

**OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION*  
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang)**

**NASKAH PUBLIKASI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**MOHAMMAD RIZAL SYARIEF  
NIM. 105060100111001-61**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
MALANG  
2014**

# OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang)

Mohammad Rizal Syarief<sup>1</sup>, M. Hamzah Hasyim<sup>2</sup>, Saifoe El Unas<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

E-mail : [Syariefrizal@gmail.com](mailto:Syariefrizal@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Pada setiap proyek konstruksi gedung selalu terdapat fasilitas proyek sementara (*site facilities*) yang terletak disekitar area proyek. Fasilitas sementara berfungsi meningkatkan produktivitas kinerja proyek. Jenis fasilitas sementara tidaklah sama pada setiap proyek karena memiliki karakteristik dan lahan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimum tidaknya bentuk *site layout* di proyek gedung B PTIIK UB Malang, mengetahui bentuk *site layout* yang paling optimum dari *traveling distance* (TD) dan *safety index* (SI) serta dari gabungan keduanya.

Pada penelitian ini digunakan kondisi lapangan *Equal site layout*. Metode yang digunakan yaitu *multi-objectives function* dengan fungsi 2 tujuan yaitu *traveling distance* dan *safety index*. Untuk mendapatkan *site layout* yang optimum, maka langkah yang dilakukan yaitu meminimalkan jarak antar fasilitas dan meminimalkan resiko bahaya kecelakaan.

Dari ketujuh skenario, hasil yang diperoleh bentuk *site layout* yang direncanakan oleh kontraktor belum sepenuhnya optimum karena nilai TD masih terlalu besar dan nilai SI sudah optimum. Untuk nilai TD paling optimum terletak pada skenario 5 sebesar 139529 meter atau mengalami penurunan sebesar 0,57% terhadap kondisi eksisting. Dan nilai SI paling optimum terletak pada skenario eksisting sebesar 3662,18. Penentuan bentuk *site layout* yang paling optimum ditentukan berdasarkan prioritas kebutuhan proyek. Dalam hal ini proyek memprioritaskan nilai TD 40% dan SI 60% sehingga bentuk *site layout* yang paling optimum adalah skenario 5.

**Kata kunci:** *Optimasi, Site Layout, Multi-Objectives Function, Traveling Distance, Safety Index, Equal site layout.*

## PENDAHULUAN

Dalam setiap pengerjaan proyek pembangunan gedung terdapat fasilitas proyek sementara (*site facilities*) yang biasanya terletak di area proyek tersebut. Tentu, fasilitas proyek tersebut harus memenuhi standart fasilitas keamanan dan kenyamanan para pekerja proyek dan sekitarnya. Fasilitas sementara merupakan penunjang proyek yang diharapkan dapat berfungsi meningkatkan produktivitas kinerja suatu proyek agar bejalan tepat waktu.

Fasilitas sementara antara proyek satu dengan yang lainnya tidak pernah sama. Hal ini tergantung pada macam dan besar proyeknya, keadaan atau

medan dan cuaca lapangan pada proyek, proses dan urutan pelaksanaan proyek, serta metode yang digunakan dalam proyek tersebut Sehingga fasilitas sementara harus diperhitungkan dengan baik dan benar agar dalam menentukan *site layout* dapat secara optimal.

Untuk menentukan tata letak *site facilities* dalam *site layout* memerlukan penataan ruang yang cermat agar produktivitas kerja dalam proyek pembangunan tersebut berjalan optimal. Dalam penelitian ini akan digunakan dua variabel, yaitu *traveling distance* dan *safety index*. Adapun yang dimaksud *traveling distance* (TD) adalah jarak total perjalanan pekerja dalam satu hari.

Sedangkan *safety index* (SI) yaitu, index angka keamanan pekerja (tingkat bahaya kecelakaan) dalam area proyek.

Dalam menentukan penempatan fasilitas sementara (*site facilities*) dapat dilakukan dengan dua kondisi di lapangan yaitu *equal site layout* dan *unequal site layout*. *Equal site layout* dapat digunakan apabila dalam suatu proyek jumlah fasilitas sama dengan jumlah tempat yang tersedia, atau kawasan lahan yang tersedia terbatas. Namun beda halnya dengan *unequal site layout* fasilitas yang ada dalam suatu proyek lebih sedikit dari jumlah tempat yang tersedia (Heng Li, 2000). Dalam hal ini akan digunakan kondisi *Equal site layout* dalam penelitian.

### **Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui serta menganalisis bentuk *site layout* yang direncanakan pada proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang sudah optimum atau tidak.
2. Untuk menentukan bentuk *site layout* yang paling optimum dari pertimbangan *Traveling Distance* (TD) pada proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang.
3. Untuk menentukan bentuk *site layout* yang paling optimum dari pertimbangan *Safety Index* (SI) pada proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang.
4. Untuk menentukan bentuk *site layout* yang paling optimum dari gabungan kedua pertimbangan *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) pada proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya Malang

### **Equal Site Layout**

Dalam arti yang sebenarnya, *equal* memiliki arti yaitu sama. Jika dalam suatu proyek jumlah fasilitas sama

dengan jumlah tempat yang tersedia maka *site layout* tersebut dinamakan *equal site layout*. Dalam *equal site layout*, tidak digunakan *dummy* untuk proses optimasinya hal ini karena tempat yang tersedia di dalam proyek sangat terbatas. Sehingga pada proses optimasi *equal site layout* hanya bisa memindahkan fasilitas yang ada ke lokasi yang cocok.

### **Tujuan Perencanaan Site Layout**

Adapun tujuan dari perencanaan *site layout* adalah:

1. Meningkatkan output produksi
2. Mengurangi waktu delay
3. Mengurangi proses pemindahan bahan
4. Menghemat pemakaian ruang bangun

### **Permasalahan dalam Perencanaan Site Layout**

Dalam merencanakan *site layout* dapat ditemukan masalah-masalah yang sering muncul, masalah tersebut diantaranya dalam mengidentifikasi fasilitas yang diperlukan untuk mendukung jalannya suatu proyek, untuk menentukan ukuran dan bentuk fasilitas, serta dalam menentukan tempat fasilitas yang dibatasi oleh lahan proyek.

### **Pertimbangan Tata Letak Fasilitas**

1. Pertimbangan jalan masuk  
Jalur jalan dalam lokasi proyek harus direncanakan sedemikian rupa sehingga peralatan/material dari luar dapat ditempatkan dalam lokasi yang efisien sehingga tidak banyak waktu yang terbuang untuk menggunakannya.
2. Pertimbangan penyimpanan bahan untuk menghindari dua/beberapa kali pemindahan sebelum material tersebut digunakan untuk mendapatkan sistem dan tata letak yang efisien.
3. Pertimbangan fasilitas sementara untuk pemenuhan fasilitas sementara, dilakukan terlebih

dahulu jenis kegiatan yang membutuhkannya, kapan fasilitas tersebut digunakan dan dimana dibutuhkan.

4. Pertimbangan peralatan  
Identifikasi jenis peralatan jenis peralatan, kapan akan digunakan dan dimana dibutuhkan.
5. Pertimbangan kantor proyek  
Penentuan lokasi kantor proyek yang bukan hanya memberikan kemudahan dan kecepatan bagi pengunjung proyek, tetapi juga sudut pandang yang luas dari lokasi proyek.

### Jenis – jenis Fasilitas

Dari penelitian yang dilakukan Hegazy (1999) membuat tiga jenis pengelompokan fasilitas yang dibutuhkan di lapangan yaitu:

1. *Temporary facility* (fasilitas sementara)
2. *Fixed facility* (fasilitas tetap)
3. *Obstacle* (hambatan/kendala)

### Jarak Tempuh (*Traveling Distance*)

*Traveling distance* adalah jarak yang dicapai pada saat aliran pergerakan pekerja, peralatan, dan material dari suatu fasilitas ke fasilitas lainnya. Untuk meminimalkan jarak tempuh aliran, dapat digunakan rumus yang sama halnya dilakukan oleh Heng Li (2000) sebagai berikut :

$$\text{Minimize Traveling Distance (TD)} = \sum_{r,v=1}^n d_{rv} * f_{rv}$$

dengan :

- n = Jumlah fasilitas total  
 $f_{rv}$  = frekuensi perjalanan dari fasilitas  $r$  menuju  $v$   
 $d_{rv}$  = jarak dari fasilitas  $r$  menuju  $v$

### Indeks Keamanan (*Safety Index*)

*Safety Index* adalah index angka keamanan pekerja (tingkat bahaya kecelakaan) dalam area proyek. Berikut ini merupakan rumus hubungan antara tingkat keamanan dan keselamatan

dengan frekuensi perpindahan pekerja (Dwiky, 2012) :

$$\text{Minimize Safety Index (SI)} = \sum_{r,v=1}^n S_{rv} * f_{rv}$$

dengan :

- n = Jumlah fasilitas total  
 $f_{rv}$  = frekuensi perjalanan dari fasilitas  $r$  menuju  $v$   
 $S_{rv}$  = Tingkat keamanan dan keselamatan (*safety index*) antara fasilitas  $r$  dan  $v$

### Fungsi Objektif

Fungsi objektif merupakan suatu fungsi yang akan dicapai dalam penelitian dapat dioptimalkan (maksimum ataupun minimum). Sedangkan pada penelitian ini fungsi objektif yang akan dicapai adalah untuk meminimalkan jarak tempuh perjalanan para pekerja dan meminimalkan tingkat keamanan pekerja dalam proyek.

### Optimasi *Site Layout*

Dalam hal merencanakan site layout dapat dikatakan optimal apabila perencanaan fasilitas tersebut dapat mencapai objective function yang minimum. Salah satunya didapat dengan cara memperoleh jarak tempuh dan angka keamanan yang minimum.

## METODELOGI PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian tindakan atau *action research* adalah penelitian yang diarahkan pada usaha mengadakan pemecahan masalah atau perbaikan (Arikunto, 2002)

### Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder.

### Data Primer

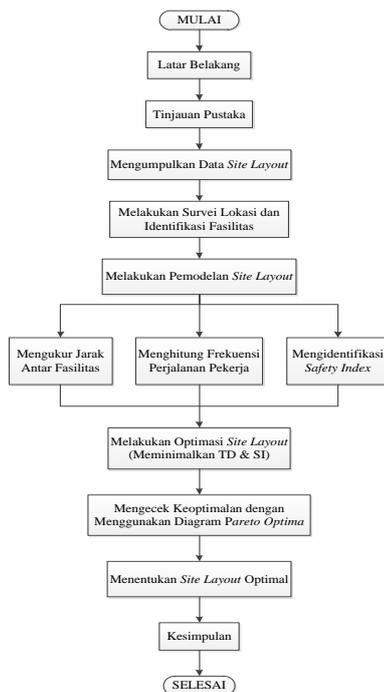
Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari sumber datanya. Data primer yang akan digunakan bertujuan untuk memperoleh informasi bentuk optimasi *site layout* yang akan digunakan, memperoleh data luas fasilitas dan jarak antar fasilitas dalam proyek, serta memperoleh informasi radius bahaya dari *tower crane* dan travo PLN dalam proyek.

### Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Data sekunder yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data migguan pekerja dan data *site layout* proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya.

### Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah yang diambil untuk mendukung proses penelitian yang akan dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah dan sistematis.



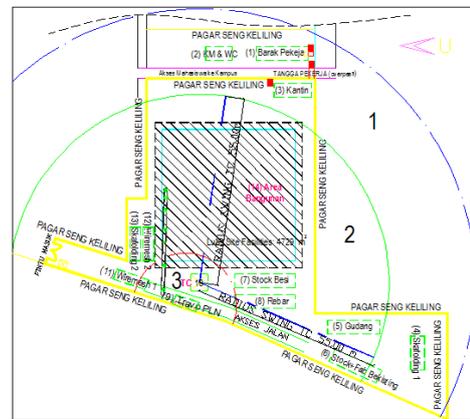
Gambar 1 : Diagram Alir Penelitian

### Survei dan Pengumpulan Data

Survei dilakukan untuk memperoleh data tata letak fasilitas dan ukuran luas tiap-tiap fasilitas, jarak antar fasilitas, frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas, serta identifikasi *safety index*.

### Data site layout proyek

Data *site layout* diperoleh dari kontraktor pelaksana PT. Waskita Karya yang berupa *file autocad*. Pada *site layout* tersebut ada 14 macam fasilitas yang tersedia di lapangan.



Gambar 2 : Site Layout Eksisting

Tabel 1 : Keterangan Lokasi dan Nomer Tiap Fasilitas

Lokasi	Nama Fasilitas	Nomer Fasilitas
A	Barak Pekerja	(1)
B	KM dan WC	(2)
C	Kantin	(3)
D	Scaffolding 1	(4)
E	Gudang	(5)
F	Stock dan Fabrikasi bekisting	(6)
G	Stock besi	(7)
H	Rebar	(8)
I	Travo PLN	(9)
J	Tower Crane	(10)
K	Wiremesh 1	(11)
L	Wiremesh 2	(12)
M	Scaffolding 2	(13)
N	Area Bangunan	(14)

### Luas masing-masing fasilitas (m<sup>2</sup>)

luas masing-masing fasilitas disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2 : Luas Masing-masing Fasilitas (m<sup>2</sup>)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Luas	108	16,5	19	16	20	15	64	91	3	6	16	16	16	1814,8

### Jarak antar fasilitas

Jarak antar fasilitas, dari proses pengukuran di lapangan dan dari gambar auto cad *site layout* proyek yang diperoleh dari kontraktor pelaksana. Maka didapat jarak antar fasilitas yang disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 3 : Jarak Antar Fasilitas (m)**

Jarak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	7	10,7	11,5	91,2	97,6	75,6	81,6	108	104	122	129	130	46,93
2	7	0	29,1	138	121	116	93,9	99,9	126	125	140	147	148	65,25
3	10,7	29,1	0	109	91,9	86,8	64,9	70,9	97,2	95,7	111	118	119	36,2
4	11,5	138	109	0	17,4	14,1	51,1	45,1	80,4	78,8	94,3	101	102	51,1
5	91,2	121	91,9	17,4	0	6,94	34,4	28,4	60,7	59,2	74,6	81,6	82,4	34,42
6	97,6	116	86,8	14,1	6,94	0	29,3	23,3	55,6	54,1	69,5	76,5	77,3	29,36
7	75,6	93,9	64,9	51,1	34,4	29,3	0	2	20,2	19	34,4	41,4	42,2	5,68
8	81,6	99,9	70,9	45,1	28,4	23,3	2	0	19,6	24	39,4	46,4	47,2	7,68
9	108	126	97,2	80,4	60,7	55,6	20,2	19,6	0	4,1	9,1	16,1	16,9	38,8
10	104	125	95,7	78,8	59,2	54,1	19	24	4,1	0	15,4	22,4	23,2	38,5
11	122	140	111	94,3	74,6	69,5	34,4	39,4	9,1	15,4	0	7,01	7,78	54,23
12	129	147	118	101	81,6	76,5	41,4	46,4	16,1	22,4	7,01	0	2	61,22
13	130	148	119	102	82,4	77,3	42,2	47,2	16,9	23,2	7,78	2	0	62
14	46,9	65,3	36,2	51,1	34,4	29,4	5,68	7,68	38,8	38,5	54,2	61,2	62	0

### Frekuensi perjalanan pekerja

Frekuensi antar fasilitas, diperoleh dari proses pengamatan di lapangan selama 1 minggu berdasarkan jumlah pekerja paling maksimal tiap minggu. Maka didapat data frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas yang disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4 : Frekuensi Perjalanan Pekerja (kali/hari)**

Frekuensi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	25	20	3	37	36	40	40	0	2	2	2	4	135
2	25	0	20	2	40	41	40	50	1	2	4	4	5	46
3	20	20	0	6	20	30	18	30	0	2	4	5	4	34
4	3	2	6	0	4	2	4	4	0	0	1	2	6	30
5	37	40	20	4	0	130	8	15	2	0	8	6	0	18
6	36	41	30	2	130	0	15	4	2	0	10	12	1	8
7	40	40	18	4	8	15	0	150	2	0	8	9	2	8
8	40	50	30	4	15	4	150	0	2	0	17	14	1	2
9	0	1	0	0	2	2	2	2	0	0	4	3	0	0
10	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
11	2	4	4	1	8	10	8	17	4	1	0	3	4	4
12	2	4	5	2	6	12	9	14	3	1	3	0	2	5
13	4	5	4	6	0	1	2	1	0	0	4	2	0	12
14	135	46	34	30	18	8	8	2	0	0	4	5	12	0

### Angka safety index antar fasilitas

Safety index tersebut dihitung dengan menggunakan rumus proporsi jarak (Eko Pradana, 2014) :

$$\left(\frac{a}{d} \times e\right) + \left(\frac{b}{d} \times e\right) + \left(\frac{c}{d} \times e\right)$$

dengan :

- a = Total perjarak ke zona 1 (m)
- b = Total perjarak ke zona 2 (m)
- c = Total perjarak ke zona 3 (m)
- d = Total jarak keseluruhan (m)

e = Nilai safety perzona (1,2,3)

Maka setelah menghitung semua nilai *safety index* antar fasilitas didapat hasil perhitungan angka *safety index* yang disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 5 : Safety Index Antar Fasilitas**

Safety Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	1	1	1,68	1,7	1,72	1,64	1,67	1,86	1,81	2	2,12	2,01	1,42
2	1	0	1	1,6	1,62	1,61	1,51	1,54	1,73	1,65	1,86	1,89	1,88	1,3
3	1	1	0	1,76	1,82	1,81	1,74	1,77	1,95	1,85	2,08	2,11	2,1	1,54
4	1,68	1,6	1,76	0	1,45	1,23	1,81	1,78	2,02	2	2,17	2,15	2,18	1,81
5	1,7	1,62	1,82	1,45	0	1	1	1	1,19	1,17	1,34	1,37	1,38	1
6	1,72	1,61	1,81	1,23	1	0	1	1	1,21	1,19	1,37	1,4	1,39	1
7	1,64	1,51	1,74	1,81	1	1	0	1	1,57	1,54	1,74	1,72	1,68	1
8	1,67	1,54	1,77	1,78	1	1	1	0	1,55	1,63	1,78	1,75	1,71	1
9	1,86	1,73	1,95	2,02	1,19	1,21	1,57	1,55	0	1	1	1,83	1,72	1,29
10	1,81	1,65	1,85	2	1,17	1,19	1,54	1,63	1	0	1	1,88	1,79	1,28
11	2	1,86	2,08	2,17	1,34	1,37	1,74	1,78	1	1	0	1,62	1,39	1,48
12	2,12	1,89	2,11	2,15	1,37	1,4	1,72	1,75	1,83	1,88	1,62	0	1	1,54
13	2,01	1,88	2,1	2,18	1,38	1,39	1,68	1,71	1,72	1,79	1,39	1	0	1,55
14	1,42	1,3	1,54	1,81	1	1	1	1	1,29	1,28	1,48	1,54	1,55	0

### Pemodelan Skenario Optimasi Site Layout

#### 1. Kondisi eksisting site layout

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

Pada kondisi eksisting fasilitas masih pada penempatan asli dan belum mengalami pemindahan fasilitas.

#### 2. Skenario 1

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	5	4	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Pada skenario pertama, terdapat 2 fasilitas yang dipindahkan yakni gudang dan kantin. Fasilitas ini dapat dipindahkan satu sama lain karena memiliki luasan yang hampir sama yakni 19 m<sup>2</sup> dan 20 m<sup>2</sup>.

#### 3. Skenario 2

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	7	5	8	4	6	9	10	11	12	13	14

Pada skenario kedua, terdapat 4 fasilitas yang dipindahkan yaitu *rebar*, *stock* besi, skafolding 1 dan stock bekisting. Fasilitas ini dapat tidak memiliki luasan yang sama namun dapat saling dipindahkan karena ketersediaan lahan dalam proyek masih memenuhi.

#### 4. Skenario 3

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	5	7	3	8	4	6	9	10	11	12	13	14

Pada skenario ketiga, terdapat 6 fasilitas yang dapat dipindahkan yaitu kantin, gudang, *rebar*, *stock* besi, skafolding 1 dan stock bekisting. Skenario ini

merupakan gabungan perpindahan dari skenario 1 dan skenario 2.

#### 5. Skenario 4

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	12	11	6	7	8	9	10	5	4	13	14

Pada skenario keempat, terdapat 4 fasilitas yang dapat dipindahkan yaitu gudang, skafolding 1, *wiremesh* 1 dan *wiremesh* 2. Fasilitas ini dapat tidak memiliki luasan yang sama namun dapat saling dipindahkan karena ketersediaan lahan dalam proyek masih memenuhi.

#### 6. Skenario 5

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	4	3	11	6	7	8	9	10	5	4	13	14

Pada skenario kelima, terdapat 2 fasilitas yang dipindahkan yaitu skafolding 1 sama kantin. Fasilitas ini dapat dipindahkan satu sama lain karena memiliki luasan yang hampir sama yaitu 19 m<sup>2</sup> dan 16 m<sup>2</sup> dan lahan yang tersedia masih memenuhi untuk dilakukan perpindahan.

#### 7. Skenario 6

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	12	5	11	7	8	9	10	6	4	13	14

Pada skenario keenam, terdapat 4 fasilitas yang dapat dipindahkan yaitu stock fabrikasi bekisting, skafolding 1, *wiremesh* 1 dan *wiremesh* 2. Fasilitas ini memiliki luasan yang hampir sama yaitu 16 m<sup>2</sup> dan 15 m<sup>2</sup>.

#### 8. Skenario 7

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	5	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Pada skenario ketujuh, terdapat 2 fasilitas yang dipindahkan yaitu skafolding 1 sama gudang. Fasilitas ini dapat dipindahkan satu sama lain karena memiliki luasan yang hampir sama yaitu 20 m<sup>2</sup> dan 16 m<sup>2</sup> dan lahan yang tersedia masih memenuhi untuk dilakukan perpindahan.

### Perhitungan Traveling Distance

Dari semua hasil perhitungan nilai *traveling distance*, didapatkan nilai TD terkecil yakni pada kondisi skenario 5 sebesar 139528,8 meter atau mengalami penurunan nilai TD sebesar 0,57% jika dibandingkan dengan nilai

TD pada kondisi eksisting. Untuk keseluruhan hasil nilai TD disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 6 : Hasil Keseluruhan Nilai *Traveling Distance***

Skenario	0	1	2	3	4	5	6	7
TD	140333	147669	156510	154267	160034	139529	162500	145923
%	-	5,23	11,53	9,93	14,04	-0,57	15,8	3,98

### Perhitungan Safety Index

Dari semua hasil perhitungan nilai *safety index*, didapatkan nilai SI terkecil yakni pada kondisi eksisting sebesar 3662,18. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari nilai *safety index* (SI). Untuk keseluruhan hasil nilai SI disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 7 : Hasil Keseluruhan Nilai *Safety Index***

Skenario	0	1	2	3	4	5	6	7
SI	3662,18	3721,12	3730,02	3786,64	3794,22	3668,28	3788,7	3732,28
%	-	1,61	1,85	3,4	3,61	0,17	3,45	1,91

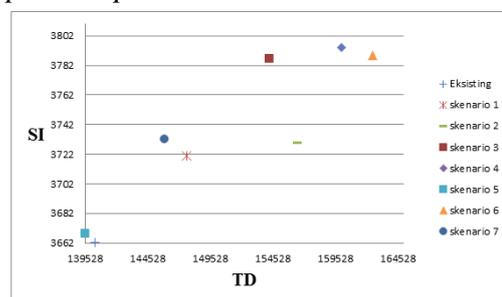
### Diagram Pareto Optima

Dari semua hasil perhitungan 7 skenario *traveling distance* dan *safety index*, Hasil perhitungan TD dan SI diringkas dalam tabel

**Tabel 8 : Hasil Perhitungan TD & SI**

Skenario	eksisting	1	2	3	4	5	6	7
TD	140333	147669	156510	154267	160034	139529	162500	145923
SI	3662,18	3721,12	3730,02	3786,64	3794,22	3668,28	3788,7	3732,28

selanjutnya hasil perhitungan tersebut diplotkan dalam sebuah diagram *pareto optima*.



**Gambar 3 : Diagram *Pareto Optima***

### Penentuan Site Layout Optimum

Dari gambar 3 terdapat dua skenario yang masing-masing memiliki nilai TD atau SI terkecil, yaitu skenario eksisting dengan nilai SI terkecil sebesar 3662,18 dan skenario 5 dengan nilai TD

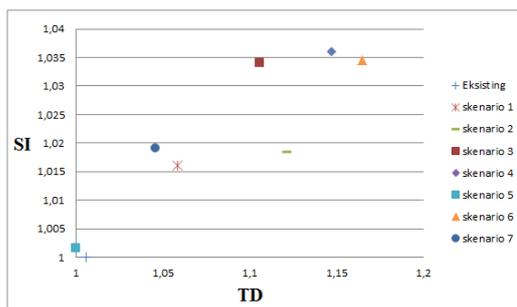
terkecil sebesar 139529 m. Tidak ada satu skenario yang memenuhi kedua nilai TD dan SI terkecil. Sehingga dalam hal ini penentuan bentuk site layout berdasarkan prioritas kebutuhan proyek. Berdasarkan hasil wawancara dengan *site manager* pembangunan proyek gedung B PTIIK, bahwa pihak PT Waskita Karya lebih memprioritaskan tingkat keselamatan yaitu sebesar 60% dibandingkan dengan jarak tempuh sebesar 40%. Sehingga dalam hal ini harus dilakukan penyetaraan nilai SI dan TD dengan cara membagi dengan nilai terkecil dari tiap nilai SI dan TD dan juga penyetaraan satuan agar hasil setelah dijumlahkan sesuai dengan yang diharapkan. Hasil perhitungan berdasarkan prioritas SI 60% dan TD 40% disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 9** : Prioritas Nilai TD 40% dan SI 60%

Skenario	Eksisting	skenario 1	skenario 2	skenario 3	skenario 4	skenario 5	skenario 6	skenario 7
TD	1,00576	1,038337	1,121706	1,105632	1,146938	1	1,164633	1,045829
SI	1	1,016094	1,018524	1,033985	1,036055	1,001666	1,034548	1,019142
TD 40%	0,40231	0,423335	0,448682	0,442253	0,458783	0,4	0,465853	0,418332
SI 60%	0,6	0,609657	0,611115	0,620391	0,621633	0,600999	0,620729	0,611485
Total	1,00231	1,032992	1,059797	1,062644	1,080416	1,000999	1,086582	1,029817

Nilai yang minimum dari jumlah TD 40% dan SI 60% = 1,000999

selanjutnya hasil perhitungan tersebut diplotkan dalam sebuah diagram *pareto optima* berdasarkan prioritas TD 40% dan SI 60% yang disajikan pada gambar berikut:



**Gambar 4** : Diagram *Pareto* Penyetaraan TD dan SI

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa skenario yang paling optimum dari prioritas nilai TD 40% dan SI 60% adalah skenario 5.

## KESIMPULAN

Berdasarkan beberapa analisis dan perhitungan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil identifikasi ketujuh skenario pemindahan fasilitas, didapatkan *site layout* yang direncanakan pada proyek pembangunan gedung B PTIIK Universitas Brawijaya belum sepenuhnya optimum karena nilai TD masih terlalu besar yaitu sebesar 140333 meter, sedangkan nilai SI sudah minimum.
2. Bentuk *site layout* yang paling optimum dari pertimbangan TD yaitu pada skenario 5 sebesar 139529 meter atau mengalami penurunan nilai TD sebesar 0,57% dibandingkan dengan kondisi eksisting.
3. Bentuk *site layout* yang paling optimum dari pertimbangan SI yaitu pada skenario eksisting sebesar 3662,18.
4. Bentuk *site layout* yang paling optimum dari gabungan kedua pertimbangan TD dan SI berdasarkan pertimbangan dari kontraktor pelaksana yaitu dengan nilai TD 40% dan SI 60% diperoleh *site layout* yang paling optimum adalah skenario 5

## SARAN

Adapun beberapa saran bagi pihak-pihak yang terkait antara lain:

1. Bagi Kontraktor  
Penelitian ini dapat memberikan masukan kepada semua kontraktor tentang bagaimana cara merencanakan *site layout* yang optimum. Dalam merencanakan suatu *site layout* kontraktor hendaknya terlebih dahulu harus memperhitungkan nilai TD dan SI supaya proyek berjalan aman dan lancar.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya  
Penelitian ini dapat menambah pengetahuan baru tentang optimasi *site layout*. Dalam melakukan pemindahan fasilitas harus mempertimbangkan

kondisi lingkungan sekitar proyek. Dalam melakukan pemindahan fasilitas harus memperhatikan hubungan seberapa jauh atau dekat sebuah fasilitas dengan fasilitas lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsini. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Dwiky Pranarka. 2012. Optimasi (Equal) Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek A. *Jurnal Teknik POMITS.*, Vol. 1, No.1, 1-4.
- Eko Pradana. 2014. Analisis Tata Letak Fasilitas Proyek Menggunakan Activity Relationship Chart dan Multi-Objectives Function pada Proyek Pembangunan Apartemen De Papilio Surabaya. *Jurnal Teknik.*, Vol. 3, No.2, D131-136
- Elbeltagi, E., Hegazy, T., Hosny, H. A., Eldosouky, A., (2001). Schedule dependent evolution of site layout planning. *Journal of Construction Management and Economics.*, Vol. 19, 689-697.
- Hegazy, T., & Elbeltagi, E. (1999). Evosite: An evolution-based model for site layout planning. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering.*, Vol. 13(3), pp. 198-206.
- Khalafallah A., & El-Rayes K. (2006). Optimizing airport construction site layout to minimize wildlife hazards. *Journal of Management in Engineering.*, ASCE, Vol. 22(4) pp.176-185.
- Li, H. & Love, P. (2000). Genetic search for solving construction site-level unequal-area facility layout problems. *Automation in Construction.*, ELSEVIER, pp.217-226.
- Ricky, A. (2011). Teknik Wawancara. <http://www.rickysukandar.blogspot.com>. Diakses tanggal 1 Agustus 2014.
- Tommelein. I. D., Levitt, R. E., & Hayes-Roth. B. (1992). SightPlan model for site layout. *Journal of Construction Engineering and Management.*, Vol. 188(4), 749-766.
- Wulfram I. Ervianto., 2002, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi pertama, Andi, Yogyakarta.
- Yeh, I-C. (1995). Construction-site layout using annealed neural network. *Jurnal of Computing in Civil Engineering.*, Vol. 9(3) 201-208.
- Zouein P., & Tommelein I. (1999). Dynamic layout planning using a hybrid incremental solution method. *Journal of Construction Engineering and Management.*, Vol. 125(6), pp.400-408.