

**OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES*
*FUNCTION***

**(Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas
Negeri Malang Tahap III)**

NASKAH PUBLIKASI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik**



**Disusun oleh :
DANANG KURNIAWAN
NIM : 105060100111008**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION*

(Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III)

Danang Kurniawan¹, Saifoe El Unas², Achfas Zacoeb²
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend Haryono No. 167 Malang 65145 Indonesia
e-Mail : kurniawan.danang91@yahoo.com

Proyek konstruksi bangunan selalu diikuti dengan pembangunan fasilitas sementara di sekitarnya. Fasilitas-fasilitas tersebut berguna untuk menunjang jalannya proyek konstruksi sehingga setiap proyek memiliki fasilitas sementara yang berbeda. Tata letak fasilitas sementara harus diperhatikan sehingga memberikan manfaat yang optimal bagi proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *site layout* yang optimal dari proyek yang ditinjau.

Pada lokasi proyek yang ditinjau, terdapat lahan kosong yang belum dimanfaatkan yang dapat digunakan untuk penempatan fasilitas sementara. Berdasarkan kondisi tersebut maka digunakan metode *unequal site layout* dalam penataan fasilitas sementara. Parameter yang digunakan dalam optimasi *site layout* adalah nilai jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*). Skenario optimasi dilakukan dengan meminimalkan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan untuk penataan *site layout* sebanyak 8 kondisi. Proses perhitungan jarak tempuh dan tingkat keamanan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu dengan memperhitungkan semua fasilitas dan mengabaikan beberapa fasilitas.

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan pada *site layout* sesuai kondisi eksisting di lapangan belum optimal. Nilai jarak tempuh paling optimal didapatkan pada kondisi 5 baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun dengan mengabaikan beberapa fasilitas. Nilai tingkat keamanan paling optimal didapatkan pada kondisi 4 baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun dengan mengabaikan beberapa fasilitas. Kondisi *site layout* paling optimal sesuai kriteria prioritas kontraktor pelaksana, yaitu 30% untuk nilai *traveling distance* dan 70% untuk nilai *safety index* adalah skenario 6.

Kata kunci : optimasi, *unequal site layout*, jarak tempuh, tingkat keamanan

I. PENDAHULUAN

Dalam suatu proyek konstruksi akan kita jumpai fasilitas-fasilitas penunjang di sekitar lokasi pembangunan proyek tersebut. Fasilitas-fasilitas penunjang ini tidak akan sama dalam setiap proyek. Penempatan fasilitas tersebut harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi produktivitas kerja suatu proyek. Oleh karena itu, penempatan

fasilitas sementara pada suatu proyek perlu direncanakan.

Perencanaan *site layout* meliputi identifikasi fasilitas-fasilitas pendukung pekerjaan pada proyek, menentukan ukuran dan bentuk fasilitas-fasilitas tersebut, dan menempatkan fasilitas-fasilitas tersebut pada lokasi yang tersedia (Tommelein dkk,1991). Perencanaan *site layout* dibagi menjadi dua, yaitu *equal site layout* dan *unequal*

¹ Mahasiswa Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya

site layout. *Equal site layout* adalah kondisi di mana jumlah lokasi yang tersedia pada area proyek sama dengan jumlah lokasi yang dibutuhkan untuk penempatan fasilitas proyek yang ada, sedangkan *unequal site layout* merupakan kondisi di mana jumlah lokasi yang tersedia lebih banyak daripada jumlah lokasi yang dibutuhkan untuk penempatan fasilitas yang ada di proyek.

Proses perencanaan *site layout* memiliki beberapa kemungkinan alternatif sehingga timbul permasalahan. Masalah yang timbul dalam perencanaan suatu *site layout* diantaranya adalah mengidentifikasi berbagai jenis fasilitas yang diperlukan untuk mendukung berjalannya suatu proyek. Masalah lain adalah menempatkan sejumlah fasilitas yang telah ditentukan ke dalam sejumlah tempat yang disediakan (Li & Love, 2000).

Mawdesley dkk (2002) membagi masalah-masalah pokok dalam tata letak suatu proyek konstruksi ke dalam beberapa hal, yaitu akses dan rute pengangkutan; penyimpanan dan penanganan material; bangunan administrasi dan fasilitas keselamatan; serta peralatan dan bengkel. Secara umum, permasalahan yang dapat timbul dalam merencanakan *site layout* adalah fasilitas apa yang dibutuhkan selama proses konstruksi berjalan dan dimana serta kapan fasilitas-fasilitas tersebut harus disiapkan.

Pengaturan letak fasilitas sementara yang mendukung aktivitas pembangunan pada suatu lokasi adalah perencanaan yang penting karena dapat berdampak signifikan terhadap pengeluaran, kualitas pekerjaan, keamanan, dan aspek proyek lainnya (Easa & Hossain, 2008). Perencanaan dan pengaturan *site layout* diharapkan mampu memberikan alternatif-alternatif yang paling optimal. Tujuan tersebut dapat tercapai apabila jarak tempuh perpindahan sumber daya proyek, baik barang dan material dapat diminimalkan

II. METODOLOGI

2.1. Jarak Tempuh (*Traveling Distance*)

Jarak tempuh (*traveling distance*) adalah jarak yang dicapai selama terjadi pergerakan material, pekerja, dan peralatan dari satu fasilitas ke fasilitas yang lain. Effendi (2012) merumuskan hubungan jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas ke dalam persamaan berikut:

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij} \quad (2-1)$$

dengan :

TD = Hubungan antara jarak tempuh dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas

n = Jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)

d_{ij} = Jarak aktual antara fasilitas i dan j

F_{ij} = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

2.2. Tingkat Keamanan (*Safety Index*)

Ketidakteraturan dalam penataan *site layout* dapat berpengaruh terhadap keamanan lokasi bagi para pekerja. Tingkat bahaya yang dapat terjadi tidak sama antara satu fasilitas dengan fasilitas yang lain dalam lokasi proyek. Effendi (2012) merumuskan hubungan hubungan antara nilai tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas ke dalam persamaan berikut:

$$SI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} * F_{ij} \quad (2-2)$$

dengan :

SI = Hubungan antara tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas

n = Jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)

s_{ij} = Tingkat keamanan dan keselamatan antara fasilitas i dan j

F_{ij} = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

2.3. Fungsi Objektif

Fungsi objektif (*objectives function*) adalah fungsi tujuan atau sasaran yang akan dioptimalkan nilainya. Pada kasus optimasi *site layout*, fungsi objektif yang ingin dicapai adalah nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan yang diminimalkan. Pada *traveling distance*, fungsi tersebut dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\text{Minimum TD} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij} \quad (2-3)$$

Fungsi yang sama diterapkan pada perhitungan *safety index* sebagai berikut :

$$\text{Minimum SI} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij} \quad (2-4)$$

2.4. Identifikasi Fasilitas

Identifikasi fasilitas dilakukan untuk mengetahui fasilitas-fasilitas yang terdapat di lokasi proyek serta mengetahui lokasi persebarannya seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Fasilitas-fasilitas pada lokasi proyek

No.	Lokasi	Fasilitas	No.	Lokasi	Fasilitas
1	A	Pintu Proyek 1	15	O	Stockyard besi
2	B	Pos Satpam 1	16	P	Genset
3	C	Gudang	17	Q	Tower Crane
4	D	Tempat parkir 1	18	R	Stockyard scaffolding
5	E	Ruang K3 dan Survey	19	S	Stockyard wiremesh
6	F	Tempat parkir 2	20	T	Pintu (Dummy 2)
7	G	Keet kantor	21	U	Pos Satpam 2
8	H	Pintu (Dummy 1)	22	V	Tempat bahan uji dan beton deck
9	I	Fabrikasi kayu	23	W	Stockyard pasir
10	J	Toilet pekerja 1	24	X	Gudang ARK
11	K	Kantin pekerja	25	Y	Dummy 3
12	L	Pos Satpam 3	26	Z	Dummy 4
13	M	Toilet pekerja2	27	AA	Bangunan
14	N	Fabrikasi besi			

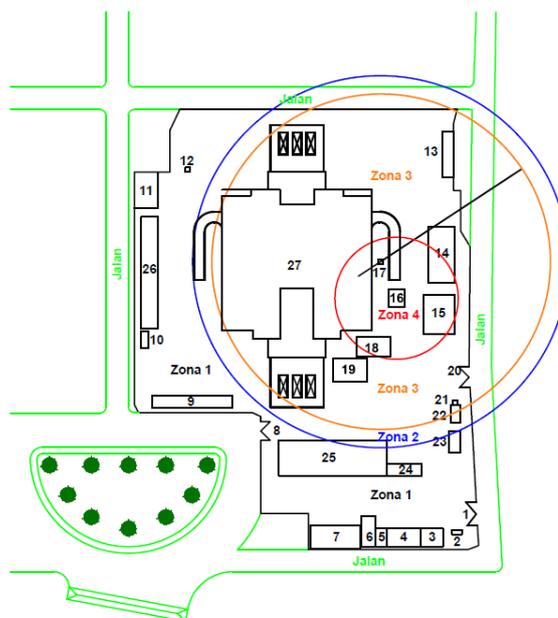
Identifikasi juga dilakukan untuk mengetahui tipe fasilitas yang ditinjau. Tipe fasilitas yang akan dipindahkan menjadi bahan pertimbangan dalam optimasi *site layout*. Fasilitas-fasilitas tersebut kemudian dibagi sesuai tipe masing-masing sebagai berikut:

1. Fasilitas tetap (*fixed facilities*): Keet kantor, genset, *tower crane*, fabrikasi besi, *stockyard* besi, dan bangunan gedung.

2. Fasilitas sementara (*temporary facilities*) : Pos jaga, gudang, tempat parkir, fabrikasi kayu, toilet pekerja, kantin, *stockyard scaffolding*, *stockyard wiremesh*, tempat benda uji dan beton deck, *stockyard* pasir dan agregat, dan gudang ARK (alat ringan dan kendaraan).

2.5. Identifikasi Zona Bahaya

Tingkat bahaya yang dapat terjadi di lokasi proyek dibagi ke dalam beberapa zona sehingga akan didapatkan nilai dari masing-masing zona tersebut. Pembagian zona bahaya dilakukan dengan mengamati kondisi di sekitar lokasi kerja dan wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana.

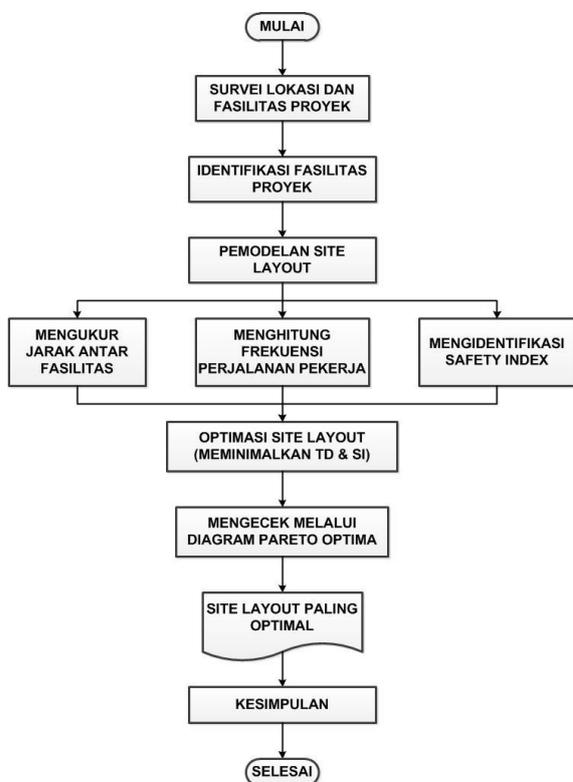


Gambar 2.1. Site layout kondisi eksisting

Pada Gambar 2.1, zona 1 adalah daerah yang bebas dari resiko bahaya *tower crane* dan genset. Zona 2 adalah daerah dengan resiko bahaya dari tiang *tower crane* dengan radius sebesar 61 m. Zona 3 adalah daerah dengan resiko bahaya dari tiang dan lengan *tower crane* dengan radius sebesar 55 m. Sedangkan zona 4 adalah daerah dengan resiko bahaya dari tiang dan lengan *tower crane* serta genset dengan radius bahaya 20 m.

2.6. Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Skenario Optimasi *Site Layout*

Optimasi dilakukan pada aspek jarak tempuh dan tingkat keamanan dengan mengacu pada data frekuensi perjalanan pekerja maksimal, jarak antar fasilitas, dan tingkat keamanan antar fasilitas. Skenario optimasi dilakukan dengan memindahkan letak beberapa fasilitas sementara yang terdapat pada lokasi proyek.

a. Kondisi Eksisting (Kondisi 0)

Kondisi eksisting merupakan kondisi fasilitas dengan letak yang sama dengan yang terdapat di lokasi proyek. Letak fasilitas-fasilitas tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Letak fasilitas pada kondisi eksisting

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	

b. Kondisi 1

Pada kondisi 1, letak fasilitas 23 dan fasilitas 24 mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Letak fasilitas pada kondisi 1

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	24	23	25	26	27	

c. Kondisi 2

Pada kondisi 2, letak fasilitas 3 dan fasilitas 25 mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Letak fasilitas pada kondisi 2

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	25	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	3	26	27	

d. Kondisi 3

Pada kondisi 3, letak fasilitas 9 dan fasilitas 25 mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Letak fasilitas pada kondisi 3

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	25	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	9	26	27	

e. Kondisi 4

Pada kondisi 4, letak fasilitas 22, fasilitas 23, dan fasilitas 25 mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Letak fasilitas pada kondisi 4

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	25	24	22	23	26	27	

f. Kondisi 5

Pada kondisi 5, letak fasilitas 3, fasilitas 25, fasilitas 11, dan fasilitas 26. mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Letak fasilitas pada kondisi 5

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	25	4	5	6	7	8	9	10	26	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	3	11	27	

g. Kondisi 6

Pada kondisi 6, letak fasilitas 22, fasilitas 23, dan fasilitas 25 mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Letak fasilitas pada kondisi 6

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	26	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	25	24	22	23	11	27	

h. Kondisi 7

Pada kondisi 7, letak fasilitas 1 dan fasilitas 20. mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Letak fasilitas pada kondisi 7

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	20	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	1	21	22	23	24	25	26	27	

i. Kondisi 8

Pada kondisi 8, letak fasilitas 1 dan fasilitas 8. mengalami rencana pemindahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Letak fasilitas pada kondisi 8

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	8	2	3	4	5	6	7	1	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	

3.2. Perhitungan Jarak Tempuh (Traveling Distance)

Jarak tempuh dihitung besaran nilainya melalui hubungan antara jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan

antar fasilitas. Hasil perhitungan nilai jarak tempuh ditunjukkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Hasil perhitungan jarak tempuh (TD)

Kondisi	TD (m)	Kenaikan (%)	Penurunan (%)
0	113371,10	-	-
1	113706,98	0,30	-
2	108249,79	-	4,52
3	114483,26	0,98	-
4	113881,10	0,45	-
5	104788,42	-	7,57
6	110545,35	-	2,49
7	116923,71	3,13	-
8	117737,22	3,85	-

Dari Tabel 3.10 didapatkan hasil bahwa kondisi 5 memiliki nilai jarak tempuh yang paling minimal dengan penurunan sebesar 7,57% dari kondisi eksisting.

3.3. Perhitungan Tingkat Keamanan (Safety Index)

Tingkat keamanan (*safety index*) dihitung besarnya melalui hubungan antara nilai tingkat keamanan antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas. Pada lokasi proyek, pekerja dapat melalui beberapa zona bahaya sekaligus ketika berpindah dari satu fasilitas menuju fasilitas yang lain, sehingga nilai tingkat keamanan antar fasilitas dihitung dengan menggunakan proporsi jarak. Hasil perhitungan nilai tingkat keamanan ditunjukkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Hasil perhitungan tingkat keamanan (SI)

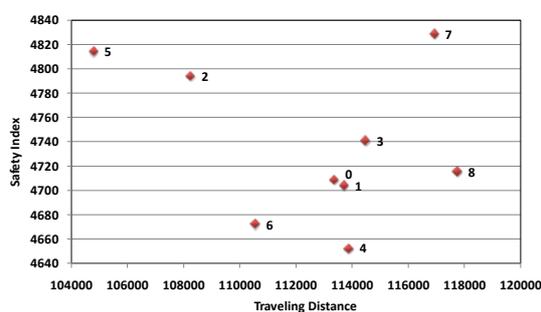
Kondisi	SI	Kenaikan (%)	Penurunan (%)
0	4708,75	-	-
1	4703,84	-	0,10
2	4793,79	1,81	-
3	4740,76	0,68	-
4	4651,73	-	1,21
5	4814,23	2,24	-
6	4672,11	-	0,78
7	4828,72	2,55	-
8	4715,71	0,15	-

Dari Tabel 3.11 didapatkan hasil bahwa skenario 4 memiliki nilai *tingkat*

keamanan yang paling minimal. dengan penurunan sebesar 1,21% dari kondisi eksisting.

3.4. Diagram Pareto

Hasil perhitungan jarak tempuh pada Tabel 3.10 dan tingkat keamanan pada Tabel 3.11 kemudian diplot pada diagram pareto seperti pada Gambar 3.1 yang menunjukkan bahwa tidak ada skenario yang paling optimal apabila ditinjau dari nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan.



Gambar 3.1. Diagram pareto hasil optimasi

3.5. Optimasi Site Layout dengan Mengabaikan Beberapa Fasilitas

Optimasi dapat dilakukan dengan mengabaikan beberapa fasilitas tertentu sehingga perhitungan yang dilakukan semakin sederhana.

Fasilitas-fasilitas tersebut diabaikan dengan dua alasan. Pertama, tidak banyak terjadi interaksi antara fasilitas tersebut dengan fasilitas yang lain. Kedua, pada skenario optimasi *site layout* yang direncanakan, fasilitas tersebut tidak mengalami perpindahan letak atau lokasi.

Fasilitas-fasilitas yang memenuhi kriteria tersebut adalah fasilitas 6, fasilitas 12, fasilitas 17, dan fasilitas 21. Pada perhitungan optimasi selanjutnya, fasilitas-fasilitas tersebut diabaikan.

Perhitungan jarak tempuh dilakukan dengan cara yang sama pada perhitungan sebelumnya, namun dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan. Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Hasil perhitungan jarak tempuh dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Kondisi	TD (m)	Kenaikan (%)	Penurunan (%)
0	108640,98	-	-
1	108976,85	0,31	-
2	103519,66	-	4,71
3	109753,13	1,02	-
4	109150,98	0,47	-
5	100058,30	-	7,90
6	105815,23	-	2,60
7	110268,07	1,50	-
8	111471,26	2,61	-

Dari Tabel 3.12 didapatkan hasil bahwa kondisi 5 memiliki nilai jarak tempuh yang paling minimal dengan penurunan sebesar 7,90% dari kondisi awal.

Metode yang sama dilakukan pada perhitungan tingkat keamanan, yaitu dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3.13.

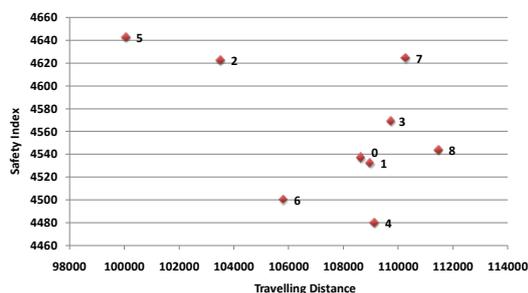
Tabel 3.13. Hasil perhitungan tingkat keamanan dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Kondisi	SI	Kenaikan (%)	Penurunan (%)
0	4536,87	-	-
1	4531,95	-	0,11
2	4621,91	1,87	-
3	4568,88	0,71	-
4	4479,84	-	1,26
5	4642,35	2,32	-
6	4500,23	-	0,81
7	4624,35	1,93	-
8	4543,82	0,15	-

Dari Tabel 3.13 didapatkan hasil bahwa skenario 4 memiliki nilai tingkat keamanan yang paling minimal dengan penurunan sebesar 1,26% dari kondisi awal.

Selanjutnya, hasil perhitungan pada Tabel 3.12 dan Tabel 3.13 diplot pada diagram pareto seperti pada Gambar 3.2 yang menunjukkan bahwa tidak ada kondisi *site layout* yang paling optimal apabila ditinjau dari nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan. Selain itu, Gambar 3.2 juga menunjukkan bahwa hasil optimasi dengan mengabaikan beberapa fasilitas memiliki hasil yang identik

dengan perhitungan sebelumnya walaupun memiliki nilai yang berbeda.



Gambar 3.2. Diagram pareto hasil optimasi dengan mengabaikan beberapa fasilitas

3.6. Pemilihan Site Layout Optimal

Pemilihan *site layout* yang paling optimal ditentukan dari nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan yang paling kecil atau paling minimal. Namun dari hasil perhitungan tidak ada yang memenuhi kriteria tersebut

Pemilihan *site layout* yang paling optimal selanjutnya dilakukan dengan menggunakan perbandingan persentase nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan yang didapat dari pihak kontraktor pelaksana, yaitu PT. PP (Persero) Tbk. Persentase yang diberikan untuk nilai jarak tempuh sebesar 30% dan nilai tingkat keamanan sebesar 70%. Nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan kemudian disetarakan untuk mendapatkan hasil nilai yang paling minimal.

Penyetaraan dilakukan karena nilai jarak tempuh memiliki satuan yaitu meter (m) sedangkan nilai tingkat keamanan tidak memiliki satuan nilai. Selain itu, selisih nilai antara keduanya terpaut cukup jauh. Persamaan penyetaraan untuk nilai jarak tempuh adalah sebagai berikut :

$$TD \text{ Penyetaraan} = \left(\frac{\text{Nilai TD m}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times P\%$$

Sedangkan pada nilai tingkat keamanan persamaannya adalah sebagai berikut :

$$SI \text{ Penyetaraan} = \left(\frac{\text{Nilai SI m}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times P\%$$

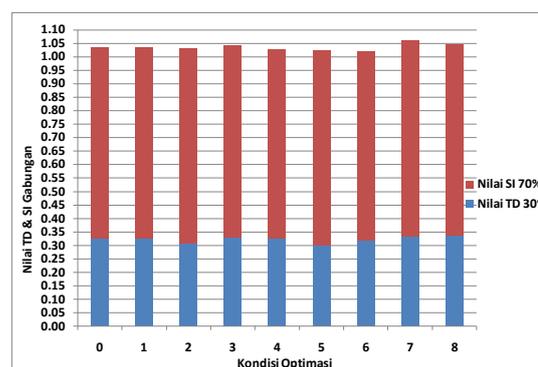
dengan m adalah skenario optimasi yang dilakukan dan P adalah persentase yang diberikan baik untuk nilai jarak tempuh maupun tingkat keamanan.

Dari kedua persamaan tersebut maka didapatkan hasil penyetaraan seperti pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14. Penyetaraan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan

Kondisi	0	1	2	3	4	5	6	7	8
TD	1,08	1,09	1,03	1,09	1,09	1,00	1,05	1,12	1,12
SI	1,01	1,01	1,03	1,02	1,00	1,03	1,00	1,04	1,01
TD x 30%	0,32	0,33	0,31	0,33	0,33	0,30	0,32	0,33	0,34
SI x 70%	0,71	0,71	0,72	0,71	0,70	0,72	0,70	0,73	0,71
Total	1,03	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,02	1,06	1,05

Hasil penyetaraan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan ditampilkan dalam diagram batang seperti pada Gambar 3.3.



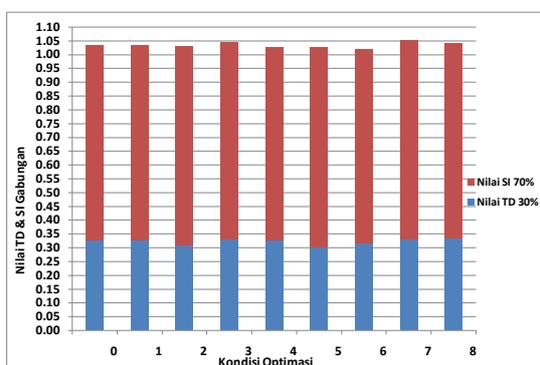
Gambar 3.3. Grafik penyetaraan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan

Penyetaraan juga dilakukan pada perhitungan optimasi *site layout* dengan mengabaikan beberapa fasilitas. Hasil penyetaraan ditunjukkan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15. Penyetaraan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Kondisi	0	1	2	3	4	5	6	7	8
TD	1,09	1,09	1,03	1,10	1,09	1,00	1,06	1,10	1,11
SI	1,01	1,01	1,03	1,02	1,00	1,04	1,00	1,03	1,01
TD x 30%	0,33	0,33	0,31	0,33	0,33	0,30	0,32	0,33	0,33
SI x 70%	0,71	0,71	0,72	0,71	0,70	0,73	0,70	0,72	0,71
Total	1,03	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,02	1,05	1,04

Hasil perhitungan kemudian ditampilkan dalam diagram batang seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Grafik penyetaraan nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Dari Tabel 3.14, Tabel 3.15, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4 diketahui bahwa nilai total kondisi 6 merupakan nilai yang paling minimal dibandingkan dengan kondisi yang lain sehingga kondisi 6 merupakan *site layout* yang paling optimal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka disimpulkan bahwa *site layout* pada proyek yang ditinjau masih belum optimal bila ditinjau dari nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan.

Site layout pada kondisi 5 adalah yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan jarak tempuh. Dari pertimbangan tingkat keamanan, *site layout* yang paling optimal adalah *site layout* pada kondisi 4.

Merujuk pada pembobotan dari kontraktor pelaksana, maka *site layout* yang paling optimal adalah kondisi 6. Pada kondisi 6 terjadi penurunan pada nilai jarak tempuh dan tingkat keamanan.

Pada penelitian selanjutnya, optimasi dapat dilakukan dengan mengabaikan beberapa fasilitas dengan kriteria tertentu. Metode dan variabel yang berbeda dapat digunakan sehingga

ditemukan metode yang lebih variatif dalam optimasi *site layout*.

DAFTAR PUSTAKA

- Easa, S. M., & Hossain, M.A. (2008). New Mathematical Optimization Model for Construction Site Layout. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 9, no. 3, p. 201-216
- Effendi, D.T. (2012). Optimasi (Unequal) Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya. *Skripsi*. Tidak diterbitkan. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- Li, H., & Love, P.E.D. (2000). Genetic Search for Solving Construction Site-level Unequal Area Facility Layout Problems. *Journal Automation in Construction*, 9. p. 217-226
- Mawdesley, M.J., Al-jibouri, S.H., & Yang, H. (2002). Genetic Algorithms for Construction Site Layout in Project Planning. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 128, no. 5, p. 418-426.
- Tommelein, I.D., Levitt, R.E., Hayes-Roth, B., & Confrey, T. (1991). SightPlan Experiments : Alternate Strategies for Site Layout Design. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 5, no.1, p.42-63.