

PERENCANAAN *SITE LAYOUT* BERDASARKAN *TRAVELING DISTANCE* DAN *SAFETY INDEX* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN BESS MANSION SURABAYA

Febriyan Nur Fatah Akbar¹, Diah Lydianingtias², Agus Sugiarto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: febriyannur51809@gmail.com¹, diahcipka@gmail.com², agussugiarto1030@gmail.com³

ABSTRAK

Ruang gerak yang sempit akan sulit untuk menentukan penempatan *site layout*. Di dalam perencanaan *site layout*, sepatutnya memperhatikan fasilitas yang dapat menghemat pemakaian ruang bangun. Hal ini memerlukan kecermatan dalam penempatannya karena berpengaruh pada produktivitas kerja. Semakin besar area yang digunakan dalam penempatan *site layout* maka perjalanan antar fasilitas juga semakin banyak memakan waktu. Tujuan pembuatan alternatif *site layout* ini adalah untuk memperoleh *site layout* yang optimal. Dalam studi ini dilakukan perencanaan *site layout* dengan *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) atau bisa disebut *multi objectives function* sebagai acuannya yang didapatkan setelah menghitung jarak antar fasilitas, frekuensi perpindahan/perjalanan pekerja, dan angka keamanan. Nilai *traveling distance* sebesar 26963,8 dan nilai *safety index* sebesar 1400 pada perencanaan *site layout* alternatif kesatu. Pada alternatif kedua nilai *traveling distance* sebesar 24757,5 dan nilai *safety index* sebesar 1178.

Kata kunci: perencanaan *site layout*; *traveling distance*; *safety index*

ABSTRACT

The cramped movement space will be complicate to set the position of site layout. In site layout planning, it is appropriate to pay attention to facilities that can save building space usage. This requires precision in its placement because it affects work productivity. The more area is used for the positioning site layout, the more time needed for those facilities. The purpose of making this alternative site layout with traveling distance (TD) and safety index (SI) or called multi objectives function as reference is obtained after calculating the distance between facilities, the frequency of worker movement and safety factor. The value of traveling distance is 26963,8 and 1400 for safety index in alternative planning site layout 1. Meanwhile, alternative planning site layout 2 have the value of traveling distance is 24757,5 and 1178 for safety index.

Keywords: *site layout planning*; *traveling distance*; *safety index*

1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi terdapat fasilitas-fasilitas yang mendukung seperti gudang, direksi kit, barak kerja, dan lain sebagainya yang terdapat di dalam area proyek. Tata letak fasilitas-fasilitas, luas lahan, dan perencanaan mobilisasi gerak terdapat di *site layout*. Untuk menentukan tata letak *site layout* memerlukan kecermatan dalam penempatannya karena hal tersebut berpengaruh pada produktivitas kerja. Semakin besar area yang digunakan dalam penempatan *site layout* maka perjalanan antar fasilitas juga semakin banyak memakan waktu. Pembuatan alternatif *site layout* harus dilakukan agar memperoleh *site layout* yang optimal.

Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Bess Mansion Surabaya terletak di Jalan Raya Jemursari No.15, Kota Surabaya. Proyek ini memiliki luas bangunan 86.000 m² dan terdapat tiga *tower*, yaitu *Tower Premier* (44 lantai), *Tower Suite* (42 lantai), dan *Tower Podium* (9 lantai). Bangunan tersebut berhimpitan langsung dengan rumah warga. Keberadaan ruang gerak yang sempit akan sulit untuk menentukan penempatan *site layout*. Tentu saja menentukan *site layout* juga akan semakin kompleks. Adanya perencanaan *site layout*, diharapkan dapat menghemat pemakaian ruang bangun.

Dalam pengelompokannya optimasi *site layout* dikerjakan dengan dua acuan yaitu *Traveling Distance* (TD)

dan *Safety Index* (SI). Mengacu pada dua hal tersebut tersebut maka pengerjaan optimasi ini dapat disebut dengan metode *Multi Objectives Function*.

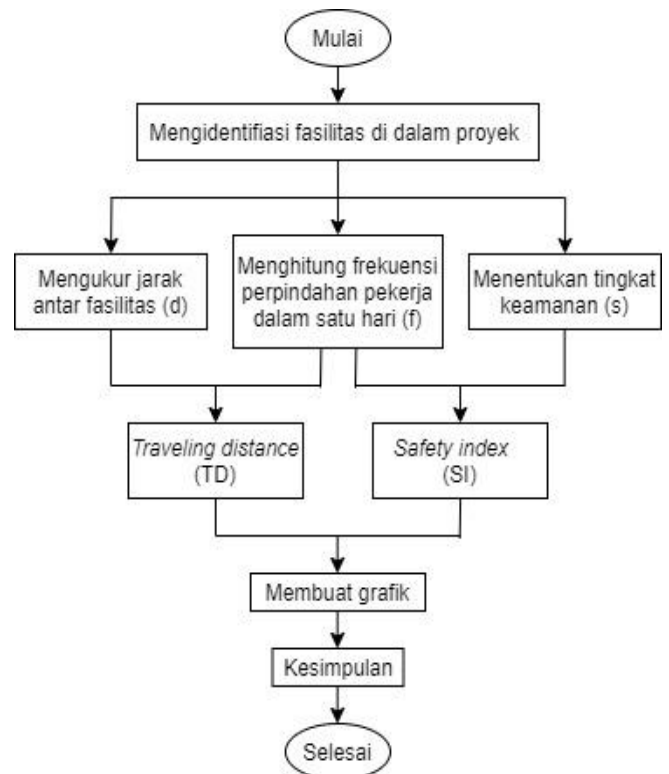
Rencana peletakan bangunan-bangunan pembantu yang bersifat temporal diperlukan sebagai sarana pendukung untuk pelaksanaan pekerjaan. Bangunan pembantu yang temporal pada akhirnya harus dibongkar sehingga pemilihan jenis material disesuaikan dengan keadaan dan kondisi lokasi. Tujuan pembuatan rencana tersebut adalah mengatur letak bangunan-bangunan pembantu sedemikian rupa sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan efisien, lancar, aman, dan sesuai rencana kerja yang disusun (Ervianto, 2002).

Site layout konstruksi direpresentasikan menggunakan bentuk persegi 2D dan dikategorikan ke dalam 3 tipe: fasilitas tetap (*fixed*), yang tidak dapat bergerak (*stationary*), dan yang dapat bergerak (*moveable*) (El Rayes dan Said, 2009). Selain pertimbangan *site layout*, lokasi proyek merupakan salah satu lingkungan kerja yang mengandung risiko cukup besar. Tim manajemen sebagai pihak yang bertanggung jawab selama proses pembangunan berlangsung harus mendukung dan mengupayakan program-program yang dapat menjamin agar tidak terjadi atau meminimalkan kecelakaan kerja atau tindakan-tindakan pencegahannya (Ervianto, 2002).

2. METODE

Di dalam studi ini digunakan dua alternatif yang dijadikan acuan perhitungan *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI). Bentuk *site layout* yang optimum adalah *site layout* yang memiliki nilai *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) minimum.

Tahap pertama untuk menyusun sebuah *site layout* adalah mengidentifikasi fasilitas-fasilitas yang akan dibangun di area proyek (direksi kit, gudang, kantin, dll). Setelah itu mengukur jarak antar fasilitas satu ke fasilitas yang lain (d). Selanjutnya menghitung frekuensi perpindahan pekerja dari fasilitas satu ke fasilitas yang lain (f), dan menentukan tingkat keamanan antar fasilitas (s). Kemudian menghitung *traveling distance* (d x f) dan *safety index* (s x f) yang akan dibuat dalam bentuk grafik. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Flowchart Perencanaan *Site Layout*

Sumber: Hasil Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengidentifikasi Fasilitas-fasilitas Di Area Proyek

Tabel 1. Fasilitas dan Kodenya

Fasilitas	Kode
Pos satpam	A
Direksi keet	B
Gudang	C
Area parkir	D
Fabrikasi besi	E
Fabrikasi bekisting	F
Mushollah	G
Toilet	H
Kantin	I
Barak pekerja	J
Passenger hoist (PH)	K
Tower crane (TC)	L
Building	M

Sumber: Hasil Identifikasi

Jarak Antar fasilitas (d)

Jarak antar fasilitas didapatkan dari hasil pengukuran lapangan maupun pada gambar kerja yang diberikan oleh pihak kontraktor. Contoh hasil pengukuran jarak antar fasilitas pada alternatif 1 dapat dilihat di dalam **Tabel 2** dan alternatif 2 dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Jarak Antar Fasilitas Alternatif 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		16.5	34.5	36.3	26.5	29.0	25.1	28.8	76.6	83.6	67.3	51.2	68.9
B	16.5		40.7	27.5	37.6	35.7	26.7	31.6	85.7	92.1	80.8	67.3	84.3
C	34.5	40.7		15.8	14.6	6.7	14.0	9.1	45.9	51.9	47.8	44.7	56.8
D	36.3	27.5	15.8		11.2	9.4	7.1	8.7	58.9	65.5	54.9	44.9	62.3
E	26.5	37.6	14.6	11.2		8.1	15.9	13.5	49.3	56.2	43.9	34.9	49.3
F	29.0	35.7	6.7	9.4	8.1		9.9	5.8	50.2	56.6	48.9	42.6	55.9
G	25.1	26.7	14.0	7.1	15.9	9.9		5.0	59.7	65.9	58.7	50.7	65.1
H	28.8	31.6	9.1	8.7	13.5	5.8	5.0		54.8	60.9	54.6	48.2	61.7
I	76.6	85.7	45.9	58.9	49.3	50.2	59.7	54.8		7.4	25.7	44.9	39.0
J	83.6	92.1	51.9	65.5	56.2	56.6	65.9	60.9	7.4		31.7	51.9	44.6
K	67.3	80.8	47.8	54.9	43.9	48.9	58.7	54.6	25.7	31.7		22.4	10.3
L	51.2	67.3	44.7	44.9	34.9	42.6	50.7	48.2	44.9	51.9	22.4		18.1
M	68.9	84.3	56.8	62.3	49.3	55.9	65.1	61.7	39.0	44.6	10.3	18.1	

Sumber: Hasil Pengukuran

Tabel 3. Jarak Antar Fasilitas Alternatif 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		16.5	34.5	36.3	26.5	29.0	25.1	28.8	76.6	83.6	67.3	51.2	68.9
B	16.5		40.7	27.5	37.6	35.7	26.7	31.6	85.7	92.1	80.8	67.3	84.3
C	34.5	40.7		15.8	14.6	6.7	14.0	9.1	45.9	51.9	47.8	44.7	56.8
D	36.3	27.5	15.8		11.2	9.4	7.1	8.7	58.9	65.5	54.9	44.9	62.3
E	26.5	37.6	14.6	11.2		8.1	15.9	13.5	49.3	56.2	43.9	34.9	49.3
F	29.0	35.7	6.7	9.4	8.1		9.9	5.8	50.2	56.6	48.9	42.6	55.9
G	25.1	26.7	14.0	7.1	15.9	9.9		5.0	59.7	65.9	58.7	50.7	65.1
H	28.8	31.6	9.1	8.7	13.5	5.8	5.0		54.8	60.9	54.6	48.2	61.7
I	76.6	85.7	45.9	58.9	49.3	50.2	59.7	54.8		7.4	25.7	44.9	39.0
J	83.6	92.1	51.9	65.5	56.2	56.6	65.9	60.9	7.4		31.7	51.9	44.6
K	67.3	80.8	47.8	54.9	43.9	48.9	58.7	54.6	25.7	31.7		22.4	10.3
L	51.2	67.3	44.7	44.9	34.9	42.6	50.7	48.2	44.9	51.9	22.4		18.1
M	68.9	84.3	56.8	62.3	49.3	55.9	65.1	61.7	39.0	44.6	10.3	18.1	

Sumber: Hasil Pengukuran

Frekuensi Perpindahan/Perjalanan Pekerja (f)

Frekuensi perpindahan/perjalanan pekerja antar fasilitas didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan selama jam kerja normal dan wawancara dengan Site Engineer Manager. Frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas pada alternatif 1 dapat dilihat di dalam **Tabel 4** dan alternatif 2 dapat dilihat di dalam **Tabel 5**.

Tabel 4. Frekuensi Perpindahan Pekerja Alternatif 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		2	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0
B	2		1	30	1	1	20	30	3	5	7	0	10
C	0	1		3	4	4	2	2	4	4	0	0	0
D	2	30	3		2	2	1	3	2	0	0	0	2
E	0	1	4	2		2	3	4	6	6	0	0	0
F	0	1	4	2	2		3	4	6	6	0	0	0
G	2	20	2	1	3	3		15	3	6	2	0	2
H	2	30	2	3	4	4	15		7	6	2	0	2
I	2	3	4	2	6	6	3	7		40	2	0	40
J	0	5	4	0	6	6	6	40	15		15	0	40
K	0	7	0	0	0	0	2	2	15	15		1	15
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1
M	0	10	0	2	0	0	2	2	40	40	15	1	

Sumber: Hasil Pengukuran

Tabel 5. Frekuensi Perpindahan Pekerja Alternatif 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		2	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0
B	2		1	30	1	1	20	30	3	5	7	0	10
C	0	1		3	4	4	2	2	4	4	0	0	0
D	2	30	3		2	2	1	3	2	0	0	0	2
E	0	1	4	2		2	3	4	6	6	0	0	0
F	0	1	4	2	2		3	4	6	6	0	0	0
G	2	20	2	1	3	3		15	3	6	2	0	2
H	2	30	2	3	4	4	15		7	6	2	0	2
I	2	3	4	2	6	6	3	7		40	2	0	3
J	0	5	4	0	6	6	6	40	15		15	0	40
K	0	7	0	0	0	0	2	2	15	15		1	15
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1
M	0	10	0	2	0	0	2	2	3	40	15	1	

Sumber: Hasil Pengukuran

Angka Keamanan (s)

Identifikasi tingkat bahaya dilakukan dengan cara wawancara untuk memperoleh data mengenai tingkat keamanan dan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Contoh hasil penentuan nilai angka keamanan alternatif 1 dapat dilihat di dalam **Tabel 6** dan alternatif 2 dapat dilihat di dalam **Tabel 7**.

Tabel 6. Angka keamanan alternatif 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
B	1		1	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
C	2	1		1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
D	1	1	1		2	2	1	1	1	1	2	3	3
E	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	3	3
F	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	3	3
G	1	1	1	1	2	2		1	1	1	2	3	3
H	1	1	1	1	2	2	1		1	1	2	3	3
I	1	1	1	1	2	2	1	1		1	2	3	3
J	1	1	1	1	2	2	1	1	1		2	3	3
K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3
L	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
M	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Sumber: Hasil Penentuan Angka

Tabel 7. Angka keamanan alternatif 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
B	1		1	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
C	2	1		1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
D	1	1	1		2	2	1	1	1	1	2	3	3
E	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	3	3
F	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	3	3
G	1	1	1	1	2	2		1	1	1	2	3	3
H	1	1	1	1	2	2	1		1	1	2	3	3
I	1	1	1	1	2	2	1	1		1	2	3	3
J	1	1	1	1	2	2	1	1	1		2	3	3
K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3
L	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
M	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Sumber: Hasil Penentuan Angka

Keterangan:

- 1 = Ringan
- 2 = Sedang
- 3 = Berat

Perhitungan Optimasi

Analisis perencanaan *site layout* ini menggunakan metode *Multi Objectives Function*. Metode tersebut merupakan istilah dari acuan variabel optimasi yang lebih dari satu variabel. Variabel yang digunakan adalah *Traveling Distance* dan *Safety Index*.

1) *Traveling Distance* (TD)

$$TD = \sum_{i,j=1}^n d_{ij} \times F_{ij} \tag{1}$$

Keterangan:

- TD= hubungan antara jarak dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- D = jarak antar fasilitas
- f = frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n = jumlah fasilitas

Perhitungan *Traveling Distance* (TD) alternatif 1 dapat dilihat dalam **Tabel 8** dan alternatif 2 dapat dilihat dalam **Tabel 9**.

Tabel 8. Traveling Distance Alternatif 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total
A		33.0	0.0	72.5	0.0	0.0	50.2	57.5	153.2	0.0	0.0	0.0	0.0	366.4
B	33.0		40.7	825.6	37.6	35.7	533.2	948.9	257.0	460.7	565.9	0.0	843.1	4581.3
C	0.0	40.7		47.3	58.6	26.9	28.1	18.1	183.6	207.7	0.0	0.0	0.0	610.9
D	72.5	825.6	47.3		22.4	18.8	7.1	26.1	117.8	0.0	0.0	0.0	124.6	1262.1
E	0.0	37.6	58.6	22.4		16.2	47.7	54.0	295.9	337.4	0.0	0.0	0.0	869.8
F	0.0	35.7	26.9	18.8	16.2		29.7	23.2	301.1	339.5	0.0	0.0	0.0	791.2
G	50.2	533.2	28.1	7.1	47.7	29.7		74.7	179.0	395.1	117.3	0.0	130.1	1592.2
H	57.5	948.9	18.1	26.1	54.0	23.2	74.7		383.3	365.4	109.3	0.0	123.4	2184.0
I	153.2	257.0	183.6	117.8	295.9	301.1	179.0	383.3		295.6	51.3	0.0	1558.8	3776.6
J	0.0	460.7	207.7	0.0	337.4	339.5	395.1	365.4	295.6		474.8	0.0	1782.8	4658.9
K	0.0	565.9	0.0	0.0	0.0	0.0	117.3	109.3	51.3	474.8		22.4	154.1	1495.0
L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4		18.1	40.5
M	0.0	843.1	0.0	124.6	0.0	0.0	130.1	123.4	1558.8	1782.8	154.1	18.1		4735.1
Jumlah														26963.8

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9. Traveling Sistance Alternatif 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total
A		33.0	0.0	72.5	0.0	0.0	50.2	57.5	153.2	0.0	0.0	0.0	0.0	366.4
B	33.0		40.7	825.6	37.6	35.7	533.2	948.9	257.0	460.7	288.1	0.0	843.1	4303.4
C	0.0	40.7		47.3	58.6	26.9	28.1	18.1	183.6	207.7	0.0	0.0	0.0	610.9
D	72.5	825.6	47.3		22.4	18.8	7.1	26.1	117.8	0.0	0.0	0.0	124.6	1262.1
E	0.0	37.6	58.6	22.4		16.2	47.7	54.0	295.9	337.4	0.0	0.0	0.0	869.8
F	0.0	35.7	26.9	18.8	16.2		29.7	23.2	301.1	339.5	0.0	0.0	0.0	791.2
G	50.2	533.2	28.1	7.1	47.7	29.7		74.7	179.0	395.1	71.3	0.0	130.1	1546.1
H	57.5	948.9	18.1	26.1	54.0	23.2	74.7		383.3	365.4	72.6	0.0	123.4	2147.3
I	153.2	257.0	183.6	117.8	295.9	301.1	179.0	383.3		295.6	132.4	0.0	116.9	2415.8
J	0.0	460.7	207.7	0.0	337.4	339.5	395.1	365.4	295.6		1092.9	0.0	1782.8	5277.1
K	0.0	288.1	0.0	0.0	0.0	0.0	71.3	72.6	132.4	1092.9		22.4	154.1	1833.7
L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4		18.1	40.5
M	0.0	843.1	0.0	124.6	0.0	0.0	130.1	123.4	116.9	1782.8	154.1	18.1		3293.2
Jumlah														24757.5

Sumber: Hasil Perhitungan

2) *Safety Index* (SI)

$$SI = \sum_{i,j=1}^n s_{ij} \times F_{ij} \tag{2}$$

Keterangan:

- TD= hubungan antara tingkat keamanan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- D = jarak antar fasilitas
- f = frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n = jumlah fasilitas

Perhitungan *Safety Index* alternatif 1 dapat dilihat dalam **Tabel 10** dan alternatif 2 dapat dilihat dalam **Tabel 11**.

Tabel 10. *Safety Index* Alternatif 1

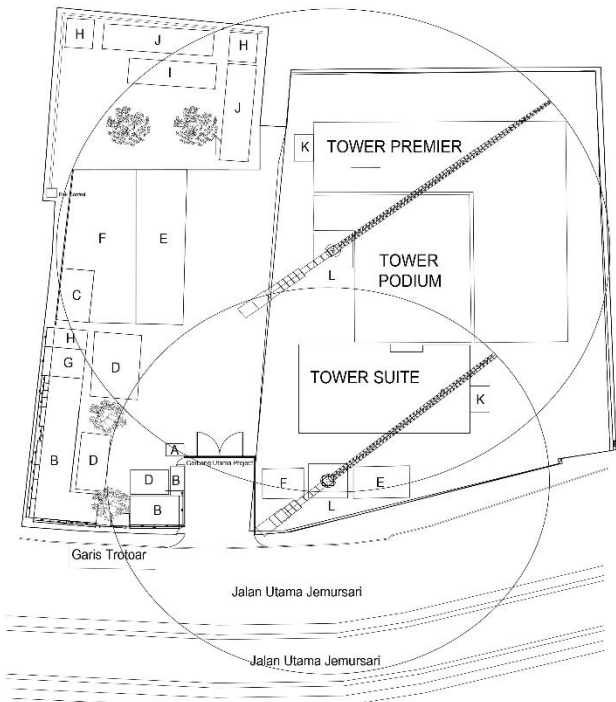
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total
A	2	2	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	10
B	2	2	1	30	2	2	20	30	3	5	14	0	30	139
C	0	1	2	3	8	8	2	2	4	4	0	0	0	32
D	2	30	3	4	4	4	1	3	2	0	0	0	6	55
E	0	2	8	4	4	4	6	8	12	12	0	0	0	56
F	0	2	8	4	4	4	6	8	12	12	0	0	0	56
G	2	20	2	1	6	6	6	15	3	6	4	0	6	71
H	2	30	2	3	8	8	15	7	7	6	4	0	6	91
I	2	3	4	2	12	12	3	7	7	40	4	0	120	209
J	0	5	4	0	12	12	6	6	40	40	30	0	120	235
K	0	14	0	0	0	0	4	4	4	30	30	3	45	104
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	6
M	0	30	0	6	0	0	6	6	120	120	45	3	3	336
Jumlah														1400

Sumber: Hasil Perhitungan

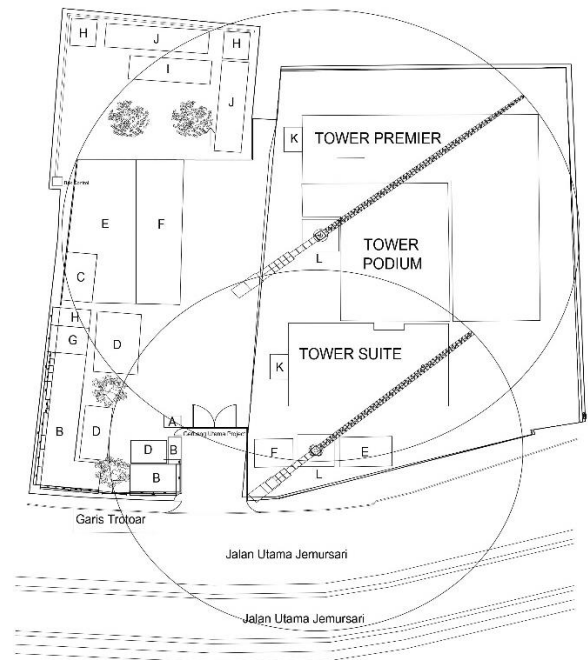
Tabel 11. *Safety Index* Alternatif 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total
A	2	2	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	10
B	2	2	1	30	2	2	20	30	3	5	14	0	30	139
C	0	1	2	3	8	8	2	2	4	4	0	0	0	32
D	2	30	3	4	4	4	1	3	2	0	0	0	6	55
E	0	2	8	4	4	4	6	8	12	12	0	0	0	56
F	0	2	8	4	4	4	6	8	12	12	0	0	0	56
G	2	20	2	1	6	6	6	15	3	6	4	0	6	71
H	2	30	2	3	8	8	15	7	7	6	4	0	6	91
I	2	3	4	2	12	12	3	7	7	40	4	0	9	98
J	0	5	4	0	12	12	6	6	40	40	30	0	120	235
K	0	14	0	0	0	0	4	4	4	30	30	3	45	104
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	6
M	0	30	0	6	0	0	6	6	9	120	45	3	3	225
Jumlah														1178

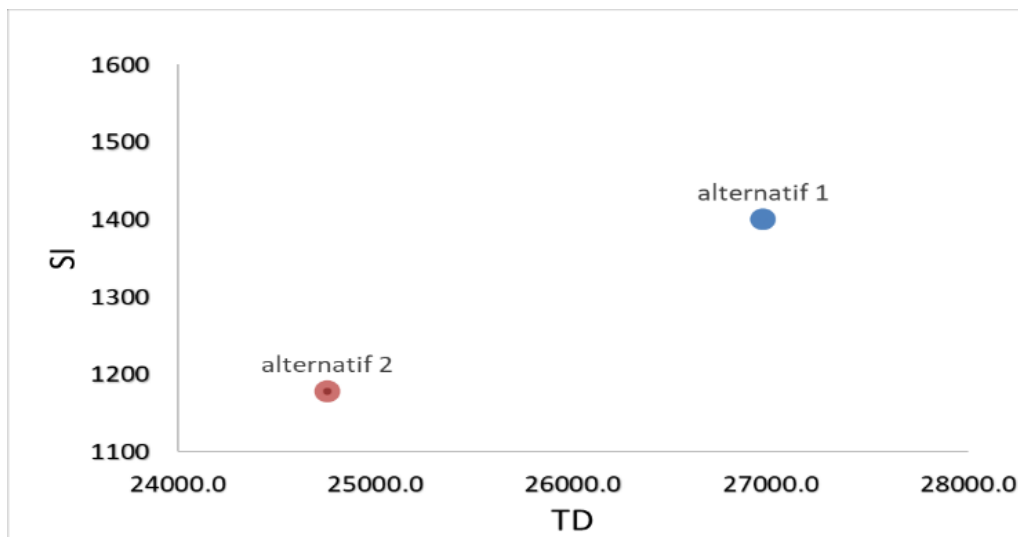
Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 2. Site layout alternatif 1
 Sumber: Hasil Perencanaan



Gambar 3. Site layout alternatif 2
 Sumber: Hasil Perencanaan



Gambar 4. Grafik TD dan SI (alternatif 1 dan 2)
 Sumber: Hasil Perencanaan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap perhitungan optimasi *site layout* proyek Pembangunan Gedung Apartemen Bess Mansion Surabaya, diperoleh tata letak *site layout* yang paling optimal adalah alternatif 2. Karena grafik *Traveling Distance* dan *Safety Index* pada alternatif 2 mendekati angka 0 (minimum).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ervianto, Wulfram I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [2] Rayes, El dan Said. 2009. *Dynamic Site Layout Planning Using Approximate Dynamic Programming*.