

**OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GRAHA REKTORAT  
UNIVERSITAS NEGERI MALANG TAHAP III**

**SKRIPSI**

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

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
untuk mengajukan gelar sarjana teknik



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

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

## LEMBAR PERSETUJUAN

### OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GRAHA REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG TAHAP III

#### SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh :

**DANANG KURNIAWAN**  
**NIM : 105060100111008**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Saifoe El Unas, S.T., M.T.**  
**NIP. 19681219 200003 1 001**

**Dr. Eng. Achfas Zacob, S.T., M.T.**  
**NIP. 19751122 199903 1 003**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GRAHA REKTORAT  
UNIVERSITAS NEGERI MALANG TAHAP III**

**SKRIPSI**

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

**Disusun oleh :**

**DANANG KURNIAWAN**

**NIM : 105060100111008**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 26 Mei 2015**

**Penguji**

**Saifoe El Unas, S.T., M.T.,  
NIP. 19681219 200003 1 001**

**Penguji**

**Dr. Eng. Achfas Zacoeb, S.T., M.T.  
NIP. 19751122 199903 1 003**

**Penguji**

**M. Hamzah Hasyim, S.T., M.Eng.Sc.  
NIP. 19721215 200112 1 003**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1  
Jurusan Teknik Sipil**

**Dr. Eng. Indradi W. S.T., M.Eng. (Prac)  
NIP. 19810220 200604 1 002**



## PERNYATAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Juni 2015

Danang Kurniawan  
NIM.105060100111008



## KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang ada dalam kurikulum Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa sebelum dinyatakan lulus sebagai sarjana. Skripsi juga merupakan ajang untuk melatih mahasiswa menerapkan proses berpikir ilmiah dalam memecahkan persoalan yang dihadapi sesuai dengan ilmu yang diperoleh dari perkuliahan.

Proses penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Saifoe El Unas, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, dan masukan, serta memberikan kesempatan untuk berdiskusi sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Eng. Achfas Zacoeb, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing II yang bersedia memberikan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan kritik dalam proses penulisan skripsi.
3. Bapak M. Hamzah Hasyim, S.T, M.Eng.Sc, selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, masukan, dan kritik demi terciptanya skripsi dengan mutu yang baik.
4. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac.), selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Bapak Ir. Agus Heriyanto selaku *project manager* PT. PP (Persero) Tbk beserta staff pada proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian.
7. Kedua orang tua, Bapak Drs. Sutikno, M.M dan Ibu Dra. Diah Fahruniati, serta adik tercinta, Salma Fahria Tsuraya yang tanpa lelah terus memberikan motivasi, doa, dan selalu menjadi inspirasi bagi penulis.
8. Keluarga besar Bapak Shodiq beserta Ibu Raudlatul Jannah yang telah memberikan tempat bernaung selama penulis menempuh pendidikan di Malang

9. Teman-teman Sipil 2010 dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik kepada pembaca maupun penulis, sehingga ilmu yang didapatkan dapat terus mengalir dan berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Juni 2015

Penulis





## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian <i>Site Layout</i> .....	4
2.2 Pertimbangan-pertimbangan Tata Letak.....	4
2.3 Permasalahan dalam Perencanaan <i>Site Layout</i> .....	6
2.4 Tujuan Perencanaan <i>Site Layout</i> .....	7
2.5 Tipe dan Jenis Fasilitas.....	8
2.6 Jarak Tempuh ( <i>Traveling Distance</i> ).....	9
2.7 Tingkat Keamanan ( <i>Safety Index</i> ).....	9
2.8 Fungsi Objektif ( <i>Objective Function</i> ).....	10
2.9 Optimasi <i>Site Layout</i> .....	11
2.10 Penelitian Terdahulu.....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian.....	13

3.2	Jenis Data.....	13
3.3	Objek Penelitian.....	13
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	14
3.5	Tahapan Penelitian.....	14
3.6	Optimasi <i>Site Layout</i> .....	17
3.7	Diagram Pareto Minimum.....	17
3.8	Diagram Alir Penelitian.....	18

**BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Gambaran Umum Proyek.....	19
4.2	Perhitungan Frekuensi Perpindahan Pekerja.....	20
4.3	Pengukuran Luas Fasilitas dan Jarak Antar Fasilitas.....	20
4.4	Pembagian Zona Bahaya di Lokasi Proyek.....	21
4.5	Skenario Optimasi <i>Site Layout</i> .....	22
4.6	Perhitungan Jarak Tempuh ( <i>Traveling Distance</i> ).....	31
4.7	Perhitungan Tingkat Keamanan ( <i>Safety Index</i> ).....	39
4.8	Pengecekan Optimasi dengan Diagram Pareto.....	47
4.8	Skenario Optimasi <i>Site Layout</i> dengan Mengabaikan Fasilitas Tertentu.....	48
4.9	Pemilihan <i>Site Layout</i> Optimal.....	63

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>72</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>
----------------------	-----------





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe-tipe fasilitas.....	8
Tabel 2.2	Jenis-jenis <i>temporary facilities</i> .....	8
Tabel 2.3	Tingkat bahaya.....	10
Tabel 3.1	Contoh luas fasilitas.....	15
Tabel 3.2	Contoh jarak antar fasilitas.....	16
Tabel 3.3	Contoh frekuensi perpindahan antar fasilitas.....	16
Tabel 4.1	Luas fasilitas proyek.....	20
Tabel 4.2	Pembagian tipe fasilitas pada lokasi proyek.....	21
Tabel 4.3	Letak fasilitas pada kondisi 0 (skenario 0).....	23
Tabel 4.4	Letak fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1).....	24
Tabel 4.5	Letak fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2).....	25
Tabel 4.6	Letak fasilitas pada kondisi 3 (skenario 3).....	26
Tabel 4.7	Letak fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4).....	27
Tabel 4.8	Letak fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5).....	28
Tabel 4.9	Letak fasilitas pada kondisi 6 (skenario 6).....	29
Tabel 4.10	Letak fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7).....	30
Tabel 4.11	Letak fasilitas pada kondisi 8 (skenario 8).....	31
Tabel 4.12	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi awal (skenario 0).....	32
Tabel 4.13	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 1 (skenario 1).....	33
Tabel 4.14	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 2 (skenario 2).....	34
Tabel 4.15	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 3 (skenario 3).....	35
Tabel 4.16	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 4 (skenario 4).....	35
Tabel 4.17	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 5 (skenario 5).....	36
Tabel 4.18	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 6 (skenario 6).....	37
Tabel 4.19	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 7 (skenario 7).....	38
Tabel 4.20	Perhitungan <i>traveling distance</i> pada kondisi 8 (skenario 8).....	38
Tabel 4.21	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi awal (skenario 0).....	40
Tabel 4.22	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 1 (skenario 1).....	41

Tabel 4.23	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 2 (skenario 2).....	42
Tabel 4.24	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 3 (skenario 3).....	43
Tabel 4.25	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 4 (skenario 4).....	43
Tabel 4.26	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 5 (skenario 5).....	44
Tabel 4.27	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 6 (skenario 6).....	45
Tabel 4.28	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 7 (skenario 7).....	46
Tabel 4.29	Perhitungan <i>safety index</i> pada kondisi 8 (skenario 8).....	46
Tabel 4.30	Ringkasan perhitungan jarak tempuh ( <i>traveling distance</i> ).....	47
Tabel 4.31	Ringkasan perhitungan tingkat keamanan ( <i>safety index</i> ).....	47
Tabel 4.32	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi awal (skenario 0).....	49
Tabel 4.33	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi awal (skenario 0).....	49
Tabel 4.34	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1).....	50
Tabel 4.35	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1).....	51
Tabel 4.36	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2).....	52
Tabel 4.37	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2).....	52
Tabel 4.38	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 3 (skenario 3).....	53
Tabel 4.39	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 3 (skenario 3).....	53
Tabel 4.40	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4).....	54
Tabel 4.41	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4).....	55
Tabel 4.42	Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5).....	56
Tabel 4.43	Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5).....	56



Tabel 4.44 Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 6 (skenario 6).....	57
Tabel 4.45 Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 6 (skenario 6).....	58
Tabel 4.46 Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7).....	59
Tabel 4.47 Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7).....	59
Tabel 4.48 Perhitungan <i>traveling distance</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 8 (skenario 8).....	60
Tabel 4.49 Perhitungan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 8 (skenario 8).....	60
Tabel 4.50 Ringkasan perhitungan jarak tempuh ( <i>traveling distance</i> ) dengan mengabaikan beberapa fasilitas.....	61
Tabel 4.51 Ringkasan perhitungan tingkat keamanan ( <i>safety index</i> ) dengan mengabaikan beberapa fasilitas.....	62
Tabel 4.52 Penyetaraan nilai <i>traveling distance</i> dan <i>safety index</i> .....	65
Tabel 4.53 Penyetaraan nilai <i>traveling distance</i> dan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas.....	68





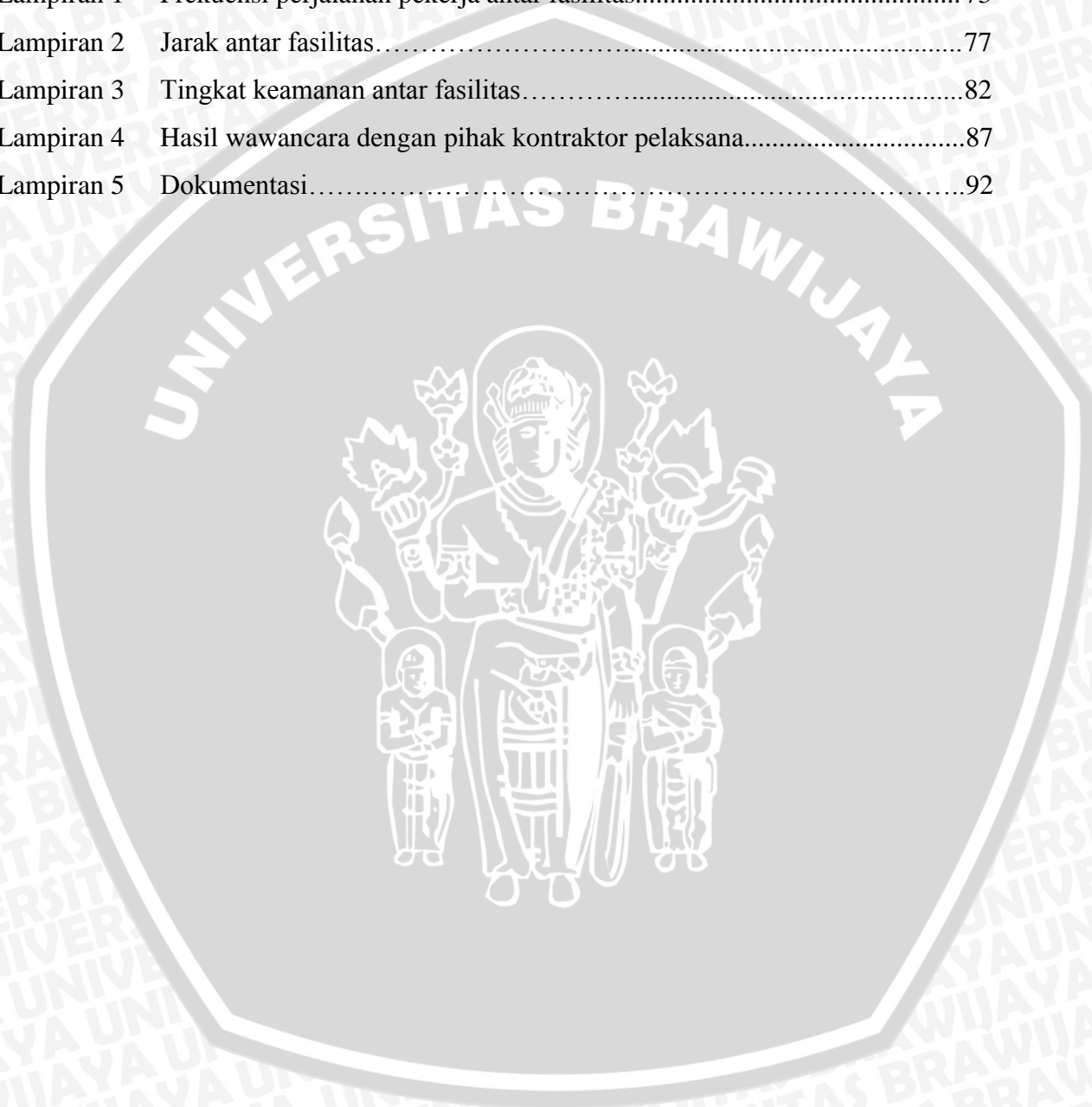
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Gambar <i>site layout</i> .....	15
Gambar 3.2	Diagram pareto minimum.....	17
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 4.1	Pembagian zona bahaya pada lokasi proyek.....	22
Gambar 4.2	<i>Site layout</i> kondisi awal (skenario 0).....	23
Gambar 4.3	<i>Site layout</i> kondisi 1 (skenario 1).....	24
Gambar 4.4	<i>Site layout</i> kondisi 2 (skenario 2).....	25
Gambar 4.5	<i>Site layout</i> kondisi 3 (skenario 3).....	26
Gambar 4.6	<i>Site layout</i> kondisi 4 (skenario 4).....	27
Gambar 4.7	<i>Site layout</i> kondisi 5 (skenario 5).....	28
Gambar 4.8	<i>Site layout</i> kondisi 6 (skenario 6).....	29
Gambar 4.9	<i>Site layout</i> kondisi 7 (skenario 7).....	30
Gambar 4.10	<i>Site layout</i> kondisi 8 (skenario 8).....	31
Gambar 4.11	Diagram pareto hasil optimasi.....	48
Gambar 4.12	Diagram pareto hasil optimasi dengan mengabaikan beberapa fasilitas.....	62
Gambar 4.13	Grafik penyetaraan nilai <i>traveling distance</i> dan <i>safety index</i> .....	66
Gambar 4.14	Grafik penyetaraan nilai <i>traveling distance</i> dan <i>safety index</i> dengan mengabaikan beberapa fasilitas.....	69



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Frekuensi perjalanan pekerja antar fasilitas.....	73
Lampiran 2	Jarak antar fasilitas.....	77
Lampiran 3	Tingkat keamanan antar fasilitas.....	82
Lampiran 4	Hasil wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana.....	87
Lampiran 5	Dokumentasi.....	92



## ABSTRAK

**Danang Kurniawan**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, *Optimasi Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III*, Dosen Pembimbing: Saifoe El Unas, S.T., M.T. dan Dr.Eng. Achfas Zacoeb, S.T.,M.T.

---

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 tergantung pada besarnya proyek, macam pekerjaan, urutan pekerjaan, metode yang digunakan, dan keadaan di lapangan. Tata letak fasilitas sementara harus diperhatikan sehingga memberikan manfaat yang optimal bagi proyek. Penelitian ini bertujuan 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*). Optimasi dilakukan dengan meminimalkan nilai *traveling distance* dan *safety index* dengan memindahkan letak fasilitas sementara. Pada penelitian ini dilakukan delapan skenario pemindahan fasilitas dengan memperhitungkan semua fasilitas dan dengan mengabaikan beberapa fasilitas.

Dari analisa yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa nilai *traveling distance* dan *safety index* pada *site layout* sesuai kondisi asli di lapangan belum optimal. Nilai *traveling distance* paling optimal didapatkan pada skenario 5 baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun dengan mengabaikan beberapa fasilitas. Nilai *safety index* paling optimal didapatkan pada skenario 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*, *traveling distance*, *safety index*



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

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, tergantung pada besarnya proyek, macam pekerjaan, urutan pekerjaan, metode konstruksi, keadaan di lapangan, dan cuaca saat proyek berlangsung. Penempatan fasilitas tersebut harus diperhatikan karena penataan *site* memegang peranan penting untuk menentukan dan mengatur fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan termasuk bentuk dan ukurannya. Penempatan dan pengaturan fasilitas proyek juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja suatu proyek. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah keamanan dan keselamatan selama aktivitas pembangunan berlangsung. Oleh karena itu, dalam merencanakan suatu proyek konstruksi, seorang perencana perlu merencanakan tata letak lapangan (*site layout*) di tempat proyek tersebut berlangsung. Penempatan fasilitas-fasilitas yang sudah ditentukan ke dalam lokasi yang tepat memiliki beberapa kemungkinan alternatif sehingga membuat perencanaan *site layout* menjadi kompleks.

Dalam prosesnya, perencanaan *site layout* dibagi menjadi dua, yaitu *equal site layout* dan *unequal site layout*. *Equal site layout* merupakan kondisi di mana jumlah lokasi yang tersedia sama dengan jumlah fasilitas proyek yang ada, sedangkan *unequal site layout* merupakan kondisi di mana jumlah lokasi yang tersedia lebih banyak daripada jumlah fasilitas yang ada di proyek.

Pada umumnya *site layout* tidak terlalu mendapat perhatian untuk direncanakan dengan baik, sehingga penempatan fasilitas pendukung proyek, material, peralatan dan pergerakan orang menjadi tidak teratur dan menyebabkan *site layout* yang telah ada menjadi tidak optimal. Ketidakteraturan yang terjadi ini dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas dan keselamatan kerja serta operasional proyek yang tidak efisien. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu diadakan pengaturan *site layout* yang baik.

Pengaturan *site layout* tersebut diharapkan mampu memberikan alternatif-alternatif yang paling optimal, yaitu *site layout* yang meminimalkan jarak perjalanan pekerja dan mampu memberikan tingkat keamanan yang baik.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, beberapa masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah *site layout* pada proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III sudah optimal?
2. Bagaimana bentuk *site layout* yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan jarak tempuh (*traveling distance*) pada proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III?
3. Bagaimana bentuk *site layout* yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan tingkat keamanan (*safety index*) proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III?
4. Bagaimana bentuk *site layout* yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III?

### 1.3. Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini akan dibatasi oleh beberapa hal berikut :

1. Penelitian dilaksanakan pada proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III.
2. Penelitian dilaksanakan selama satu minggu pada saat jumlah pekerja maksimum selama penelitian berlangsung.
3. Fasilitas yang ditinjau hanya fasilitas dalam arah horizontal.
4. *Site layout* diasumsikan *unequal site* karena lokasi yang tersedia lebih banyak daripada fasilitas yang ada.
5. Optimasi yang dilakukan adalah pada aspek *travelling distance* dan *safety index* dari fasilitas di lokasi proyek.
6. *Dummy* dibatasi sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis optimasi perencanaan *site layout* pada proyek konstruksi yang ditinjau.
2. Menentukan *site layout* yang paling optimal berdasarkan pada aspek jarak tempuh (*traveling distance*) proyek konstruksi yang ditinjau.

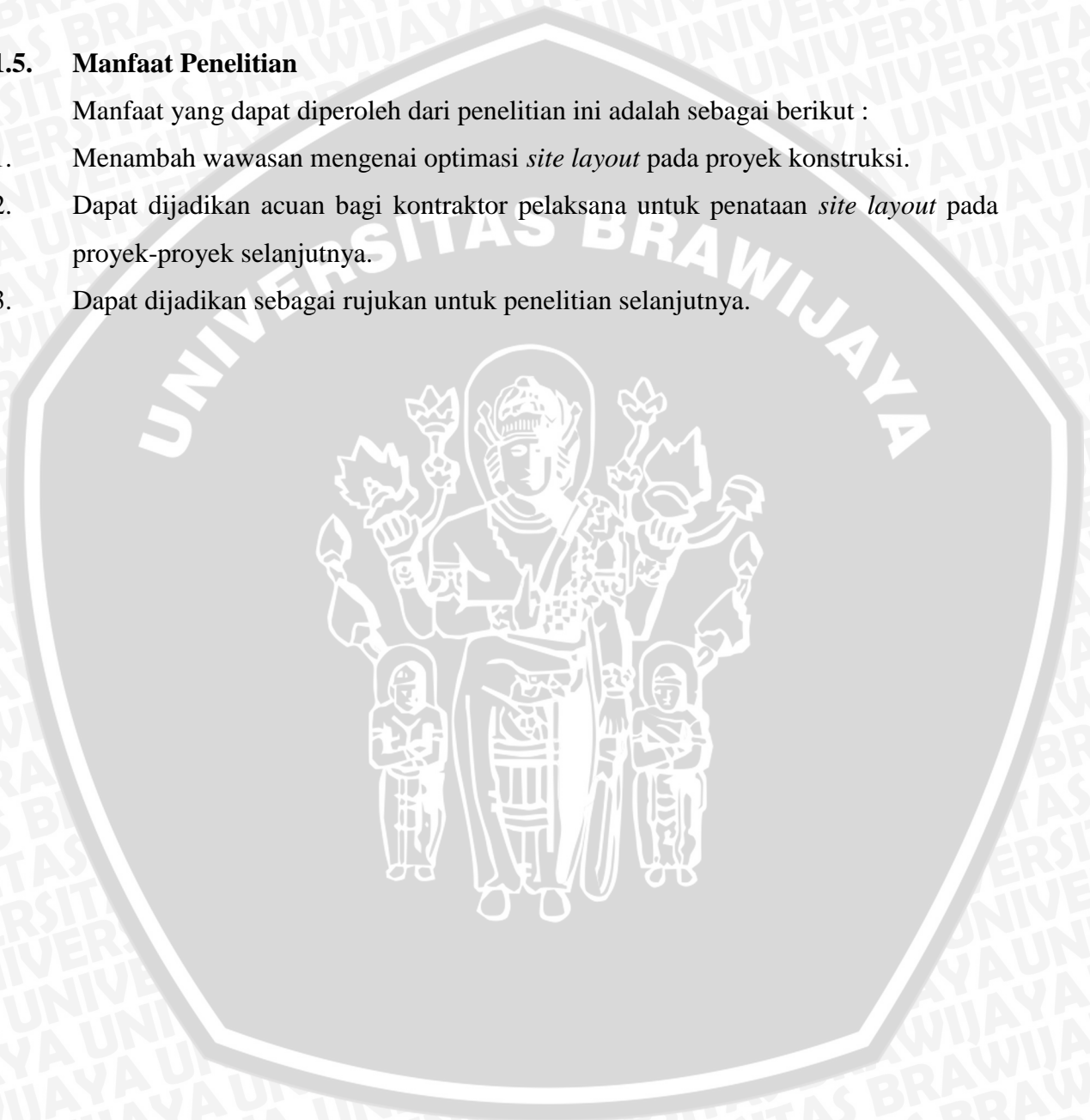


3. Menentukan *site layout* yang paling optimal berdasarkan pada aspek tingkat keamanan (*safety index*) proyek konstruksi yang ditinjau.
4. Menentukan *site layout* yang paling optimal berdasarkan pada aspek jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) proyek konstruksi yang ditinjau.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan mengenai optimasi *site layout* pada proyek konstruksi.
2. Dapat dijadikan acuan bagi kontraktor pelaksana untuk penataan *site layout* pada proyek-proyek selanjutnya.
3. Dapat dijadikan sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian *Site Layout*

Penataan *site (site layout)* adalah tata letak dalam menempatkan fasilitas-fasilitas pendukung proyek sehingga proses konstruksi dalam suatu proyek dapat berjalan dengan lancar dan selesai tepat pada waktu yang telah ditentukan. Soeharto (1995) menyebutkan bahwa *site plan / site installation* merupakan kegiatan pengaturan letak serta hubungan antar fasilitas dan sarana pada proyek yang mendukung semua pekerjaan konstruksi. Meskipun berbeda secara bahasa, namun kedua istilah tersebut memiliki makna yang sama. Fasilitas-fasilitas pendukung proyek yang dimaksud antara lain adalah kantor, toilet, gudang bahan, gudang material, gudang peralatan, parkir, dan sebagainya.

Dalam prosesnya, 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).

Pengaturan *site layout* terdiri atas dua jenis, yaitu *equal site* dan *unequal site*. *Equal site* merupakan kondisi dimana jumlah fasilitas proyek yang ada sama dengan jumlah lokasi yang tersedia, sedangkan *unequal site* merupakan kondisi dimana jumlah fasilitas yang ada di proyek lebih sedikit daripada jumlah lokasi yang tersedia (Li dan Love, 2000). Lokasi untuk menempatkan fasilitas proyek akan lebih beragam karena terdapat lokasi kosong pada lokasi proyek yang dapat dimanfaatkan. Dengan demikian, supaya terjadi persamaan (*equal*) dan menyeimbangkan antara jumlah fasilitas dengan jumlah lokasi yang tersedia diperlukan adanya *dummy* untuk membantu memberikan alternatif dalam menempatkan fasilitas proyek sehingga menjadi seimbang dengan jumlah lokasi yang tersedia.

#### 2.2. Pertimbangan-pertimbangan Tata Letak

Tata letak sangat berpengaruh terhadap efisiensi selama proses konstruksi. Menurut Ervianto (2005), beberapa hal yang harus dipertimbangkan adalah :

##### a. Pertimbangan umum

Sebelum memutuskan tata letak di lokasi proyek, seharusnya hasil *site investigation* diuji lebih dahulu dalam gambar rencana. Tujuannya adalah untuk memastikan

keterkaitan antara gambar rencana dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Selain itu juga untuk merencanakan penempatan material, bedeng pekerja, peralatan, dan lain sebagainya yang digunakan sebagai pendukung kegiatan pembangunan.

b. Pertimbangan jalan masuk

Pengaturan jalan masuk dan jalan keluar lokasi proyek membutuhkan pemikiran tersendiri yang berkaitan dengan tindakan efisiensi. Jalur jalan dalam lokasi proyek harus direncanakan sedemikian rupa sehingga peralatan dan material dari luar dapat ditempatkan dalam lokasi yang efisien sehingga tidak banyak waktu terbuang untuk menggunakannya. Jika penempatan material tidak pada lokasi yang direncanakan karena kesalahan pembuatan jalan dalam lokasi proyek, maka akan terjadi pembengkakan biaya konstruksi.

c. Pertimbangan penyimpanan

Jumlah dan jenis material yang harus ditumpuk, faktor keamanan serta cara penyimpanan (terutama perlindungan dari pengaruh cuaca), lokasi penyimpanan, ruang kerja yang memadai di antara tempat penyimpanan material (untuk keperluan pengambilan), penempatan material yang efisien, untuk menghindari dua/beberapa kali pemindahan sebelum material tersebut digunakan, harus dipertimbangkan guna mendapatkansistem dan tata letak yang efisien.

d. Pertimbangan akomodasi

Jumlah dan klasifikasi dari karyawan yang akan terlibat dalam kegiatan konstruksi harus diidentifikasi terlebih dahulu. Pemenuhan persyaratan minimum yang harus disediakan sesuai dengan peraturan kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Penentuan lokasi kantor proyek harus dapat memberikan kemudahan dan kecepatan bagi pengunjung proyek, tetapi juga mampu memberikan sudut pandang yang luas dari lokasi proyek, sehingga pihak pengelola proyek dapat dengan mudah menjangkau semua bagian proyek serta penempatan ruang istirahat dan kamar mandi.

e. Pertimbangan fasilitas sementara

Untuk pemenuhan fasilitas sementara, terlebih dahulu dilakukan identifikasi jenis kegiatan yang membutuhkannya, kapan fasilitas tersebut digunakan, dan dimana fasilitas itu dibutuhkan.

f. Pertimbangan peralatan

Identifikasi jenis peralatan, kapan akan digunakan, dan dimana dibutuhkan. Apakah sistem peralatan tersebut statis atau *mobile*? Jika sistem statis, persiapkan



lokasi penempatan serta alas/pondasi yang dibutuhkan. Jika peralatan tersebut bersifat *mobile*, cek rute sirkulasi untuk mendapatkan efisiensi yang optimum.

g. Pagar lokasi

Pagar lokasi harus diadakan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan (pencurian, keamanan). Jenis dari pagar lokasi ini disesuaikan dengan kebutuhan, misalnya untuk pagar luar sebaiknya digunakan material yang tertutup untuk menghindarkan pemandangan yang tidak sedap dilihat dari luar. Untuk material tertentu disyaratkan material tertentu sesuai dengan peraturan yang berlaku (misalnya untuk keamanan bahan peledak).

h. Kesehatan dan keselamatan kerja

Pemenuhan peralatan standar minimum untuk kepentingan kesehatan dan keselamatan pekerja harus sesuai dengan peraturan yang berlaku. Misalnya, wajib memakai topi proyek (helm), wajib memakai tali pengaman untuk bekerja pada ketinggian tertentu, kontraktor wajib memasang jaring-jaring pengaman dalam pembangunan gedung bertingkat.

### 2.3. Permasalahan dalam Perencanaan *Site Layout*

Perencanaan *site layout* memiliki beberapa kemungkinan alternatif sehingga timbul permasalahan. Masalah dalam perencanaan *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 dan Love, 2000). Selain harus menempatkan fasilitas di lokasi proyek, di sisi lain harus mengoptimalkan tujuan dari penataan lokasi tersebut dan harus mampu menyelesaikan masalah yang timbul. Fasilitas-fasilitas tersebut meliputi kantor, gudang, tempat parkir, *warehouse*, *batch plants*, *maintenance areas*, *fabrication yard*, *staging areas*, dan *lay down areas* (Yeh, 1995).

Mawdesley dkk (2002) mengidentifikasi masalah-masalah dalam tata letak suatu proyek konstruksi sebagai berikut :

a. Akses dan rute pengangkutan.

Secara umum, semua lokasi konstruksi membutuhkan sumber daya (pekerja, alat, dan material) untuk dibawa ke lokasi proyek, diambil dari lokasi proyek, dan bergerak di sekitar lokasi proyek. Pergerakan menuju dan dari lokasi proyek disebut sebagai akses, sedangkan pergerakan di sekitar lokasi proyek disebut rute pengangkutan.



b. Penyimpanan dan penanganan material.

Material yang dibawa menuju ke lokasi proyek seringkali tidak digunakan seketika. Dalam kasus ini, mereka butuh tempat penyimpanan. Beberapa jenis adalah material berharga yang harus dilindungi dari pencuri, beberapa jenis adalah material berbahaya dan orang harus dilindungi dari material tersebut, sedangkan beberapa jenis lainnya tidak berharga dan tidak berbahaya sehingga dapat disimpan pada tempat yang tidak terlindung. Ketiga jenis material ini membutuhkan fasilitas penyimpanan yang berbeda, dengan biaya pembangunan dan perawatan yang berbeda pula. Penanganan material konstruksi seringkali mahal dan membutuhkan banyak peralatan. Para ahli konstruksi menyarankan agar tempat penyimpanan material diatur lokasinya untuk mencegah penanganan ganda dan pergerakan yang tidak perlu.

c. Bangunan administrasi dan fasilitas keselamatan.

Hampir seluruh proyek konstruksi membutuhkan bangunan administrasi dan fasilitas keselamatan untuk pekerja. Bangunan administrasi harus memiliki pandangan yang bagus ke tempat kerja dan bebas dari kebisingan.

d. Peralatan dan bengkel

Terdapat beberapa proyek yang sangat membutuhkan fasilitas tersebut, misalnya proyek jalan. Bengkel harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan memiliki rute pendek dari lokasi konstruksi.

Secara umum, permasalahan dalam merencanakan *site layout* adalah fasilitas apa yang dibutuhkan selama proses konstruksi berjalan dan dimana dan kapan fasilitas-fasilitas tersebut harus disiapkan.

#### 2.4. Tujuan Perencanaan dan Pengaturan *Site Layout*

Penataan 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 dan Hossain, 2008). Hal tersebut hampir sama dengan tujuan yang dikemukakan oleh Hegazy dan Elbetagi (1999) yaitu penataan dapat berakibat pada efisiensi sumber daya karena ruang pada lokasi proyek merupakan sumber daya yang sama pentingnya dengan uang, waktu, pekerja, dan peralatan.

Selain itu, sasaran yang ingin dicapai dari suatu perencanaan *site layout* yang bagus adalah keselamatan dan efisiensi operasional proyek, meminimalkan waktu tempuh, mengurangi penanganan terhadap material, dan mencegah pergerakan material dan

peralatan yang dapat menghambat jalannya operasional proyek (Tommelein dkk, dalam Effendi, 2012).

## 2.5. Tipe dan Jenis Fasilitas

Secara alami, setiap proyek membutuhkan tipe dan jenis fasilitas yang berbeda sesuai dengan kebutuhannya. Hegazy dan Elbetagi (1999) mengelompokkan tipe fasilitas yang dibutuhkan pada suatu lokasi seperti pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1.** Tipe-tipe fasilitas

Fasilitas	Tipe
A	Fasilitas Sementara ( <i>Temporary Facility</i> ) : dapat ditempatkan di tempat kosong dimana saja di lokasi.
B	Fasilitas Tetap ( <i>Fixed Facility</i> ) : memiliki tempat yang tetap dan berhubungan dengan fasilitas lainnya
C	Penghalang ( <i>Obstacle</i> ) : tempat yang tidak dialokasikan di lokasi

Sumber : Hegazy dan Elbetagi, 1999

Kemudian Elbetagi dan Hegazy (dalam Effendi, 2012) mengelompokkan *temporary facilities* ke dalam 22 macam seperti pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Jenis-jenis *temporary facilities*

No.	Nama Fasilitas	No.	Nama Fasilitas
1	<i>Offices</i>	12	<i>Batch plant</i>
2	<i>First Aid</i>	13	<i>Sampling/testing lab</i>
3	<i>Information &amp; Guard</i>	14	<i>Piping yard</i>
4	<i>Toilet on Site</i>	15	<i>Parking lot</i>
5	<i>Engineer's/staff dormitory</i>	16	<i>Tank</i>
6	<i>Labor's dormitory</i>	17	<i>Long-term lay-down yard</i>
7	<i>Labor's rest area</i>	18	<i>Machine room</i>
8	<i>Maintenance shop</i>	19	<i>Shops</i>
9	<i>Rebar fabrication/storage yard</i>	20	<i>Scaffold storage yard</i>
10	<i>Carpentry shop</i>	21	<i>Material warehouse</i>
11	<i>Cement warehouse</i>	22	<i>Welding shop</i>

Sumber : Elbetagi dan Hegazy, dalam Effendi, 2012



Jenis-jenis fasilitas yang terdapat pada Tabel 2.2 belum tentu terdapat semuanya pada lokasi proyek yang ditinjau. Pada proses penelitian, akan dilakukan identifikasi fasilitas-proyek yang tersedia di lapangan.

## 2.6. 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. Menurut Tommelein dkk (dalam Effendi, 2012), jika pada suatu lokasi proyek konstruksi terdapat lahan yang luas, maka permintaan terhadap kebutuhan area sebagai tempat untuk fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan semakin tinggi sehingga penempatannya dapat tersebar di area yang kosong. Jika persebaran fasilitas semakin luas, maka jarak tempuh pekerja, peralatan, dan material dari satu fasilitas menuju fasilitas yang lain semakin bertambah.

Jarak tempuh dapat dihitung besarnya melalui hubungan antara jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas. Effendi (2012) merumuskan hubungan tersebut dalam persamaan sebagai berikut :

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

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*

Dari persamaan tersebut akan didapatkan nilai jarak tempuh (*traveling distance*) dari pekerja konstruksi pada lokasi proyek. Optimasi akan dilakukan pada fungsi objektif ini dengan meminimalkan nilainya.

## 2.7. Tingkat Keamanan (*Safety Index*)

Ketidakteraturan dalam penataan *site layout* selain berpengaruh terhadap produktivitas dan efisiensi juga 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.



Tingkat bahaya yang dapat terjadi di lokasi proyek dapat dibagi ke dalam beberapa zona dengan mengamati kondisi di sekitar lokasi kerja. Effendi (2012) membagi tingkat bahaya sebagai berikut :

**Tabel 2.3.** Tingkat bahaya

Nilai Safety	Kondisi
1	Tidak masuk dalam radius <i>tower crane</i> dan <i>genset</i>
2	Masuk dalam radius tiang <i>crane</i> atau <i>genset</i> saja
3	Masuk dalam radius tiang <i>crane</i> & lengan <i>crane</i> atau tiang <i>crane</i> & <i>genset</i>
4	Masuk dalam radius tiang <i>crane</i> , lengan <i>crane</i> , & <i>genset</i>

Sumber : Effendi, 2012

Dari nilai *safety* tersebut dapat dihitung besarnya hubungan antara tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antara fasilitas. Effendi (2012) merumuskan hubungan tersebut dalam persamaan sebagai berikut :

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

dengan :

- SI* = Hubungan antara tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n* = Jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)
- S<sub>ij</sub>* = Tingkat keamanan dan keselamatan antara fasilitas *i* dan *j*
- F<sub>ij</sub>* = Frekuensi perpindahan antar fasilitas *i* dan *j*

Dari persamaan tersebut akan didapatkan nilai tingkat keamanan (*safety index*) dari fasilitas-fasilitas di lokasi proyek. Optimasi akan dilakukan pada fungsi objektif ini dengan meminimalkan nilainya.

## 2.8. Fungsi Objektif (*Objective Function*)

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

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

Fungsi yang sama diterapkan pada perhitungan safety index, sehingga didapatkan fungsi sebagai berikut :

$$\text{Minimalkan Safety Index (SI)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij} * F_{ij} \quad (2-4)$$

Fungsi tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai *traveling distance* dan *safety index* yang minimal sehingga akan didapatkan *site layout* yang paling optimal dari beberapa skenario yang direncanakan.

## 2.9. Optimasi Site Layout

*Site layout* dapat disebut optimal jika fasilitas-fasilitas yang direncanakan ditempatkan pada lokasi yang tepat sehingga fungsi tujuan dari perencanaan *site layout* dapat dipenuhi. Salah satu indikatornya adalah apabila didapat jarak tempuh yang minimum. Hal ini sesuai dengan teori bahwa *site layout* yang bagus harus mampu menghemat waktu nonproduktif dalam jumlah yang cukup besar (Mawdesley dkk, 2002).

Penempatan fasilitas dapat dilakukan dengan memperhatikan interaksi yang terjadi antara fasilitas-fasilitas tersebut. Fasilitas yang banyak berinteraksi dapat ditempatkan pada lokasi yang berdekatan. Menurut Peurifoy dan Ledbetter (1988), bahan-bahan yang serupa dalam pemakaiannya mesti disimpan secara berdekatan, apabila memungkinkan. Kantor dan gudang umum mesti ditempatkan di dekat pintu masuk utama agar orang yang datang ke proyek untuk keperluan bisnis tidak usah berjalan menyusuri daerah konstruksi untuk sampai ke kantor yang ditujunya. Hal ini akan mengurangi bahaya kecelakaan bagi tamu dan keragu-raguan yang acapkali timbul sehubungan dengan kehadiran orang-orang tak dikenal di sekitar proyek.

## 2.10. Penelitian Terdahulu

Pada permasalahan optimasi *site layout* telah dilakukan beberapa penelitian dengan berbagai metode. Penelitian-penelitian tersebut sebagian besar lebih mempertimbangkan optimasi pada aspek jarak tempuh (*traveling distance*). Penelitian tersebut diantaranya dilakukan oleh Hegazy dan Elbetagi pada 1999 dengan menggunakan metode *evolution*

*based model* dalam mengoptimalkan *site layout*. Penelitian lain dilakukan oleh Easa dan Hossain pada 2008 dengan metode *mathematical optimization*.

Penelitian yang menjadi acuan utama adalah penelitian yang dilakukan oleh Effendi dkk pada 2012 dengan menggunakan *multi objectives function* yang mempertimbangkan jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan dan keselamatan (*safety index*).





## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan *action research*, yaitu penelitian yang diarahkan pada usaha untuk mengadakan pemecahan masalah atau perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan metode kerja sehingga *objectives function* yang ditentukan dapat dicapai.

#### 3.2. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Penjelasananya adalah sebagai berikut.

##### 3.2.1. Data primer

Data primer adalah data yang langsung diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti dari objek penelitian atau sumber data. Dalam penelitian ini, teknik yang digunakan adalah survei, wawancara, dan pengukuran di lokasi proyek. Data primer digunakan untuk memperoleh informasi optimasi bentuk *site layout*, luas fasilitas dan jarak antar fasilitas, frekuensi perpindahan antar fasilitas, serta informasi radius bahaya dari *tower crane* dan *genset* yang terdapat di lokasi proyek.

##### 3.2.2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang telah tersedia yang kemudian dikumpulkan oleh peneliti dari sumber-sumber yang berkaitan. Data sekunder dapat berupa dokumen-dokumen dari pihak terkait. Pada penelitian ini, data sekunder berupa data *site plan* Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III yang diperoleh dari PT. PP Persero (Tbk).

#### 3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III yang dilaksanakan oleh PT. PP Persero (Tbk). Objek penelitian berlokasi di Jalan Semarang No. 5 Malang.

### 3.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dan data sekunder dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

#### a. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data dan teori dari penelitian yang telah ada sebelumnya yang berkaitan dengan optimasi *site layout*.

#### b. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi terkait optimasi *site layout* yang dilakukan di lokasi proyek. Wawancara dilakukan terhadap pihak PT. PP (Persero) Tbk yang berwenang di lokasi proyek. Wawancara dilakukan dengan semi terstruktur yang pelaksanaannya lebih bebas bila dibandingkan dengan wawancara terstruktur.

#### c. Pengamatan langsung

Pengamatan langsung dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang didapatkan berupa frekuensi perpindahan antar fasilitas dalam lokasi proyek.

#### d. Pengukuran lapangan

Pengukuran lapangan dilakukan untuk mendapatkan data luasan fasilitas-fasilitas dalam proyek serta jarak antar fasilitas.

#### e. Dokumen

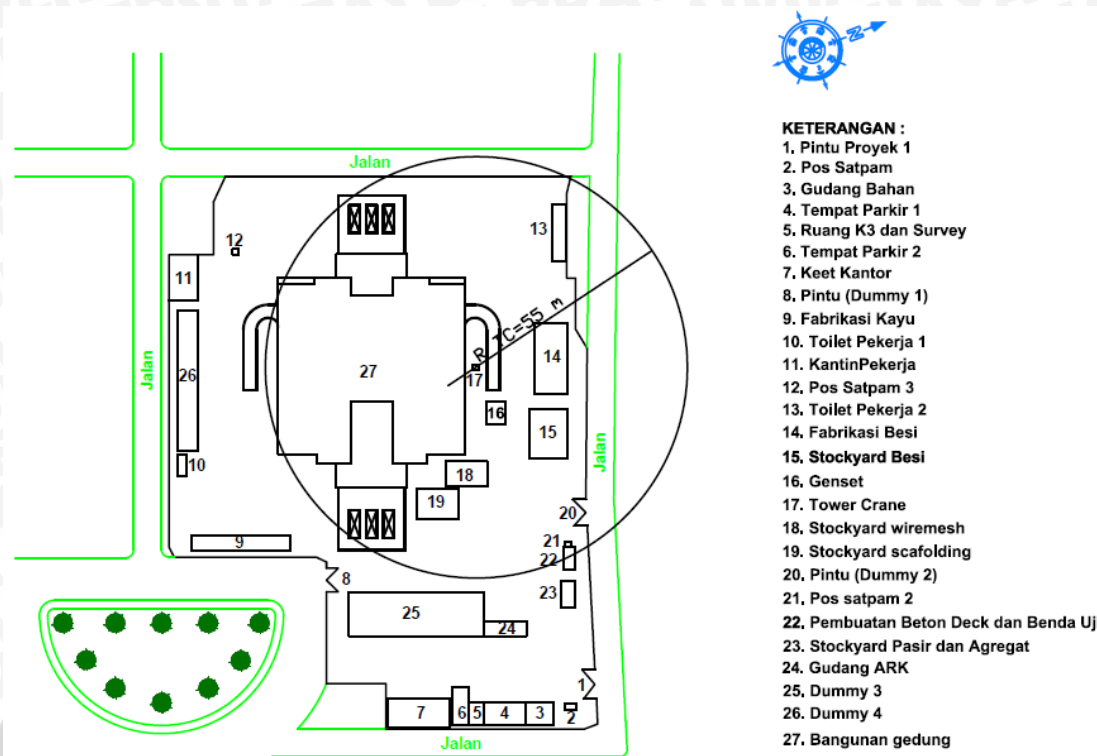
Dokumen berupa dokumen tertulis maupun elektronik yang diperlukan untuk mendukung kelengkapan data yang diperlukan dalam penelitian.

### 3.5. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.5.1. Survei lokasi dan identifikasi fasilitas

Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengidentifikasi fasilitas-fasilitas yang terdapat di lokasi proyek dan meninjau lokasi persebarannya. Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data gambar *site layout* dalam bentuk CAD untuk disamakan dengan kondisi asli di lapangan.



Gambar 3.1. Gambar site layout

### 3.5.2. Pengukuran luas fasilitas dan jarak antar fasilitas

Tahap selanjutnya setelah dilakukan identifikasi adalah pengukuran luasan dan jarak antar fasilitas menggunakan alat bantu. Data yang telah didapatkan kemudian diolah dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Contoh luas fasilitas

Fasilitas	Luas (m <sup>2</sup> )
Kantor	127,5
Fabrikasi Besi	153
Stok Besi	120
Gudang	45
Toilet	13,75

Luas fasilitas didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>). Untuk jarak antar fasilitas diperoleh dengan pengukuran di lapangan dan pengukuran melalui gambar CAD. Jarak antar fasilitas diolah seperti pada Tabel 3.2.



**Tabel. 3.2.** Contoh jarak antar fasilitas

Jarak	Kantor	Fabrikasi Besi	Stok Besi	Gudang	Toilet
Kantor	0	8,2	2,1	4,1	9
Fabrikasi Besi	8,2	0	3,2	5	7,9
Stok Besi	2,1	3,2	0	6	6,7
Gudang	4,1	5	6	0	5,2
Toilet	9	7,9	6,7	5,2	0

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai jarak kantor ke kantor adalah 0 karena berada pada lokasi yang sama. Jarak antara kantor ke fabrikasi besi adalah 8,2 dan jarak kantor ke stok besi, gudang, dan toilet berturut-turut adalah 2,1; 4,1; dan 9. Satuan yang dipakai adalah meter (m).

### 3.5.3. Perhitungan frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas

Tahap selanjutnya setelah dilakukan pengukuran luasan dan jarak antar fasilitas adalah menghitung perpindahan pekerja dari suatu fasilitas menuju fasilitas yang lain. Proses penghitungan dilakukan melalui pengamatan langsung di lokasi selama satu minggu pada jam kerja. Hasil yang didapat kemudian dimasukkan dalam tabel.

**Tabel. 3.3.** Contoh frekuensi perpindahan antar fasilitas

Jarak	Kantor	Fabrikasi Besi	Stok Besi	Gudang	Toilet
Kantor	0	4	3	6	7
Fabrikasi Besi	4	0	2	1	5
Stok Besi	3	2	0	6	3
Gudang	6	1	1	0	4
Toilet	7	5	3	4	0

Dari Tabel 3.3 dapat dilihat bahwa perpindahan dari kantor ke kantor adalah 0 karena walaupun terjadi pergerakan pekerja, namun masih pada lokasi yang sama. Begitu juga yang terjadi dengan perpindahan antar fasilitas lain yang sama.

### 3.5.4. Identifikasi *safety index*

Tahapan selanjutnya adalah melakukan identifikasi *safety index*. Proses identifikasi dilakukan melalui wawancara langsung dengan koordinator *SHE (Safety, Healthy, and Environmet)*. Hasil wawancara adalah berupa klasifikasi tingkat bahaya dalam proyek.

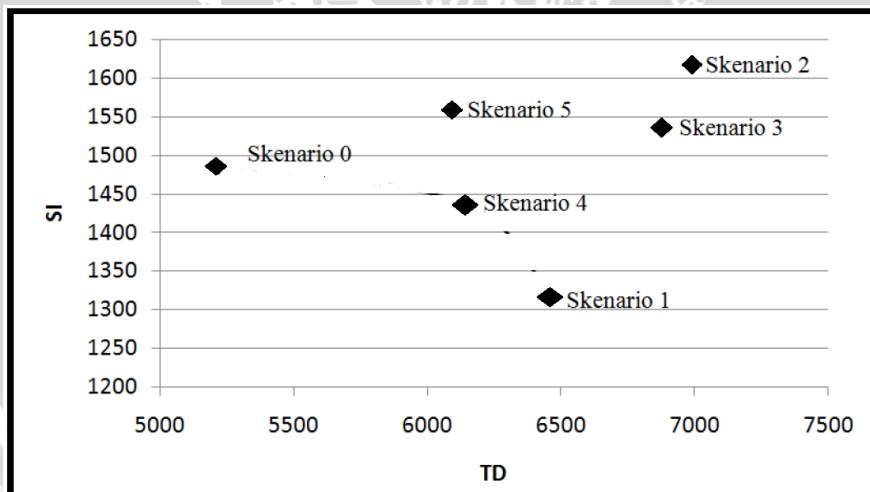
### 3.6. Optimasi Site Layout

Dalam proses ini dilakukan penentuan skenario untuk menemukan site layout yang paling optimal. Penentuan skenario dilakukan dengan cara menukar lokasi fasilitas yang ada atau menempatkan fasilitas pada ruang kosong yang tersedia di lokasi proyek.

Setelah ditemukan skenario perpindahan fasilitas, maka dilakukan perhitungan jarak tempuh (*travelling distance*) dengan menggunakan Persamaan (2-1) sehingga dapat diketahui nilai *traveling distance* dari masing-masing skenario. Nilai *traveling distance* yang diambil adalah nilai terkecil. Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) untuk menentukan nilai *safety index* dari masing-masing skenario. Nilai *safety index* yang diambil adalah nilai terkecil.

### 3.7. Diagram Pareto Minimum

Setelah didapatkan nilai *traveling distance* dan *safety index* dari masing-masing skenario, langkah selanjutnya adalah mencari nilai *traveling distance* dan *safety index* yang paling optimal melalui diagram pareto minimum. Berikut adalah contoh diagram pareto minimum.

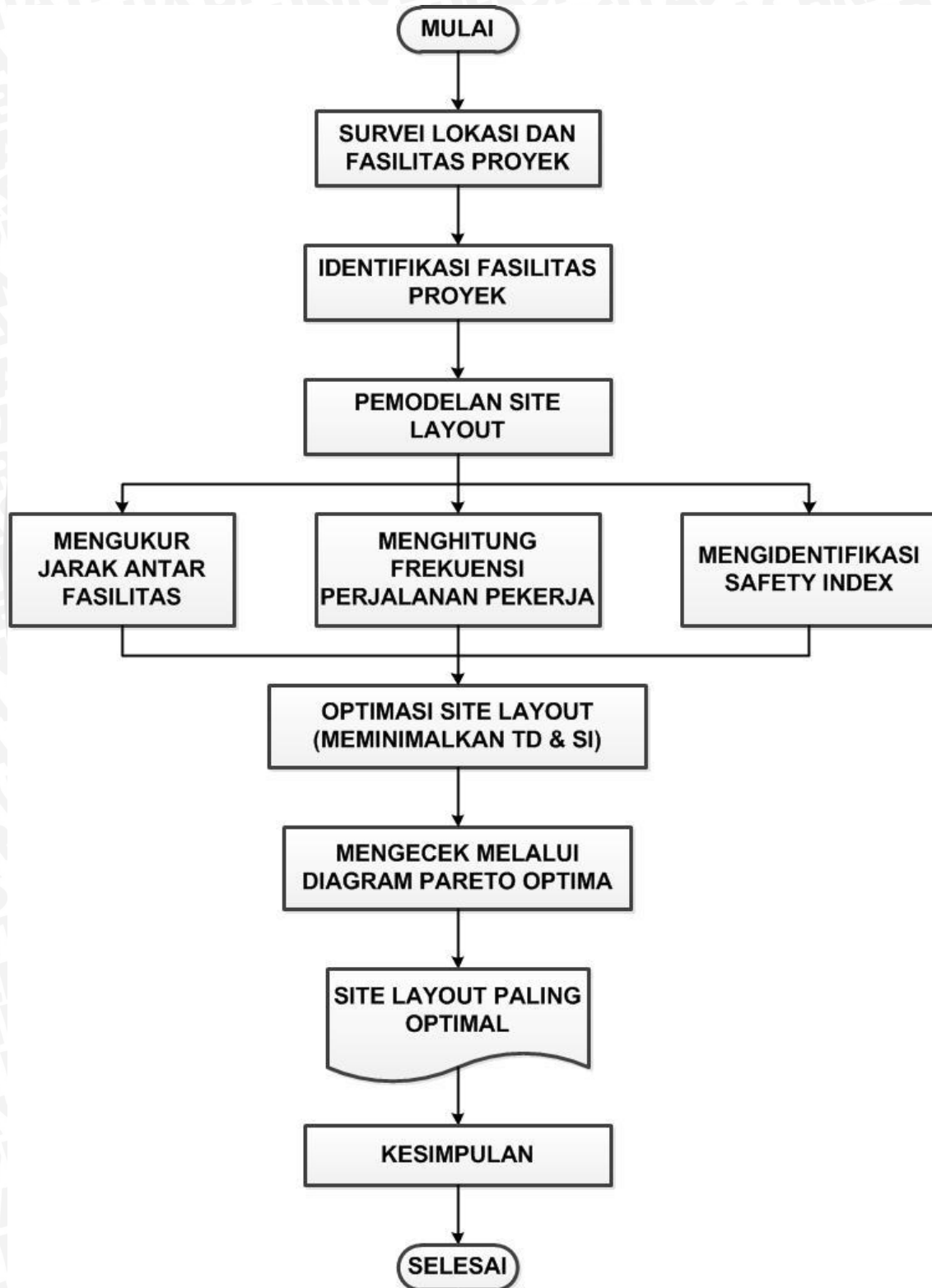


Gambar 3.2. Diagram pareto minimum (Pradana & Nurcahyo, 2014).

Dari contoh diagram tersebut dapat dilihat bahwa sumbu x adalah nilai dari *travelling distance* dan sumbu y adalah nilai dari *safety index* dari masing-masing skenario. Dari diagram tersebut akan didapat fungsi objektif yang paling optimal. Fungsi objektif yang paling optimal adalah yang memiliki nilai *travelling distance* dan *safety index* paling minimum.

### 3.8. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan tahapan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3. Diagram alir penelitian



## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Umum Proyek

Proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III dilaksanakan oleh PT. PP (Persero) Tbk. Bangunan gedung terdiri atas 9 lantai. Proyek berlokasi di Jalan Semarang No. 5 Malang, dengan batas-batas berupa jalan lingkungan di dalam Universitas Negeri Malang.

Di dalam lokasi terdapat beberapa fasilitas penunjang proyek. Fasilitas-fasilitas tersebut adalah :

- a. Pintu proyek : Akses keluar dan masuk ke lokasi proyek.
- b. Pos jaga : Tempat bagi petugas keamanan proyek untuk melakukan pengawasan.
- c. Gudang bahan : Tempat untuk menyimpan barang dan bahan yang tidak segera digunakan serta rentan pencurian.
- d. Tempat parkir : Tempat untuk parkir kendaraan pekerja.
- e. Ruang K3 dan Survey : Tempat bagi petugas SHE (*Safety and Healthy Environment*), penyimpanan kotak P3K, dan penyimpanan alat survei.
- f. Keet Kantor : Kantor untuk kontraktor, pengawas, ruang rapat, dan sebagainya.
- g. Fabrikasi kayu : Tempat untuk pembuatan bekisting dan pekerjaan kayu lainnya.
- h. Toilet pekerja : Tempat bagi pekerja untuk keperluan MCK.
- i. Kantin : Tempat bagi penjual untuk menyediakan makan dan minum bagi pekerja.
- j. Fabrikasi besi : Tempat untuk memotong dan merakit besi tulangan.
- k. *Stockyard* besi : Tempat untuk meletakkan besi tulangan sebelum dipotong dan dirakit.
- l. Genset : Fasilitas untuk menyediakan listrik.
- m. Tower crane : Fasilitas untuk mengangkat dan memindahkan barang.
- n. *Stockyard scaffolding* : Tempat meletakkan perancah.
- o. *Stockyard wiremesh* : Tempat untuk meletakkan tulangan *wiremesh*.
- p. Tempat benda uji dan beton *deck* : Tempat untuk membuat benda uji untuk keperluan tes beton dan pembuatan beton *deck*.
- q. *Stockyard* pasir dan agregat : Tempat untuk meletakkan pasir dan agregat.
- r. Gudang ARK : Tempat untuk merakit, memperbaiki, dan menyimpan alat ringan penunjang proyek.
- s. Bangunan : Bangunan gedung yang dikerjakan

Fasilitas-fasilitas tersebut kemudian dibagi sesuai tipe masing-masing. Pembagiannya adalah sebagai berikut :

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

#### 4.2. Perhitungan Frekuensi Perpindahan Pekerja

Data frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas per hari didapatkan melalui pengamatan langsung di lokasi selama satu minggu pada jam kerja, yaitu pukul 08.00-12.00 kemudian dilanjutkan pukul 13.00-16.00. Dari data-data tersebut kemudian diolah kembali sehingga didapatkan data frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas yang paling maksimal. Data frekuensi tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 4.3. Pengukuran Luas Fasilitas dan Jarak Antar Fasilitas

Luas fasilitas didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan dan hasil pengukuran pada gambar CAD. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan meter persegi ( $m^2$ ). Hasil pengukuran ini juga sekaligus untuk mengetahui kebutuhan ruang pada tiap-tiap fasilitas proyek. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Luas fasilitas proyek

No.	Lokasi	Fasilitas	Luas ( $m^2$ )	No.	Lokasi	Fasilitas	Luas ( $m^2$ )
1	A	Pintu Proyek 1	-	15	O	<i>Stockyard</i> besi	130,00
2	B	Pos Satpam 1	4,73	16	P	<i>Genset</i>	30,00
3	C	Gudang	46,61	17	Q	<i>Tower Crane</i>	-
4	D	Tempat parkir 1	64,31	18	R	<i>Stockyard scaffolding</i>	86,35
5	E	Ruang K3 dan <i>Survey</i>	22,72	19	S	<i>Stockyard wiremesh</i>	71,50
6	F	Tempat parkir 2	44,55	20	T	Pintu ( <i>Dummy 2</i> )	-
7	G	Keet kantor	122,31	21	U	Pos Satpam 2	2,25
8	H	Pintu ( <i>Dummy 1</i> )	-	22	V	Tempat bahan uji dan beton <i>deck</i>	18,29
9	I	Fabrikasi kayu	100,10	23	W	<i>Stockyard</i> pasir	25,55
10	J	Toilet pekerja 1	13,75	24	X	Gudang ARK	42,00
11	K	Kantin pekerja	90,44	25	Y	<i>Dummy 3</i>	407,14
12	L	Pos Satpam 3	2,25	26	Z	<i>Dummy 4</i>	199,47
13	M	Toilet pekerja2	56,24	27	AA	Bangunan	3005,71
14	N	Fabrikasi besi	159,65				

Sumber : Pengukuran lapangan dan gambar CAD



Fasilitas-fasilitas tersebut kemudian diidentifikasi sesuai dengan tipenya. Data yang didapat merupakan hasil wawancara terhadap petugas di lokasi proyek. Tipe fasilitas pada lokasi proyek dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Pembagian tipe fasilitas pada lokasi proyek

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

Sumber : Wawancara dengan *site engineer* PT. PP (Persero) Tbk

Kebutuhan ruang pada masing-masing fasilitas akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam meletakkan, memindahkan, dan meletakkan fasilitas-fasilitas sementara yang berada pada proyek. Fasilitas-fasilitas tersebut harus dipindahkan ke lokasi yang memiliki luasan yang mencukupi. Selain kebutuhan ruang, bentuk dan tipe fasilitas yang akan dipindahkan juga penting sebagai bahan pertimbangan. Fasilitas-fasilitas tetap seperti *keet* kantor, *genset*, dan *tower crane* tidak dapat dipindahkan.

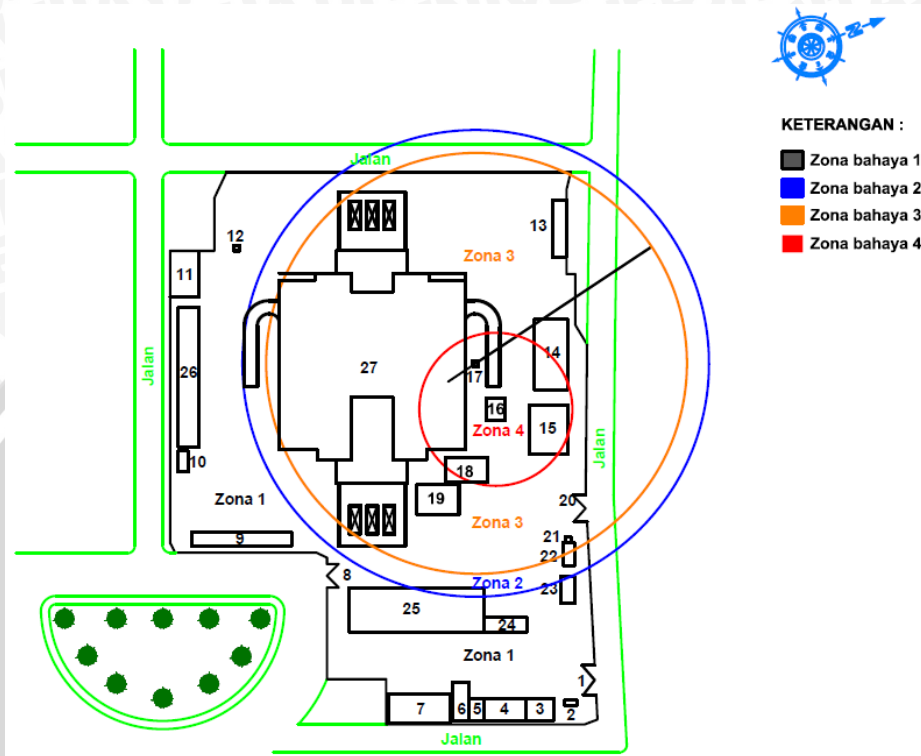
Jarak antar fasilitas didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan dan pengukuran pada gambar CAD dengan memperhatikan rute yang dilalui pekerja. Jarak antar fasilitas dihitung untuk mengetahui hubungan kedekatan antar fasilitas. Jarak antar fasilitas pada kondisi awal dapat dilihat pada Lampiran 2. Jarak tersebut didapatkan dengan memperhatikan rute perjalanan pekerja antar fasilitas. Pada perhitungan selanjutnya, jarak akan berubah sesuai dengan skenario perpindahan fasilitas yang dilakukan.

#### 4.4. Pembagian Zona Bahaya di Lokasi Proyek

Tingkat bahaya yang dapat terjadi di lokasi proyek dibagi ke dalam beberapa zona dengan mengamati kondisi di sekitar lokasi kerja dan wawancara dengan petugas yang berwenang.



Dari hasil wawancara dengan petugas yang berwenang didapatkan data bahwa panjang lengan *tower crane* adalah 55 m dengan ketinggian *tower crane* 61 m. Untuk zona bahaya dari *genset* ditetapkan sebesar 20 m. Dari data tersebut dan merujuk pada Tabel 2.3 maka disusun pembagian zona bahaya seperti pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Pembagian zona bahaya pada lokasi proyek

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 *tower crane* 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.

#### 4.5. Skenario Optimasi Site Layout

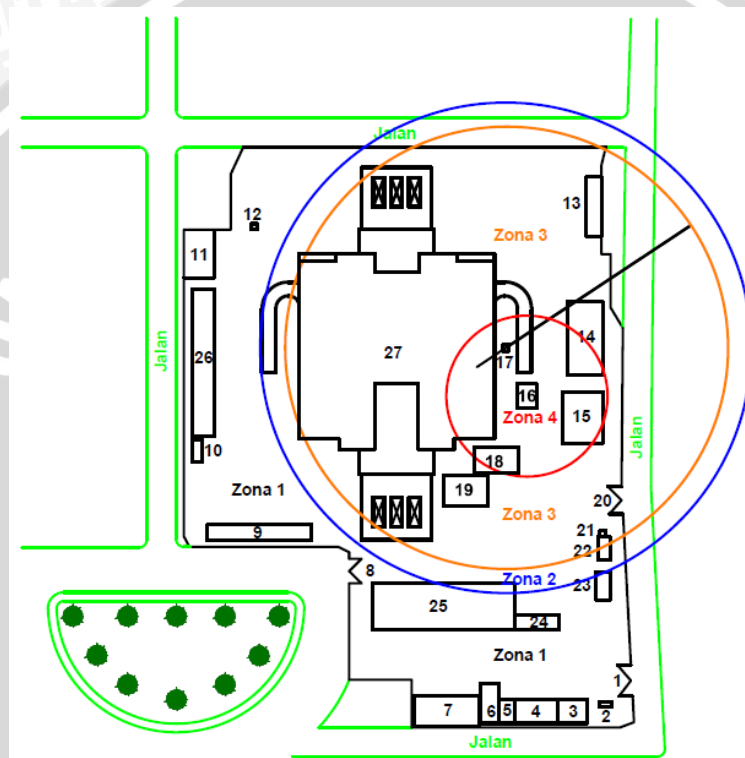
Optimasi dilakukan pada aspek jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengacu pada data frekuensi perjalanan pekerja maksimal, jarak antar fasilitas, dan tingkat keamanan antar fasilitas.

Frekuensi perjalanan antar pekerja maksimal akan menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan optimasi dengan skenario pemindahan fasilitas sementara yang terdapat di lokasi proyek. Frekuensi perjalanan pekerja antar fasilitas yang memiliki nilai tinggi menunjukkan aktivitas hubungan antar fasilitas yang cukup besar, sehingga diharapkan

dengan memindahkan salah satu fasilitas akan dapat mempengaruhi jarak tempuh (*traveling distance*) atau tingkat keamanan (*safety index*).

#### 4.5.1. Kondisi awal (Skenario 0)

Kondisi awal merupakan kondisi fasilitas dengan letak yang sama dengan yang terdapat di lokasi proyek. Letak fasilitas-fasilitas tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.2 dan Tabel 4.3. Jarak antar fasilitas untuk kondisi awal dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.



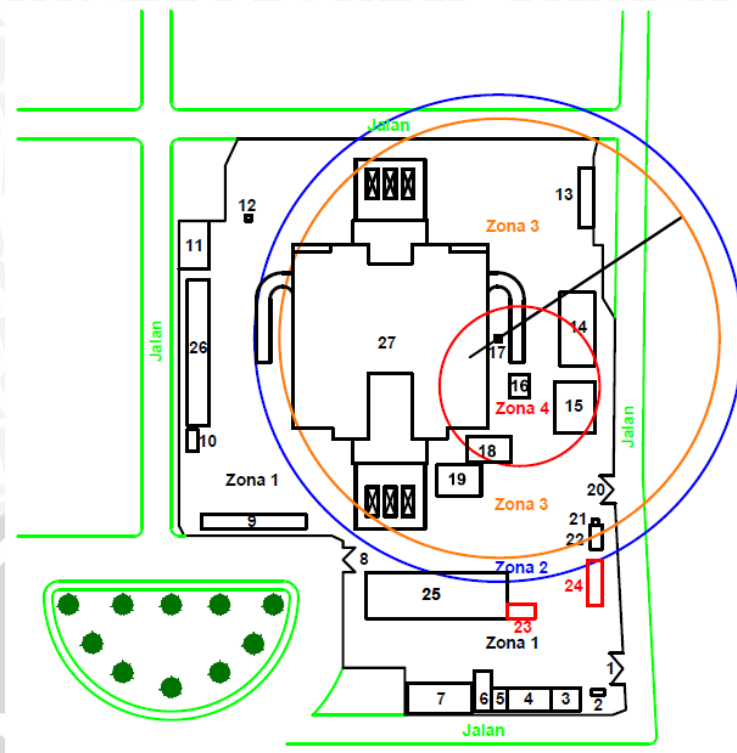
Gambar 4.2. Site layout kondisi awal (skenario 0)

Tabel 4.3. Letak fasilitas pada kondisi awal (skenario 0)

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	

#### 4.5.2. Kondisi 1 (Skenario 1)

Pada skenario 1, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.4.



**Gambar 4.3.** Site layout kondisi 1 (skenario 1)

**Tabel 4.4.** Letak fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1)

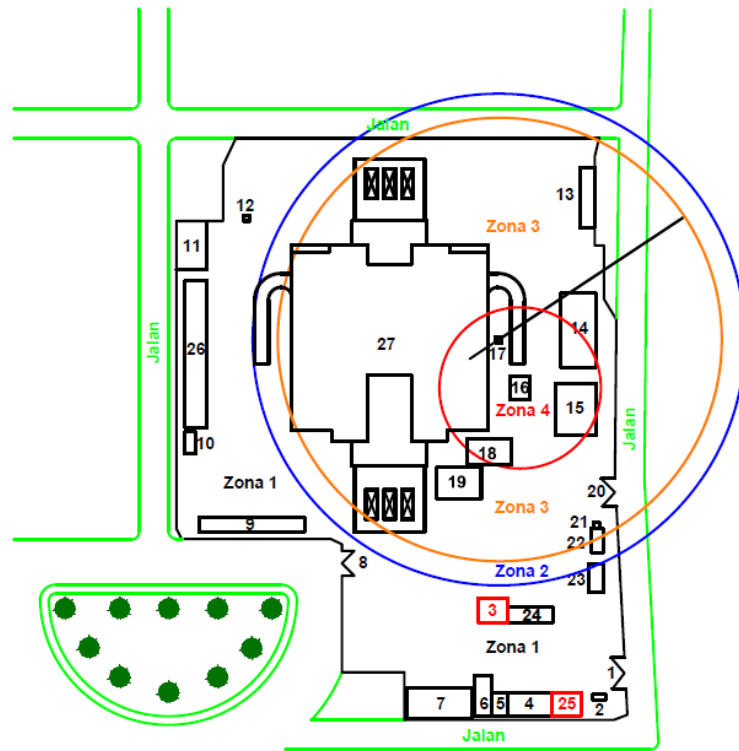
Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	22	24	23	25	26	27	

Fasilitas-fasilitas yang mengalami pemindahan adalah fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 24 (gudang ARK). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.5.3. Kondisi 2 (Skenario 2)

Pada skenario 2, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 3 (gudang bahan), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan Tabel 4.5. Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.





Gambar 4.4. Site layout kondisi 2 (skenario 2)

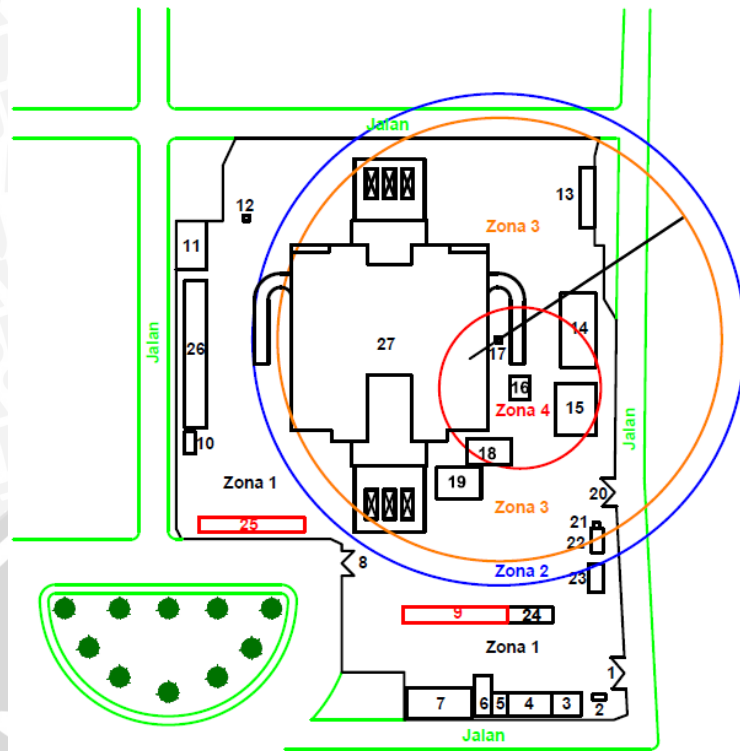
Tabel 4.5. Letak fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2)

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	

#### 4.5.4. Kondisi 3 (Skenario 3)

Pada skenario 3, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.6.

Fasilitas-fasilitas yang mengalami pemindahan adalah fasilitas 9 (fabrikasi kayu), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.



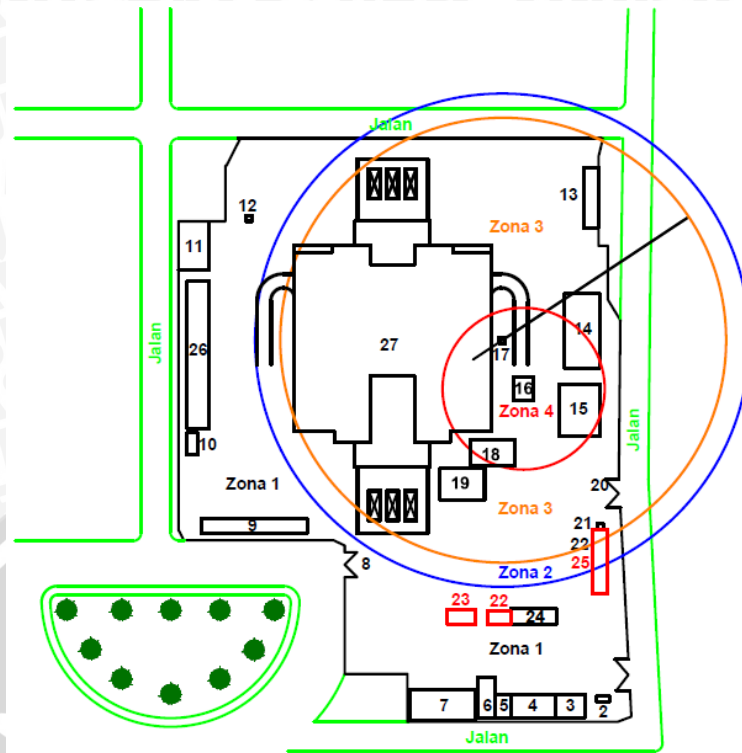
**Gambar 4.5.** Site layout kondisi 3 (skenario 3)

**Tabel 4.6.** Letak fasilitas pada kondisi 3 (skenario 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	

#### 4.5.5. Kondisi 4 (Skenario 4)

Pada skenario 4, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.7. Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.6. Site layout kondisi 4 (skenario 4)

Tabel 4.7. Letak fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4)

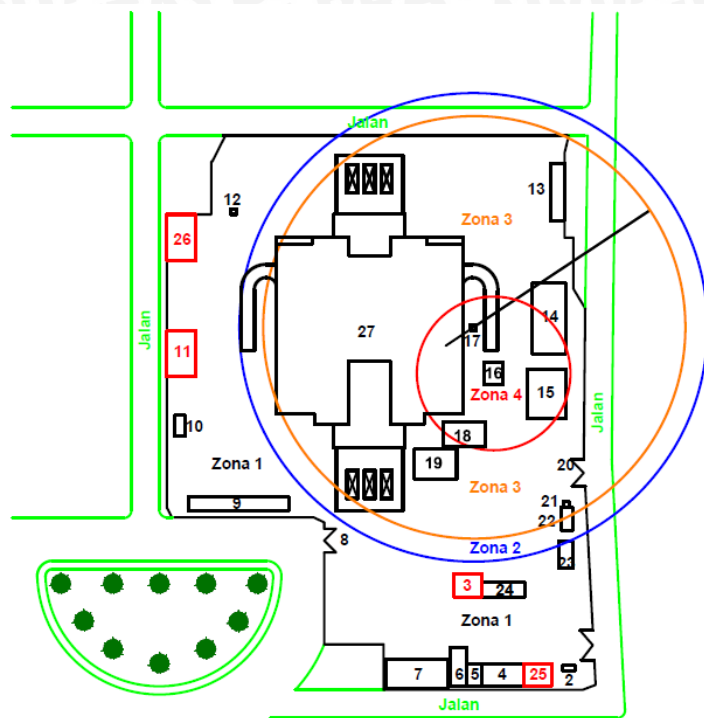
Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	20	21	25	24	22	23	26	27	

#### 4.5.6. Kondisi 5 (Skenario 5)

Pada skenario 5, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.8.

Fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 3 (gudang bahan), fasilitas 25 (*dummy* 3), fasilitas 11 (kantin pekerja) dan fasilitas 26 (*dummy* 4). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.





Gambar 4.7. Site layout kondisi 5 (skenario 5)

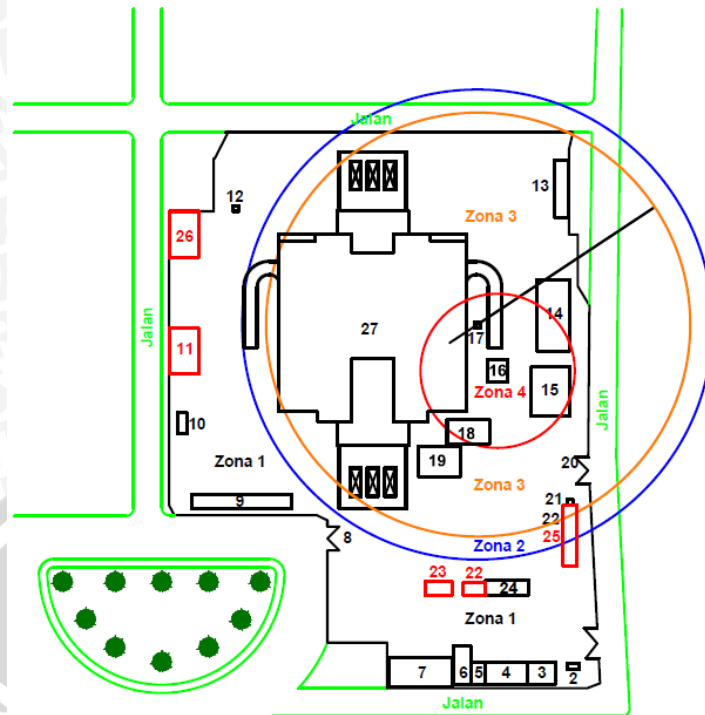
Tabel 4.8. Letak fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5)

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	

#### 4.5.7. Kondisi 6 (Skenario 6)

Pada skenario 6, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), fasilitas 25 (*dummy* 3), fasilitas 11 (kantin pekerja), dan fasilitas 26 (*dummy* 4).

Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.9. Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.8. Site layout kondisi 6 (skenario 6)

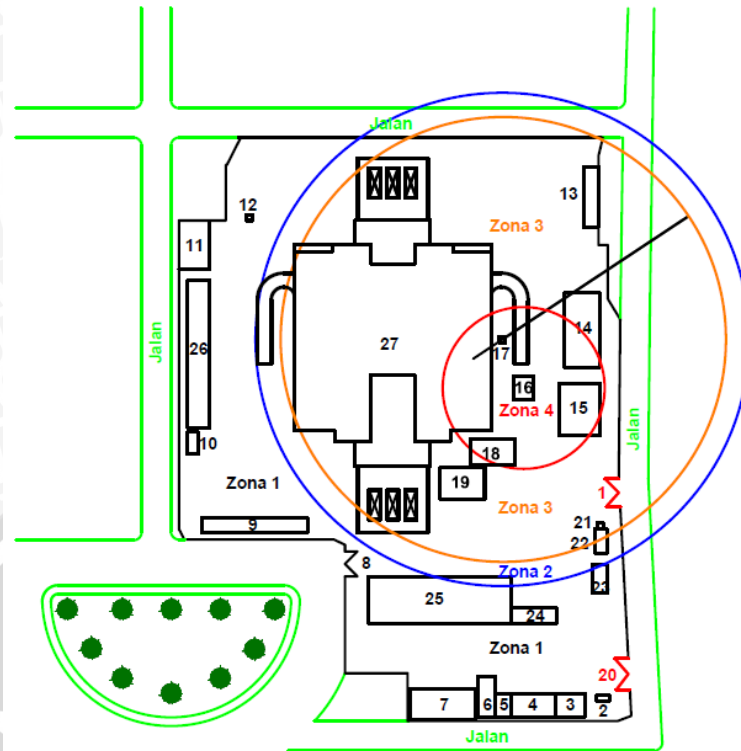
Tabel 4.9. Letak fasilitas pada kondisi 6 (skenario 6)

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	

#### 4.5.8. Kondisi 7 (Skenario 7)

Pada skenario 7, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Tabel 4.10.

Fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 20 (*dummy* 2). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.9. Site layout kondisi 7 (skenario 7)

Tabel 4.10. Letak fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7)

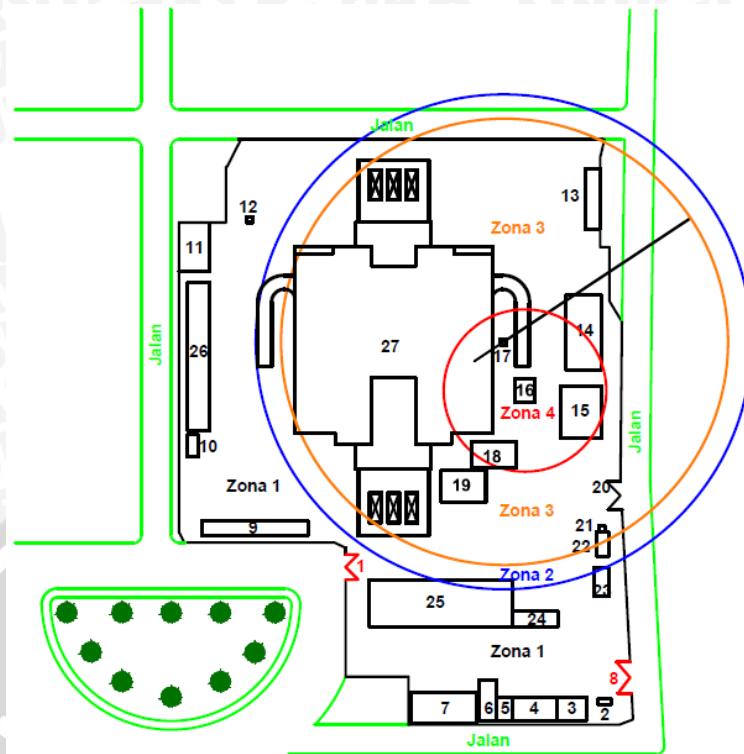
Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Fasilitas	20	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lokasi	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
Fasilitas	15	16	17	18	19	1	21	22	23	24	25	26	27	

#### 4.5.9. Kondisi 8 (Skenario 8)

Pada skenario 6, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 8 (*dummy 1*).

Letak fasilitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.10 dan Tabel 4.11. Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.





Gambar 4.10. Site layout kondisi 8 (skenario 8)

Tabel 4.11. Letak fasilitas pada kondisi 8 (skenario 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	

#### 4.6. Perhitungan Jarak Tempuh (*Traveling Distance*)

Jarak tempuh (*traveling distance*) dapat dihitung besaran nilainya melalui hubungan antara jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas sesuai dengan Persamaan (2-1). Jarak antar fasilitas disesuaikan dengan rute yang dilalui pekerja sehingga akan didapatkan nilai jarak tempuh sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Contoh perhitungan *traveling distance* untuk kondisi awal (skenario 0) adalah sebagai berikut :

a. Diketahui :

- Jarak antara fasilitas 1 dan 2 adalah 8,76 m (Lampiran 2)
- Frekuensi perjalanan pekerja maksimal antara fasilitas 1 dan 2 adalah 8 kali perjalanan per hari (Lampiran 1)

b. Perhitungan *traveling distance*

$$- TD_{1-2} = d_{ij} * F_{ij} = 8,76 * 8 = 70,08 \text{ m}$$

Perhitungan dengan cara yang sama dilakukan untuk menghitung *traveling distance* antar fasilitas-fasilitas lainnya sehingga dengan menggunakan Persamaan (2-1) *Traveling Distance* =  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij}$  pada skenario 0 didapatkan *traveling distance* total sebesar 113371,10 m.

#### 4.6.1. Kondisi Awal (Skenario 0)

Kondisi awal merupakan kondisi fasilitas dengan letak yang sama dengan yang terdapat di lokasi proyek. Data jarak antar fasilitas untuk kondisi awal dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.12.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,39	0,00	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	3154,14	7903,18	7204,65	5061,12	2668,68	1215,12	6857,96	0,00	2243,96	4036,97	5077,09	190,49	1794,05	12609,85	7513,58	2162,94	104,92	1640,52	7478,66	0,00	314,14	2500,33	2725,88	7721,00	0,00	0,00	21191,86	
Σ TD	113371,10																											

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.12. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk kondisi awal (skenario 0) adalah sebesar 113371,10 m.



#### 4.6.2. Kondisi 1 (Skenario 1)

Pada skenario 1, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 24 (gudang ARK). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.13.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24		
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1549,17	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	696,44	277,63	345,58	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	275,27	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	264,91	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	416,46	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	245,08	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	312,09	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1587,36	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	0,00	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	0,00	167,31	52,88	749,09	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,50	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	92,81	126,09	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	0,00	198,23	0,00	376,69	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	0,00	198,23	0,00	0,00	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	277,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,88	0,00	0,00	92,81	0,00	0,00	0,00	88,53	0,00	126,09	0,00	0,00	2129,10	
24	0,00	1549,17	345,58	275,27	264,91	0,00	416,46	0,00	245,08	312,09	0,00	0,00	0,00	1587,36	749,09	54,50	0,00	126,09	376,69	0,00	0,00	52,27	126,09	0,00	0,00	0,00	1373,74	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2129,10	1373,74	0,00	0,00	0,00	
Σ	3154,14	7982,02	7205,19	5072,95	2678,53	1215,12	6869,78	0,00	2242,62	4035,64	5077,09	190,49	1794,05	12617,54	7520,40	2162,83	104,92	1641,31	7472,57	0,00	314,14	2500,33	2767,04	7854,40	0,00	0,00	21233,87	
ΣTD																												113706,98

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.13. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 1 adalah sebesar 113706,98 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 1 mengalami kenaikan sebesar 0,30% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.6.3. Kondisi 2 (Skenario 2)

Pada skenario 2, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 3 (gudang bahan), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.



**Tabel 4.14.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	390,25	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64		
3	0,00	390,25	0,00	0,00	0,00	0,00	158,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,73	0,00	215,02	0,00	118,56	1618,49	0,00	0,00	493,36	232,53	143,10	0,00	0,00	1022,94	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	158,92	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	152,73	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	215,02	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	
18	0,00	830,70	1896,91	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	101,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	100,24	46,76	493,36	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	0,00	198,23	0,00	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	232,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	143,10	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1022,94	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	3154,14	8186,00	4806,92	5061,12	2668,68	1215,12	6934,93	0,00	2243,96	4036,97	5077,09	190,49	1794,05	12266,41	7513,58	2061,50	104,92	1533,52	5419,04	0,00	314,14	2297,25	2663,57	7336,26	0,00	0,00	20870,10	
Σ TD															108249,79													

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.14. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 2 adalah sebesar 108249,79 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 2 mengalami penurunan sebesar 4,52% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.6.4. Kondisi 3 (Skenario 3)

Pada skenario 3, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 9 (fabrikasi kayu), dan fasilitas 25 (*dummy 3*). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.15. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 3 adalah sebesar 114483,26 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 3 mengalami kenaikan sebesar 0,98% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.15.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 3 (skenario 3)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	59,31	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,46	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	73,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	59,31	0,00	66,46	73,56	0,00	89,99	0,00	0,00	83,66	522,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1774,11
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,66	0,00	917,97	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	522,52	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	0,00	443,29
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	57,53	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	0,00	0,00	203,96
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	0,00	547,17
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	0,00	0,00	454,94
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	0,00	0,00	2082,24
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	72,90	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1378,59
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1774,11	1713,56	1296,52	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	3154,14	7845,59	7204,65	5021,43	2641,17	1215,12	6860,27	0,00	2800,04	4096,00	5300,17	190,49	1794,05	12609,85	7513,58	2114,77	104,92	1640,52	7478,66	0,00	314,14	2500,33	2725,88	7547,49	0,00	0,00	0,00	21809,98
Σ TD															114483,26													

**4.6.5. Kondisi 4 (Skenario 4)**

Pada skenario 4, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.16.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 4 (skenario 4)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	97,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	45,63	0,00	1470,33	0,00	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	679,52	434,61	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	152,63	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	161,89	0,00	243,82	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00																						



perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 4 adalah sebesar 113881,10 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 4 mengalami kenaikan sebesar 0,45% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.6.6. Kondisi 5 (Skenario 5)

Pada skenario 5, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 3 (gudang bahan), fasilitas 25 (*dummy* 3), fasilitas 11 (kantin pekerja) dan fasilitas 26 (*dummy* 4). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.17.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	390,25	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	390,25	0,00	0,00	0,00	0,00	158,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,73	0,00	215,02	0,00	118,56	1618,49	0,00	0,00	493,36	232,53	143,10	0,00	0,00	1022,94	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	158,92	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	190,17	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	302,16	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,17	302,16	0,00	0,00	589,93	1126,36	142,94	0,00	0,00	0,00	89,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	812,76	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	589,93	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	152,73	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1126,36	0,00	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	142,94	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	215,02	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	
18	0,00	830,70	1896,91	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,70	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	101,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	100,24	46,76	493,36	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	0,00	198,23	0,00	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	232,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	143,10	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1022,94	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	812,76	0,00	351,09	975,52	4432,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	3154,14	8186,00	4806,92	5061,12	2668,68	1215,12	6934,93	0,00	2134,69	3421,17	3402,03	190,49	1685,70	12313,61	7477,47	2061,50	104,92	1533,52	5238,85	0,00	314,14	2297,25	2663,57	7536,26	0,00	0,00	20386,34	
Σ TD																											104788,42	

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.17. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 5 adalah sebesar 104788,42 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 5 mengalami kenaikan penurunan sebesar 7,57% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.6.7. Kondisi 6 (Skenario 6)

Pada skenario 6, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), fasilitas 25 (*dummy* 3), fasilitas 11 (kantin pekerja), dan fasilitas 26 (*dummy* 4). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi



perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.18.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 6 (skenario 6)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	845,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	0,00	473,26	0,00	0,00	0,00	97,98	0,00	0,00	0,00	810,24		
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	45,63	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	679,52	434,61	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	52,78	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
6	845,96	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,63	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	24,64	190,17	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,80	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	302,16	0,00	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	161,89	0,00	243,82	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,17	302,16	0,00	0,00	589,93	1126,36	142,94	0,00	0,00	0,00	215,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	812,76
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	589,93	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1126,36	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	232,18	0,00	1579,68	0,00	0,00	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	142,94	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	0,00	237,70	62,86	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	110,03	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,70	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	82,25	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	0,00	175,89	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	97,98	45,63	679,52	52,78	0,00	0,00	152,63	0,00	0,00	161,89	0,00	0,00	0,00	232,18	237,70	110,03	0,00	175,89	0,00	0,00	0,00	102,84	28,00	0,00	0,00	0,00	519,20	
23	0,00	0,00	434,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,86	0,00	0,00	82,25	0,00	0,00	0,00	102,84	0,00	141,30	0,00	0,00	2214,59	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	176,80	243,82	0,00	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	28,00	141,30	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	812,76	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	519,20	2214,59	1378,59	0,00	0,00	0,00	
$\Sigma$	3151,89	7902,05	7327,52	5059,99	2668,68	1215,12	6835,70	0,00	2065,08	3293,72	3402,03	190,49	1685,70	12409,85	7559,91	2185,25	104,92	1632,78	7401,74	0,00	314,14	2596,28	3038,46	7379,35	0,00	0,00	20904,72	
$\Sigma$ TD																												110545,35

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.18. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 6 adalah sebesar 110545,35 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 6 mengalami penurunan sebesar 2,49% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.6.8. Kondisi 7 (Skenario 7)

Pada skenario 7, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 20 (*dummy* 2). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.19. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk kondisi 7 adalah sebesar 116923,71 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 7 mengalami kenaikan sebesar 3,13% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.19.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 7 (skenario 7)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	506,41	0,00	1761,23	0,00	1808,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,41	0,00	0,00	245,49	0,00	0,00	0,00	39,24	0,00	0,00	0,00	498,16	
2	506,41	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	1344,71	
4	1761,23	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	1266,43	
6	1808,72	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	975,52	
15	67,41	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	0,00	340,97	0,00	0,00	162,02	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	0,00	182,10	0,00	152,12	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	
19	244,44	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	54,11	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,02	0,00	152,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	39,24	46,76	696,44	53,91	0,00	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	0,00	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	0,00	128,12	382,79	0,00	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	498,16	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	0,00	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	0,00	351,09	975,52	443,29	203,96	50,81	0,00	547,17	0,00	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	
Σ	4925,60	8339,50	7204,65	6144,26	2668,68	2177,88	6857,96	0,00	2243,96	4036,97	5077,09	190,49	1794,05	12609,85	7517,71	2162,94	104,92	1412,76	7478,66	0,00	314,14	2439,33	2725,88	7721,00	0,00	20879,78	
Σ TD														116923,71													

**4.6.9. Kondisi 8 (Skenario 8)**

Pada skenario 8, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 8 (*dummy 1*). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.20.** Perhitungan *traveling distance* pada kondisi 8 (skenario 8)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	688,52	0,00	1883,27	0,00	1613,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,75	0,00	0,00	360,90	0,00	0,00	0,00	127,30	0,00	0,00	0,00	542,50	
2	688,52	0,00	107,42	45,05	448,53	0,00	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	190,49	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	0,00	225,56	3678,11	0,00	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	1344,71	
4	1883,27	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	24,62	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	1266,43	
6	1613,88	0,00	0,00	0,00	24,62	0,00	344,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,19	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	344,54	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	0,00	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	0,00	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
12	0,00	190,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	697,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	0,00	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	975,52		
15	171,75	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	0,00	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	0,00	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00														



perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk kondisi 8 adalah sebesar 117737,22 m. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *traveling distance* untuk skenario 8 mengalami kenaikan sebesar 3,85% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7. Perhitungan Tingkat Keamanan (*Safety Index*)

Perjalanan pekerja antar fasilitas tidak selalu hanya pada satu zona bahaya tertentu, namun bisa melewati dua zona bahaya atau lebih. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan tingkat keamanan antar fasilitas menggunakan proporsi jarak perjalanan pekerja pada masing-masing zona dalam menentukan tingkat keamanan. Menurut Pradana dan Nurcahyo (2014) nilai tingkat keamanan menggunakan proporsi jarak didapatkan dari rumus berikut :

$$s_{ij} = \left( \frac{\sum dz1}{d_{ij}} \times NS \right) + \left( \frac{\sum dz2}{d_{ij}} \times NS \right) + \left( \frac{\sum dz3}{d_{ij}} \times NS \right) + \left( \frac{\sum dz4}{d_{ij}} \times NS \right)$$

dengan :

- $s_{ij}$  = tingkat keamanan dan keselamatan antara fasilitas i dan j
- $\sum dz1$  = total jarak yang ditempuh pada zona 1
- $\sum dz2$  = total jarak yang ditempuh pada zona 2
- $\sum dz3$  = total jarak yang ditempuh pada zona 3
- $\sum dz4$  = total jarak yang ditempuh pada zona 4
- $d_{ij}$  = jarak aktual fasilitas i dan j
- NS = nilai *safety*/tingkat keamanan pada masing-masing zona

Contoh perhitungan nilai tingkat keamanan menggunakan proporsi jarak pada kondisi awal (skenario 0) adalah sebagai berikut :

a. Hanya melewati 1 zona bahaya

- Jarak antara fasilitas 1 dan 2 adalah 8,76 m dengan semuanya berada pada zona 1
- Maka  $s_{ij\ 1-2} = \left( \frac{8,76}{8,76} \times 1 \right) = 1$

b. Melewati 2 zona bahaya

- Jarak antara fasilitas 1 dan 9 adalah 120,93 m dengan rincian 109,64 m berada pada zona 1 dan 11,28 m berada pada zona 2.
- Maka  $s_{ij\ 1-9} = \left( \frac{109,64}{120,93} \times 1 \right) + \left( \frac{11,28}{120,93} \times 2 \right) = 1,09$



c. Melewati 3 zona bahaya atau lebih

- Jarak antara fasilitas 1 dan 14 adalah 101,78 m dengan rincian 34,98 m berada pada zona 1; 6,14 m berada pada zona 2; 27,46 m berada pada zona 3; dan 33,19 m berada pada zona 4
- Maka  $S_{ij\ 1-14} = \left(\frac{34,98}{101,78} \times 1\right) + \left(\frac{6,14}{101,78} \times 2\right) + \left(\frac{27,46}{101,78} \times 3\right) + \left(\frac{33,19}{101,78} \times 4\right) = 2,58$

Perhitungan dengan cara yang sama dilakukan untuk menghitung tingkat keamanan (*safety index*) antar fasilitas-fasilitas lainnya pada kondisi awal (skenario 0) sehingga dengan menggunakan Persamaan (2-2)  $Safety\ Index = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij} * F_{ij}$  didapatkan nilai *safety index* sebesar 4708,75.

#### 4.7.1. Kondisi Awal (Skenario 0)

Kondisi awal merupakan kondisi fasilitas dengan letak yang sama dengan yang terdapat di lokasi proyek. Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk kondisi awal dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.21.** Perhitungan *safety index* pada kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27		
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28		
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77		
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82		
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00		
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19		
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91		
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42		
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	51,28		
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	94,63	209,60	214,13	124,90	69,57	39,00	140,44	0,00	65,29	105,26	71,12	1,08	77,96	904,77	766,86	133,79	10,51	158,01	326,93	0,00	26,58	121,24	119,44	279,83	0,00	0,00	647,80	
Σ SI																												4708,75

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.21. Dari

perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk kondisi awal (skenario 0) adalah sebesar 4708,75.

#### 4.7.2. Kondisi 1 (Skenario 1)

Pada skenario 1, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 24 (gudang ARK). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 1 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.22.** Perhitungan *safety index* pada kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,65	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,44	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,06	39,56	0,00	0,00	26,26		
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,04	0,00	0,00	14,77		
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82		
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,46	8,03	0,00	0,00	0,00		
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	23,12	0,00	0,00	28,19		
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	12,95	3,75	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	0,00	0,00	5,46	0,00	0,00	0,00	12,95	0,00	6,00	0,00	0,00	81,03	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	6,30	5,65	0,00	0,00	0,00	67,44	39,56	3,04	0,00	8,03	23,12	0,00	0,00	3,75	6,00	0,00	0,00	0,00	51,43	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,03	51,43	0,00	0,00	0,00	
Σ	94,63	209,60	214,13	124,90	69,57	39,00	140,44	0,00	65,30	105,26	71,12	1,08	77,96	904,94	766,92	133,80	10,51	157,87	326,98	0,00	26,58	118,87	116,50	280,32	0,00	0,00	647,56	
Σ SI																												4703,84

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.22. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 1 adalah sebesar 4703,84. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 1 mengalami penurunan sebesar 0,10% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7.3. Kondisi 2 (Skenario 2)

Pada skenario 2, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 3 (gudang bahan), dan fasilitas 25 (*dummy 3*). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 2 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.



**Tabel 4.23.** Perhitungan *safety index* pada kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,53	0,00	12,39	0,00	8,22	122,02	0,00	0,00	32,58	8,00	9,00	0,00	38,97	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	25,28	
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	6,53	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	12,39	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	14,77	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82	
18	0,00	25,36	131,60	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	32,58	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	38,97	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	
Σ	94,63	209,60	256,69	124,90	69,57	39,00	140,44	0,00	65,29	105,26	71,12	1,08	77,96	906,03	766,86	136,60	10,51	159,30	347,48	0,00	26,58	131,57	119,44	279,83	0,00	654,04	
Σ SI																											4793,79

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.23. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 2 adalah sebesar 4793,79. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 2 mengalami kenaikan sebesar 1,81% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7.4. Kondisi 3 (Skenario 3)

Pada skenario 3, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 9 (fabrikasi kayu), dan fasilitas 25 (*dummy 3*). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 3 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.24. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 3 adalah sebesar 4740,76. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 3 mengalami kenaikan sebesar 0,68% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).



**Tabel 4.24. Perhitungan *safety index* pada kondisi 3 (skenario 3)**

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,63	5,69	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	63,95	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	14,77	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	4,21	0,00	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	3,00	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	63,95	67,83	24,95	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	94,63	209,51	214,13	124,79	69,46	39,00	140,31	0,00	81,29	105,89	72,81	1,08	77,96	904,77	766,86	134,16	10,51	158,01	326,93	0,00	26,58	121,24	119,44	276,55	0,00	0,00	664,85	
Σ SI																												4740,76

**4.7.5. Kondisi 4 (Skenario 4)**

Pada skenario 4, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 25 (*dummy* 3). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 4 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.25. Perhitungan *safety index* pada kondisi 4 (skenario 4)**

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	15,00	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	25,28
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	0,00	0,00	0,00	46,90
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,00	6,40	0,00	0,00	0,00	67,83
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	9,66	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	12,23	3,03	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,08	0,00					

perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 4 adalah sebesar 4651,73. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 4 mengalami penurunan sebesar 1,21% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7.6. Kondisi 5 (Skenario 5)

Pada skenario 5, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 3 (gudang bahan), fasilitas 25 (*dummy 3*), fasilitas 11 (kantin pekerja) dan fasilitas 26 (*dummy 4*). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 5 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.26.** Perhitungan *safety index* pada kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,53	0,00	12,39	0,00	8,22	122,02	0,00	0,00	32,58	8,00	9,00	0,00	0,00	38,97	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	16,85	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,54	16,85	2,24	0,00	0,00	0,00	3,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,84	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	0,00	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	6,53	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	16,85	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,24	0,00	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	26,26		
16	0,00	0,00	12,39	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77		
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82		
18	0,00	25,36	131,60	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
19	12,38	0,00	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19		
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	32,58	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	4,21	0,00	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91		
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42		
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	51,28		
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	38,97	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	32,84	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	94,63	209,60	256,69	124,90	69,57	39,00	140,44	0,00	65,29	105,26	81,27	1,08	78,50	907,37	767,03	136,60	10,51	159,30	347,83	0,00	26,58	131,57	119,44	279,83	0,00	0,00	661,93	
Σ SI																												4814,23

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.26. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 5 adalah sebesar 4814,23. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 5 mengalami kenaikan sebesar 2,24% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7.7. Kondisi 6 (Skenario 6)

Pada skenario 6, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), fasilitas 25 (*dummy 3*), fasilitas 11 (kantin pekerja), dan fasilitas 26 (*dummy 4*). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas



untuk skenario 6 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.27.** Perhitungan *safety index* pada kondisi 6 (skenario 6)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27		
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	15,00	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28		
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,00	6,40	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,54	16,85	2,24	0,00	0,00	0,00	3,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,84	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	0,00	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	16,85	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	9,66	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,24	0,00	0,00	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,23	3,03	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,08	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,34	8,01	0,00	0,00	0,00		
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	12,35	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,00	1,00	15,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,96	0,00	0,00	0,00	9,66	12,23	6,08	0,00	0,00	12,35	0,00	0,00	0,00	7,00	2,00	0,00	0,00	0,00	19,26	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	5,34	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	6,00	0,00	0,00	79,96	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	7,58	6,40	0,00	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	2,00	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	32,84	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	19,26	79,96	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	93,73	209,12	206,88	124,48	69,57	39,00	139,86	0,00	66,58	104,76	81,27	1,08	78,50	995,13	765,32	132,92	10,51	157,73	324,58	0,00	26,58	92,54	109,33	280,05	0,00	0,00	652,58	
Σ SI																												4672,11

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.27. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 6 adalah sebesar 4672,11. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 6 mengalami penurunan sebesar 0,78% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.7.8. Kondisi 7 (Skenario 7)

Pada skenario 7, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 20 (*dummy* 2). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 7 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.28. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 7 adalah sebesar 4828,72. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 7 mengalami kenaikan sebesar 2,55% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.28. Perhitungan *safety index* pada kondisi 7 (skenario 7)**

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	15,02	0,00	44,71	0,00	39,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,11	0,00	0,00	18,66	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,77	
2	15,02	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	0,00	32,72	
4	44,71	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
6	39,24	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	7,11	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	14,77	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,82	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	0,00	39,55	0,00	12,47	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	18,00	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	3,69	39,55	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,11	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	6,00	1,48	22,25	1,42	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	0,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	0,00	8,01	23,06	0,00	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	24,77	46,27	32,72	52,38	25,28	0,00	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	0,00	10,57	45,02	26,26	14,77	6,82	0,00	28,19	0,00	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	154,85	216,62	214,13	144,60	69,57	55,24	140,44	0,00	65,29	105,26	71,12	1,08	77,96	904,77	768,11	133,79	10,51	163,17	326,93	0,00	26,58	123,54	119,44	279,83	0,00	0,00	653,87	
Σ SI																												4828,72

**4.7.9. Kondisi 8 (Skenario 8)**

Pada skenario 8, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 8 (*dummy 1*). Data nilai tingkat keamanan antar fasilitas untuk skenario 8 dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.29. Perhitungan *safety index* pada kondisi 8 (skenario 8)**

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	16,46
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	0,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,08	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	0,00	6,93	101,47	0,00	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	3,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28
6	23,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	13,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	0,00	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95
12	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	0,00	57,00	0,00	600,68	0,00	0,00	3,92	43,97	0,00	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02
15	5,91	7,15	0,00	2,27	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	0,00	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	0,00	43,59	0,00	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	0,00	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	14,11	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00		



perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 8 adalah sebesar 4715,71. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa *safety index* untuk skenario 8 mengalami kenaikan sebesar 0,15% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.8. Pengecekan Optimasi dengan Diagram Pareto

Dari beberapa skenario optimasi yang dilakukan di atas, maka didapatkan ringkasan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) seperti pada Tabel 4.30 dan ringkasan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) seperti pada Tabel 4.31.

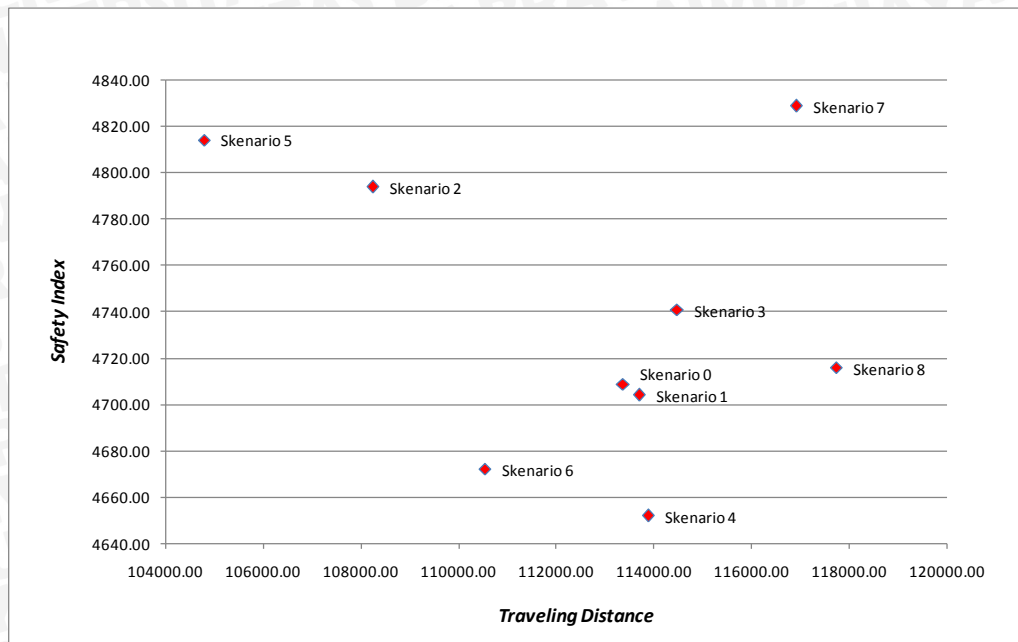
**Tabel 4.30.** Ringkasan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*)

Skenario	TD (m <sup>2</sup> )	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	-

**Tabel 4.31.** Ringkasan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*)

Skenario	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	-

Selanjutnya, hubungan nilai *traveling distance* dan tingkat keamanan *safety index* dibandingkan dalam diagram pareto seperti pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11.** Diagram pareto hasil optimasi

Dari Tabel 4.30, Tabel 4.31, dan Gambar 4.11 diketahui bahwa nilai *traveling distance* paling optimal terdapat pada skenario 5 yaitu sebesar 104788,42 m. Untuk nilai *safety index*, nilai paling optimal terdapat pada skenario 4 yaitu sebesar 4651,73. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada skenario yang memiliki nilai paling optimal pada *traveling distance* dan tingkat keamanan *safety index* sekaligus.

#### 4.9. Skenario Optimasi *Site Layout* dengan Mengabaikan Fasilitas Tertentu

Optimasi dilakukan pada aspek jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengacu pada data frekuensi perjalanan pekerja maksimal, jarak antar fasilitas, dan tingkat keamanan antar 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. Hal ini dapat dilihat pada frekuensi perjalanan pekerja antar fasilitas yang sangat kecil nilainya atau bahkan tidak ada sama sekali. 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 (tempat parkir 2), fasilitas 12 (pos satpam 3), fasilitas 17 (*tower crane*), dan fasilitas 21 (pos satpam 2). Pada optimasi selanjutnya, perhitungan untuk fasilitas-fasilitas tersebut diabaikan.



**4.9.1. Kondisi Awal (Skenario 0)**

Kondisi awal merupakan kondisi fasilitas dengan letak yang sama dengan yang terdapat di lokasi proyek. Jarak antar fasilitas untuk kondisi awal dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan data frekuensi perpindahan pekerja maksimal dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.32.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	0,00	1910,64
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	0,00	1344,71
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	0,00	2390,78
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	0,00	1266,43
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	0,00	2432,22
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	0,00	1155,99
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	443,29
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	547,17
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	154,88	0,00	219,73	0,00	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	0,00	454,94
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	0,00	2082,24
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	0,00	1378,59
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	2308,18	7712,69	7204,65	5061,12	2644,06	6513,42	0,00	2243,96	3339,37	5077,09	1794,05	12609,85	7513,58	2000,92	1488,41	7424,55	0,00	2500,33	2725,88	7721,00	0,00	0,00	0,00	20757,87
Σ TD	108640,98																							

**Tabel 4.33.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	0,00	32,72
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	52,38
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	25,28
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	0,00	46,90
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	67,83
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	0,00	0,00	45,02
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	0,00	26,26
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	14,77
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	0,00	20,91
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	81,42
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,28
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	71,63	208,52	214,13	124,90	66,57	127,44	0,00	65,29	95,26	71,12	77,96	904,77	766,86	119,69	145,54	323,24	0,00	121,24	119,44	279,83	0,00	0,00	0,00	633,44
Σ SI	4536,87																							

Dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.32. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk kondisi awal (skenario 0) adalah sebesar 108640,98 m. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.33. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk kondisi awal (skenario 0) adalah sebesar 4536,87.

#### 4.9.2. Kondisi 1 (Skenario 1)

Pada skenario 1, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Fasilitas-fasilitas yang mengalami pemindahan adalah fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 24 (gudang ARK). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari data tersebut dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan seperti pada Tabel 4.34. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil jarak tempuh untuk skenario 1 sebesar 108976,85 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 1 mengalami kenaikan sebesar 0,31% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.34.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27		
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1549,17	0,00	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	696,44	277,63	345,58	0,00	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	275,27	0,00	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	264,91	0,00	0,00	0,00	1266,43	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	416,46	0,00	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	245,08	0,00	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	312,09	0,00	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1587,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	52,88	749,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	443,29
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	87,72	0,00	54,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	203,96
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	92,81	126,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	376,69	0,00	0,00	0,00	0,00	547,17
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	454,94
23	0,00	0,00	277,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,88	0,00	92,81	0,00	0,00	88,53	0,00	126,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2129,10
24	0,00	1549,17	345,58	275,27	264,91	416,46	0,00	245,08	312,09	0,00	0,00	1587,36	749,09	54,50	126,09	376,69	0,00	52,27	126,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1373,74
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2129,10	1373,74	0,00	0,00	0,00	0,00	20799,87
Σ	2308,18	7791,53	7205,19	5072,95	2653,91	6525,24	0,00	2242,62	3338,04	5077,09	1794,05	12617,54	7520,40	2000,81	1489,19	7418,46	0,00	2500,33	2767,04	7854,40	0,00	0,00	0,00	0,00	108976,85
Σ TD																								108976,85	



**Tabel 4.35.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,65	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,44	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,06	39,56	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,96	0,00	3,04	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,46	8,03	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,12	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	12,95	3,75	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	0,00	5,46	0,00	0,00	12,95	0,00	6,00	0,00	0,00	81,03	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,30	5,65	0,00	0,00	67,44	39,56	3,04	8,03	23,12	0,00	3,75	6,00	0,00	0,00	0,00	51,43	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,03	51,43	0,00	0,00	0,00	
Σ	71,63	208,52	214,13	124,90	66,57	127,44	0,00	65,30	95,26	71,12	77,96	904,94	766,92	119,70	145,40	323,29	0,00	118,87	116,50	280,32	0,00	0,00	633,20	
Σ SI																								4531,95

Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan di atas menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.35. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 1 adalah sebesar 4531,95. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 1 mengalami penurunan sebesar 0,11% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.3. Kondisi 2 (Skenario 2)

Pada skenario 2, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 3 (gudang bahan), dan fasilitas 25 (*dummy 1*). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.36. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 2 adalah sebesar 103519,66 m. Hasil perhitungan *travelling distance* untuk skenario 2 mengalami penurunan sebesar 4,71% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.36.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	390,25	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	390,25	0,00	0,00	0,00	158,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,73	0,00	215,02	118,56	1618,49	0,00	493,36	232,53	143,10	0,00	0,00	1022,94	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
7	0,00	1932,81	158,92	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	152,73	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	215,02	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
18	0,00	830,70	1896,91	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	101,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	100,24	46,76	493,36	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	232,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	143,10	263,44	255,05	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1022,94	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	2308,18	7995,52	4806,92	5061,12	2644,06	6590,39	0,00	2243,96	3339,37	5077,09	1794,05	12566,41	7513,58	1899,48	1381,40	5364,93	0,00	2297,25	2663,57	7536,26	0,00	0,00	20436,10	
Σ TD																								103519,66

**Tabel 4.37.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,53	0,00	12,39	8,22	122,02	0,00	32,58	8,00	9,00	0,00	0,00	38,97	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	6,53	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	12,39	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	131,60	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,90	1,48	32,58	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	38,97	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	71,63	208,52	256,69	124,90	66,57	127,44	0,00	65,29	95,26	71,12	77,96	906,03	766,86	122,49	146,83	343,79	0,00	131,57	119,44	279,83	0,00	0,00	639,68	
Σ SI																								4621,91

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.37. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 2 adalah sebesar 4621,91. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 2 mengalami kenaikan sebesar 1,87% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).



**4.9.4. Kondisi 3 (Skenario 3)**

Pada skenario 3, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Fasilitas-fasilitas yang mengalami pemindahan adalah fasilitas 9 (fabrikasi kayu), dan fasilitas 25 (*dummy 1*). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

**Tabel 4.38.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 3 (skenario 3)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	59,31	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	1344,71
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,46	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	73,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	89,99	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	59,31	0,00	66,46	73,56	89,99	0,00	0,00	83,66	522,52	0,00	0,00	0,00	0,00	57,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,90	0,00	1774,11
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,66	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	522,52	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	443,29
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	57,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	203,96
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	100,24	46,76	696,44	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	404,64	0,00	72,90	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1774,11	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00
Σ	2308,18	7655,10	7204,65	5021,43	2616,55	6515,73	0,00	2800,04	3398,40	5300,17	1794,05	12609,85	7513,58	1952,75	1488,41	7424,55	0,00	2500,33	2725,88	7547,49	0,00	0,00	21375,99
Σ TD																							109753,13

**Tabel 4.39.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 3 (skenario 3)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	25,28
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,63	5,69	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	63,95
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	67,83
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	2,90	1,48	22,25	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	0,00	20,91
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	81,42
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	3,00	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	63,95	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00
Σ	71,63	208,42	214,13	124,79	66,46	127,31	0,00	81,29	95,89	72,81	77,96	904,77	766,86	120,05	145,54	323,24	0,00	121,24	119,44	276,55	0,00	0,00	650,49
Σ SI																							4568,88

Dari data tersebut dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan seperti pada Tabel 4.38. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 3 sebesar 109753,13 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 3 mengalami kenaikan sebesar 1,02% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.39. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 3 adalah sebesar 4568,88. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 3 mengalami penurunan sebesar 0,71% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.5. Kondisi 4 (Skenario 4)

Pada skenario 4, fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 22 (pembuatan beton *deck* dan benda uji), fasilitas 23 (*stockyard* pasir dan agregat), dan fasilitas 25 (*dummy 1*). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

**Tabel 4.40.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	97,98	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24	
2	70,08	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	45,63	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	679,52	434,61	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	52,78	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	152,63	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,80	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	161,89	0,00	243,82	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	232,18	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52	
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	237,70	62,86	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	110,03	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	82,25	128,12	0,00	0,00	0,00	
19	481,90	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	175,89	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	97,98	45,63	679,52	52,78	0,00	152,63	0,00	0,00	161,89	0,00	0,00	232,18	237,70	110,03	0,00	175,89	0,00	0,00	102,84	28,00	0,00	0,00	519,20	
23	0,00	0,00	434,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,86	0,00	82,25	0,00	0,00	102,84	0,00	141,30	0,00	0,00	2214,59	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	404,64	0,00	176,80	243,82	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	28,00	141,30	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	810,24	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	519,20	2214,59	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	2305,93	7711,56	7327,52	5059,99	2644,06	6511,16	0,00	2174,35	3211,93	5077,09	1794,05	12662,65	7596,02	2023,23	1480,66	7402,21	0,00	2596,28	3038,46	7579,35	0,00	0,00	20954,48	
Σ TD																								109150,98



**Tabel 4.41.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 4 (skenario 4)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	15,00	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,00	6,40	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	9,66	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	12,23	3,03	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,08	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,34	8,01	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	12,35	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,00	1,00	15,00	1,00	0,00	2,00	0,00	2,96	0,00	0,00	9,66	12,23	6,08	0,00	12,35	0,00	0,00	7,00	2,00	0,00	0,00	0,00	19,26	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	0,00	5,34	0,00	0,00	7,00	0,00	6,00	0,00	0,00	79,96	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	7,58	6,40	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	2,00	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	19,26	79,96	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	70,73	208,04	206,88	124,48	66,57	126,86	0,00	66,58	94,76	71,12	77,96	903,79	765,14	118,81	145,26	320,59	0,00	92,54	109,33	280,05	0,00	0,00	630,33	
Σ SI																								4479,84

Dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.40. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 4 adalah sebesar 109150,98 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 4 mengalami kenaikan sebesar 0,47% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.41. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 4 adalah sebesar 4479,84. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 4 mengalami mengalami penurunan sebesar 1,26% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.6. Kondisi 5 (Skenario 5)

Pada skenario 5, dilakukan rencana pemindahan letak fasilitas yang ada pada lokasi proyek. Fasilitas-fasilitas yang mengalami rencana pemindahan adalah fasilitas 3 (gudang bahan), fasilitas 25 (*dummy 1*), fasilitas 11 (kantin pekerja) dan fasilitas 26 (*dummy 2*). Jarak antar fasilitas setelah terjadi pemindahan mengalami perubahan, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari data tersebut dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan seperti pada Tabel 4.42. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 5 sebesar 100058,30 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 5 mengalami penurunan sebesar 7,90% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

**Tabel 4.42.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	70,08	0,00	678,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,62	0,00	473,26	0,00	0,00	100,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	810,24
2	70,08	0,00	390,25	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	0,00	1910,64
3	0,00	390,25	0,00	0,00	0,00	158,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,73	0,00	215,02	118,56	1618,49	0,00	493,36	232,53	143,10	0,00	0,00	0,00	1022,94
4	678,09	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	0,00	2390,78
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	0,00	1266,43
7	0,00	1932,81	158,92	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	0,00	2432,22
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	190,17	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	0,00	1155,99
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	302,16	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	0,00	1713,56
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,17	302,16	0,00	589,93	1126,36	142,94	0,00	0,00	89,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	812,76
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	589,93	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09
14	0,00	492,10	152,73	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1126,36	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	0,00	975,52
15	167,62	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	142,94	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	443,29
16	0,00	0,00	215,02	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	0,00	203,96	
18	0,00	830,70	1896,91	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,70	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	481,90	0,00	101,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	0,00	0,00	547,17
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	100,24	46,76	493,36	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	0,00	454,94
23	0,00	0,00	232,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	0,00	2082,24
24	0,00	1470,33	143,10	263,44	255,05	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	0,00	1378,59
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	810,24	1910,64	1022,94	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	812,76	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	2308,18	7995,52	4806,92	5061,12	2644,06	6590,39	0,00	2134,69	2723,57	3402,03	1685,70	12313,61	7477,47	1899,48	1381,40	5184,74	0,00	2297,25	2663,57	7536,26	0,00	0,00	0,00	19952,34
ΣTD																								100058,30

**Tabel 4.43.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	46,27
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,53	0,00	12,39	8,22	122,02	0,00	32,58	8,00	9,00	0,00	0,00	0,00	38,97
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	6,00	0,00	0,00	0,00	52,38
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	25,28
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	39,99
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	0,00	46,90
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	67,83
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,54	16,85	2,24	0,00	0,00	3,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,84
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57
14	0,00	13,16	6,53	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	16,85	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	0,00	45,02
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,24	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	0,00	26,26
16	0,00	0,00	12,39	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	14,77
18	0,00	25,36	131,60	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	12,38	0,00	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	28,19
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	2,90	1,48	32,58	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	0,00	20,91
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	81,42
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,28
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	18,70	46,27	38,97	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	32,84	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	71,63	208,52	256,69	124,90	66,57	127,44	0,00	65,29	95,26	81,27	78,50	907,37	767,03	122,49	146,83	344,14	0,00	131,57	119,44	279,83	0,00	0,00	0,00	647,57





**Tabel 4.45.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 6 (skenario 6)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	0,00	13,50	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,70	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	15,00	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,00	6,40	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,54	16,85	2,24	0,00	0,00	3,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,84	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	16,85	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	9,66	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	4,65	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,24	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	12,23	3,03	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,08	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,34	8,01	0,00	0,00	0,00	
19	12,38	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	12,35	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	2,00	1,00	15,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,96	0,00	0,00	9,66	12,23	6,08	0,00	12,35	0,00	0,00	7,00	2,00	0,00	0,00	19,26	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	0,00	5,34	0,00	0,00	7,00	0,00	6,00	0,00	0,00	79,96	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	7,58	6,40	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	2,00	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	18,70	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	32,84	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	19,26	79,96	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	70,73	208,04	206,88	124,48	66,57	126,86	0,00	66,58	94,76	81,27	78,50	905,13	765,32	118,81	145,26	320,89	0,00	92,54	109,33	280,05	0,00	0,00	638,22	
Σ SI																								4500,23

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.45. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 6 adalah sebesar 4500,23. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 6 mengalami mengalami penurunan sebesar 0,81% bila dibandingkan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.8. Kondisi 7 (Skenario 7)

Pada skenario 7, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 20 (*dummy* 2). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari data tersebut dilakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan seperti pada Tabel 4.46. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 7 sebesar 110268,07 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 7 mengalami kenaikan sebesar 1,50% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).



**Tabel 4.46.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	506,41	0,00	1761,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,41	0,00	245,49	0,00	0,00	39,24	0,00	0,00	0,00	0,00	498,16	
2	506,41	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	1761,23	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52	
15	67,41	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	244,44	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	39,24	46,76	696,44	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	498,16	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	3116,88	8149,01	7204,65	6144,26	2644,06	6513,42	0,00	2243,96	3339,37	5077,09	1794,05	12609,85	7413,36	2000,92	1260,64	7424,55	0,00	2439,33	2725,88	7721,00	0,00	0,00	20445,79	
ΣTD																								110268,07

**Tabel 4.47.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 7 (skenario 7)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	15,02	0,00	44,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,11	0,00	18,66	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,77	
2	15,02	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	0,00	9,58	6,93	101,47	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	32,72	
4	44,71	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28	
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	7,11	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	18,00	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	6,00	1,48	22,25	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	24,77	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	115,61	215,54	214,13	144,60	66,57	127,44	0,00	65,29	95,26	71,12	77,96	904,77	769,31	119,69	150,70	323,24	0,00	124,35	119,44	279,83	0,00	0,00	639,50	
ΣSI																								4624,35

Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.47. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 7 adalah sebesar 4624,35. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 7 mengalami kenaikan sebesar 1,93% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.9. Kondisi 8 (Skenario 8)

Pada skenario 8, dilakukan rencana pemindahan fasilitas 1 (pintu proyek 1), dan fasilitas 8 (*dummy 1*). Data jarak antar fasilitas setelah terjadi perubahan dapat dilihat pada Lampiran 2.

**Tabel 4.48.** Perhitungan *traveling distance* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 8 (skenario 8)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	688,52	0,00	1883,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,75	0,00	360,90	0,00	0,00	127,30	0,00	0,00	0,00	0,00	542,50	
2	688,52	0,00	107,42	45,05	448,53	1932,81	0,00	116,90	0,00	0,00	0,00	492,10	241,36	0,00	0,00	846,55	0,00	46,76	0,00	1470,33	0,00	0,00	1910,64	
3	0,00	107,42	0,00	0,00	0,00	81,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,00	316,46	225,56	3678,11	0,00	696,44	294,83	327,84	0,00	0,00	1344,71	
4	1883,27	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,15	0,00	0,00	0,00	1266,83	87,60	86,59	0,00	84,11	0,00	53,91	0,00	263,44	0,00	0,00	2390,78	
5	0,00	448,53	0,00	0,00	0,00	479,28	0,00	101,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,05	0,00	0,00	1266,43	
7	0,00	1932,81	81,95	0,00	479,28	0,00	0,00	87,68	0,00	0,00	0,00	387,31	222,27	330,38	0,00	0,00	0,00	154,88	0,00	404,64	0,00	0,00	2432,22	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	116,90	0,00	106,15	101,06	87,68	0,00	0,00	24,64	299,44	0,00	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,41	0,00	0,00	1155,99	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,64	0,00	917,97	0,00	150,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,73	0,00	313,43	0,00	0,00	1713,56	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	299,44	917,97	0,00	698,28	1379,16	179,06	0,00	0,00	269,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1296,52	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	698,28	0,00	678,98	65,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	351,09	
14	0,00	492,10	196,18	1266,83	0,00	387,31	0,00	0,00	150,06	1379,16	678,98	0,00	4683,69	0,00	48,40	722,07	0,00	179,38	0,00	1579,68	0,00	0,00	975,52	
15	171,75	241,36	0,00	87,60	0,00	222,27	0,00	0,00	0,00	179,06	65,70	4683,69	0,00	95,34	0,00	513,59	0,00	167,31	50,81	744,33	0,00	0,00	443,29	
16	0,00	0,00	316,46	86,59	93,70	330,38	0,00	105,70	0,00	0,00	0,00	0,00	95,34	0,00	340,97	0,00	0,00	87,72	0,00	54,61	0,00	0,00	203,96	
18	0,00	830,70	3608,95	82,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	306,66	0,00	580,79	365,19	0,00	0,00	182,10	0,00	0,00	89,99	128,12	0,00	0,00	0,00	
19	250,42	0,00	229,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,17	0,00	626,45	182,10	0,00	0,00	198,23	0,00	382,79	0,00	0,00	547,17	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	127,30	46,76	696,44	53,91	0,00	154,88	0,00	0,00	219,73	0,00	0,00	179,38	167,31	87,72	0,00	198,23	0,00	0,00	88,53	52,27	0,00	0,00	454,94	
23	0,00	0,00	294,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,81	0,00	89,99	0,00	0,00	88,53	0,00	119,47	0,00	0,00	2082,24	
24	0,00	1470,33	327,84	263,44	255,05	404,64	0,00	246,41	313,43	0,00	0,00	1579,68	744,33	54,61	128,12	382,79	0,00	52,27	119,47	0,00	0,00	0,00	1378,59	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	542,50	1910,64	1344,71	2390,78	1266,43	2432,22	0,00	1155,99	1713,56	1296,52	351,09	975,52	443,29	203,96	0,00	547,17	0,00	454,94	2082,24	1378,59	0,00	0,00	0,00	
Σ	3663,76	8313,13	7204,65	6266,29	2644,06	6513,42	0,00	2243,96	3339,37	5077,09	1794,05	12609,85	7517,71	2000,92	1376,05	7424,55	0,00	2527,40	2725,88	7721,00	0,00	0,00	20490,12	
Σ TD																								111471,26

**Tabel 4.49.** Perhitungan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas pada kondisi 8 (skenario 8)

Fasilitas	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	8,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,91	0,00	15,89	0,00	0,00	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	16,46	
2	8,00	0,00	8,00	2,00	15,00	41,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	13,16	7,15	0,00	0,00	23,20	0,00	1,48	0,00	40,00	0,00	0,00	46,27	
3	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	9,58	6,93	101,47	0,00	22,25	8,00	9,00	0,00	0,00	0,00	32,72	
4	25,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	30,26	2,27	2,27	0,00	2,01	0,00	1,42	0,00	6,00	0,00	0,00	52,38	
5	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	25,28		
7	0,00	41,00	2,00	0,00	18,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	6,73	4,00	6,01	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	6,00	0,00	0,00	39,99	
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	1,10	0,00	1,11	1,11	1,13	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	0,00	0,00	46,90	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21	0,00	5,64	0,00	0,00	67,83	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	14,00	0,00	7,01	15,51	2,06	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,95	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	57,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,57	
14	0,00	13,16	5,28	30,26	0,00	6,73	0,00	0,00	2,58	15,51	57,00	0,00	600,68	0,00	3,92	43,97	0,00	10,64	0,00	67,28	0,00	0,00	45,02	
15	5,91	7,15	0,00	2,27	0,00	4,00	0,00	0,00	2,06	3,39	600,68	0,00	12,00	0,00	43,59	0,00	13,83	3,14	39,42	0,00	0,00	0,00	26,26	
16	0,00	0,00	9,58	2,27	2,18	6,01	0,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	68,00	0,00	0,00	6,96	0,00	3,03	0,00	0,00	14,77	
18	0,00	25,36	110,96	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	0,00	46,98	48,00	0,00	0,00	39,55	0,00	0,00	5,63	8,01	0,00	0,00	0,00	
19	14,32	0,00	6,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	60,23	39,55	0,00	0,00	15,00	0,00	23,06	0,00	0,00	28,19	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	5,20	1,48	22,25	1,42	0,00	2,58	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00	10,64	13,83	6,96	0,00	15,00	0,00	0,00	15,25	3,83	0,00	0,00	20,91	
23	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	5,63	0,00	0,00	15,25	0,00	6,00	0,00	0,00	81,42	
24	0,00	40,00	9,00	6,00	5,00	6,00	0,00	6,29	5,64	0,00	0,00	67,28	39,42	3,03	8,01	23,06	0,00	3,83	6,00	0,00	0,00	0,00	51,28	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	16,46	46,27	32,72	52,38	25,28	39,99	0,00	46,90	67,83	24,95	10,57	45,02	26,26	14,77	0,00	28,19	0,00	20,91	81,42	51,28	0,00	0,00	0,00	
Σ	74,88	208,52	214,13	124,90	66,57	127,44	0,00	65,29	95,26	71,12	77,96	904,77	768,11	119,69	147,93	323,24	0,00	123,54	119,44	279,83	0,00	0,00	631,19	
Σ SI																								4543,82

Dengan mengabaikan fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya, dilakukan perhitungan jarak tempuh (*travelling distance*) menggunakan Persamaan (2-1) seperti yang



dapat dilihat pada Tabel 4.48. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *traveling distance* untuk skenario 8 adalah sebesar 111471,26 m. Hasil perhitungan *traveling distance* untuk skenario 8 mengalami kenaikan sebesar 2,61% bila dibandingkan dengan kondisi awal (skenario 0).

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) menggunakan Persamaan (2-2) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.49. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil *safety index* untuk skenario 8 adalah sebesar 4543,82. Hasil perhitungan *safety index* untuk skenario 8 mengalami kenaikan sebesar 0,15% bila dibandingkan kondisi awal (skenario 0).

#### 4.9.10. Pengecekan Optimasi dengan Diagram Pareto

Dari beberapa skenario optimasi dengan mengabaikan beberapa fasilitas yang dilakukan di atas, maka didapatkan ringkasan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) pada Tabel 4.50 dan ringkasan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) pada Tabel 4.51.

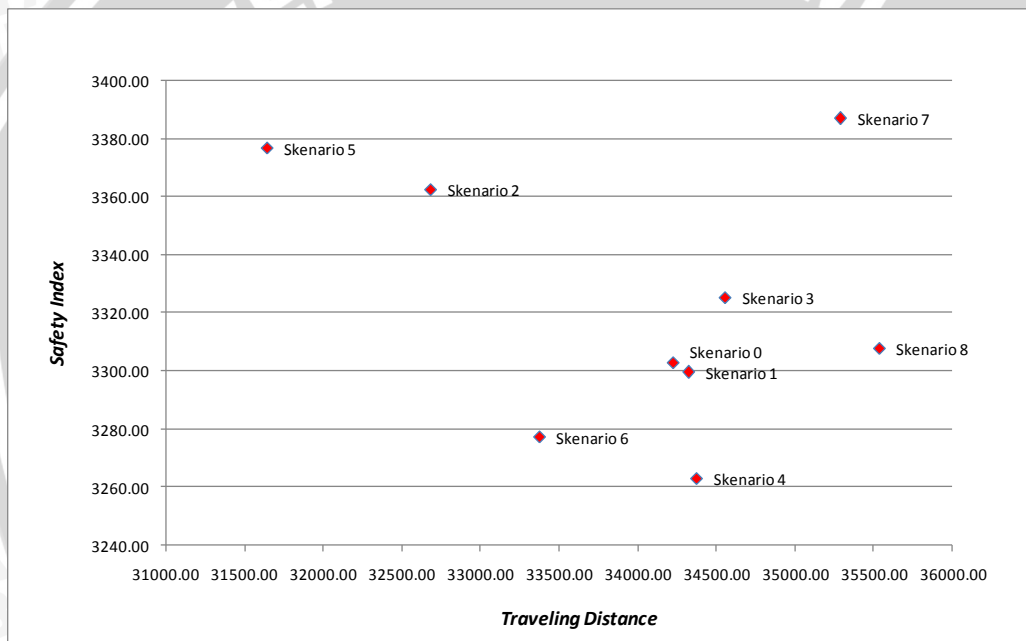
**Tabel 4.50.** Ringkasan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Skenario	TD (m <sup>2</sup> )	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	-

**Tabel 4.51.** Ringkasan perhitungan tingkat keamanan (*safety index*) dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Skenario	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	-

Selanjutnya, hubungan nilai *traveling distance* dan tingkat keamanan *safety index* dibandingkan dalam diagram pareto seperti pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12.** Diagram pareto hasil optimasi dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Dari Tabel 4.50, Tabel 4.51, dan Gambar 4.12 diketahui bahwa nilai *traveling distance* paling optimal terdapat pada skenario 5 yaitu sebesar 100058,30 m. Untuk nilai *safety index*, nilai paling optimal terdapat pada skenario 4 yaitu sebesar 4479,84. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada skenario yang memiliki nilai paling optimal pada *travelling distance* dan tingkat keamanan *safety index* sekaligus. Gambar 4.12 juga menunjukkan bahwa perhitungan dengan mengabaikan beberapa fasilitas memiliki hasil yang identik dengan perhitungan yang menyertakan semua fasilitas walaupun memiliki nilai yang berbeda.



#### 4.10. Pemilihan *Site Layout* Optimal

Pemilihan *site layout* yang paling optimal ditentukan dari nilai jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) yang paling kecil atau paling minimum berdasarkan skenario pemindahan yang telah dilakukan. Namun dari hasil diagram pareto didapatkan bahwa tidak ada yang memenuhi kriteria tersebut.

Pemilihan *site layout* yang paling optimal selanjutnya dilakukan dengan menggunakan perbandingan persentase nilai *traveling distance* dan nilai *safety index* yang didapat dari pihak kontraktor pelaksana, yaitu PT. PP (Persero) Tbk. Persentase yang diberikan untuk nilai *traveling distance* sebesar 30% dan nilai *safety index* sebesar 70%. Nilai tersebut kemudian disetarakan untuk mendapatkan nilai yang paling minimum. Berikut ini merupakan perhitungan penyetaraan *traveling distance* dan nilai *safety index* dengan menyertakan seluruh fasilitas.

- a. Perhitungan penyetaraan satuan untuk nilai *traveling distance* sebesar 30% dengan semua fasilitas diperhitungkan

$$\begin{aligned} \text{Kondisi Awal} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Kondisi Awal}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{113371,10}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 1} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 1}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{113706,98}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 2} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 2}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{108249,79}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 3} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 3}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{114483,26}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 4} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 4}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{113881,10}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 5} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 5}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{104788,42}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,30\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 6} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 6}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{110545,35}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 7} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 7}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{116923,71}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 8} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 8}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{117737,22}{104788,42} \right) \times 30\% = 0,34\end{aligned}$$

- b. Perhitungan penyetaraan satuan untuk nilai *safety index* sebesar 70% dengan semua fasilitas diperhitungkan

$$\begin{aligned}\text{Kondisi Awal} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Eksisting}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4708,75}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 1} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 1}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4703,84}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 2} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 2}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4793,79}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,72\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Skenario 3} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 3}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4740,76}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 4} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 4}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4651,73}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 5} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 5}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4814,23}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 6} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 6}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4672,11}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,70\end{aligned}$$

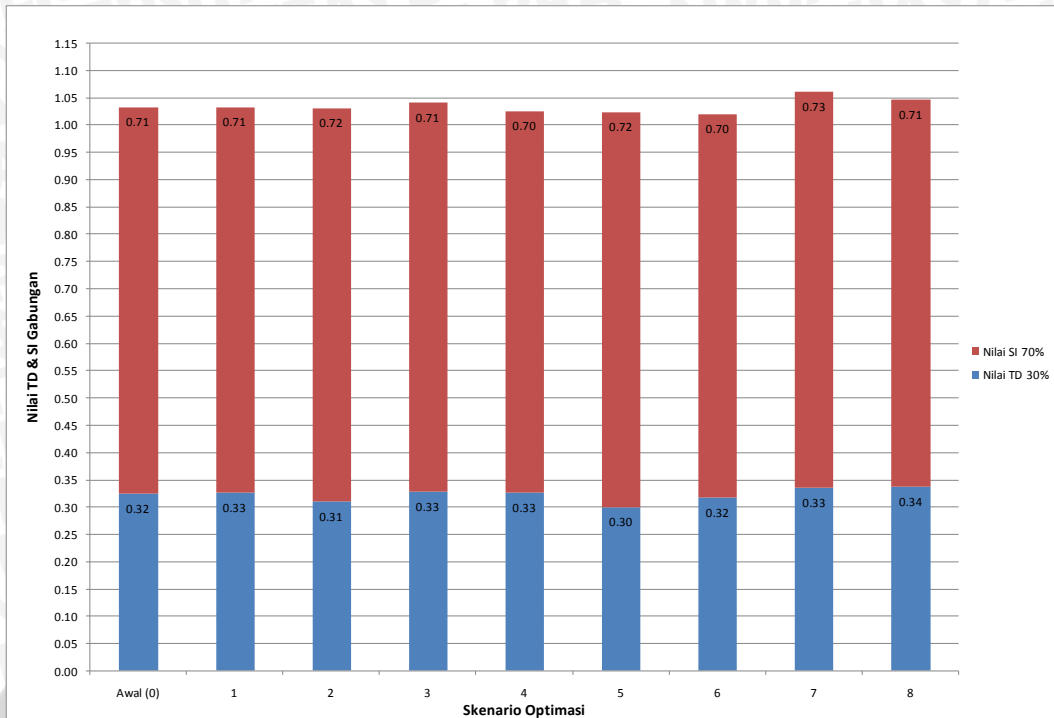
$$\begin{aligned}\text{Skenario 7} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 7}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4828,72}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,73\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 8} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 8}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4715,71}{4651,73} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

Perhitungan *traveling distance* dan *safety index* hasil penyetaraan tersebut kemudian disajikan dalam Tabel 4.52 dan Gambar 4.13 untuk menentukan skenario optimasi *site layout* yang sesuai dengan kriteria yang diberikan oleh kontraktor pelaksana.

**Tabel 4.52.** Penyetaraan nilai *traveling distance* dan *safety index*

Skenario	Awal (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



**Gambar 4.13.** Grafik penyetaraan nilai *traveling distance* dan *safety index*

- c. Perhitungan penyetaraan satuan untuk nilai *traveling distance* sebesar 30% dengan mengabaikan beberapa fasilitas

$$\begin{aligned} \text{Kondisi Awal} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Kondisi Awal}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{108640,98}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 1} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 1}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{108976,85}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 2} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 2}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{103519,66}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skenario 3} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 3}}{\text{Nilai TD terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{109753,13}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Skenario 4} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 4}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{109150,98}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 5} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 5}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{100058,30}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,30\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 6} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 6}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{105815,23}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 7} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 7}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{110268,07}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 8} &= \left( \frac{\text{Nilai TD Skenario 8}}{\text{Nilai TD Terkecil}} \right) \times 30\% \\ &= \left( \frac{111471,26}{100058,30} \right) \times 30\% = 0,33\end{aligned}$$

d. Perhitungan penyetaraan satuan untuk nilai *safety index* sebesar 70% dengan mengabaikan beberapa fasilitas

$$\begin{aligned}\text{Kondisi Awal} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Eksisting}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4536,87}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 1} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 1}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4531,95}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 2} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 2}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4621,91}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 3} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 3}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4568,88}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 4} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 4}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4479,84}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 5} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 5}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4642,35}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,73\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 6} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 6}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4500,23}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skenario 7} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 7}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4624,35}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,72\end{aligned}$$

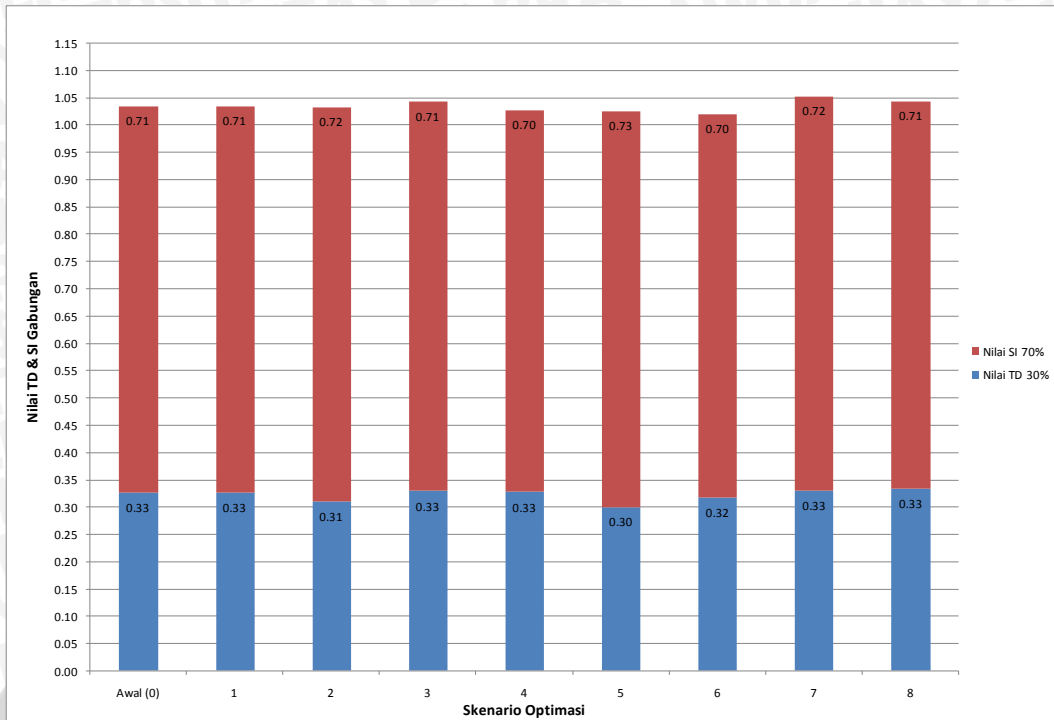
$$\begin{aligned}\text{Skenario 8} &= \left( \frac{\text{Nilai SI Skenario 8}}{\text{Nilai SI terkecil}} \right) \times 70\% \\ &= \left( \frac{4543,82}{4479,84} \right) \times 70\% = 0,71\end{aligned}$$

Perhitungan *traveling distance* dan *safety index* hasil penyetaraan tersebut kemudian disajikan dalam Tabel 4.53 dan Gambar 4.14 untuk menentukan skenario optimasi *site layout* yang sesuai dengan kriteria yang diberikan oleh kontraktor pelaksana.

**Tabel 4.53.** Penyetaraan nilai *traveling distance* dan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Skenario	Awal (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





**Gambar 4.14.** Grafik penyetaraan nilai *traveling distance* dan *safety index* dengan mengabaikan beberapa fasilitas

Dari Tabel 4.52, Tabel 4.53, Gambar 4.13, dan Gambar 4.14 diketahui bahwa nilai total skenario 6 merupakan nilai yang paling minimum dibandingkan dengan skenario yang lain. Skenario 6 merupakan skenario optimasi *site layout* yang paling optimal dari persentase 30% untuk nilai *traveling distance* dan 70% untuk nilai *safety index* dengan nilai gabungan sebesar 1,02.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian yang berjudul Optimasi *Site Layout* Menggunakan *Multi-Objectives Function* Pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III maka kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. *Site layout* pada proyek pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III masih belum optimal bila ditinjau dari nilai jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*).
2. *Site layout* yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan *traveling distance* adalah *site layout* pada kondisi 5 (skenario 5) baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun mengabaikan beberapa fasilitas. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi 5 (skenario 5), jarak fasilitas-fasilitas yang memiliki interaksi tinggi dengan pusat kegiatan semakin dekat sehingga nilai *traveling distance* mengalami penurunan.
3. *Site layout* yang paling optimal ditinjau dari pertimbangan *safety index* adalah *site layout* pada kondisi 4 (skenario 4) baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun mengabaikan beberapa fasilitas. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi 4 (skenario 4), letak fasilitas-fasilitas yang memiliki interaksi tinggi dengan pusat kegiatan semakin jauh dengan zona bahaya utama sehingga nilai *safety index* mengalami penurunan.
4. Merujuk pada pembobotan dari kontraktor pelaksana, yaitu 30% untuk nilai *traveling distance* dan 70% untuk nilai *safety index*, maka *site layout* yang paling optimal adalah kondisi 6 (skenario 6) baik dengan memperhitungkan semua fasilitas maupun mengabaikan beberapa fasilitas. Pada kondisi 6 (skenario 6) terjadi penurunan pada nilai *traveling distance* dan *safety index*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan serta kesimpulan, saran oleh peneliti kepada kontraktor pelaksana dan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

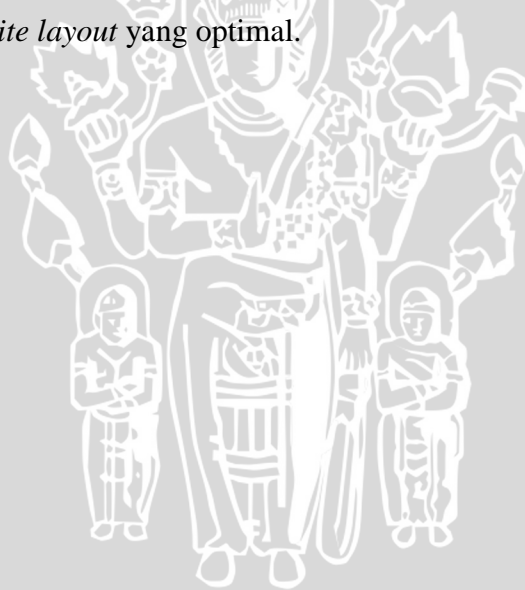


1. Kontraktor pelaksana

Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi bagi kontraktor untuk penataan *site layout* pada proyek-proyek konstruksi selanjutnya dengan memperhatikan keadaan lokasi proyek.

2. Penelitian Selanjutnya

- a. Dalam memindahkan suatu fasilitas proyek harus mempertimbangkan situasi dan kondisi lahan proyek yang tersedia.
- b. Skenario optimasi dapat dilakukan dengan mengabaikan beberapa fasilitas yang memenuhi kriteria, yaitu fasilitas yang memiliki sedikit interaksi dengan fasilitas yang lain dan tidak direncanakan untuk dipindah pada skenario optimasi.
- c. Penelitian ini menggunakan *multi-objectives function* dengan mengoptimasi nilai *traveling distance* dan nilai *safety index*. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode atau variabel yang berbeda sehingga dapat menemukan metode efektif untuk mendapatkan *site layout* yang optimal.



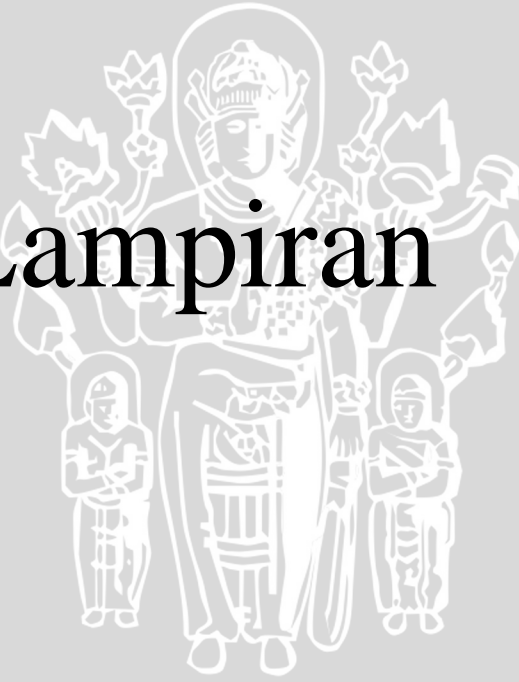
## DAFTAR PUSTAKA

- 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
- Ervianto, W.I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi Offset
- Hegazy, T., & Elbeltagi, E. (1999). EvoSite: An Evolution-based Model for Site Layout Planning. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 13, no.3, p.198-206
- 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.
- Peurifoy, R.L & Ledbetter, W.B. (1988). *Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi*. Terjemahan Djoko Martono. Jakarta : Penerbit Erlangga
- 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 POMITS*, 3, 2, p.131-136
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- 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.
- Yeh, I-C. (1995). Construction Site Layout Using Annealed Neural Network. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 9, no. 3, p.201-208.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# Lampiran



## Lampiran 1 – Frekuensi perjalanan pekerja antar fasilitas (kali sehari)

Tabel hari I (4/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	6	0	21	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
2	6	0	3	1	3	0	27	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	5
3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	3
4	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
5	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	22	0	0	0	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	0	27	2	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	9
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	20
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	24
11	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	2	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	156	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	13	0	0	7
16	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	7
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	7	1	0	0	0	5	
23	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	25	
24	0	40	9	1	0	0	6	0	3	2	0	0	1	13	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	7	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	7	5	3	7	0	3	9	0	20	24	0	0	0	7	0	1	0	7	0	0	5	25	7	0	0	0	

Tabel hari II (5/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	4	0	25	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2	4	0	8	2	5	0	14	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	1	0	0	1	0	15	0	0	17	
3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	8	4	0	0	2	
4	25	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	20	
5	0	5	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	8	
6	23	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	14	0	8	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	11	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13	
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	30	
11	0	0	0	0	0	0	0	3	14	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
14	0	5	2	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	100	0	0	1	0	0	1	0	6	0	0	4		
15	0	3	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	100	0	0	0	0	12	0	0	4	0	12	0	2	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
19	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	1	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	1	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	6	
23	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	21	
24	0	15	4	6	3	0	6	0	1	3	0	0	6	12	0	0	3	2	0	2	6	0	0	0	0	14	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	4	17	2	20	8	0	11	0	13	30	10	0	3	4	2	0	1	0	1	0	6	21	14	0	0	0	



Lampiran 1 – lanjutan

Tabel hari III (6/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	8	0	25	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	6
2	8	0	5	2	15	0	41	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	11	0	0	0	0	29	0	0	10
3	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	12
4	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
5	0	15	0	0	0	1	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
6	21	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	41	2	0	18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	17
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19	0	52	0	0	0	12	0	0	0	0	21	0	0	12
15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	1	1
16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	4	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0
19	0	11	48	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12	3	0	0	12	0	0	0	4	0	9	0	0	0	8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
24	0	29	0	0	2	1	2	0	1	0	0	0	21	2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	16
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	6	10	12	8	9	0	17	0	5	26	14	0	12	1	0	2	0	8	0	0	0	13	16	0	0	0	0

Tabel hari IV (8/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	0	0	9	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	12	0	17	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	11
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0
5	0	12	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	10	0
6	17	0	0	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	17	0	0	10	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	4	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0
11	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	0	13	0	4	5	0	6	0	1	0	0	0	5	4	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	14
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	11	0	3	10	0	4	0	13	10	6	0	1	5	0	4	1	0	5	0	0	5	6	14	0	0	0



## Lampiran 1 – lanjutan

Tabel hari V (10/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	4	0	23	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
2	4	0	2	0	5	0	15	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3
3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0
4	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	0	5	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
6	19	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	15	2	0	8	3	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	11
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	24
11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	3	0	12	0	0	2	0	0	7	0	7	0	109	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	4	4	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	15	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
24	0	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	3	0	4	0	0	11	0	4	24	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0

Tabel hari VI (11/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	6	0	23	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2	6	0	2	0	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3
3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
4	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	5	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
6	17	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	12	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	5
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10	0	0	0	0	0	0	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	22
11	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	98	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	3	0	1	0	0	5	0	7	22	9	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0



Lampiran 1 – lanjutan

Tabel hari VII (12/11/2014)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	4	0	24	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2	4	0	0	0	7	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	7	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2
6	20	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	9	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	9
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
10	0	0	0	0	0	0	0	6	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	3	5	0	1	0	0	9	0	8	26	12	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6	2	0	0	0	0

Tabel rekapitulasi frekuensi perjalanan pekerja maksimal

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	8	0	25	0	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7
2	8	0	8	2	15	0	41	0	1	0	1	0	5	3	0	0	0	11	0	0	1	0	40	0	0	0	17
3	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	3	48	0	0	15	8	9	0	0	12	
4	25	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	1	1	0	0	1	0	0	1	0	6	0	0	20	
5	0	15	0	0	3	18	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10	
6	23	0	0	0	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
7	0	41	2	0	18	13	0	0	1	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	17	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	1	0	1	1	0	1	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	20	
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	30	
11	0	0	0	0	0	0	0	4	14	0	0	3	7	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14	
12	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
14	0	5	2	12	0	0	3	0	0	1	7	0	19	0	156	0	0	1	12	0	0	3	0	21	0	12	
15	2	3	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	156	0	3	0	0	12	0	0	4	1	13	0	0	7	
16	0	0	4	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	3	0	0	17	0	0	4	2	0	1	0	0	4	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
18	0	11	48	1	0	0	0	0	0	2	0	0	12	12	0	1	0	12	0	4	0	2	3	0	0	0	
19	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	0	12	0	0	0	5	0	9	0	0	8	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	1	15	1	0	2	0	0	2	0	0	3	4	2	0	0	5	0	0	0	7	2	0	0	0	6	
23	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	7	0	6	0	0	0	25	
24	0	40	9	6	5	0	6	0	3	3	0	0	21	13	1	0	3	9	0	0	2	6	0	0	0	16	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	7	17	12	20	10	0	17	0	20	30	14	0	3	12	7	4	2	0	8	0	0	6	25	16	0	0	0

Lampiran 2 – Jarak antar fasilitas (meter)

Kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	40,54	40,12	81,21	165,56	115,75
2	8,76	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	37,19	36,76	77,85	161,37	112,39
3	18,31	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	46,43	36,85	36,43	77,52	156,33	112,06
4	27,12	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	44,33	43,91	85,00	150,54	119,54
5	34,39	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	51,44	51,01	92,11	157,65	126,64
6	36,78	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	52,53	52,10	93,19	145,44	127,73
7	51,50	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	67,87	67,44	108,53	131,98	143,07
8	90,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,01	58,26	34,73	78,68	77,50
9	120,93	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	87,53	87,89	82,14	58,61	49,82	57,80
10	143,37	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,23	104,48	80,95	24,60	57,12
11	190,50	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	156,83	157,19	151,44	127,91	27,20	92,61
12	194,75	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	161,44	155,69	132,16	46,24	96,86
13	137,52	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	104,52	110,96	118,30	198,92	117,03
14	101,78	98,42	98,09	105,57	112,67	113,76	129,10	103,84	127,72	150,06	197,02	201,27	35,74	0,00	30,02	49,75	67,01	48,40	60,17	51,67	55,81	59,79	68,78	75,22	82,57	163,18	81,29
15	83,81	80,45	80,12	87,60	94,71	95,79	111,14	85,88	109,75	132,09	179,06	183,31	65,70	30,02	0,00	31,78	49,04	30,43	42,80	33,70	37,84	41,83	50,81	57,26	64,60	145,22	63,33
16	82,80	79,45	79,11	86,59	93,70	94,79	110,13	81,82	105,70	128,04	175,01	179,25	85,48	49,75	31,78	0,00	36,70	20,06	36,85	38,90	40,51	43,86	51,74	54,61	58,78	139,40	50,99
17	101,48	98,12	97,79	105,27	112,37	113,46	128,80	99,08	122,96	145,30	192,27	196,51	102,74	67,01	49,04	36,70	0,00	37,32	54,11	56,16	57,77	61,12	69,00	71,87	76,04	156,66	25,40
18	78,88	75,52	75,19	82,67	89,77	90,86	106,20	60,15	84,02	106,36	153,33	157,58	84,13	48,40	30,43	20,06	37,32	0,00	15,18	40,92	38,03	39,82	40,00	26,11	125,32	86,16	37,00
19	80,32	76,96	76,63	84,11	91,21	92,30	107,64	41,74	65,61	87,95	134,92	139,17	95,91	60,17	42,80	36,85	54,11	15,18	0,00	40,74	37,85	39,65	44,82	42,53	29,35	109,90	68,40
20	66,66	63,30	62,97	70,45	77,55	78,64	93,98	72,19	96,07	118,40	165,37	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	0,00	13,04	19,62	27,16	39,51	58,42	139,04	71,17
21	53,62	50,26	49,93	57,41	64,51	65,60	80,94	64,37	88,25	110,59	157,55	161,80	91,55	55,81	37,84	40,51	57,77	38,03	37,85	13,04	0,00	3,70	16,15	28,84	51,45	132,07	72,66
22	50,12	46,76	46,43	53,91	61,01	62,10	77,44	63,65	87,53	109,86	156,83	161,09	95,53	59,79	41,83	43,86	61,12	39,82	39,65	19,62	3,70	0,00	12,65	26,13	51,08	131,70	75,82
23	40,54	37,19	36,85	44,33	51,44	52,53	67,87	64,01	87,89	110,23	157,19	161,44	104,52	68,78	50,81	51,74	69,00	45,00	44,82	27,16	16,15	12,65	0,00	19,91	51,18	131,80	83,29
24	40,12	36,76	36,43	43,91	51,01	52,10	67,44	58,26	82,14	104,48	151,44	155,69	110,96	75,22	57,26	54,61	71,87	42,71	42,53	39,51	28,84	26,13	19,91	0,00	26,11	125,32	86,16
25	81,21	77,85	77,52	85,00	92,11	93,19	108,53	34,73	58,61	80,95	127,91	132,16	118,30	82,57	64,60	58,78	76,04	40,51	29,35	58,42	51,45	51,08	51,18	26,11	0,00	102,98	89,06
26	165,56	161,37	156,33	150,54	157,65	145,44	131,98	78,68	49,82	24,60	27,20	46,24	198,92	163,18	145,22	139,40	156,66	121,12	109,90	139,04	132,07	131,70	131,80	125,32	102,98	0,00	59,03
27	115,75	112,39	112,06	119,54	126,64	127,73	143,07	77,50	57,80	57,12	92,61	96,86	117,03	81,29	63,33	50,99	25,40	37,00	68,40	71,17	72,66	75,82	83,29	86,16	89,06	59,03	0,00

Kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	38,39	42,09	81,21	165,56	115,75
2	8,76	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	35,04	38,73	77,85	161,37	112,39
3	18,31	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	46,43	34,70	38,40	77,52	156,33	112,06
4	27,12	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	42,18	45,88	85,00	150,54	119,54
5	34,39	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	49,29	52,98	92,11	157,65	126,64
6	36,78	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	50,38	54,07	93,19	145,44	127,73
7	51,50	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	65,72	69,41	108,53	131,98	143,07
8	90,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,71	57,82	34,73	78,68	77,50
9	120,93	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	87,53	88,58	81,69	58,61	49,82	57,80
10	143,37	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,92	104,03	80,95	24,60	57,12
11	190,50	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	156,83	157,89	151,00	127,91	27,20	92,61
12	194,75	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	162,14	155,25	132,16	46,24	96,86
13	137,52	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	106,58	111,32	118,30		



Lampiran 2 – lanjutan

Kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	52,14	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	40,54	40,12	18,31	165,56	115,75
2	8,76	0,00	48,78	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	37,19	36,76	13,43	161,37	112,39
3	52,14	48,78	0,00	55,93	63,03	64,12	79,46	42,14	68,19	90,53	137,50	141,74	112,10	76,37	58,40	53,76	71,02	39,52	33,72	41,56	31,85	32,89	29,07	15,90	48,45	112,56	85,25
4	27,12	22,53	55,93	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	44,33	43,91	16,20	150,54	119,54
5	34,39	29,90	63,03	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	51,44	51,01	23,58	157,65	126,64
6	36,78	31,01	64,12	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	52,53	52,10	24,68	145,44	127,73
7	51,50	47,14	79,46	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	67,87	67,44	40,98	131,98	143,07
8	90,00	86,07	42,14	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,01	58,26	81,04	78,68	77,50
9	120,93	116,90	68,19	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	87,53	87,89	82,14	111,86	49,82	57,80
10	143,37	139,38	90,53	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,23	104,48	134,35	24,60	57,12
11	190,50	186,24	137,50	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	156,83	157,19	151,44	181,20	27,20	92,61
12	194,75	190,49	141,74	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	161,44	155,69	185,45	46,24	96,86
13	137,52	134,16	112,10	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	104,52	110,96	133,83	198,92	117,03
14	101,78	98,42	76,37	105,57	112,67	113,76	129,10	103,84	127,72	150,06	197,02	201,27	35,74	0,00	30,02	49,75	67,01	48,40	60,17	51,67	55,81	59,79	68,78	75,22	98,09	163,18	81,29
15	83,81	80,45	58,40	87,60	94,71	95,79	111,14	85,88	109,75	132,09	179,06	183,31	65,70	30,02	0,00	31,78	49,04	30,43	42,80	33,70	37,84	41,83	50,81	57,26	80,12	145,22	63,33
16	82,80	79,45	53,76	86,59	93,70	94,79	110,13	81,82	105,70	128,04	175,01	179,25	85,48	49,75	31,78	0,00	36,70	20,06	36,85	38,90	40,51	43,86	51,74	54,61	79,11	139,40	50,99
17	101,48	98,12	71,02	105,27	112,37	113,46	128,80	99,08	122,96	145,30	192,27	196,51	102,74	67,01	49,04	36,70	0,00	37,32	54,11	56,16	57,77	61,12	69,00	71,87	97,79	156,66	25,40
18	78,88	75,52	39,52	82,67	89,77	90,86	106,20	60,15	84,02	106,36	153,33	157,58	84,13	48,40	30,43	20,06	37,32	0,00	15,18	40,92	38,03	39,82	45,00	42,71	75,19	121,12	37,00
19	80,32	76,96	33,72	84,11	91,21	92,30	107,64	41,74	65,61	87,95	134,92	139,17	95,91	60,17	42,80	36,85	54,11	15,18	0,00	40,74	37,85	39,65	44,82	42,53	76,63	109,90	68,40
20	66,66	63,30	41,56	70,45	77,55	78,64	93,98	72,19	96,07	118,40	165,37	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	0,00	13,04	19,62	27,16	39,51	62,97	139,04	71,17
21	53,62	50,26	31,85	57,41	64,51	65,60	80,94	64,37	88,25	110,59	157,55	161,80	91,55	55,81	37,84	40,51	57,77	38,03	37,85	13,04	0,00	3,70	16,15	28,84	49,93	132,07	72,66
22	50,12	46,76	32,89	53,91	61,01	62,10	77,44	63,65	87,53	109,86	156,83	161,09	95,53	59,79	41,83	43,86	61,12	39,82	39,65	19,62	3,70	0,00	12,65	26,13	46,43	131,70	75,82
23	40,54	37,19	29,07	44,33	51,44	52,53	67,87	64,01	87,89	110,23	157,19	161,44	104,52	68,78	50,81	51,74	69,00	45,00	44,82	27,16	16,15	12,65	0,00	19,91	36,85	131,80	83,29
24	40,12	36,76	15,90	43,91	51,01	52,10	67,44	58,26	82,14	104,48	151,44	155,69	110,96	75,22	57,26	54,61	71,87	42,71	42,53	39,51	28,84	26,13	19,91	0,00	36,43	125,32	86,16
25	18,31	13,43	48,45	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	46,43	36,85	36,43	0,00	112,56	59,23
26	165,56	161,37	112,56	150,54	157,65	145,44	131,98	78,68	49,82	24,60	27,20	46,24	198,92	163,18	145,22	139,40	156,66	121,12	109,90	139,04	132,07	131,70	131,80	125,32	112,56	0,00	59,03
27	115,75	112,39	85,25	119,54	126,64	127,73	143,07	77,50	57,80	57,12	92,61	96,86	117,03	81,29	63,33	50,99	25,40	37,00	68,40	71,17	72,66	75,82	83,29	86,16	85,25	59,03	0,00

Kondisi 3 (skenario 3)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	62,67	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	40,54	40,12	120,93	165,56	115,75
2	8,76	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	59,31	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	37,19	36,76	116,90	161,37	112,39
3	18,31	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	58,98	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	46,43	36,85	36,43	111,86	156,33	112,06
4	27,12	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	66,46	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	44,33	43,91	106,15	150,54	119,54
5	34,39	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	73,56	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	51,44	51,01	101,06	157,65	126,64
6	36,78	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	74,65	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	52,53	52,10	101,13	145,44	127,73
7	51,50	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	89,99	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	67,87	67,44	87,68	131,98	143,07
8	90,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	37,45	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,01	58,26	34,31	78,68	77,50
9	62,67	59,31	58,98	66,46	73,56	74,65	89,99	37,45	0,00	83,66	130,63	134,88	118,30	82,57	64,60	57,53	74,79	41,20	32,73	51,78	42,64	41,03	37,61	24,30	61,32	105,70	88,71
10	143,37	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	83,66	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,23	104,48	24,64	24,60	57,12
11	190,50	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	130,63	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	156,83	157,19	151,44	74,86	27,20	92,61
12	194,75	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	134,88	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	161,44	155,69	79,05	46,24	96,86
13	137,52	134,16	113,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	118,30	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	104,52	110,96	163,45	198,92	117,03
14	101,78	98,42	98,09	105,57</																							

Lampiran 2 – lanjutan

Kondisi 4 (skenario 4)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	48,99	58,02	40,12	44,92	165,56	115,75
2	8,76	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	45,63	54,66	36,76	41,56	161,37	112,39
3	18,31	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	45,30	54,33	36,43	41,23	156,33	112,06
4	27,12	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	52,78	61,81	43,91	48,71	150,54	119,54
5	34,39	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	59,89	68,91	51,01	55,81	157,65	126,64
6	36,78	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	60,97	70,00	52,10	56,90	145,44	127,73
7	51,50	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	76,31	85,34	67,44	41,43	131,98	143,07
8	90,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	41,36	32,65	58,26	63,16	78,68	77,50
9	120,93	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	67,12	58,61	58,93	87,03	49,82	57,80
10	143,37	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	80,95	89,46	81,27	109,37	24,60	57,12
11	190,50	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	127,91	136,43	128,24	156,34	27,20	92,61
12	194,75	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	132,16	140,68	132,49	160,59	46,24	96,86
13	137,52	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	113,13	116,56	110,96	100,30	198,92	116,81
14	101,78	98,42	98,09	105,57	112,67	113,76	129,10	103,84	127,72	150,06	197,02	201,27	35,74	0,00	30,02	49,75	67,01	48,40	60,17	51,67	55,81	77,39	80,83	75,22	64,57	163,18	81,29
15	83,81	80,45	80,12	87,60	94,71	95,79	111,14	85,88	109,75	132,09	179,06	183,31	65,70	30,02	0,00	31,78	49,04	30,43	42,80	33,70	37,84	59,43	62,86	57,26	46,60	145,22	63,33
16	82,80	79,45	79,11	86,59	93,70	94,79	110,13	81,82	105,70	128,04	175,01	179,25	85,48	49,75	31,78	0,00	36,70	20,06	36,85	38,90	40,51	55,02	57,30	44,17	47,93	139,40	50,99
17	101,48	98,12	97,79	105,27	112,37	113,46	128,80	99,08	122,96	145,30	192,27	196,51	102,74	67,01	49,04	36,70	0,00	37,32	54,11	56,16	57,77	72,28	74,56	71,87	65,19	156,66	25,40
18	78,88	75,52	75,19	82,67	89,77	90,86	106,20	60,15	84,02	106,36	153,33	157,58	84,13	48,40	30,43	20,06	37,32	0,00	15,18	40,92	38,03	40,98	41,82	42,71	46,17	121,12	37,00
19	80,32	76,96	76,63	84,11	91,21	92,30	107,64	41,74	65,61	87,95	134,92	139,17	95,91	60,17	42,80	36,85	54,11	15,18	0,00	40,74	37,85	35,18	32,87	42,53	42,07	109,90	68,40
20	66,66	63,30	62,97	70,45	77,55	78,64	93,98	72,19	96,07	118,40	165,37	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	0,00	13,04	44,71	49,41	39,51	24,27	139,04	71,17
21	53,62	50,26	49,93	57,41	64,51	65,60	80,94	64,37	88,25	110,59	157,55	161,80	91,55	55,81	37,84	40,51	57,77	38,03	37,85	13,04	0,00	34,68	42,01	28,84	13,25	132,07	72,66
22	48,99	45,63	45,30	52,78	59,89	60,97	76,31	41,36	67,12	80,95	127,91	132,16	113,13	77,39	59,43	55,02	72,28	40,98	35,18	44,71	34,68	0,00	14,69	14,00	30,03	112,08	86,53
23	58,02	54,66	54,33	61,81	68,91	70,00	85,34	32,65	58,61	89,46	136,43	140,68	116,56	80,83	62,86	57,30	74,56	41,13	32,87	49,41	42,01	14,69	0,00	23,55	38,73	103,80	88,58
24	40,12	36,76	36,43	43,91	51,01	52,10	67,44	58,26	58,93	81,27	128,24	132,49	110,96	75,22	57,26	54,61	71,87	42,71	42,53	39,51	28,84	14,00	33,53	0,00	22,68	125,32	86,16
25	44,92	41,56	41,23	48,71	55,81	56,90	41,43	63,16	87,03	109,37	156,34	160,59	100,30	64,57	46,60	46,17	42,07	24,27	13,25	30,03	38,73	22,68	0,00	13,17	47,93	77,00	77,00
26	165,56	161,37	156,33	150,54	157,65	145,44	131,98	78,68	49,82	24,60	27,20	46,24	198,92	163,18	145,22	139,40	156,66	121,12	109,90	139,04	132,07	112,08	103,80	125,32	131,37	0,00	59,03
27	115,75	112,39	112,06	119,54	126,64	127,73	143,07	77,50	57,80	57,12	92,61	96,86	117,03	81,29	63,33	50,99	25,40	37,00	68,40	71,17	72,66	86,53	88,58	86,16	77,70	59,03	0,00

Kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	8,76	52,14	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	163,29	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	40,54	40,12	18,31	190,50	115,75
2	8,76	0,00	48,78	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	159,09	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	37,19	36,76	13,43	186,24	112,39
3	52,14	48,78	0,00	55,93	63,03	64,12	79,46	42,14	68,19	90,53	110,29	141,74	112,10	76,37	58,40	53,76	71,02	39,52	33,72	41,56	31,85	32,89	29,07	15,90	48,45	137,50	85,26
4	27,12	22,53	55,93	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	148,27	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	44,33	43,91	16,20	175,49	119,54
5	34,39	29,90	63,03	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	155,38	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	51,44	51,01	23,58	170,48	126,64
6	36,78	31,01	64,12	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	143,16	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	52,53	52,10	24,68	170,54	127,73
7	51,50	47,14	79,46	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	129,71	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	67,87	67,44	40,98	157,09	143,07
8	90,00	86,07	42,14	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	76,41	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,01	58,26	81,04	103,72	77,50
9	120,93	116,90	68,19	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	47,54	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	87,53	87,89	82,14	111,86	74,86	57,80
10	143,37	139,38	90,53	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	21,58	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,23	104,48	134,35	65,57	57,12
11	163,29	159,09	110,29	148,27	155,38	143,16	129,71	76,41	47,54	21,58	0,00	50,64	196,64	160,91	142,94	137,12	154,38	118,85	44,82	136,77	129,79	129,42	129,53	123,04	153,99	30,33	58,05
12	194,75	190,49	141,74	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	50,64	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	161,44	155,69	185,45	33,22	96,86
13	137,52	134,16	112,10	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	196,64	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	104,52	110,96	133,83	232,76	117,03
14	101,78	98,42	76,37	105,57	112,67	113,76	129,10	103,84	1																		



Lampiran 2 – lanjutan

Kondisi 6 (skenario 6)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	27
1	0,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	90,00	120,93	143,37	163,29	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	48,99	58,02	40,12	44,92	190,50	115,75
2	8,76	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	159,03	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	45,63	54,66	36,76	41,56	186,24	112,39
3	18,31	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	153,99	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	45,30	54,33	36,43	41,23	181,20	112,06
4	27,12	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	148,28	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	52,78	61,81	43,91	48,71	175,49	119,54
5	34,39	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	143,16	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	59,89	68,91	51,01	55,81	170,48	126,64
6	36,78	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	143,22	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	60,97	70,00	52,10	56,90	170,54	127,73
7	51,50	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	129,77	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	76,31	85,34	67,44	41,43	157,09	143,07
8	90,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	76,41	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	41,36	32,65	58,26	63,16	103,72	77,50
9	120,93	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	47,54	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	58,61	58,93	87,03	74,86	57,80	57,80
10	143,37	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	21,58	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	80,95	89,46	81,27	109,37	65,57	57,12
11	163,29	159,03	153,99	148,28	143,16	143,22	129,77	76,41	47,54	21,58	0,00	50,64	196,64	160,91	142,94	137,12	154,38	118,85	107,63	136,77	129,79	80,00	101,52	123,04	110,29	30,33	58,05
12	194,75	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	50,64	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	132,16	140,68	132,49	160,59	33,22	96,86
13	137,52	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	196,64	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	113,13	116,56	110,96	100,30	232,76	117,03
14	101,78	98,42	98,09	105,57	112,67	113,76	129,10	103,84	127,72	150,06	160,91	201,27	35,74	0,00	30,02	49,75	67,01	48,40	60,17	51,67	55,81	77,39	80,83	75,22	64,57	197,02	81,29
15	83,81	80,45	80,12	87,60	94,71	95,79	111,14	85,88	109,75	132,09	142,94	183,31	65,70	30,02	0,00	31,78	49,04	30,43	42,80	33,70	37,84	59,43	57,26	46,60	179,06	63,33	
16	82,80	79,45	79,11	86,59	93,70	94,79	110,13	81,82	105,70	128,04	137,12	179,25	85,48	49,75	31,78	0,00	36,70	20,06	36,85	38,90	40,51	55,02	57,30	54,61	47,93	197,01	50,99
17	101,48	98,12	97,79	105,27	112,37	113,46	128,80	99,08	122,96	145,30	154,38	196,51	102,74	67,01	49,04	36,70	0,00	37,32	54,11	56,16	57,77	72,28	74,56	71,87	65,19	192,27	25,40
18	78,88	75,52	75,19	82,67	89,77	90,86	106,20	60,15	84,02	106,36	118,85	157,58	84,13	48,40	30,43	20,06	37,32	0,00	15,18	40,74	38,03	40,98	41,13	42,71	46,17	153,33	37,00
19	80,32	76,96	76,63	84,11	91,21	92,30	107,64	41,74	65,61	87,95	107,63	139,17	95,91	60,17	42,80	36,85	54,11	15,18	0,00	40,74	37,85	35,18	32,87	42,53	42,07	134,92	68,40
20	66,66	63,30	62,97	70,45	77,55	78,64	93,98	72,19	96,07	118,40	136,77	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	0,00	13,04	44,71	49,41	39,51	24,27	165,37	71,17
21	53,62	50,26	49,93	57,41	64,51	65,60	80,94	64,37	88,25	110,59	129,79	161,80	91,55	55,81	37,84	40,51	57,77	38,03	37,85	13,04	0,00	34,68	42,01	28,84	13,25	157,55	72,66
22	48,99	45,63	45,30	52,78	59,89	60,97	76,31	41,36	67,12	80,95	80,00	132,16	113,13	77,39	59,43	55,02	72,28	40,98	35,18	44,71	34,68	0,00	14,69	14,00	30,03	127,91	86,53
23	58,02	54,66	54,33	61,81	68,91	70,00	85,34	32,65	58,61	89,46	101,52	140,68	116,56	80,83	62,86	57,30	74,56	41,13	32,87	49,41	42,01	14,69	0,00	23,55	38,73	103,80	88,58
24	40,12	36,76	36,43	43,91	51,01	52,10	67,44	58,26	58,93	81,27	123,04	149,50	110,96	75,22	57,26	54,61	71,87	42,71	42,53	39,51	28,84	14,00	23,55	0,00	22,68	128,24	86,16
25	44,92	41,56	41,23	48,71	55,81	56,90	41,43	63,16	87,03	109,37	110,29	160,59	100,30	64,57	46,60	47,93	65,19	46,17	42,07	24,27	13,25	30,03	38,73	22,68	0,00	156,34	72,61
26	190,50	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	30,33	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	127,91	103,80	128,24	156,34	0,00	92,61
27	115,75	112,39	112,06	119,54	126,64	127,73	143,07	77,50	57,80	57,12	92,61	96,86	117,03	81,29	63,33	50,99	25,40	37,00	68,40	71,17	72,66	86,53	88,58	86,16	77,70	92,61	0,00

Kondisi 7 (skenario 7)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	63,30	62,97	70,45	77,55	78,64	93,98	72,19	96,07	118,40	165,37	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	66,66	13,04	19,62	27,16	39,51	58,42	139,04	71,17
2	63,30	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	86,07	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	8,76	50,26	46,76	37,19	36,76	77,55	161,37	112,39
3	62,97	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	81,04	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	18,31	49,93	46,43	36,85	36,43	77,52	156,33	112,06
4	70,45	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	75,33	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	27,12	57,41	53,91	44,33	43,91	85,00	150,54	119,54
5	77,55	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	70,10	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	34,39	64,51	61,01	51,44	51,01	92,11	157,65	126,64
6	78,64	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	70,17	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	36,78	65,60	62,10	52,53	52,10	93,19	145,44	127,73
7	93,98	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	56,72	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	51,50	80,94	77,44	67,87	67,44	108,53	131,98	143,07
8	72,19	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	0,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	90,00	64,37	63,65	64,01	58,26	34,73	78,68	77,50
9	96,07	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	34,31	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	120,93	88,25	87,53	87,89	82,14	58,61	49,82	57,80
10	118,40	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	56,65	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	143,37	110,59	109,86	110,23	104,48	80,95	24,60	57,12
11	165,37	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	103,72	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	190,50	157,55	156,83	157,19	151,44	127,91	27,20	92,61
12	169,62	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	107,91	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	194,75	161,80	161,09	161,44	155,69	132,16	46,24	96,86
13	87,41	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	139,58	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	137,52	91,55	95,53	104,52	110,96	118,30	198,92	117,03
14	51,6																										

Lampiran 2 – lanjutan

Kondisi 8 (skenario 8)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	86,07	81,04	75,33	70,10	70,17	56,72	90,00	34,31	56,65	103,72	107,91	139,58	103,84	85,88	81,82	99,08	60,15	41,74	72,19	64,37	63,65	64,01	58,26	34,73	78,68	77,50
2	86,07	0,00	13,43	22,53	29,90	31,01	47,14	8,76	116,90	139,38	186,24	190,49	134,16	98,42	80,45	79,45	98,12	75,52	76,96	63,30	50,26	46,76	37,19	36,76	77,85	161,37	112,39
3	81,04	13,43	0,00	16,20	23,58	24,68	40,98	18,31	111,86	134,35	181,20	185,45	133,83	98,09	80,12	79,11	97,79	75,19	76,63	62,97	49,93	46,43	36,85	36,43	77,52	156,33	112,06
4	75,33	22,53	16,20	0,00	14,54	15,64	32,24	27,12	106,15	128,64	175,49	179,74	141,31	105,57	87,60	86,59	105,27	82,67	84,11	70,45	57,41	53,91	44,33	43,91	85,00	150,54	119,54
5	70,10	29,90	23,58	14,54	0,00	8,21	26,63	34,39	101,06	123,40	170,48	174,67	148,41	112,67	94,71	93,70	112,37	89,77	91,21	77,55	64,51	61,01	51,44	51,01	92,11	157,65	126,64
6	70,17	31,01	24,68	15,64	8,21	0,00	26,50	36,78	101,13	123,47	170,54	174,73	149,50	113,76	95,79	94,79	113,46	90,86	92,30	78,64	65,60	62,10	52,53	52,10	93,19	145,44	127,73
7	56,72	47,14	40,98	32,24	26,63	26,50	0,00	51,50	87,68	110,01	157,09	161,28	164,84	129,10	111,14	110,13	128,80	106,20	107,64	93,98	80,94	77,44	67,87	67,44	108,53	131,98	143,07
8	90,00	8,76	18,31	27,12	34,39	36,78	51,50	0,00	120,93	143,37	190,50	194,75	137,52	101,78	83,81	82,80	101,48	78,88	80,32	66,66	53,62	50,12	40,54	40,12	81,21	165,56	115,75
9	34,31	116,90	111,86	106,15	101,06	101,13	87,68	120,93	0,00	24,64	74,86	79,05	163,45	127,72	109,75	105,70	122,96	84,02	65,61	96,07	88,25	87,53	87,89	82,14	58,61	49,82	57,80
10	56,65	139,38	134,35	128,64	123,40	123,47	110,01	143,37	24,64	0,00	65,57	69,76	185,79	150,06	132,09	128,04	145,30	106,36	87,95	118,40	110,59	109,86	110,23	104,48	80,95	24,60	57,12
11	103,72	186,24	181,20	175,49	170,48	170,54	157,09	190,50	74,86	65,57	0,00	33,22	232,76	197,02	179,06	175,01	192,27	153,33	134,92	165,37	157,55	156,83	157,19	151,44	127,91	27,20	92,61
12	107,91	190,49	185,45	179,74	174,67	174,73	161,28	194,75	79,05	69,76	33,22	0,00	237,01	201,27	183,31	179,25	196,51	157,58	139,17	169,62	161,80	161,09	161,44	155,69	132,16	46,24	96,86
13	139,58	134,16	133,83	141,31	148,41	149,50	164,84	137,52	163,45	185,79	232,76	237,01	0,00	35,74	65,70	85,48	102,74	84,13	95,91	87,41	91,55	95,53	104,52	110,96	118,30	198,92	117,03
14	103,84	98,42	98,09	105,57	112,67	113,76	129,10	101,78	127,72	150,06	197,02	201,27	35,74	0,00	30,02	49,75	67,01	48,40	60,17	51,67	55,81	59,79	68,78	75,22	82,57	163,18	81,29
15	85,88	80,45	80,12	87,60	94,71	95,79	111,14	83,81	109,75	132,09	179,06	183,31	65,70	30,02	0,00	31,78	49,04	30,43	42,80	33,70	37,84	41,83	50,81	57,26	64,60	145,22	63,33
16	81,82	79,45	79,11	86,59	93,70	94,79	110,13	82,80	105,70	128,04	175,01	179,25	85,48	49,75	31,78	0,00	36,70	20,06	36,85	38,90	40,51	43,86	51,74	54,61	58,78	139,40	50,99
17	99,08	98,12	97,79	105,27	112,37	113,46	128,80	101,48	122,96	145,30	192,27	196,51	102,74	67,01	49,04	36,70	0,00	37,32	54,11	56,16	57,77	61,12	69,00	71,87	76,04	156,66	25,40
18	60,15	75,52	75,19	82,67	89,77	90,86	106,20	78,88	84,02	106,36	153,33	157,58	84,13	48,40	30,43	20,06	37,32	0,00	15,18	40,92	38,03	39,82	45,00	42,71	40,51	121,12	37,00
19	41,74	76,96	76,63	84,11	91,21	92,30	107,64	80,32	65,61	87,95	134,92	139,17	95,91	60,17	42,80	36,85	54,11	15,18	0,00	40,74	37,85	39,65	44,82	42,53	29,35	109,90	68,40
20	72,19	63,30	62,97	70,45	77,55	78,64	93,98	66,66	96,07	118,40	165,37	169,62	87,41	51,67	33,70	38,90	56,16	40,92	40,74	0,00	13,04	19,62	27,16	39,51	38,42	139,04	71,17
21	64,37	50,26	49,93	57,41	64,51	65,60	80,94	53,62	88,25	110,59	157,55	161,80	91,55	55,81	37,84	40,51	57,77	38,03	37,85	13,04	0,00	3,70	16,15	28,84	51,45	132,07	72,66
22	63,65	46,76	46,43	53,91	61,01	62,10	77,44	50,12	87,53	109,86	156,83	161,09	95,53	59,79	41,83	43,86	61,12	39,82	39,65	19,62	3,70	0,00	12,65	26,13	51,08	131,70	75,82
23	64,01	37,19	36,85	44,33	51,44	52,53	67,87	40,54	87,89	110,23	157,19	161,44	104,52	68,78	50,81	51,74	69,00	45,00	44,82	27,16	16,15	12,65	0,00	19,91	51,18	131,80	83,29
24	58,26	36,76	36,43	43,91	51,01	52,10	67,44	40,12	82,14	104,48	151,44	155,69	110,96	75,22	57,26	54,61	71,87	42,71	42,53	39,51	28,84	26,13	19,91	0,00	26,11	125,32	86,16
25	34,73	77,85	77,52	85,00	92,11	93,19	108,53	81,21	58,61	80,95	127,91	132,16	118,30	82,57	64,60	58,78	76,04	40,51	29,35	58,42	51,45	51,08	51,18	26,11	0,00	102,98	89,06
26	78,68	161,37	156,33	150,54	157,65	145,44	131,98	165,56	49,82	24,60	27,20	46,24	198,92	163,18	145,22	139,40	156,66	121,12	109,90	139,04	132,07	131,70	131,80	125,32	102,98	0,00	59,03
27	77,50	112,39	112,06	119,54	126,64	127,73	143,07	115,75	57,80	57,12	92,61	96,86	117,03	81,29	63,33	50,99	25,40	37,00	68,40	71,17	72,66	75,82	83,29	86,16	89,06	59,03	0,00





Lampiran 3 – Tingkat keamanan antar fasilitas

Kondisi awal (skenario 0)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,92	1,10	2,67	
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,96	1,10	2,72	
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,97	1,10	2,73	
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,88	1,11	2,62	
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,81	1,10	2,53	
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,80	1,11	2,51	
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,69	1,12	2,35	
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,33	2,24	1,91	1,20	2,35		
9	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	2,36	2,16	2,10	1,84	1,00	2,34	
10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,95	1,88	1,63	1,00	2,26	
11	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	1,80	1,79	1,65	1,63	1,42	1,00	1,78	
12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,61	1,41	1,00	1,76	
13	2,69	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,20	3,14	3,23	2,50	3,52	
14	2,58	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,30	3,20	3,34	2,39	3,75	
15	2,33	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,14	3,03	3,22	2,22	3,75
16	2,33	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,17	3,03	3,13	2,14	3,69
17	2,64	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	4,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,38	3,27	3,33	2,34	3,41	
18	2,25	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,81	2,67	2,81	1,88	3,57	
19	2,06	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,71	2,56	2,58	1,73	3,52	
20	1,83	1,88	1,88	1,79	1,72	1,71	1,59	2,65	2,42	2,17	1,85	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,11	3,00	0,00	3,00	3,00	2,62	2,41	2,79	1,99	3,54	
21	1,55	1,59	1,59	1,51	1,46	1,45	1,36	2,60	2,37	2,11	1,80	1,77	3,35	3,58	3,50	3,53	3,67	3,12	3,00	3,00	0,00	3,00	2,36	2,13	2,76	1,94	3,51	
22	1,45	1,48	1,48	1,42	1,37	1,36	1,29	2,60	2,36	2,10	1,79	1,77	3,34	3,55	3,46	3,48	3,63	3,11	3,00	3,00	3,00	2,18	1,92	2,76	1,94	3,49		
23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,33	2,16	1,95	1,65	1,64	3,20	3,30	3,14	3,17	3,38	2,81	2,71	2,62	2,36	2,18	0,00	1,00	2,31	1,76	3,26	
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,24	2,10	1,88	1,63	1,61	3,14	3,20	3,03	3,03	3,27	2,67	2,56	2,41	2,13	1,92	1,00	0,00	1,00	1,70	3,20	
25	1,92	1,96	1,97	1,88	1,81	1,80	1,69	1,91	1,84	1,63	1,42	1,41	3,23	3,34	3,22	3,13	3,33	2,81	2,58	2,79	2,76	2,76	2,31	1,00	0,00	1,52	3,27	
26	1,10	1,10	1,10	1,11	1,10	1,11	1,12	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	2,39	2,22	2,14	2,34	1,88	1,73	1,99	1,94	1,94	1,76	1,70	1,52	0,00	2,37	
27	2,67	2,72	2,73	2,62	2,53	2,51	2,35	2,35	2,34	2,26	1,78	1,76	3,52	3,75	3,75	3,69	3,41	3,57	3,52	3,54	3,51	3,49	3,26	3,20	3,27	2,37	0,00	

Kondisi 1 (skenario 1)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,92	1,10	2,67	
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,96	1,10	2,72	
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,97	1,10	2,73	
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,88	1,11	2,62	
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,81	1,10	2,53	
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,80	1,11	2,51	
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,69	1,12	2,35	
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,26	2,25	1,91	1,20	2,35		
9	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	2,36	2,12	2,10	1,84	1,00	2,34	
10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,91	1,88	1,63	1,00	2,26	
11	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	1,80	1,79	1,66	1,59	1,42	1,00	1,78	
12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,57	1,41	1,00	1,76	
13	2,69	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,16	3,14	3,23	2,50	3,52	
14	2,58	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,24	3,21	3,34	2,39	3,75	
15	2,33	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,06	3,04	3,22	2,22	3,75
16	2,33	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,09	3,04	3,13	2,14	3,69
17	2,64	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	4,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,29	3,27	3,33	2,34	3,41	
18	2,25	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,73	2,68	2,81	1,88	3,57	
19	2,06	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,63	2,57	2,58	1,73		

## Lampiran 3 – lanjutan

## Kondisi 2 (skenario 2)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,00	1,10	2,67
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,00	1,10	2,72
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,51	1,86	1,67	1,46	1,45	3,18	3,27	3,12	3,10	3,32	2,74	2,54	2,54	2,31	2,17	1,00	1,00	0,00	1,56	3,25
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,00	1,11	2,62
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,00	1,10	2,53
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,00	1,11	2,51
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,00	1,12	2,35
8	1,00	1,00	1,51	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,33	2,24	1,00	1,20	2,35	
9	1,09	1,10	1,86	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	2,36	2,16	2,10	1,10	1,00	2,34
10	1,09	1,10	1,67	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,95	1,88	1,10	1,00	2,26
11	1,08	1,09	1,46	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	1,80	1,79	1,65	1,63	1,09	1,00	1,78
12	1,08	1,08	1,45	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,61	1,09	1,00	1,76	
13	2,69	2,73	3,18	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,20	3,14	2,73	2,50	3,52
14	2,58	2,63	3,27	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,30	3,20	2,64	2,39	3,75
15	2,33	2,38	3,12	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,14	3,03	2,39	2,22	3,75
16	2,33	2,39	3,10	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,17	3,03	2,40	2,14	3,69
17	2,64	2,70	3,32	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	0,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,38	3,27	2,70	2,34	3,41
18	2,25	2,31	2,74	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,81	2,67	2,31	1,88	3,57
19	2,06	2,11	2,54	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,71	2,56	2,11	1,73	3,52
20	1,83	1,88	2,54	1,79	1,72	1,71	1,59	2,65	2,42	2,17	1,85	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,11	3,00	0,00	3,00	3,00	2,62	2,41	1,88	1,99	3,54
21	1,55	1,59	2,31	1,51	1,46	1,45	1,36	2,60	2,37	2,11	1,80	1,77	3,35	3,58	3,50	3,53	3,67	3,12	3,00	3,00	0,00	3,00	2,36	2,13	1,59	1,94	3,51
22	1,45	1,48	2,17	1,42	1,37	1,36	1,29	2,60	2,36	2,10	1,79	1,77	3,34	3,55	3,46	3,48	3,63	3,11	3,00	3,00	3,00	2,18	1,92	1,48	1,94	3,49	
23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,33	2,16	1,95	1,65	1,64	3,20	3,30	3,14	3,17	3,38	2,81	2,71	2,62	2,36	2,18	0,00	1,00	1,00	1,76	3,26
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,24	2,10	1,88	1,63	1,61	3,14	3,20	3,03	3,03	3,27	2,67	2,56	2,41	2,13	1,92	1,00	1,00	1,00	1,70	3,20
25	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	0,00	1,56	3,25
26	1,10	1,10	1,56	1,11	1,10	1,11	1,12	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	2,39	2,22	2,14	2,34	1,88	1,73	1,99	1,94	1,94	1,76	1,70	1,56	0,00	2,37
27	2,67	2,72	3,25	2,62	2,53	2,51	2,35	2,35	2,34	2,26	1,78	1,76	3,52	3,75	3,75	3,69	3,41	3,57	3,52	3,54	3,51	3,49	3,26	3,20	3,25	2,37	0,00

## Kondisi 3 (skenario 3)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,00	1,10	2,67
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,10	1,10	2,72
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,09	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,10	1,10	2,73
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,09	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,11	1,11	2,62
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,09	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,11	1,10	2,53
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,09	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,11	1,11	2,51
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,12	1,10	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,13	1,12	2,35
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,88	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,33	2,24	1,25	1,20	2,35	
9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,88	0,00	1,63	1,42	1,41	3,16	3,23	3,09	3,02	3,25	2,44	2,67	2,52	2,31	2,13	1,00	1,00	1,82	1,52	3,20
10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,63	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,95	1,88	1,00	1,00	2,26
11	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,42	1,00	0,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	1,80	1,79	1,65	1,63	1,00	1,00	1,78
12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,41	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,61	1,00	1,00	1,76	
13	2,69	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	3,16	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,20	3,14	2,87	2,50	3,52
14	2,58	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	3,23	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,30	3,20	2,84	2,39	3,75
15	2,33	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	3,09	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,14	3,03	2,69	2,22	3,75
16	2,33	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	3,02	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,17	3,03	2,66	2,14	3,69
17	2,64	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	3,25	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	4,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,38	3,27	2,85	2,34	3,41
18	2,25	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,44	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,81	2,67	2,15	1,88	3,57
19	2,06	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,67	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,71	2,56	2,39	1,73	3,52
20	1,83																										



Lampiran 3 – lanjutan

Kondisi 4 (skenario 4)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,06	2,25	1,83	1,55	1,00	1,00	1,00	1,17	1,10	2,67
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,11	2,31	1,88	1,59	1,00	1,00	1,00	1,18	1,10	2,72
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,11	2,31	1,88	1,59	1,00	1,00	1,00	1,18	1,10	2,73
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,01	2,19	1,79	1,51	1,00	1,00	1,00	1,16	1,11	2,62
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	1,94	2,10	1,72	1,46	1,00	1,00	1,00	1,14	1,10	2,53
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	1,92	2,09	1,71	1,45	1,00	1,00	1,00	1,14	1,11	2,51
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,79	1,93	1,59	1,36	1,00	1,00	1,00	1,18	1,12	2,35
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,39	2,65	2,65	2,60	1,00	1,00	2,24	2,45	1,20	2,35	
9	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,15	2,39	2,42	2,37	1,55	1,46	2,53	2,26	1,00	2,34
10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	1,88	2,12	2,17	2,11	1,48	1,32	2,13	2,02	1,00	2,26
11	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,59	1,79	1,85	1,80	1,32	1,23	1,74	1,73	1,00	1,78
12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,58	1,77	1,83	1,77	1,31	1,22	1,71	1,71	1,00	1,76
13	2,69	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,42	3,68	3,37	3,35	3,15	3,13	3,14	3,31	2,50	3,52
14	2,58	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,66	3,92	3,62	3,58	3,22	3,19	3,20	3,49	2,39	3,75
15	2,33	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	3,63	4,00	3,56	3,50	3,06	3,03	3,03	3,38	2,22	3,75
16	2,33	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	3,54	4,00	3,59	3,53	3,04	3,02	3,03	3,33	2,14	3,69
17	2,64	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	0,00	3,69	4,00	3,72	3,67	3,27	3,25	3,27	3,51	2,34	3,41	
18	2,06	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	0,00	3,30	3,00	3,00	2,47	2,44	2,56	2,87	1,73	3,52
19	2,25	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	3,30	0,00	3,11	3,12	2,68	2,67	2,67	2,98	1,88	3,57
20	1,83	1,88	1,88	1,79	1,72	1,71	1,59	2,65	2,42	2,17	1,85	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,00	3,11	0,00	3,00	2,47	2,50	2,41	2,77	1,99	3,54
21	1,55	1,59	1,59	1,51	1,46	1,45	1,36	2,60	2,37	2,11	1,80	1,77	3,35	3,58	3,50	3,53	3,67	3,00	3,12	3,00	0,00	2,21	2,30	2,13	2,59	1,94	3,51
22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,55	1,48	1,32	1,31	3,15	3,22	3,06	3,04	3,27	2,47	2,68	2,47	2,21	0,00	1,00	1,00	1,63	1,39	3,21
23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,46	1,32	1,23	1,22	3,13	3,19	3,03	3,02	3,25	2,44	2,67	2,50	2,30	1,00	0,00	1,00	1,71	1,33	3,20	
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,24	2,53	2,13	1,74	1,71	3,14	3,20	3,03	3,03	3,27	2,56	2,67	2,41	2,13	1,00	1,00	0,00	1,53	1,70	3,20
25	1,17	1,18	1,18	1,16	1,14	1,14	1,18	2,45	2,26	2,02	1,73	1,71	3,31	3,49	3,38	3,33	3,51	2,87	2,98	2,77	2,59	1,63	1,71	1,53	0,00	1,86	3,38
26	1,10	1,10	1,10	1,11	1,10	1,11	1,12	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	2,39	2,22	2,14	2,34	1,73	1,88	1,99	1,94	1,39	1,33	1,70	1,86	0,00	2,37
27	2,67	2,72	2,73	2,62	2,53	2,51	2,35	2,35	2,34	2,26	1,78	1,76	3,52	3,75	3,75	3,69	3,41	3,52	3,57	3,54	3,51	3,21	3,20	3,20	3,38	2,37	0,00

Kondisi 5 (skenario 5)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,00	1,08	2,67
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,00	1,09	2,72
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,51	1,86	1,67	1,46	1,45	3,18	3,27	3,12	3,10	3,32	2,74	2,54	2,31	2,17	1,00	1,00	1,00	1,46	3,25	
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,00	97,08	2,62
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,00	1,09	2,53
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,00	1,09	2,51
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,00	1,10	2,35
8	1,00	1,00	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,33	2,24	1,00	1,15	2,35
9	1,09	1,10	1,86	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	2,36	2,16	2,10	1,10	1,00	2,34
10	1,09	1,10	1,67	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,95	1,88	1,10	1,00	2,26
11	1,08	1,09	1,46	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	1,00	2,51	2,41	2,24	2,16	2,36	1,90	1,77	2,01	1,96	1,95	1,78	1,71	1,10	1,00	2,35
12	1,08	1,08	1,45	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,61	1,09	1,00	1,76
13	2,69	2,73	3,18	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,51	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,20	3,14	2,73	2,34	3,52
14	2,58	2,63	3,27	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,41	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,30	3,20	2,64	2,22	3,75
15	2,33	2,38	3,12	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,24	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,14	3,03	2,39	2,06	3,75
16	2,33	2,39	3,10	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,16	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,17	3,03	2,40	2,03	3,69
17	2,64	2,70	3,32	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,36	2,18	3,61	3,93	4,00	4,00	0,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,38	3,27	2,70	2,21	3,41
18	2,25	2,31	2,74	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,90	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,81	2,67	2,11	1,59	3,57
19	2,06	2,11	2,54	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,77	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,71	2,56	2,31	1,79	3,52</

## Lampiran 3 – lanjutan

## Kondisi 6 (skenario 6)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,00	1,00	1,00	1,18	1,09	2,73
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,00	1,00	1,00	1,18	1,09	2,73
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,11	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,00	1,00	1,00	1,16	1,09	2,62
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,11	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,00	1,00	1,00	1,14	1,09	2,53	
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,11	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,00	1,00	1,00	1,14	1,09	2,51	
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,12	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,00	1,00	1,00	1,18	1,10	1,09	2,35	
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,21	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	1,00	1,00	1,00	2,24	2,45	1,15	1,09	2,35	
9	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	1,55	1,46	2,53	2,26	1,00	2,34	
10	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	1,48	1,32	2,13	2,02	1,00	2,26	
11	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,12	1,21	1,00	1,00	1,00	1,00	2,51	2,41	2,24	2,16	2,36	1,90	1,74	2,01	1,96	2,57	1,33	1,71	1,57	1,00	2,35	
12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,31	1,22	1,71	1,71	1,00	1,76	
13	2,69	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,51	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,15	3,13	3,14	3,31	2,34	3,52	
14	2,58	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,41	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,22	3,19	3,20	3,49	2,22	3,75	
15	2,33	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,24	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,06	3,03	3,03	3,38	2,06	3,75
16	2,33	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,16	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,04	3,02	3,03	3,33	2,03	3,69
17	2,64	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,36	2,18	3,61	3,93	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,27	3,25	3,27	3,51	2,21	3,41
18	2,25	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,90	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	2,68	2,67	2,67	2,98	1,79	3,57	
19	2,06	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,74	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	2,47	2,44	2,56	2,87	1,59	3,52	
20	1,83	1,88	1,88	1,79	1,72	1,71	1,59	2,65	2,42	2,17	2,01	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,11	3,00	0,00	3,00	2,47	2,50	2,41	2,77	1,85	3,54	
21	1,55	1,59	1,59	1,51	1,46	1,45	1,36	2,60	2,37	2,11	1,96	1,77	3,35	3,58	3,50	3,53	3,67	3,12	3,00	3,00	0,00	2,21	2,30	2,13	2,59	2,11	3,51	
22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,55	1,48	2,57	1,31	3,15	3,22	3,06	3,04	3,27	2,68	2,47	2,47	2,21	0,00	1,00	1,00	1,63	1,80	3,21	
23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,46	1,32	1,33	1,22	3,13	3,19	3,03	3,02	3,25	2,67	2,44	2,50	2,30	1,00	0,00	1,00	1,71	1,33	3,20	
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,24	2,53	2,13	1,71	1,71	3,14	3,20	3,03	3,03	3,27	2,67	2,56	2,41	2,13	1,00	1,00	0,00	1,53	1,73	3,20	
25	1,17	1,18	1,18	1,16	1,14	1,14	1,18	2,45	2,26	2,02	1,57	1,71	3,31	3,49	3,38	3,33	3,51	2,98	2,87	2,77	2,59	1,63	1,71	1,53	0,00	1,73	3,38	
26	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	2,11	1,80	1,33	1,73	1,73	0,00	1,78	
27	2,67	2,72	2,73	2,62	2,53	2,51	2,35	2,35	2,34	2,26	2,35	1,76	3,52	3,75	3,75	3,69	3,41	3,57	3,52	3,54	3,51	3,21	3,20	3,20	3,38	1,78	0,00	

## Kondisi 7 (skenario 7)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	1,88	1,88	1,79	1,72	1,71	1,59	2,65	2,42	2,17	1,85	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,11	3,00	1,83	3,00	3,00	2,62	2,41	2,79	1,99	3,54	
2	1,88	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,00	1,59	1,48	1,00	1,00	1,96	1,10	2,72	
3	1,88	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,00	1,59	1,48	1,00	1,00	1,97	1,10	2,73	
4	1,79	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,00	1,51	1,42	1,00	1,00	1,88	1,11	2,62	
5	1,72	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,00	1,46	1,37	1,00	1,00	1,81	1,10	2,53	
6	1,71	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,00	1,45	1,36	1,00	1,00	1,80	1,11	2,51	
7	1,59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,00	1,36	1,29	1,00	1,00	1,69	1,12	2,35	
8	2,65	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,25	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	1,00	2,60	2,60	2,33	2,24	1,91	1,20	2,35		
9	2,42	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,25	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	1,09	2,37	2,36	2,16	2,10	1,84	1,00	2,34	
10	2,17	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,23	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	1,09	2,11	2,10	1,95	1,88	1,63	1,00	2,26	
11	1,85	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	0,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,08	1,80	1,79	1,65	1,63	1,42	1,00	1,78	
12	1,83	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,15	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,08	1,77	1,77	1,64	1,61	1,41	1,00	1,76	
13	3,37	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	3,07	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	2,69	3,35	3,34	3,20	3,14	3,23	2,50	3,52	
14	3,62	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	3,09	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	2,58	3,58	3,55	3,30	3,20	3,34	2,39	3,75	
15	3,56	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,96	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,33	3,50	3,46	3,14	3,03	3,22	2,22	3,75
16	3,59	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,93	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,54	3,33	3,53	3,48	3,17	3,03	3,13	2,14	3,69
17	3,72	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	3,12	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	3,69	3,64	3,67	3,63	3,38	3,27	3,33	2,34	3,41
18	3,11	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,65	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	2,25	3,12	3,11	2,81	2,67	2,81	1,88	3,57	
19	3,00	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,39	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	2,06	3,00	3,00						



Lampiran 3 – lanjutan

Kondisi 8 (skenario 8)

Fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,23	1,15	1,15	3,07	3,09	2,96	2,93	3,12	2,65	2,39	2,65	2,60	2,60	2,33	2,24	1,91	1,20	2,35
2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,08	2,73	2,63	2,38	2,39	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,96	1,10	2,72	
3	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,09	1,09	2,73	2,64	2,39	2,40	2,70	2,31	2,11	1,88	1,59	1,48	1,00	1,00	1,97	1,10	2,73	
4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,10	1,09	1,09	2,64	2,52	2,27	2,27	2,58	2,19	2,01	1,79	1,51	1,42	1,00	1,00	1,88	1,11	2,62	
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,56	2,43	2,17	2,18	2,48	2,10	1,94	1,72	1,46	1,37	1,00	1,00	1,81	1,10	2,53	
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,11	1,11	1,09	1,09	2,55	2,41	2,16	2,16	2,47	2,09	1,92	1,71	1,45	1,36	1,00	1,00	1,80	1,11	2,51	
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,13	1,12	1,10	1,10	2,41	2,24	2,00	2,00	2,29	1,93	1,79	1,59	1,36	1,29	1,00	1,00	1,69	1,12	2,35	
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,09	1,09	1,08	1,08	2,69	2,58	2,33	2,33	2,64	2,25	2,06	1,83	1,55	1,45	1,00	1,00	1,92	1,10	2,67		
9	1,33	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,09	0,00	1,00	1,00	1,00	2,87	2,84	2,69	2,66	2,85	2,39	2,15	2,42	2,37	2,36	2,16	2,10	1,84	1,00	2,34	
10	1,23	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,09	1,00	0,00	1,00	1,00	2,66	2,58	2,42	2,39	2,58	2,12	1,88	2,17	2,11	2,10	1,95	1,88	1,63	1,00	2,26	
11	1,15	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,08	1,00	1,00	0,00	1,00	2,34	2,22	2,06	2,03	2,21	1,79	1,59	1,85	1,80	1,79	1,65	1,63	1,42	1,00	1,78	
12	1,15	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,08	1,00	1,00	1,00	0,00	2,31	2,19	2,04	2,01	2,18	1,77	1,58	1,83	1,77	1,77	1,64	1,61	1,41	1,00	1,76	
13	3,07	2,73	2,73	2,64	2,56	2,55	2,41	2,69	2,87	2,66	2,34	2,31	0,00	3,00	3,39	3,53	3,61	3,68	3,42	3,37	3,35	3,34	3,20	3,14	3,23	2,50	3,52	
14	3,09	2,63	2,64	2,52	2,43	2,41	2,24	2,58	2,84	2,58	2,22	2,19	3,00	0,00	3,85	3,91	3,93	3,92	3,66	3,62	3,58	3,55	3,30	3,20	3,34	2,39	3,75	
15	2,96	2,38	2,39	2,27	2,17	2,16	2,00	2,33	2,69	2,42	2,06	2,04	3,39	3,85	0,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,56	3,50	3,46	3,14	3,03	3,22	2,22	3,75	
16	2,93	2,39	2,40	2,27	2,18	2,16	2,00	2,33	2,66	2,39	2,03	2,01	3,53	3,91	4,00	0,00	4,00	4,00	3,54	3,59	3,53	3,48	3,17	3,03	3,13	2,14	3,69	
17	3,12	2,70	2,70	2,58	2,48	2,47	2,29	2,64	2,85	2,58	2,21	2,18	3,61	3,93	4,00	0,00	4,00	4,00	3,69	3,72	3,67	3,63	3,38	3,27	3,33	2,34	3,41	
18	2,65	2,31	2,31	2,19	2,10	2,09	1,93	2,25	2,39	2,12	1,79	1,77	3,68	3,92	4,00	4,00	4,00	0,00	3,30	3,11	3,12	3,11	2,81	2,67	2,81	1,88	3,57	
19	2,39	2,11	2,11	2,01	1,94	1,92	1,79	2,06	2,15	1,88	1,59	1,58	3,42	3,66	3,63	3,54	3,69	3,30	0,00	3,00	3,00	3,00	2,71	2,56	2,58	1,73	3,52	
20	2,65	1,88	1,88	1,79	1,72	1,71	1,59	1,83	2,42	2,17	1,85	1,83	3,37	3,62	3,56	3,59	3,72	3,11	3,00	0,00	3,00	3,00	2,62	2,41	2,79	1,99	3,54	
21	2,60	1,59	1,59	1,51	1,46	1,45	1,36	1,55	2,37	2,11	1,80	1,77	3,35	3,58	3,50	3,53	3,67	3,12	3,00	3,00	0,00	3,00	2,36	2,13	2,76	1,94	3,51	
22	2,60	1,48	1,48	1,42	1,37	1,36	1,29	1,45	2,36	2,10	1,79	1,77	3,34	3,55	3,46	3,48	3,63	3,11	3,00	3,00	3,00	0,00	2,18	1,92	2,76	1,94	3,49	
23	2,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,16	1,95	1,65	1,64	3,20	3,30	3,14	3,17	3,38	2,81	2,71	2,62	2,36	2,18	0,00	1,00	2,31	1,76	3,26	
24	2,24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,10	1,88	1,63	1,61	3,14	3,20	3,03	3,03	3,27	2,67	2,56	2,41	2,13	1,92	1,00	0,00	1,00	1,70	3,20	
25	1,91	1,96	1,97	1,88	1,81	1,80	1,69	1,92	1,84	1,63	1,42	1,41	3,23	3,34	3,22	3,13	3,33	2,81	2,58	2,79	2,76	2,76	2,31	1,00	0,00	1,52	3,27	
26	1,20	1,10	1,10	1,11	1,10	1,11	1,12	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	2,39	2,22	2,14	2,34	1,88	1,73	1,99	1,94	1,94	1,76	1,70	1,52	0,00	2,37	
27	2,35	2,72	2,73	2,62	2,53	2,51	2,35	2,67	2,34	2,26	1,78	1,76	3,52	3,75	3,75	3,69	3,41	3,57	3,52	3,54	3,51	3,49	3,26	3,20	3,27	2,37	0,00	



## Lampiran 4 – Hasil wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana

## Pedoman Wawancara Untuk Penelitian :

**OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GRAHA REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG**

## 1. Identitas Responden

Nama :	PELCAHYO UTOMO
Alamat :	Jl. Pahlawan No. 10 Mlg.
Umur :	27 th.
Jabatan :	Site Engineer

## 2. Pertanyaan

a. Bagaimana anda menentukan bentuk <i>site layout</i> yang ada sekarang? - pertumbuhan ukuran kerja & keselamatan kerja.
b. Apakah lokasi kosong yang terdapat di lokasi proyek dimanfaatkan untuk hal-hal tertentu? ya.



c. Apakah sebagian lokasi tersebut dapat digunakan untuk mendirikan bangunan fasilitas proyek? Jika iya di lokasi mana saja?

bisa, dibatasi kosong selain fasilitas tetap dan lokasi TC & <sup>Jalan</sup> <sup>kep.</sup> <sup>proyek</sup>

d. Fasilitas mana saja yang merupakan fasilitas tetap yang tidak dapat dipindah lokasinya?

~~direksi kant.~~  
 - seluruh fasilitas sebenarnya bisa berpindah, namun yang di bangunan permanen / tidak berpindah adalah direksi kant, Genset, TC, dan workshop fabrikasi.

e. Kenapa fasilitas tersebut tidak dapat dipindah?

dapat berpindah, namun  $\forall$  sistemasi pekerjaan sedikitnya sudah dipindah kecuali ada Unforeseen Condition / Force Major.

d. Dalam merencanakan *site layout* anda mengutamakan jarak tempuh perjalanan pekerja atau keselamatan pekerja? Kira-kira berapa prosentase perbandingan untuk jarak tempuh dan keselamatan pekerja?

Jarak tempuh : keselamatan  
 30 : 70

e. Mengapa anda lebih mengutamakan salah satu hal tersebut?

- meminimalkan resiko kecelakaan kerja sesuai standard manajemen ~~PP~~ Pt. PP yang berbasis ~~DHSAR~~ ~~18001~~ DHSAR 18001 : 2007 , & SMK-3 : 2000

Malang, 2 Nov. 2014



(.....)



## Lampiran 4 – lanjutan

**Pedoman Wawancara Untuk Penelitian :****OPTIMASI *SITE LAYOUT* MENGGUNAKAN *MULTI-OBJECTIVES FUNCTION* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GRAHA REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG****1. Identitas Responden**

Nama :	Guntoro
Alamat :	Malang
Umur :	
Jabatan :	Peralatan

**2. Pertanyaan**

a. Berapa radius lengan <i>tower crane</i> yang digunakan dalam proyek?	55 meter
b. Berapa ketinggian <i>tower crane</i> yang digunakan dalam proyek?	61 meter
c. Jika terjadi ledakan pada genset, berapa radius bahanya?	10-20 meter, untuk ledakan jarang terjadi. Kemungkinan yang terjadi adalah kebakaran.

d. Bagaimana cara untuk menjamin kesehatan dan keselamatan pekerja dari kemungkinan bahaya yang terjadi?

Peralatan selalu di cek, pemberian rambu-rambu K3

Malang, 22/10/14



Guntoro

(.....)



Lampian 5 - Dokumentasi



Pintu proyek 1



Keet Kantor



Pos Satpam 1



Pintu proyek 2



Tempat parkir



Fabrikasi kayu



Lampian 5 – lanjutan



Toilet pekerja 1



Fabrikasi besi



Kantin pekerja



Stockyard besi



Toilet pekerja 2



Pos satpam 2



Lampian 5 – lanjutan



Genset



Gudang ARK



Tempat pembuatan beton *deck* dan benda uji



Pengambilan data di lapangan



Stockyard pasir dan agregat



Pengambilan data di lapangan