat tidak efisien. Untuk lebih jelasnya hal iniditunjukkan pada gambar



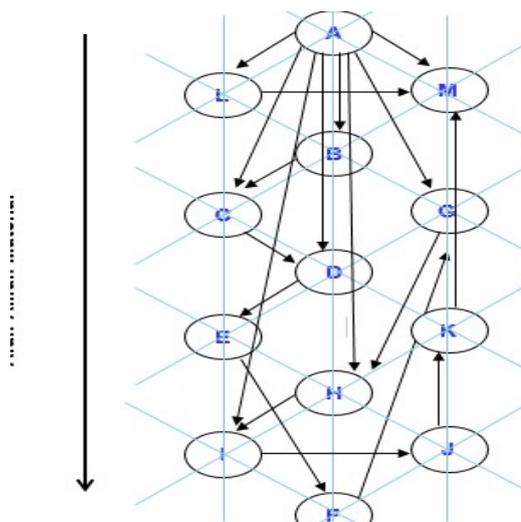
Gambar 2 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

- LWM : Laser Welding Machine
- TB : Table (Meja)
- MLS : Material Lithium Storage
- S/T : Shrinking Machine
- W : Welding Machine
- AC : Assy Checking
- SDR : Soldering Station
- ICJ : Inkjet Coding Machine (Printing)
- ACT : Auto Cell Welding
- FS : Full Strength
- OCI : Tester PC
- PL : Print Label

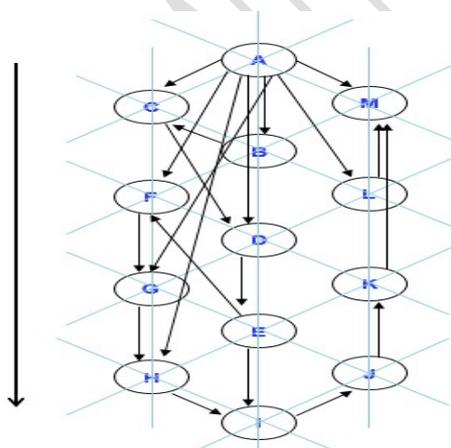
Dengan membuat diagram alir untuk menggambarkan penempatan - penempatan stasiun kerja dengan jarak yang dilalui oleh komponen dan jumlah beban masing - masing komponen yang ada saat ini, maka berhasil di dapatkan aktual, layout percobaan I, layout percobaan II dan layout percobaan III.

Dengan melihat layout aktual masih terlihat jalannya komponen yang belum teratur yang ditunjukkan dengan banyaknya arah proses yang saling berpotongan serta jarak perpindahan yang masih cukup besar. Hal ini mengindikasikan bahwa penataan stasiun kerja yang ada belum cukup baik. Lalu dilakukan percobaan perbaikan yang pertama yaitu diagram alir percobaan I dan ternyata dari diagram alir yang dibuat didapatkan aliran komponen yang lebih teratur namun belum optimal, ini dapat dilihat dengan semakin berkurangnya perpotongan proses yang terjadi antar stasiun kerja tetapi jarak perpindahan antar stasiun kerja yang saling berhubungan masih terlihat jarak yang masih jauh sehingga hal ini terasa menyebabkan beban yang harus dipindahkan masih terlalu besar.



Gambar 3 Diagram Alir Percobaan I

Untuk pengurangan jarak pada percobaan I dan tidak mengabaikan arah proses yang saling berpotongan, maka dalam pembuatan diagram alir harus dengan jalan mendekati stasiun – stasiun kerja yang memiliki proses yang berurutan. Untuk mencapai hasil yang lebih baik lagi maka dibuatlah lagi percobaan diagram alir percobaan II. Hasil yang didapatkan adalah jarak antar stasiun kerja yang memiliki proses yang berurutan berhasil ditekan dengan jarak yang lebih dekat lagi. Sehingga jumlah beban yang dipindahkan juga semakin berkurang.



Gambar 4 Diagram Alir Percobaan II

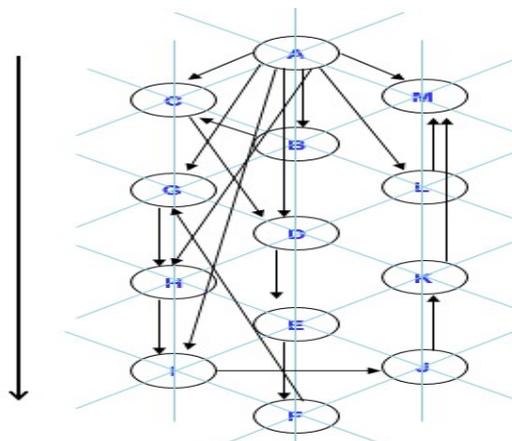
Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka dilakukan percobaan yang ke III dan didapatkan hasil yang jauh lebih baik lagi dibandingkan percobaan I dan II sehingga jarak antar stasiun kerja yang memiliki proses berurutan menjadi lebih pendek dengan bebabn yang jauh lebih kecil walaupun masih terdapat proses yang saling menyilang antar stasiun kerja satu dengan stasiun kerja lainnya namun tidak sebanyak pada percobaan I dan percobaan II. Hampir semua perpindahan material

menjadi minimal sampai pada level terendah dimana semua jarak perpindahannya antar stasiun kerja (mesin) bernilai 1(dimana jarak dari satu lingkaran ke lingkaran lain adalah 1).

Setelah melakukan beberapa percobaan dan mendapat layout baru dan disini dapat terlihat perbedaannya dengan layout aktual. Seperti pada hasil perhitungan pada percobaan I dan percobaan II masih terlihat belum optimal dan efisien tetapi arah proses yang saling

berpotongan dapat dikurangi. Sedangkan pada hasil perhitungan pada percobaan III terlihat sudah sangat optimal dan efisien dibandingkan dengan layout aktual seperti yang terlihat pada gambar layout pada

percobaan III yang mulanya banyak proses yang saling berpotongan kini jauh lebih kecil perpotongannya walaupun masih ada dan jarak perpindahannya juga semakin pendek.



Gambar 5 Diagram Alir Percobaan 3

Analisa From to Chart

Analisa jarak produk dan momen produk menunjukkan hasil bahwa jumlah langkah jarak produk dan momen produk ada perbedaan antara aktual dengan percobaan I – III dimana jumlah jarak produk aktual adalah sebesar 201,80 dan jumlah momen produk aktual adalah 599,40 sehingga totalnya adalah sebesar 801,20. Sedangkan masing-masing percobaan I sampai III untuk jarak produk dan momen produk adalah sebagai berikut:

Percobaan I	Jarak Produk	216,52
	Jarak Momen	607,36
	Total	824,12
Percobaan II	Jarak Produk	186,35
	Jarak Momen	603,22
	Total	789,57
Percobaan III	Jarak Produk	208,62
	Jarak Momen	444,19
	Total	652,81

Dari angka – angka hasil percobaan I – III jelas dapat terlihat jarak produk yang paling pendek adalah pada percobaan II namun demikian jarak momennya masih cukup besar yaitu 603,22 dengan jumlah total 789,57 karenanya dilakukan lagi percobaan berikutnya yaitu percobaan III dimana hasilnya memberikan nilai yang cukup berimbang antara jarak produk dan

momen produknya dimana jarak produknya 208,62 dan momen produk sebesar 444,19 dengan total sebesar 652,81. Jarak ini merupakan jarak yang paling pendek dan efisien dan sesuai dengan gambar relay layout usulan pada percobaan III

Analisis Triangular Flow Diagram

Dari percobaan *Triangular Flow Diagram*, total analisis hubungan antar stasiun kerja (yang ditunjukkan pada table analisis hubungan antar stasiun kerja) diperoleh angka yang semakin kecil. Total nilai hubungan pada masing-masing *trial* adalah sebagai berikut :

- Triangular Diagonal Awal sebesar = 6,8604622
- Triangular Diagonal Percobaan I sebesar = 6,7245786
- Triangular Diagonal Percobaan II sebesar = 5,7225190
- Triangular Diagonal Percobaan III sebesar = 5,6364435

Total nilai hubungan pada *percobaan III* merupakan nilai yang minimum, sehingga penyusunan tata letak usulan sudah optimal. Sebagai pedoman yang harus selalu diingat bahwa solusi yang terbaik dapat diperoleh bilamana semua jarak bias ditekan sampai hanya terkecil yaitu = 1 (satu). *Triangular Diagonal*

(percobaan III) pada tata letak usulan mampu mereduksi total nilai hubungan antar stasiun kerja dan berdasarkan *Triangular Diagonal percobaan III* inilah tata letak usulan ini dibuat.

Usulan Rancangan Perbaikan

Usulan rancangan perbaikan PT.VARTA Microbattery Indonesia yaitu berupa perbaikan rancangan tata letak fasilitas produksi yaitu penulis mengusulkan menggunakan hasil percobaan III dimana percobaan ini jarak perpindahan proses material produk lebih minimum karena gerakan balik dan memotongnyapun lebih minimum dibandingkan dengan percobaan – percobaan lainnya maupun

actual dengan kata lain material bergerak terus tanpa adanya interupsi atau gangguan jadwal kerja sehingga tidak menimbulkan antrian. Menempatkan jarak antara mesin yang saling berhubungan sedekat mungkin dengan mengutamakan jarak antar stasiun kerja yang berat beban komponennya lebih besar dibandingkan dengan yang lain sedangkan untuk perbandingan jarak aliran pemindahan antara stasiun kerja antara actual dan usulan. Jelas bahwa layout usulan percobaan III memberikan jarak yang paling pendek dengan total jarak sebesar 207,62 m dan ada penurunan jarak sebesar 3.5 m seperti terlihat pada table 1 dibawah ini

Tabel 1 Perbandingan Jarak antara Departemen Aktual dan Usulan

Titik Awal Pemindahan	Hubungan Aliran Pemindahan	Volume Komponen Yang dibuat(m3)	Jarak Aliran Pemindahan	
			Aktual	Usulan
1(A)	1-2,1-3,1-4,1-7,1-8,1-9,1-12,1-13	0,7210350	10,35	10,35
2(B)	2 - 3	0,1941975	42,35	31,71
3(C)	3 - 4	0,1941975	45,50	52,91
4(D)	4 - 5	0,3493125	1,55	1,55
5(E)	5 - 6	0,3493125	15,25	8,81
6(F)	6 - 7	0,3493125	25,65	42,27
7(G)	7 - 8	0,4606875	16,10	12,41
8(H)	8 - 9	0,468585	13,50	13,50
9(I)	9 - 10	0,468585	3,30	5,06
10(J)	10 - 11	0,468585	3,10	3,10
11(K)	11 - 13	0,468585	19,15	14,95
12(L)	12 - 13	0,487350	6	6,00
			211,12	207,62

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan analisis Triangular Flow Diagram untuk perancangan jalur lintasan pengangkutan dengan tiga alternative hasil perhitungannya sebagai berikut:

Tabel 2 Perbandingan alternatif Percobaan

Alternatif	Analisis Hubungan Stasiun Kerja	Penurunan Persentase (%)
Percobaan I	6,7245786	1,98

Percobaan II	5,7225190	16,58
Percobaan III	5,6364435	17,84

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pada alternatif percobaan III memiliki hasil nilai analisis hubungan stasiun kerja yang paling kecil dan penurunan beban yang paling besar, sehingga untuk usulan relay layout untuk rantai produksi lithium menggunakan jalur lintasan alternatif percobaan III

2. Analisis jarak produk dan momen produk diperoleh nilai yang paling minimum yaitu pada percobaan III
3. Analisis perbandingan jarak stasiun kerja aktual dengan stasiun kerja usulan memberikan perbedaan jarak sebesar 3,5 meter dan jarak stasiun kerja usulan menjadi lebih pendek dengan nilai total jarak sebesar 207,62 m.

Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan dari penyusunan laporan ini yaitu :

1. Segera dilakukan relay layout fasilitas produksi untuk line lithium sesuai dengan relay layout usulan agar jalur lintas material dan jarak menjadi lebih efektif dan efisien.
2. Sebaiknya perancangan suatu layout di rantai produksi harus seoptimal

mungkin agar tidak terjadi gangguan pada proses pengangkutan bahan.

3. Dalam perancangan jalur lintasan sebaiknya memberikan jarak lintasan yang seminimal mungkin agar beban pada operator tidak terlalu berat karena jarak yang ditempuh terlalu jauh.

DAFTAR PUSTAKA

Apple, James M. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Perpindahan Bahan*. Terjemahan M.T, Edisi Ketiga: ITB, Bandung

Budiyanto, Joko. 1999. *Plant Design and Layout*, Edisi Pertama. PT. Indonesia Paku Negara, Solo

Francis, R.L. dan White, J.A., *Facility Layout and Location*, 1974

Moore, James M, *Plant Layout and Design*, 1962

Muther, Richard, *Practical Plant Layout*, 1955

Wignjosoebroto, Sritomo. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Edisi ketiga. Guna Widya, Jakarta

