

EFEKTIFITAS PENGGUNAAN METODE EUCLIDIAN DAN AISLE UNTUK PENATAAN SITE LAYOUT OPTIMAL PROYEK DERMAGA X

Sitti Safiatus Riskijah
Politeknik Negeri Malang
Jalan Sukarno Hatta No. 9 Malang
ririssafiatus@gmail.com

Abstrak

Pengaturan site layout proyek sangat bervariasi tergantung pada jumlah dan dimensi fasilitas sementara yang dibutuhkan, luas area yang tersedia, dan lain-lain. Penempatan fasilitas akan mempengaruhi total jarak tempuh dari fasilitas satu ke fasilitas lainnya. Terdapat beberapa metode pengukuran jarak diantaranya adalah metode Euclidean dan Aisle. Tujuan penelitian yaitu untuk menentukan metode yang paling efektif dalam pengukuran jarak antar fasilitas sementara Proyek Dermaga X dalam menentukan site layout yang optimal. Data yang dibutuhkan adalah gambar site layout, jenis fasilitas sementara, jarak antar fasilitas, jumlah perpindahan tenaga kerja, daerah zona bahaya dan tidak bahaya. Pengukuran jarak menggunakan metode Eucladian dan Aisle. Penentuan site layout optimum menggunakan metode *Multiobjective Function*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran jarak antar fasilitas dengan menggunakan metode Eucladian menghasilkan site layout yang paling optimal dibandingkan metode Aisle dengan nilai travelling distance dan safety indeks terkecil yaitu pada site layout alternatif 1 dengan kondisi equal site layout. Optimasi menggunakan metode Multiobjective Function dengan nilai penyetaraan 30% TD dan 70% SI serta 40% TD dan 60% SI diperoleh site layout alternatif 1 paling optimum dengan total nilai penyetaraan TD dan SI sebesar 1,0181 dan 1,0164 yang merupakan nilai TD dan SI penyetaraan terkecil.

Kata Kunci: site layout, dermaga X, optimal, travelling distance, safety indeks

1. PENDAHULUAN

Perluasan Proyek Dermaga X di Jawa Timur dilaksanakan oleh PT. X mulai tahun 2019 sampai dengan tahun 2020. Dalam pelaksanaannya Kontraktor ini dituntut untuk melakukan efisiensi, salah satu caranya adalah melakukan optimasi penataan fasilitas proyek (*site layout*). Optimasi ini perlu dilakukan karena penempatan fasilitas proyek dapat bervariasi tata letaknya, dan dapat menimbulkan jarak tempuh serta tingkat keselamatan dan keamanan tenaga kerja yang bervariasi pula. Pengaturan site layout proyek sangat bervariasi tergantung pada jumlah dan dimensi fasilitas sementara yang dibutuhkan, luas area yang tersedia, serta rencana mobilisasi alat dan kendaraan. Penelitian terdahulu [1] menyatakan bahwa site layout yang optimum akan menghasilkan jarak tempuh yang pendek dan nilai indeks keamanan yang kecil sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja, dan [2] menyatakan bahwa site layout yang optimum dapat dianalisis menggunakan metode Multi Objective Function dengan cara menganalisis dua parameter yaitu nilai jarak tempuh antar fasilitas atau *travel distance* (TD) dan indeks keamanan atau *safety indeks* (SI).

Penempatan fasilitas akan mempengaruhi total jarak tempuh dari fasilitas satu ke fasilitas lainnya, dimana jarak tempuh dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa metode diantaranya adalah

metode Euclidean dan Aisle. Metode Euclidean merupakan salah satu metode yang sudah umum digunakan [3], sedangkan metode Aisle merupakan metode pengukuran jarak aktual sepanjang lintasan atau gang/*Aisle* [4]. Dengan alasan itulah maka perlu dilakukan perbandingan antar dua metode tersebut untuk mengetahui metode yang paling efektif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan metode yang paling efektif dalam pengukuran jarak antar fasilitas sementara Proyek Dermaga X dalam menentukan site layout yang optimal.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Site Layout

Penataan Site layout adalah suatu rencana perletakan bangunan sementara sebagai sarana pendukung pelaksanaan pekerjaan proyek, seperti kantor sementara, workhsop pembuatan beton precast, gudang material dan alat, jalan masuk dan keluar proyek, dan lain sebagainya [5]. Site layout yang efisien memberikan kualitas lingkungan konstruksi yang unggul dan aman, untuk itu perlu optimasi untuk meminimalkan dampak bahaya dan mengurangi konsekuensi efek domino [6]. [7] dalam [5] mengelompokkan tipe fasilitas dalam 3 jenis, yaitu 1) fasilitas sementara, yaitu fasilitas yang diletakkan di tempat kosong mana saja yang terdapat di lahan proyek konstruksi; 2) fasilitas tetap, yaitu fasilitas yang memiliki tempat tetap di lapangan dan

berhubungan dengan fasilitas lain; dan 3) obstacle adalah hambatan atau non allocatable yang tidak bisa ditempati untuk fasilitas di lahan proyek konstruksi.

Penataan fasilitas sementara yang optimal akan menghasilkan total jarak (*total distance*) yang terkecil. Jarak tempuh atau *travelling distance* adalah jarak yang dicapai selama terjadi pergerakan material, tenaga kerja, dan peralatan dari fasilitas satu ke fasilitas lain, yang dihitung menggunakan persamaan 2-1 [8].

$$\text{Travelling Distance (TD)} = \sum_{ij=1}^n (d_{ij} \cdot f_{ij}) \quad (2-1)$$

Keterangan: TD: hubungan antara jarak dengan frekuensi perpindahan tenaga kerja antar fasilitas; d : jarak antar fasilitas; f : frekuensi perpindahan antar fasilitas; dan n : jumlah fasilitas.

2.2. Metode Pengukuran Jarak

Secara umum, pengukuran jarak dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan pendekatan Euclidean, Squared Euclidean, Rectilinear, Tchebychev, Aisle Distance, Adjacency, dan Shortest Path. Tiga pendekatan yang umum digunakan adalah pendekatan Euclidean, Squared Euclidean, dan Rectilinear [3]. Dalam penelitian ini akan membandingkan hasil site layout optimal dengan menggunakan 2 metode yaitu metode Euclidean dan Aisle.

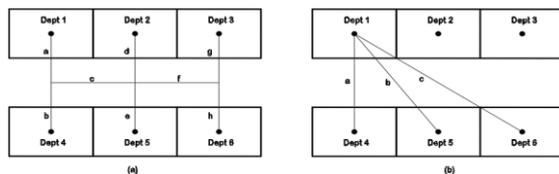
Metode Aisle merupakan metode pengukuran jarak aktual sepanjang lintasan atau gang (Aisle). Gambar 1 (a) menunjukkan ukuran jarak Aisle dari departemen 1 ke departemen 5 dan dapat dihitung menggunakan persamaan 2-2 [4].

$$d(1,5) = a + c + e \quad (2-2)$$

Sedangkan Euclidean distance merupakan salah satu metode perhitungan jarak yang digunakan untuk mengukur jarak dari 2 (dua) buah titik dalam Euclidean space (meliputi bidang euclidean dua dimensi, tiga dimensi, atau bahkan lebih). Untuk mengukur tingkat kemiripan data dengan rumus euclidean distance digunakan persamaan 2-3 [9].

$$d(x, y) = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2-3)$$

Keterangan: d : jarak antara x dan y, x : data pusat kluster, y : data pada atribut, i : setiap data, n : jumlah data, xi = data pada pusat kluster ke i, yi = data pada setiap data ke i.



Gambar 1. Ilustrasi Pengukuran Jarak Metode Aisle dan Metode Euclidean

Ilustrasi pengukuran metode Euclidean dan metode Aisle ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 (a)

menunjukkan ukuran jarak Aisle dari departemen 1 ke departemen 5 adalah jumlah dari a, b, dan c. Sedangkan pada Gambar 1 (b) menunjukkan ukuran jarak Euclidean dari departemen 1 ke departemen 5 adalah b.

2.3. Frekuensi Perpindahan

Frekuensi perpindahan tenaga kerja antar fasilitas tergantung pada seberapa sering tenaga kerja berpindah dari satu fasilitas ke fasilitas lain. Frekuensi perjalanan tenaga kerja dikatakan berpindah satu kali jika tenaga kerja berpindah dari departemen 1 menuju departemen 2. Dan jika tenaga kerja bergerak dari departemen 2 menuju departemen 1 dan kembali lagi ke departemen 2 maka dihitung dua kali melakukan perpindahan. Jumlah frekuensi perpindahan ini dapat ditentukan dengan cara pengamatan langsung dilapangan, atau wawancara, atau dengan questioner.

2.4. Tingkat Keamanan dan Keselamatan

Menurut [10] tingkat keamanan (*Safety Index*) dihitung berdasarkan hubungan antara nilai tingkat keamanan antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan tenaga kerja antar fasilitas. Nilai tingkat keamanan dapat dihitung menggunakan proporsi jarak. Dalam pelaksanaan proyek, tenaga kerja dapat melalui beberapa zona bahaya sekaligus ketika berpindah dari satu fasilitas menuju fasilitas yang lain. Tabel 2.1 menyajikan klasifikasi tingkat bahaya yang dimaksud.

TABEL 2.1. KLASIFIKASI TINGKAT BAHAYA DAN KRITERIA BAHAYA

Safety Index	Kriteria Kecelakaan	Kriteria Bahaya
1	Tidak Berbahaya	Area bebas dari radius jangkauan lengan Crawler Crane dan zona bahaya Genset
2	Cukup Berbahaya	Didalam radius jangkauan lengan Crawler Crane atau berada dalam zona bahaya Genset
3	Sangat Berbahaya	Didalam zona bahaya gabungan antara lengan Crawler Crane dan zona bahaya Genset

Pengaturan site layout yang tepat dapat meminimumkan kecelakaan kerja, karena semakin besar frekuensi perpindahan tenaga kerja akan semakin besar kemungkinan kecelakaan kerja terjadi sehingga semakin kecil nilai safety-nya. Nilai safety dapat dihitung menggunakan persamaan 2-4 [1].

$$\text{Nilai Safety} = \left(\frac{a}{d} \cdot e\right) + \left(\frac{b}{d} \cdot e\right) + \left(\frac{c}{d} \cdot e\right) \quad (2-4)$$

Keterangan: a = Total per jarak ke zona 1 (m), b = Total per jarak ke zona 2 (m), c = Total per jarak ke zona 3 (m), d = Total jarak keseluruhan antar fasilitas (m), dan e = Nilai *Safety Index* (1, 2, 3).

Sedangkan Nilai *Safety Index* (SI) atau hubungan antara tingkat keamanan dan keselamatan

dengan frekuensi perpindahan dapat dihitung menggunakan persamaan 2-5 [8].

$$Safety\ Index\ (SI) = \sum_{i,j=1}^n (S_{ij} \cdot f_{ij}) \quad (2-5)$$

Keterangan: SI = hubungan antara tingkat keamanan frekuensi perpindahan antar fasilitas, S = tingkat keamanan, f = frekuensi perpindahan antar fasilitas, dan n = jumlah fasilitas.

2.5. Metode Multi Objective Function

Optimasi site layout dapat menggunakan metode *Multi Objective Function*. Metode ini merupakan metode optimasi yang melibatkan lebih dari satu fungsi tujuan yang akan dioptimasi secara bersamaan untuk memperoleh nilai yang paling minimum. Metode ini menghitung *travelling distance* serta meninjau *safety index* untuk mengetahui tingkat keamanan dan keselamatan pekerja di suatu layout proyek [2]. Pemilihan site layout yang paling optimal menggunakan perbandingan presentase nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan dengan presentase untuk nilai jarak tempuh sebesar 40% dan nilai tingkat keamanan sebesar 60% (Waskita Karya, 2014) dalam [11]. Selain itu pendapat lain dari presentase yang digunakan untuk nilai jarak tempuh sebesar 30% dan nilai tingkat keamanan sebesar 70% (PT. PP (Persero) Tbk., 2014) dalam [10]. Nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan kemudian disetarakan untuk mendapatkan hasil nilai yang paling minimal. Secara umum nilai penyeteraan dihitung menggunakan persamaan 2-6 dan 2-7.

$$TD\ Penyeteraan = \left(\frac{Nilai\ TD\ m}{Nilai\ TD\ Terkecil} \right) \cdot P\% \quad (2-6)$$

$$SI\ Penyeteraan = \left(\frac{Nilai\ SI\ m}{Nilai\ SI\ Terkecil} \right) \cdot P\% \quad (2-7)$$

Keterangan: m = skenario optimasi yang ditawarkan, dan P = presentase nilai jarak tempuh ataupun tingkat keamanan.

3. Metodologi Penelitian

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil questioner tentang frekuensi perpindahan tenaga kerja dari satu fasilitas ke fasilitas lain. Sedangkan data sekunder berupa deskripsi proyek dermaga X, posisi alat berat yang beroperasi yaitu 2 unit Crawler Crane, struktur organisasi, dan site layout eksisting.

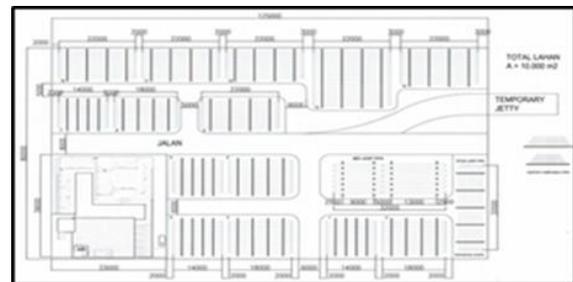
Rancangan penelitian dengan menyajikan 3 alternatif site layout. Alternatif ini dibuat dengan cara melakukan perpindahan antar fasilitas, dan nantinya akan dipilih yang paling optimal. Ketentuan yang digunakan adalah, fasilitas yang dipindah memiliki luas yang sama atau hampir sama. Alternatif 1: fasilitas stock pipe pile 2 ditukar dengan Bed joint pipe, Bed joint pipe ditukar dengan stock pipe pile 3, dan stock pipe pile 3 ditukar dengan stock pipe pile 2, Stock pipe pile 4 ditukar Stock pipe pile 7. Alternatif 2: Musholla ditukar dengan Parkir sepeda motor, Parkir sepeda motor ditukar dengan Taman 1, Taman 1 ditukar dengan

Musholla, Kantin ditukar dengan Cafe. Alternatif 3: Musholla ditukar dengan Parkir sepeda motor, Parkir sepeda motor ditukar dengan Taman 1, Taman 1 ditukar dengan Musholla, Kantin ditukar dengan Cafe, Stock pipe pile 2 ditukar Bed joint pipe, Bed joint pipe ditukar Stock pipe pile 3, dan Stock pipe pile 3 ditukar Stock pipe pile 2, Stock pipe pile 4 ditukar Stock pipe pile 7.

Setelah semua data tersedia langkah selanjutnya mengidentifikasi fasilitas sementara proyek, menghitung jarak antar fasilitas, frekuensi perpindahan tenaga kerja, dan *Safety Index (SI)* dan *Travelling Distance (TD)* untuk *site layout existing* dan alternatif. Kemudian menentukan *site layout* yang paling optimum dengan cara membuat grafik pareto optima dan menghitung nilai safety indeks dimana dalam pengukuran jarak menggunakan dua metode Euclidean dan metode Aisle. Selanjutnya dari dua metode pengukuran jarak akan dibandingkan untuk mengetahui tingkat efektifitas penggunaan metode tersebut dalam menentukan site layout yang optimal.

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam mengidentifikasi fasilitas dilapangan perlu dibedakan atas fasilitas yang dapat dilakukan pemindahan lokasi yaitu fasilitas sementara atau yang dapat bergerak (*temporarry*), sedangkan fasilitas yang tetap (*fixed*) letaknya tidak dapat dipindah. Selain itu adanya batasan atau *constraint*, berupa fasilitas yang tidak dapat dipindahkan karena alasan perencanaan awal. Kriteria fasilitas dijelaskan sebagai berikut: fasilitas *temporarry* yaitu: post satpam, parkir mobil, Musholla, laboratorium, gudang logistik, gudang HSE, gudang mekanik, parkir sepeda motor, Taman 1 dan 2, teras, kantin, cafe, ruang produksi, toilet 1 dan 2, klinik, ruang HSE, ruang owner, dan ruang konsultan, stock pipe pile 1 sampai 7, bed joint pipa, dan temporary jetty. Fasilitas *fixed* yaitu: ruang genset, ruang tangki solar, dan direksikeet. Site layout proyek kondisi eksisting ditunjukkan pada Gambar 2. Fasilitas sementara proyek dan dimensinya disajikan pada Tabel 4-1.



Gambar 2. Site Layout Ekisting

TABEL 4-1 DIMENSI FASILITAS SEMENTARA PROYEK

No.	Fasilitas	P	L	Luas (m ²)
1	Pos Satpam	3.6	3.6	13.0
2	Parkir Mobil	7.5	5.0	37.5
3	Musholla	5.0	5.0	25.0
4	Ruang Genset	4.0	5.5	22.0
5	Ruang Tangki Solar	4.0	2.5	10.0
6	Laboratorium	3.0	2.4	7.2
7	Gudang Logistik	3.0	2.4	7.2
8	Gudang HSE	3.0	2.4	7.2
9	Gudang Mekanik	3.0	2.4	7.2
10	Parkir Sepeda Motor	10.0	2.4	24.0
11	Taman 1	3.6	4.2	15.1
12	Taman 2	5.0	10.0	50.0
13	Direksi Keet Kontraktor	14.4	15.5	223.2
14	Teras	12.5	1.3	15.6
15	Kantin	4.0	6.0	24.0
16	Café	7.0	5.0	35.0
17	Ruang Produksi	4.0	3.0	12.0
18	Toilet 1	1.5	2.0	3.0
19	Toilet 2	1.5	2.0	3.0
20	Klinik	2.4	2.0	4.8
21	Ruang HSE	2.4	2.0	4.8
22	Ruang Owner	3.4	2.5	8.5
23	Ruang Konsultan	5.8	2.5	14.5
24	Stock Pipe Pile 1	82.0	16.5	1353.0
25	Stock Pipe Pile 2	38.0	16.5	627.0
26	Bed Joint Pipa	38.0	16.5	627.0
27	Stock Joint Pipa	10.0	39.0	390.0
28	Stock Pipe Pile 3	36.0	14.0	504.0
29	Stock Pipe Pile 4	22.0	14.0	308.0
30	Stock Pipe Pile 5	72.0	14.0	1008.0
31	Stock Pipe Pile 6	25.0	22.4	559.4
32	Stock Pipe Pile 7	28.0	14.0	392.0
33	Temporary Jetty	16.0	7.0	112.0

Hasil pengukuran Jarak antar fasilitas sementara berdasarkan denah site layout existing sesuai rute pergerakan tenaga kerja dari 1 fasilitas ke fasilitas lain menggunakan metode Euclidean dan Aisle disajikan pada Tabel 4-2.

TABEL 4-2. JARAK ANTAR FASILITAS

HASIL PENGUKURAN JARAK (m)						
METODE EUCLIDEAN (1)						
Fasilitas	Pos Satpam	Parkir Mobil	Musholla	R. Genset	R. Tangki Solar	...
Pos Satpam	0.00	17.04	19.97	6.40	10.40	
Parkir Mobil	17.04	0.00	8.25	23.42	27.40	
Musholla	19.97	8.25	0.00	25.76	29.42	
Ruang Genset	6.40	23.42	25.76	0.00	4.00	
R. Tangki Solar	10.40	27.40	29.42	4.00	0.00	
Laboratorium	10.57	26.83	27.73	5.35	5.35	
Gudang Logistik	11.93	27.12	27.11	7.85	7.85	
HASIL PENGUKURAN JARAK (m)						
METODE AISLE (2)						
Fasilitas	Pos Satpam	Parkir Mobil	Musholla	R. Genset	R. Tangki Solar	...
Pos Satpam	0	19.31	27.56	11.28	15.11	
Parkir Mobil	19.31	0	13.47	26.10	30.15	
Musholla	27.56	13.47	0	34.35	38.93	
Ruang Genset	11.28	26.10	34.35	0	8.67	
R. Tangki Solar	15.11	30.15	38.93	8.67	0	
Laboratorium	18.14	27.95	33.90	7.55	7.85	
Gudang Logistik	21.14	30.95	30.90	10.55	10.85	
HASIL PENGUKURAN JARAK (m)						
SELISIH JARAK (2-1) (m)						
Fasilitas	Pos Satpam	Parkir Mobil	Musholla	R. Genset	R. Tangki Solar	...
Pos Satpam	0.00	2.27	7.59	4.88	4.71	
Parkir Mobil	2.27	0.00	5.22	2.68	2.76	

Musholla	7.59	5.22	0.00	8.59	9.51	
Ruang Genset	4.88	2.68	8.59	0.00	4.67	
R. Tangki Solar	4.71	2.76	9.51	4.67	0.00	
Laboratorium	7.57	1.13	6.18	2.20	2.50	
Gudang Logistik	9.21	3.83	3.79	2.70	3.00	

Hasil analisis data tentang frekuensi perpindahan tenaga kerja disajikan dalam Tabel 4-3.

Tabel 4-3. FREKUENSI PERPINDAHAN TENAGA KERJA ANTAR FASILITAS

SITE LAYOUT AWAL								
A. NILAI SAFETY ANTAR FASILITAS								
Fasilitas	Pos Satpam	Parkir Mobil	Musholla	R. Genset	R. Tangki Solar	Laboratorium	Gudang Logistik
Pos Satpam	0	1.58	1.51	2.00	2.00	2.00	2.14	
Parkir Mobil	1.58	0						
Musholla	1.51	1.00	0					
Ruang Genset	2.00	1.69	1.62	0				
R. Tangki Solar	2.00	1.74	1.67	2.00	0			
Laboratorium	2.00	1.72	1.64	2.00	2.00	0		
Gudang Logistik	2.14	1.78	1.69	2.23	2.35	2.85	0	
B. FREKUENSI PERPINDAHAN TENAGA KERJA								
Fasilitas	Pos Satpam	Parkir Mobil	Musholla	R. Genset	R. Tangki Solar	Laboratorium	Gudang Logistik
Pos Satpam	0	3	2	1	1	0	1	
Parkir Mobil	3	0	3	1	0	1	1	
Musholla	2	3	0	1	0	1	1	
Ruang Genset	1	0	0	0	1	0	1	
R. Tangki Solar	1	0	0	1	0	0	1	
Laboratorium	1	1	1	0	1	0	1	
Gudang Logistik	1	1	1	1	1	0	0	

Hasil perhitungan TD dan SI dimana pengukuran jarak menggunakan metode Euclidean dan Aisle disajikan pada Tabel 4-4, dan nilai peningkatan atau penurunan TD dan SI disajikan pada Tabel 4-5. Selanjutnya dapat dibuat grafik pareto optima seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.

TABEL 4-4. HASIL PERHITUNGAN TD DAN SI

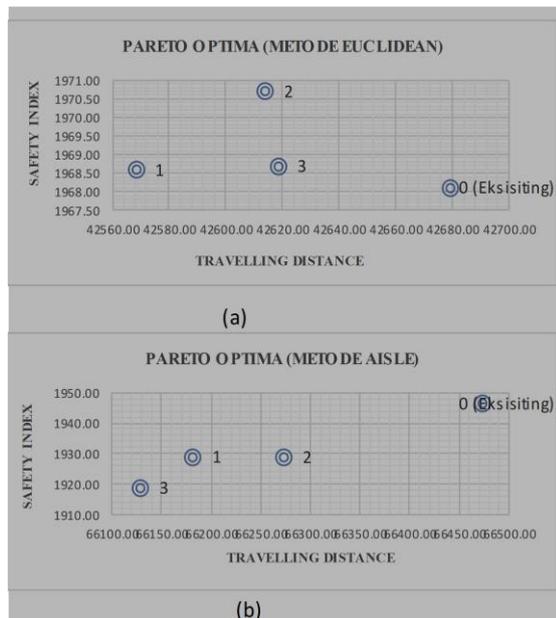
Fasilitas	TD Alt 1			SI Alt 1		
	Pos Satpam	Parkir Mobil	Pos Satpam	Parkir Mobil
Metode Euclidean						
Pos Satpam	0.00	51.11		0.00	1.58	
Parkir Mobil	51.11	0.00		1.58	0.00	
Musholla	39.93	24.75		1.51	1.00	
Ruang Genset	6.40	0.00		2.00	1.69	
R. Tangki Solar	10.40	0.00		2.00	1.74	
Laboratorium	10.57	26.83		2.00	1.72	
Gudang Logistik	11.93	27.12		2.14	1.78	
Metode Aisle						
Pos Satpam	0.00	57.92		0.00	4.86	
Parkir Mobil	57.92	0.00		4.86	0.00	
Musholla	55.11	40.40		3.14	3.00	
Ruang Genset	11.28	0.00		2.00	0.00	
R. Tangki Solar	15.11	0.00		2.00	0.00	
Laboratorium	18.14	27.95		2.00	1.74	
Gudang Logistik	21.14	30.95		2.10	1.83	

TABEL 4-5. NILAI PENINGKATAN/PENURUNAN TD

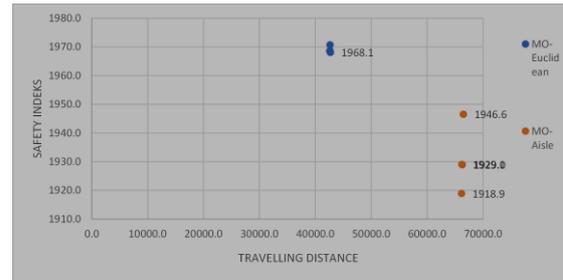
Metode	Alter-natif	Peningkatan/Penurunan TD Terhadap TD Existing			Peningkatan/Penurunan SI Terhadap SI Existing		
		Nilai	Peningkatan	Penurunan	Nilai	Peningkatan	Penurunan
Euclidean	0	42679.0	-	-	1968.1	-	-
	1	42568.4	-	0.259%	1968.6	0.024%	-
	2	42614.0	-	0.152%	1970.7	0.131%	-
	3	42618.7	-	0.141%	1968.7	0.029%	-
Aisle	0	66474.4	-	-	1946.6	-	-
	1	66182.2	-	0.440%	1929.1	-	0.897%
	2	66273.3	-	0.303%	1929.0	-	0.904%
	3	66129.2	-	0.519%	1918.9	-	1.419%
Nilai Minimum		42568.4			1918.9		

Tabel 4-5 diketahui bahwa site layout alternatif 1 merupakan site layout optimal berdasarkan nilai TD terkecil yaitu sebesar 42568,4 meter, dengan perhitungan jarak menggunakan metode Euclidean. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 2 (a) yang menunjukkan bahwa site layout alternatif 1 berada pada posisi terdekat dengan sumbu koordinat grafik pareto optimal.

Sedangkan site layout alternatif 3 merupakan site layout optimal berdasarkan nilai SI terkecil yaitu sebesar 1918,9 dimana perhitungan jarak menggunakan metode Aisle. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 2 (b) yang menunjukkan bahwa site layout alternatif 3 berada pada posisi terdekat dengan sumbu koordinat grafik pareto optimal. Grafik 3 merupakan grafik pareto optima gabungan antara metode Euclidean dan metode Aisle dalam pengukuran jarak antar fasilitas.



Gambar 2. Grafik Pareto Optima Kondisi Eksisting dan Alternatif



Grafik 3. Grafik Pareto Optima Gabungan Antara Metode Euclidean dan Metode Aisle Dalam Pengukuran Jarak Antar Fasilitas.

Selanjutnya dari hasil pengukuran TD dan SI akan diperbandingkan untuk mengetahui tingkat efektifitas penggunaan 2 metode tersebut dalam menentukan site layout yang optimal dengan cara melakukan nilai penyetaraan TD dan SI dengan komposisi 30% dan 70% atau 40% dan 60%. Hasil penyetaraan nilai TD dan SI disajikan dalam Tabel 4-6.

TABEL 4-6 HASIL PENYETARAAN NILAI TD DAN SI DENGAN KOMPOSISI 30% - 70% SERTA 40% - 60%

ALTER NATIF	Euclidean				Aisle			
	0	1	2	3	0	1	2	3
TD	1.003	1.000	1.001	1.001	1.562	1.555	1.557	1.553
SI	1.026	1.026	1.027	1.026	1.014	1.005	1.005	1.000
TD x 30%	0.301	0.300	0.300	0.300	0.468	0.466	0.467	0.466
SI x 70%	0.718	0.718	0.719	0.718	0.710	0.704	0.704	0.700
TOTAL	1.019	1.018	1.019	1.019	1.179	1.170	1.171	1.166
MIN	1.018							
TD	1.003	1.000	1.001	1.001	1.562	1.555	1.557	1.553
SI	1.026	1.026	1.027	1.026	1.014	1.005	1.005	1.000
TD x 40%	0.401	0.400	0.400	0.400	0.625	0.622	0.623	0.621
SI x 60%	0.615	0.616	0.616	0.616	0.609	0.603	0.603	0.600
TOTAL	1.016	1.016	1.017	1.016	1.233	1.225	1.226	1.221
MIN	1.016							

Berdasarkan Tabel 4-6 diketahui bahwa pengukuran jarak antar fasilitas dengan menggunakan metode Euclidean menghasilkan site layout yang paling optimal dengan nilai travelling distance dan safety indeks terkecil yaitu pada site layout alternatif 1 dengan kondisi equal site layout. Hal ini terjadi dikarenakan metode Euclidean dalam mengukur jarak dengan cara mengukur dari pusat site layout ke pusat site layout lainnya tanpa memperhitungkan kendala/hambatan yang ada sehingga diperoleh jarak yang lebih pendek dari metode Aisle. Sedangkan Metode Aisle mengukur jarak dari pusat fasilitas ke fasilitas lainnya dengan mempertimbangkan kendala/hambatan yang ada, dengan kata lain pengukuran jarak akan mengikuti jalur atau jalan yang ada dari fasilitas 1 ke fasilitas lainnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Site layout* yang paling optimal berdasarkan *Travelling Distance* (TD) pada Proyek Dermaga X terdapat pada Alternatif 1 dengan TD terkecil yaitu sebesar 42568,4 meter, dimana perhitungan jarak menggunakan

- metode Euclidean. Site layout alternatif 1 yaitu dengan menggeser posisi 3 fasilitas dari kondisi eksisting, yaitu stock pipe pile 2 digeser ke bed joint pipe, bed joint pipe digeser ke stock pipe pile 3, stock pipe pile 3 digeser ke stock pipe pile 2, stock pipe pile 7 digeser ke stock pipe pile 4, dan stock pipe pile 4 digeser ke stock pipe pile 7.
2. *Site layout* yang paling optimal berdasarkan *Safety indeks (SI)* yaitu pada Alternatif 3 dengan SI terkecil yaitu sebesar 1918,9 dimana perhitungan jarak menggunakan metode Aisle.
 3. *Site layout* yang paling optimal menggunakan metode *Multiobjective Function* dengan nilai penyetaraan 30% TD dan 70% SI serta 40% TD dan 60% SI diketahui bahwa Alternatif 1 merupakan alternatif *site layout* paling optimum dengan nilai penyetaraan TD dan SI total sebesar 1,0181 dan 1,0164 yang merupakan nilai TD dan SI penyetaraan terkecil.
 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran jarak antar fasilitas dengan menggunakan metode Euclidean menghasilkan *site layout* yang paling optimal dibandingkan metode Aisle dengan nilai total nilai penyetaraan TD dan SI sebesar 1,0181 dan 1,0164 yang merupakan nilai TD dan SI penyetaraan terkecil.

Daftar Pustaka

- [1] Pradana, E., & Nurcahyo, C. B. (2014). Analisis Tata Letak Fasilitas Proyek Menggunakan Activity Relationship Chart dan Multi-Objectives Function pada Proyek Pembangunan Apartemen De Papilio Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), D131-D136.
- [2] Gunawan, Rian O., & Nurcahyo, Cahyono B. (2014). Optimasi Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Multi Objective Function pada Pembangunan Proyek Apartemen Nine Residence Jakarta. *Jurnal Teknik POMITS Vol.3, No.2*. ISSN:2337-3539.
- [3] Nicholas, Rio Wirawan, dkk. (2018). Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Lantai Produksi untuk Memaksimalkan Area Produksi (Studi Kasus PT. XYZ). *Jurnal Metris* 19 (2018) 111-122.
- [4] Charina, A., Novareza, O., & Azlia, W. (2017). *Optimalisasi Tata Letak Fasilitas Pabrik Pembuatan Bola Dengan Menerapkan Metode Craft*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 5(6), p1183-1193.
- [5] Setyobudi, D. B. (2017). *Optimasi Site Layout pada Proyek Pembangunan Apartemen Pavilion Permata Tower 2* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER).
- [6] Abune'Meh, M., El Meouche, R., Hijaze, I., Mebarki, A., & Shahrour, I. (2016). *Optimal construction site layout based on risk spatial variability*. *Automation in Construction*, 70, 167-177.
- [7] Hegazy, T. & Elbeltagi, E. (1999). EvoSite: Evolution-Based Model for Site Layout Planning. *Journal of Computing in Civil Engineering*. DOI:10.1061(ASCE)0887-3801(1999)13:3(198). Corpus IDE: 109492862.
- [8] Effendi, D. T., Adi, T. J. W., & Putri, Y. E. (2012). Optimasi (Unequal) Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya. *Jurusan Teknik Sipil*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] Nisom, M. 2019. Perbandingan akurasi euclidean distance, minkowski distace, dan manhattan distance pada algoritma k-means clustering berbasis chi-square. *Jurnal pengembangan it (jpit)*. Vol.04.n0.01. 2019. Issn:2477-5126. E-issn:2548-9356
- [10] Kurniawan, D., Unas, S. E., & Zacoeb, A. (2015). Optimasi *site layout* menggunakan multi-objectives function (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III). *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), pp-25
- [11] Syarief, M. R., Hasyim, M. H., & Unas, S. E. (2015). *Optimasi Site Layout Menggunakan Multi-objectives Function (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung B Ptiik Universitas Brawijaya Malang)*. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(3), pp-986.