

Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Bus dengan Algoritma *Craft* untuk Menurunkan Ongkos *Material Handling*

Redesign of Bus Production Facilities Layout with Craft Algorithm to Reduce Postage Material Handling

Ronaldo F. Masebali ¹⁾, Ronaldo Rottie ²⁾, Tryadi Tumewu ³⁾
Program Studi Teknik Industri; Fakultas Teknik
Universitas Katolik De La Salle Manado
Email: ¹aldoenzo99@gmail.com, ²rrottie@unikadelasalle.ac.id,
³ttumewu@unikadelasalle.ac.id

Abstrak

PT. Adiputro Wirasejati Malang adalah perusahaan yang bergerak dibidang karoseri bus dan minibus. Perusahaan ini mampu menyuplai bus ke seluruh Indonesia hingga ke mancanegara. Dengan luas perusahaan yang mencapai 8 Ha dan frekuensi pemindahan material antar departemen dan gudang yang mencapai 58.283 kali per harinya serta lokasi gudang dan departemen yang berjauhan, maka tata letak fasilitas produksi pada perusahaan tersebut belum optimal. Hal ini dikarenakan, dengan total jarak perpindahan yang mencapai 3.903.800 m sehingga memakan Ongkos *Material Handling* (OMH) sebesar Rp. 175.302.182. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang kembali tata letak fasilitas produksi untuk menurunkan OMH yang ada dengan menggunakan algoritma CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*). Dengan menggunakan dua pengukuran jarak, yakni *Rectilinear* dan *Euclidean* maka didapatkan hasil gudang kain dan cat bertukar posisi dengan *ABS & Integral*, terjadi pertukaran dari 3 area yakni *fiber*, gudang pipa & kaca dan mekanik. Lalu selanjutnya terjadi pertukaran posisi antara gudang *WIP* dan *Dies Shop*. Total penurunan OMH untuk jarak *rectilinear* adalah sebesar Rp. 27.464.715,2 atau sebesar 15,6 % dan untuk jarak *euclidean* adalah sebesar Rp. 13.350.835 atau sebesar 7,54%.

Kata kunci: CRAFT, OMH, Tata Letak.

Abstract

PT. Adiputro Wirasejati Malang is a company engaged in the body of buses and minibuses. This company is able to supply buses throughout Indonesia to foreign countries. With a company area of 8 hectares and frequency of inter-departmental and warehouse material transfers reaching 58,283 times per distribution and remote warehouse and department locations, the layout of production facilities at the company is not optimal. This is because, with a total distance of 3,903,800 m, a material handling (OMH) fee of Rp. 175,302,182. Therefore, this study was conducted to restore the layout of production facilities to reduce existing OMH by using the CRAFT (Computerized Relative Allocation Technique of Engineering Facilities). By using two distance measurements, namely Rectilinear and Euclidean, we get the results of the fabric warehouse and cats exchanging positions with ABS & Integral, displacement occurs from 3 areas namely fiber, pipe & glass warehouses and mechanics. Then the next position shift occurs between the WIP warehouse and Dies Shop. The total decrease in OMH for rectilinear distances is Rp. 27,464,715.2 or 15.6% and for euclidean distances is Rp. 13,350,835 or 7.54%.

Keywords: CRAFT, OMH, Facility Layout

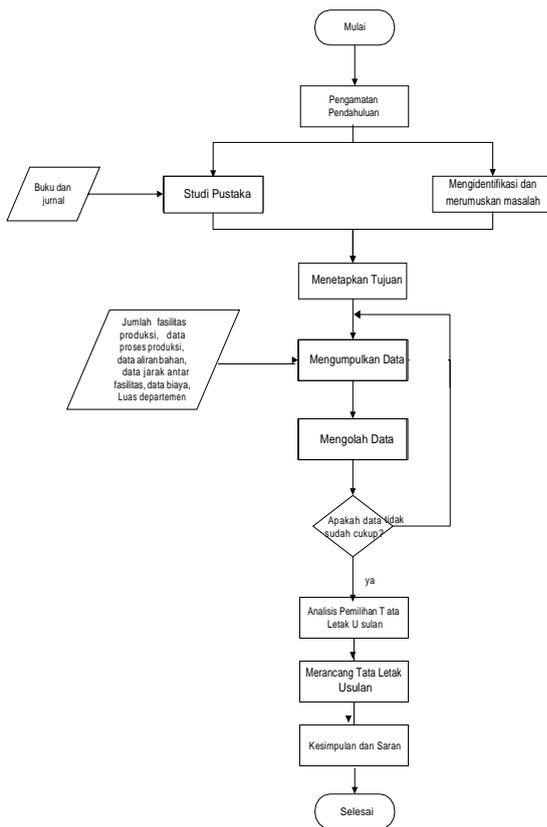
Pendahuluan

Pabrik adalah sebuah tempat dimana faktor-faktor seperti manusia, mesin, material, energi, uang, informasi dan sumber daya lainnya yang dikelola secara bersama-sama dalam suatu sistem produksi yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang efektif, efisien dan aman [1]. Dalam sebuah industri jasa dan manufaktur, persoalan produktivitas merupakan hal yang utama dalam suatu perusahaan, seperti pada perusahaan karoseri sebagai tempat pembuatan rumah kendaraan yang dirancang di atas rangka/chasis bus. Tata letak fasilitas dapat diartikan sebagai suatu kumpulan unsur-unsur fisik yang dimana diatur untuk mengikuti aturan dan logika tertentu. Unsur-unsur fisik yang dimaksud berupa mesin, peralatan, material, bangunan dan sebagainya [2]. Pada umumnya, dalam perancangan tata letak fasilitas harus memenuhi tujuan seperti, memudahkan proses manufaktur, meminimumkan pemindahan bahan, menjaga fleksibilitas, menghemat pemakaian ruang dan meningkatkan utilisasi pekerja. Masalah yang seringkali dihadapi oleh suatu perusahaan dalam merencanakan suatu fasilitas adalah meminimumkan biaya pemindahan material. PT. Adiputro Wirasejati Malang adalah perusahaan yang bergerak dibidang karoseri bus dan minibus. Perusahaan yang didirikan oleh 3 orang bersaudara ini mampu menyuplai bus ke seluruh Indonesia hingga ke mancanegara. Perusahaan yang terletak di Malang Jawa Timur ini memproduksi bus berdasarkan pesanan dari *customer* dengan berbagai *type* pilihan yang tersedia. Dengan luas pabrik yang mencapai hampir 8 Ha dan terbagi ke dalam 11 departemen dan 9 gudang pendukung, tentunya pihak perusahaan harus memikirkan segala cara guna mengoptimalkan tata letak fasilitas produksi yang baik sehingga aliran proses produksi dan penanganan *material handling* dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di perusahaan tersebut, didapati bahwa tata letak fasilitas produksi belum optimal. Hal ini dikarenakan, dengan luas perusahaan yang

mencapai 8 Ha dan frekuensi pemindahan material antar departemen dan gudang yang mencapai 58.283 kali per harinya itu dengan total jarak perpindahan 3.903.800 m dan memakan biaya sebesar Rp. 175.302.182. Tentunya apabila tidak dilakukan suatu perbaikan maka perusahaan harus menanggung biaya pemindahan material dengan jumlah yang besar sehingga laba yang didapat tidak optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut, untuk menghindari terjadinya kerugian pada perusahaan maka penulis akan membantu perusahaan merancang suatu perencanaan tata letak fasilitas dan penanganan *material handling* yang baik agar mengurangi biaya pemindahan material serta jarak pemindahan antar departemen atau gudang sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik dan dapat meningkatkan laba dari perusahaan. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*). Penulis memilih algoritma CRAFT karena algoritma ini bertujuan untuk meminimumkan biaya perpindahan material, dimana biaya perpindahan material didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan biaya unit pengangkutan. CRAFT juga merupakan sebuah program perbaikan. Program ini mencari perancangan yang optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap dan mengevaluasi tata letak dengan cara menukarkan lokasi fasilitas. Tujuan yang ingin dicapai dari kerja praktek ini adalah, untuk mengetahui total jarak dan ongkos *material handling* pada perusahaan, untuk menemukan usulan tata letak fasilitas produksi yang baru dengan mengoptimalkan biaya *material handling* dan untuk mengetahui apakah tata letak yang baru lebih optimal dibandingkan dengan tata letak sebelumnya.

Metode

Penulisan ini dilakukan setelah melakukan penelitian kerja praktek pada PT. Adiputro Wirasejati Malang, Jawa Timur. Adapun langkah pemecahan masalah yang diterapkan secara umum seperti pada *flowchart* berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Setiap tahap dalam penelitian dilakukan sesuai dengan metodologi yang telah ditentukan, yaitu sebagai berikut:

Pengamatan Pendahuluan

Sebelum melakukan penelitian, penulis melakukan pengamatan pada area proses produksi yang ada pada PT. Adiputro Wirasejati Malang. Penulis melakukan observasi dengan ditemani oleh karyawan *maintenance* yang menjelaskan semua alur produksi serta kondisi mesin di area produksi.

Mengidentifikasi dan Merumuskan Masalah

Setelah melakukan pengamatan selama kurang lebih 2 minggu, penulis mencoba mengidentifikasi masalah apa yang dialami oleh perusahaan terutama pada area produksi. Berdasarkan hasil pengamatan, penulis melihat suatu masalah terhadap penanganan material handling. Luas pabrik yang lebih dari 7 Ha mengakibatkan jarak perpindahan material cukup jauh sehingga lokasi gudang dan departemen yang berjauhan mengakibatkan pemborosan ongkos material handling dan mengganggu

proses produksi yang sedang berjalan.

Studi Pustaka

Untuk mencari tahu bagaimana cara menangani masalah yang ada dan mempermudah proses penelitian, maka diperlukan studi pustaka untuk menentukan data-data yang perlu diambil dan bagaimana metode yang tepat dalam penyelesaian masalah yang ada sehingga penulis dapat mengetahui tujuan apa yang harus dicapai. Studi pustaka yang dilakukan adalah pembelajaran pada buku dan jurnal-jurnal penelitian serupa.

Menetapkan Tujuan

Dengan mengidentifikasi masalah di atas dan dengan mempelajari beberapa penelitian sebelumnya, maka ditetapkanlah tujuan untuk memecahkan masalah tersebut.

Mengumpulkan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan studi pustaka/dokumentasi dari perusahaan. Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut.

- 1) Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya dengan menggunakan metode observasi dan teknik wawancara. Observasi langsung dilakukan pada area produksi dan wawancara dilakukan terhadap *supervisor*, *manager*, serta kepala-kepala gudang yang ada di area produksi tersebut. Data yang didapatkan berupa jumlah fasilitas produksi, data proses produksi, data aliran bahan, data jarak antar departemen, *layout* awal, data biaya dan luas departemen.
- 2) Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi pustaka mengenai hasil pengolahan data yang didapatkan dari perusahaan berupa titik koordinat letak pabrik.

Mengolah Data

Berdasarkan data yang telah dikumpul maka penulis mencoba mengolah data tersebut agar dapat disesuaikan dengan metode yang akan digunakan. Data yang diolah berupa jarak antar departemen dengan menggunakan jarak *rectilinear* dan *euclidean*, biaya perpindahan material, data frekuensi perpindahan serta *operations chart process* dari data yang telah dikumpulkan

tadi. Namun, apabila ditemui masih ada data yang kurang maka penulis akan kembali ke tahap sebelumnya yakni, pengumpulan data. Setelah data benar-benar telah cukup maka lanjut ke tahap penelitian selanjutnya. Setelah data yang dikumpulkan telah diolah maka penulis mencoba menganalisis untuk mencari metode apa yang tepat untuk digunakan. Berdasarkan hasil analisis dan referensi jurnal penelitian sebelumnya maka penulis memilih algoritma CRAFT sebagai metode yang digunakan. Metode ini dipilih karena algoritma CRAFT bertujuan untuk meminimalisir ongkos *material handling* dan memberikan usulan tata letak yang optimal. Setelah hasil analisis maka telah ditetapkan metode yang akan digunakan sehingga langkah yang ditempuh penulis adalah membuat ARC dan penyelesaian menggunakan algoritma CRAFT dengan menggunakan *software WinQSB 2.0*. Data yang dimasukkan ke metode ini berupa data OMH, jarak dan luas bidang departemen atau gudang. Untuk lebih memudahkan, alur proses analisis dapat dilihat pada gambar berikut.

Analisis Pemilihan Tata Letak Usulan

Berdasarkan hasil dari pembuatan ARC dan Algoritma CRAFT maka penulis mencoba menganalisis kembali hasil yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya dan membandingkan dengan *layout* awal sehingga nantinya akan mendapatkan usulan tata letak yang optimal untuk diterapkan pada perusahaan.

Merancang Tata Letak Usulan

Setelah memilih usulan tata letak terbaik dan mempertimbangkan biaya penanganan *material handling* maka dibuat rancangan tata letak usulan yang baru yang nantinya akan diberikan kepada pihak manajemen perusahaan untuk dipertimbangkan sebagai *layout* yang baru pada perusahaan.

Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah kesimpulan yang nantinya akan merangkum seluruh isi tujuan dari penelitian ini dan saran yang membangun untuk pengembangan penelitian ini di kemudian hari.

Hasil dan Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan ditampilkan dalam berupa grafik maupun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar.

Menganalisis Layout Awal Pabrik

Setelah melakukan pengamatan pada kondisi tata letak fasilitas produksi PT. Adiputro Wirasejati Malang, didapati bahwa kondisi pengaturan tata letak fasilitas produksi terutama pada pembuatan bus belum bisa dikatakan baik. Hal ini dikarenakan, luas perusahaan yang sangat besar namun tidak diimbangi dengan tata letak dan penanganan *material handling* yang baik sehingga dapat menyebabkan biaya *material handling* menjadi besar dan mengurangi produktivitas pekerja karena harus mengatur waktu untuk mengambil barang yang diperlukan di gudang.

Dalam membatasi ruang lingkup pengaturan tata letak pada bagian produksi bus, maka penulis membaginya ke dalam departemen dan gudang yang ditunjukkan pada tabel berikut,

Tabel 1. Daftar Departemen dan Gudang

Kode	Gudang	Kode	Departemen
1	Gudang Bus	A	Sub Assy Bus
2	Gudang Kain & Cat	B	Rangka Bus
3	Gudang Komponen	C	Panelling Bus
4	Gudang WIP	D	Putty Bus
5	Gudang Pipa & Kaca	E	Painting Bus
6	ABS & Integral	F	Trimming Bus
7	Fiber	G	Finishing Bus
8	Dies Shop	H	Mekanik
9	Press Shop	I	Engineering
		J	Sub Assy
			Minibus
		K	Minibus

Agar lebih mudah untuk memahami mengenai permasalahan yang ada dalam perusahaan maka gambar *layout* awal disajikan dalam gambar 3. Melalui gambar ini dapat memudahkan kita untuk mengetahui letak tiap departemen dan gudang.



Gambar 3. Layout Awal Pabrik

Berdasarkan layout awal pabrik di atas, maka ditentukanlah suatu titik koordinat dari departemen dan gudang yang nantinya akan dipakai untuk menghitung jarak perpindahan menggunakan metode pengukuran *rectilinear* dan *euclidean*.

Tabel 2. Titik Koordinat Departemen/Gudang

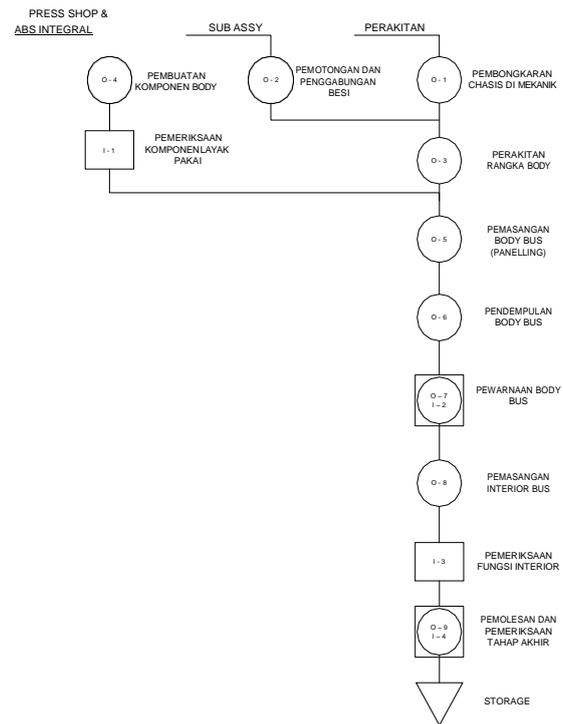
Kode	Gudang	Titik Koordinat	
		X	Y
1	Gudang Bus	105	20
2	Gudang Kain & Cat	115	35
3	Gudang Komponen	100	55
4	Gudang WIP	20	65
5	Gudang Pipa & Kaca	70	95
6	ABS & Integral	15	40
7	Fiber	20	170
8	Dies Shop	50	95
9	Press Shop	50	65
A	Sub Assy Bus	80	170
B	Rangka Bus	55	135
C	Panelling Bus	90	135
D	Putty Bus	115	150
E	Painting Bus	140	150
F	Trimming Bus	170	150
G	Finishing Bus	185	95
H	Mekanik	190	135
I	Engineering	20	95

Pembuatan Peta Proses Operasi Pembuatan Bus

Dalam merancang suatu *layout* yang baru, maka langkah yang diperlukan adalah dengan mengetahui bagaimana proses dari pembuatan suatu produk. Proses tersebut nantinya akan disajikan dalam bentuk *Operation Process Chart (OPC)* sehingga memudahkan penulis dalam memahaminya. Melalui peta ini kita dapat melihat:

- 1) Operasi yang akan dilakukan pada tiap departemen.
- 2) Lama proses pengerjaan di tiap departemen.
- 3) Urutan proses produksi pembuatan Bus.
- 4) Menunjukkan hubungan yang terjadi antar departemen.

Peta proses operasi pada karoseri bus PT. Adiputro Wirasejati Malang dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. Peta Proses Operasi

Pembuatan Peta Keterkaitan Proses Kegiatan

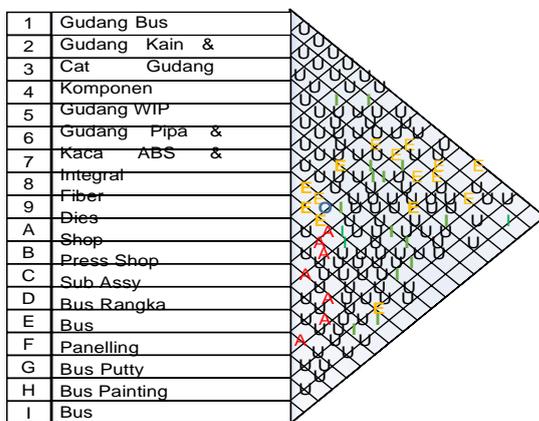
Dalam perancangan sebuah *layout* yang baru tingkat keterkaitan kegiatan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan karena melalui tingkat keterkaitan kita dapat

mengetahui bagaimana keterkaitan antar satu departemen/gudang. Berdasarkan hasil analisis dari penulis, tingkat keterkaitan kegiatan ditentukan karena suatu alasan yang mengharuskan mereka untuk didekatkan atau tidak. Setelah melakukan suatu kajian, maka tingkat keterkaitan kegiatan dapat ditentukan berdasarkan faktor dan dan dibuat kedalam bentuk ARC berdasarkan tabel derajat kepentingan berikut.

Tabel 3 Tabel Derajat Kedekatan

Kode	Gudang	Kode	Departemen
1	Gudang Bus	A	Sub Assy Bus
2	Gudang Kain & Cat	B	Rangka Bus
Code	Tingkat Kedekatan	Code	Tingkat Kedekatan
A	Mutlak	O	Biasa
	Didekatkan		Didekatkan
E	Khusus	U	Tidak Perlu
	Didekatkan		
I	Penting	X	Tidak Boleh

Berdasarkan tabel di atas dapat dijadikan acuan dalam membuat suatu ARC sebagai berikut



Gambar 5. Activity Relationship Chart

Berdasarkan hasil dari *activity relationship chart* di atas dapat diketahui tingkat hubungan yang terjadi antar departemen dan gudang berdasarkan derajat kepentingan yang dapat kita lihat pada tabel 3.

Menentukan Besar Frekuensi Aliran Bahan

Faktor utama dalam pembuatan *layout* yang baru adalah dengan mempertimbangkan ongkos yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan dalam penanganan perpindahan material. Oleh karena itu, hal yang harus dibuat adalah dengan menentukan besarnya frekuensi aliran bahan. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak kepala gudang maka didapat besar frekuensi aliran bahan yang telah diolah dan disajikan pada tabel 4.

Besarnya frekuensi aliran bahan ini merupakan masukan pada CRAFT yang akan diisi pada *software WinQSB 2.0*. Selain itu data frekuensi ini juga akan digunakan untuk menghitung jarak total perpindahan material antar gudang dan departemen. Frekuensi aliran yang akan digunakan pada dua macam pengukuran jarak (*rectilinear* dan *euclidean*) adalah sama. Untuk nilai jumlah pengangkutan per hari yang memiliki angka desimal hal itu dikarenakan, jumlah pengangkutan tidak dilakukan setiap hari tetapi berdasarkan data pengangkutan per bulan ataupun per minggu.

Menentukan Jarak Total Perpindahan

Untuk mengetahui total jarak perpindahan yang terjadi antar departemen dan gudang maka dilakukan suatu pengukuran jarak terlebih dahulu. Dalam mengukur jarak perpindahan dilakukan 2 macam pengukuran yakni *rectilinear* dan *euclidean*. Dalam menghitung jarak menggunakan kedua metode tersebut maka dicari titik tengah dari departemen dan gudang.

Tabel 4 Frekuensi Aliran Bahan

Dari – Ke	Jumlah pengangkutan/hari	Berat/unit (Kg)	Jenis alat angkut	Jumlah Alat Angkut (orang)	Frekuensi
1 – F	2	425	<i>Truck</i>	3	283.33333
2 – 7	0.16	150	<i>Mobil</i>	2	12
			<i>Pickup</i>		
2 – D	2	50	<i>Mobil</i>	2	50
			<i>Pickup</i>		
2 – E	2	50	<i>Mobil</i>	2	50
			<i>Pickup</i>		
2 – F	2	80	<i>Mobil</i>	2	80
			<i>Pickup</i>		
3 – A	7	43	<i>Troli</i>	1	301
3 – B	8	37.5	<i>Troli</i>	1	300
3 – C	8	37.5	<i>Troli</i>	1	300
3 – F	12	18.75	<i>Troli</i>	1	225
3 – H	12	42	<i>Troli</i>	1	504
4 – A	3	1500	<i>Forklift</i>	1	4500
4 – C	4	937.5	<i>Forklift</i>	1	3750
5 – A	4	1250	<i>Troli</i>	2	2500
5 – B	5	2500	<i>Troli</i>	2	6250
5 – F	3	75	<i>Forklift</i>	1	225
5 – I	0.005	50	<i>Troli</i>	1	0.25
6 – 3	4	300	<i>Mobil</i>	2	600
			<i>Pickup</i>		
6 – F	6	200	<i>Mobil</i>	2	600
			<i>Pickup</i>		
7 – C	5	100	<i>Forklift</i>	1	500
7 – F	12	41.5	<i>Mobil</i>	2	249
			<i>Pickup</i>		
8 – 9	1	1000	<i>Crane</i>	1	1000
8 – B	0.005	50	<i>Forklift</i>	1	0.25
9 – 4	5	1000	<i>Forklift</i>	1	5000
A – B	10	125	<i>Forklift</i>	1	1250
A – C	10	50	<i>Forklift</i>	1	500
B – C	5	900	<i>Bus</i>	1	4500
C – D	5	1000	<i>Bus</i>	1	5000
D – E	5	1000	<i>Bus</i>	1	5000
E – F	5	1250	<i>Bus</i>	1	6250
F – G	5	1250	<i>Bus</i>	1	6250
H – B	5	450	<i>Chasis</i>	1	2250
I – B	0.005	500	<i>Forklift</i>	1	2.5
I – C	0.005	80	<i>Forklift</i>	1	0.4
I – 6	0.005	50	<i>Forklift</i>	1	0.25
I – 7	0.005	0	<i>Forklift</i>	1	0
	Jumlah	58282.983			
	Rata-rata	1665.3			

1) Perhitungan Jarak Rectilinear

Untuk menghitung jarak antar departemen dan gudang menggunakan pengukuran *rectilinear* maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Jarak Rectilinear} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

Berdasarkan rumus tersebut maka untuk pengukuran jarak yang pertama adalah

$$\begin{aligned} \text{Jarak 1 - F} &= |105 - 170| + |20 - 150| \\ \text{Jarak 1 - F} &= 195 \text{ Meter} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka dapat diterapkan ke semua jarak antar departemen dan gudang sehingga melalui pengolahan di *Microsoft excel* mendapatkan hasil perhitungan jarak *rectilinear*. Berdasarkan jarak antar departemen dan gudang yang telah dihitung, maka dengan rumus jarak x frekuensi maka didapatkan jarak total perpindahan menggunakan metode pengukuran jarak *rectilinear*.

Dari hasil perhitungan jarak *rectilinear* didapat bahwa jumlah total jarak dengan pengukuran *rectilinear* adalah 3.903.804 m. Hal ini dapat dikatakan wajar mengingat ukuran pabrik yang memiliki luas mencapai 7 Ha.

2) Perhitungan Jarak Euclidean

Untuk menghitung jarak antar departemen dan gudang menggunakan pengukuran *euclidean* maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Jarak Euclidean} = \{[(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]^{1/2}\}$$

Berdasarkan rumus tersebut maka untuk pengukuran jarak yang pertama adalah

$$\begin{aligned} \text{Jarak 1 - F} &= \{[(105 - 170)^2 + (20 - 150)^2]\}^{1/2} \\ \text{Jarak 1 - F} &= 145,34 \text{ Meter} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka dapat diterapkan ke semua jarak antar departemen dan gudang sehingga melalui pengolahan di *Microsoft excel* mendapatkan hasil perhitungan jarak *euclidean*. Sama halnya dengan metode pengukuran sebelumnya, jarak antar departemen dan gudang yang

telah dihitung di atas, maka dengan rumus jarak x frekuensi maka didapatkan jarak total perpindahan menggunakan metode pengukuran jarak *euclidean* adalah sebagai berikut,

Dari hasil perhitungan jarak *euclidean* diketahui bahwa jumlah total jarak dengan pengukuran *euclidean* adalah 3.407.000 m. Berdasarkan hasil yang didapat dari kedua pengukuran jarak ini, maka data total jarak akan digunakan untuk menghitung total ongkos perpindahan material. Total jarak ini juga nantinya akan digunakan sebagai bahan perbandingan dengan tata letak usulan yang akan dicari menggunakan CRAFT.

Menentukan Ongkos Material Handling

Pada proses pemindahan material yang dilakukan pada PT. Adiputro Wirasejati menggunakan tenaga manusia yang dibantu oleh alat angkut berupa, *Forklift*, *Truck*, Mobil pickup, *Hand Truck*, serta *Crane*.

Sebelum OMH dihitung dari setiap departemen dan gudang, maka sebelumnya akan dihitung biaya dari peralatan yang digunakan. Hal ini dikarenakan penggunaan alat angkut untuk setiap departemen dan gudang tidaklah sama. Berikut merupakan hasil perhitungan OMH tiap kendaraan:

Tabel 5. Biaya OMH

Kendaraan/Alat	Biaya (Rp)
<i>Forklift Truck</i>	129.200
<i>Truck</i>	193.600
Mobil <i>Pickup</i>	75.600
Troli	5.200
Biaya Tenaga Operator	96.150

1) Penentuan OMH Jarak Rectilinear

Total OMH =
biaya peralatan/hari + gaji tenaga kerja/hari

$$\text{OMH/m/hari} = \frac{\text{Total OMH}}{\text{Total Jarak}}$$

Untuk perhitungan dari gudang bus ke *trimming* bus dengan menggunakan bus dan dikerjakan oleh 2 orang pekerja mendapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total OMH} &= \text{Rp. } 193.600 + (3 \times \text{Rp. } 96.150) \\ &= \text{Rp. } 482.050 \\ \text{OMH/m/hari} &= \text{Rp. } 124,4 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama juga berlaku kepada semua gudang dan departemen sehingga dengan bantuan *Microsoft excel* diperoleh hasil. Besarnya nilai dari OMH ditentukan dengan mengalikan Omh/m/hari dengan total jarak *rectilinear*. Hasil perhitungan total OMH adalah sebagai berikut,

Tabel 6. Total OMH jarak *rectilinear*

Dari – Ke	Omh/m/hari	Total Jarak	OMH (Rp)
1 – F	124.40	55.250	6.873.100
2 – 7	69.14	2.760	190.813,94
2 – D	69.14	5.750	397.529,03
2 – E	69.14	7.000	483.948,39
2 – F	69.14	13.600	940.242,58
3 – A	26.15	40.635	1.062.801,87
3 – B	26.15	37.500	980.806,45
3 – C	26.15	27.000	706.180,65
3 – F	26.15	37.125	970.998,39
3 – H	26.15	85.680	2.240.946,58
4 – A	58.15	472.500	27.478.161,29
4 – C	58.15	525.000	30.531.290,32
5 – A	50.97	212.500	10.830.645,16
5 – B	50.97	343.750	17.520.161,29
5 – F	58.15	34.875	2.028.150
5 – I	26.15	12,5	326,94
6 – 3	69.14	60.000	4.148.129,03
6 – F	69.14	159.000	10.992.541,94
7 – C	58.15	52.500	3.053.129,03
7 – F	69.14	42.330	2.926.505,03
8 – 9	50.62	30.000	1.518.580,65
8 – B	58.15	11,25	654,24
9 – 4	58.15	150.000	8.723.225,81
A – B	58.15	75.000	4.361.612,90
A – C	58.15	22.500	1.308.483,87
B – C	24.81	157.500	3.908.032,26
C – D	24.81	200.000	4.962.580,65
D – E	24.81	125.000	3.101.612,90
E – F	24.81	187.500	4.652.419,35
F – G	24.81	437.500	10.855.645,16
H – B	24.81	303.750	7.536.919,35
I – B	58.15	187,5	10.904,03

Dari – Ke	Omh/m/hari	Total Jarak	OMH (Rp)
I – C	58.15	44	2.558,81
I – 6	58.15	43.75	2.544,27
I – 7	24.81	0	0
Total			175.302.182,2

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka didapatkan hasil total OMH tata letak awal dengan pengukuran *rectilinear* adalah sebesar Rp. 175.302.182. Artinya dalam satu hari kegiatan produksi berlangsung, biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam memindahkan material adalah sebanyak Rp. 175.302.182.

2) Penentuan OMH Jarak *Euclidean*

Total OMH=biaya peralatan/hari+gaji tenaga kerja/hari

$$\text{OMH/m/hari} = \frac{\text{Total OMH}}{\text{Total Jarak}}$$

Untuk perhitungan dari gudang bus ke *trimming* bus dengan menggunakan bus dan dikerjakan oleh 2 orang pekerja mendapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total OMH} &= \text{Rp. } 193.600 + (3 \times \text{Rp. } 96.150) = \text{Rp. } 482.050 \\ \text{OMH/m/hari} &= \text{Rp. } 156,49 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama juga berlaku kepada semua gudang dan departemen sehingga dengan bantuan *Microsoft excel* diperoleh hasil. Berdasarkan hasil olahan data, didapatkan ongkos *material handling* dalam satuan meter per hari. Data tersebut yang nantinya akan digunakan untuk menghitung besar dari total OMH dengan metode pengukuran jarak *euclidean*. Besarnya nilai dari OMH ditentukan dengan mengalikan Omh/m/hari dengan total jarak *euclidean*. Hasil perhitungan total OMH adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Total OMH jarak *euclidean*

Dari – Ke	Omh/m/hari	Total Jarak	OMH (Rp)
1 – F	156,49	41.180,92	6.444.576v,39
2 – 7	86,97	1.980,909	172.283,41
2 – D	86,97	5.750	500.088,44
2 – E	86,97	5.884,301	511.768,87
2 – F	86,97	10.198,04	886.942,86

Dari – Ke	Omh/m/hari	Total Jarak	OMH (Rp)
3 – A	32,90	35.134,58	1.156.018,44
3 – B	32,90	27.536,34	906.016,74
3 – C	32,90	24.186,77	795.807,35
3 – F	32,90	26.550,95	873.594,98
3 – H	32,90	60.689,64	1.996.845,89
4 – A	73,16	352.180,7	25.764.954,59
4 – C	73,16	371.231,1	27.158.646,77
5 – A	64,12	189.159,3	12.128.333,01
5 – B	64,12	267.000,1	17.119.253,01
5 – F	73,16	25.678,6	1.878.603,84
5 – I	32,90	12,5	411,28
6 – 3	86,97	51.788,03	4.504.103,47
6 – F	86,97	114.039,5	9.918.229,44
7 – C	73,16	39.131,19	2.862.772,73
7 – F	86,97	37.680,54	3.277.148,04
8 – 9	63,68	30.000	1.910.362,68
8 – B	73,16	10,07782	737,28
9 – 4	73,16	150.000	10.973.750,46
A – B	73,16	53.764,53	3.933.323,79
A – C	73,16	18.200,27	1.331.501,82
B – C	31,21	157.500	4.916.274,29
C – D	31,21	145.773,8	4.550.247,45
D – E	31,21	125.000	3.901.804,99
E – F	31,21	187.500	5.852.707,49
F – G	31,21	356.304,8	11.121.855,42
H – B	31,21	303.750	9.481.386,14
I – B	73,16	132,8768	9.721,05
I – C	73,16	32,24903	2.359,29
I – 6	73,16	33,00095	2.414,29
I – 7	31,21	0	0
		TOTAL OMH	176.844.846

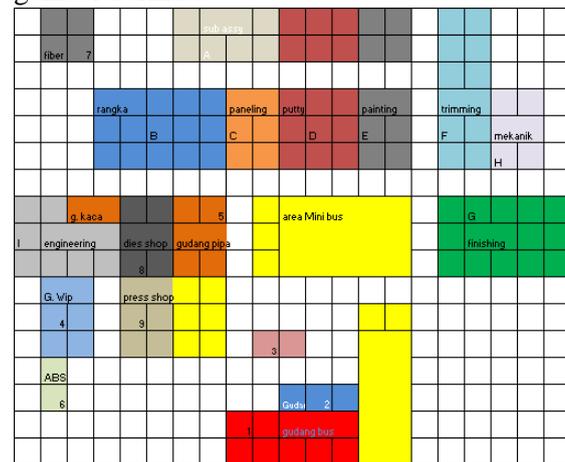
Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka didapatkan hasil total OMH tata letak awal dengan pengukuran euclidean adalah sebesar Rp. 176.844.846. Artinya dalam satu hari kegiatan produksi berlangsung, biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam memindahkan material adalah sebanyak Rp. 176.844.846.

Berdasarkan total OMH dari kedua perhitungan dengan metode jarak yang berbeda, didapati bahwa ongkos *material handling* dari perusahaan sangat besar.

Apabila tidak dilakukan suatu perbaikan tata letak maka laba yang diterima oleh perusahaan tidak optimal karena terjadi pembengkakan anggaran pada penanganan *material handling*.

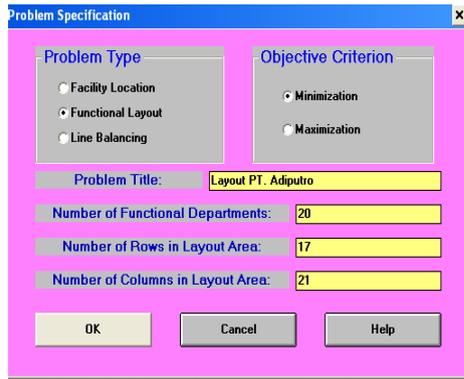
Pembuatan Layout Usulan Menggunakan CRAFT

Dalam membuat tata letak usulan pada *WinQSB 2.0*, bahan masukan yang akan diisi adalah frekuensi dari aliran perpindahan bahan antar departemen/gudang dan letak departemen/gudang yang telah diolah ke bentuk *cell*. Namun sebelumnya harus diketahui berapa jumlah departemen dan gudang serta posisi dari departemen dan gudang tersebut yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. *Blockplan Layout Awal*

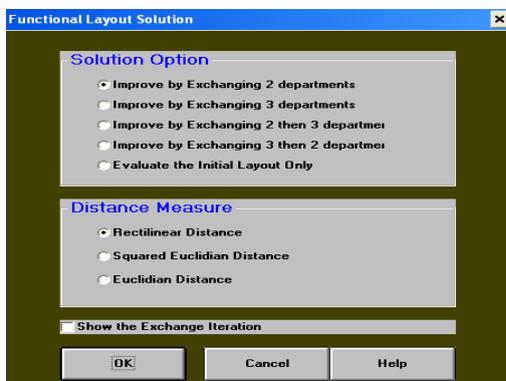
Setelah membuat suatu *blockplan* dan menentukan posisi departemen atau gudang ke bentuk *cell*, maka segera isi data bahan masukan untuk selanjutnya akan dipertimbangkan oleh *software* dalam pembuatan tata letak yang baru. Berikut merupakan hasil masukan awal pada *WinQsb 2.0*,



Gambar 7. Masukan pada awal pembuatan *layout*

Pada gambar di atas masalah yang dipilih adalah *functional layout* karena akan dibahas bagaimana mengoptimalkan tata letak dari departemen yang ada. Selanjutnya, objek kriteria yang dipilih adalah fungsi minimisasi karena akan meminimalisir jarak ataupun ongkos dalam pembuatan *layout* baru. Jumlah departemen dibuat sebanyak 20 karena terdapat 2 departemen tambahan seperti *sub assy* minibus dan departemen minibus yang tidak dimasukkan dalam laporan karena *layout* pembuatan minibus diletakkan dalam batasan masalah, mengingat jumlah produksi dari minibus hanya sedikit dibandingkan dengan produksi bus.

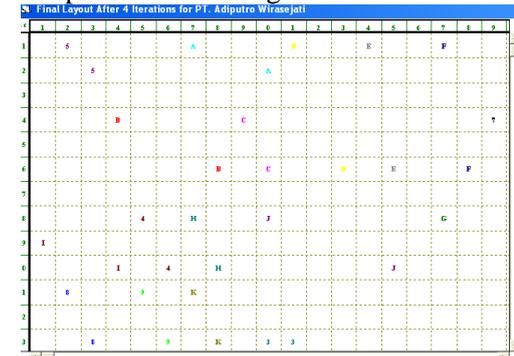
Selanjutnya data yang akan dimasukkan adalah frekuensi data aliran antar departemen dan gudang. Setelah data frekuensi aliran material dan titik kordinat *cell* departemen dan gudang telah di-input, selanjutnya pilih *solve and analyze* dan memasukkan opsi sebagai berikut:



Gambar 8. Data masukan untuk penyelesaian masalah

Pada *functional layout solution* akan dicoba untuk berimprovisasi dengan

menukarkan 2 departemen yang telah dimasukkan tadi. Hal ini dikarenakan, untuk mengubah kembali *layout* secara keseluruhan memerlukan biaya yang besar sehingga hanya dilakukan pertukaran 2 ataupun 3 departemen. Setelah data masukan yang dibutuhkan telah diisi semua maka secara otomatis software akan mencari hasil tata letak dengan beberapa iterasi sehingga setelah melewati 4 iterasi didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 9. Hasil *layout* tata letak usulan algoritma CRAFT

Berdasarkan data hasil pada gambar diatas maka telah terjadi beberapa perpindahan departemen diantaranya Gudang kain dan cat bertukar posisi dengan *ABS & Integral*, terjadi pertukaran dari 3 area yakni *fiber*, gudang pipa & kaca dan mekanik. Lalu selanjutnya terjadi pertukaran posisi antara gudang *WIP* dan *Dies Shop*.

Cost all departements merupakan total jarak yang ditempuh aliran perpindahan material sehingga apabila dikalikan dengan omh/m/hari maka akan mendapatkan hasil total OMH secara keseluruhan. Berikut merupakan hasil olahan data jarak total perpindahan dan total ongkos *material handling*.

Tabel 8. Hasil perhitungan Jarak *Rectilinear* dan *Euclidean* Menggunakan CRAFT

Gudang/ Departemen	Rectilinear		Euclidean	
	Total Jarak Aliran (m)	Total OMH Aliran (Rp)	Total Jarak Aliran (m)	Total OMH Aliran (Rp)
Gudang Bus	55.250	6.873.100	41.180,92	6.149.104,44
Gudang Kain & Cat	46.690	3.227.935,742	33.353,19	691.948,55
Gudang Komponen	177.540	4.643.530,065	138.608,6	870.297,66
Gudang Pipa & Kaca	651.905,2	30.353.547,28	1.637.504	25.081.776,59
<i>ABS & Integral</i>	123.000	8.503.664,52	91.485,29	3.795.926,13

Gudang/ Departemen	Rectilinear		Euclidean	
	Total Jarak Aliran (m)	Total OMH Aliran (Rp)	Total Jarak Aliran (m)	Total OMH Aliran (Rp)
Fiber	58.715	3.736.925,65	56.225	2.003.392,99
Dies Shop	30.026,3	16.317.559,41	30.019,57	912.070,92
Press Shop	150.000	8.723.225,81	150.000	10.470.624,23
Sub Assy Bus	97.500	5.670.096,77	71.964,81	2.511.721,53
Rangka Bus	157.500	3.908.032,26	157.500	4.690.872,18
Panelling Bus	200.000	4.962.580,65	145.773,8	4.341.626,99
Putty Bus	125.000	3.101.612,9	125.000	3.722.914,43
Painting Bus	187.500	4.652.419,35	187.500	5.584.371,64
Trimming Bus	437.500	10.855.645,16	356.304,8	10.611.938,85
Finishing Bus	0	0	0	0
Mekanik	123.750	3.070.596,77	96.120,04	2.862.773,53
Engineering	284,8	14.188,55	209,35	3.653,37
Total	3.394.661	147.837.467	3.712.283	163.494.011

Berdasarkan pengolahan data dari hasil algoritma CRAFT didapati bahwa total jarak untuk jarak *rectilinear* adalah sebesar 3.394.661 meter dan total OMH sebesar Rp. 147.837.467 sedangkan apabila menggunakan perhitungan jarak *euclidean* mendapatkan total jarak sebesar 3.712.283 meter dan total OMH sebesar Rp. 163.494.011.

Rancangan Layout Usulan Menggunakan Hasil Olahan CRAFT

Setelah melakukan pengolahan dan analisis data maka didapatkan suatu usulan rancangan tata letak fasilitas yang baru dengan bantuan *WinQSB 2.0*.

Rancangan *layout* baru mengalami beberapa pertukaran departemen dan gudang. Berikut merupakan *layout* gudang yang baru,



Gambar 10. Rancangan *Layout* Usulan Menggunakan CRAFT

Perbandingan Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

Setelah data total jarak dan total OMH *layout* awal dan usulan telah didapat maka selanjutnya dibuat suatu perbandingan untuk mengetahui apakah *layout* usulan yang baru dapat meminimalisir ongkos perpindahan material sehingga dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keuntungan. Berikut merupakan tabel perbandingan *layout* awal dan *layout* usulan dengan menggunakan 2 metode pengukuran jarak.

Tabel 9. Perbandingan Tata Letak Awal dan Tata Letak Usulan

Parame- ter	Layout Awal		Layout Usulan Metode CRAFT	
	Rectilinear	Euclidean	Rectilinear	Euclidean
Total Jarak (m)	3.903.804	3.407.000	3.394.661	3.712.283
Total OMH (Rp)	175.302.182,2	176.844.846	147.837.467	163.494.011

Hasil perbandingan yang kedua adalah dengan membandingkan kedua total OMH dari 2 metode pengukuran. Berdasarkan hasil yang didapat, total penurunan untuk jarak *rectilinear* adalah sebesar Rp. 27.464.715,2 atau sebesar 15,6 % dan untuk jarak *euclidean* adalah sebesar Rp. 13.350.835 atau sebesar 7,54%. Hal ini menandakan bahwa apabila perusahaan melakukan perbaikan tata letak dengan hasil perancangan yang diperoleh maka perusahaan akan mengalami penurunan dari segi ongkos *material handling*.

Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan tata letak awal maka perusahaan dapat mengetahui jumlah total jarak dan OMH dalam satu hari proses produksi menggunakan 2 metode pengukuran jarak yaitu untuk jarak *rectilinear* jarak yang ditempuh sejauh 3.903.804 m dan membutuhkan OMH sebesar Rp. 175.302.182 dan untuk jarak *euclidean* jarak yang ditempuh adalah sejauh 3.407.000 m dan membutuhkan OMH sebesar Rp. 176.844.846.

Dengan pengurangan jarak untuk perhitungan *rectilinear* sebesar 509.143 m

dari tata letak awal dan -305.283 m untuk perhitungan *euclidean*. Selanjutnya untuk ongkos *material handling* juga mengalami penurunan sebesar Rp. 27.464.715,2 untuk perhitungan *rectilinear* dan Rp. 13.350.835 untuk pengukuran *euclidean* dari tata letak awal.

Pada pengembangan selanjutnya, diharapkan untuk menganalisis pengaturan tata letak pada seluruh departemen yang memproduksi termasuk minibus. Pada pengembangan selanjutnya juga, penulis mengharapkan agar membuat rancangan untuk seluruh area yang mencakup kantor dan tempat parkir.

Departemen minibus yang menjadi tempat produksi sebaiknya dimasukkan dalam perhitungan agar pengaturan tata letak lebih optimal. Departemen untuk produksi bus dan minibus sebaiknya tidak dibuat *fixed* sehingga dapat diubah berdasarkan hasil perhitungan dari komputerisasi.

Daftar Pustaka

- [1] S. Wignjosoebroto, *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*, Jakarta: Guna Widya, 1991.
- [2] R. A. Hadiguna and H. Setiawan, *Tata Letak Pabrik*, Yogyakarta: Andi, 2008.
- [3] M. Aman, et all, "*Analisis tata letak fasilitas produksi dengan algoritma CRAFT untuk menurunkan ongkos material handling pada bagian suzuki original component PT. Mekar Armada Jaya Magelang*," pp. 1-12, 2004.
- [4] A. N. Ningtyas, M. Choiri and W. Azlia, "Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan metode grafik dan CRAFT untuk meminimalisir material handling," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 3, no. 3, pp. 495-504, 2015.
- [5] Wisanti, "Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi untuk efisiensi sistem produksi," Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Surakarta, 2012.
- [6] S. L. Yi, et all, "The Activity Relationship Chart Figure," Researchgate, October 2017. [Online]. Pada: https://www.researchgate.net/figure/The-activity-relationship-diagram_fig9_320578241. [Accessed 10 Desember 2018].
- [7] B. Jawwad, "Cara pengukuran jarak antar dua titik," April 2014. [Online]. Available: <http://bisyruljawwad.blogspot.com/2014/04/cara-pengukuran-jarak.html>. [Accessed 13 November 2018].