

OPTIMALISASI TATA LETAK MATERIAL KONSTRUKSI (STUDI KASUS GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS PANCA BHAKTI PONTIANAK)

Uun Iva Noviana¹, Rafie², Riyanny Pratiwi³.

¹. Mahasiswi S1 Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{2,3}. Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email : uunivanoviana@gmail.com

ABSTRAK

Letak fasilitas dan material proyek mempunyai peranan yang sangat penting bagi efisiensi waktu serta biaya pada suatu pengerjaan proyek. Tujuan dari penelitian ini diantaranya untuk menentukan site layout yang paling optimun dan efisien. Sehingga penempatan aktifitas pembangunan berjalan lancar dan nyaman. Pada penelitian ini data akan diolah dengan metode *multi-objectives function* yaitu analisis *Traveling Distance* dan analisis *Safety Index*. Yaitu dengan memakai metode pendukung keputusan yaitu *Analicital Hierarchy Proses* (AHP). Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa *Site Layout* pada proyek pembangunan Rektorat Universitas Panca Bhakti belum optimal bila ditinjau dari hasil perhitungan *Traveling Distance* (jarak tempuh) dan *Safety Index* (nilai keamanan). Berdasarkan hasil plot pada diagram, untuk pekerjaan struktur bawah didapatkan nilai TD dan SI yang paling minimum yaitu pada Alternatif 3. Sedangkan pada pekerjaan plat lantai 4 didapatkan nilai TD dan SI yang paling minimum yaitu pada Alternatif 2.

Kata Kunci : *Analicital Hierarchy Proses* (AHP), *Multi-objectives function*, proyek konstruksi, *site layout*

ABSTRACT

The location of project facilities and materials has a very important role for time efficiency in a project. The purpose of this research is to determine the most optimal and efficient site layout. So that the placement of development activities runs smoothly and comfortably. In this study, the data will be processed using the multi-objective function method, namely Traveling Distance analysis and Savety Index analysis. And using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method as a decision support model. Based on the results of the analysis and calculations that have been carried out, it can be concluded that the Site Layout of the Panca Bhakti University Rectorate development project is not optimal when viewed from the Traveling Distance and Safety Index. Based on the results of the plot in the diagram, for the substructure work, the minimum TD and SI values are obtained, namely in Alternative 3. While for the 4th floor slab work, the minimum TD and SI values are obtained, namely in Alternative 2.

Keywords: construction project, multi-objectives function, Process Analytical Hierarchy (AHP), site layout

I. PENDAHULUAN

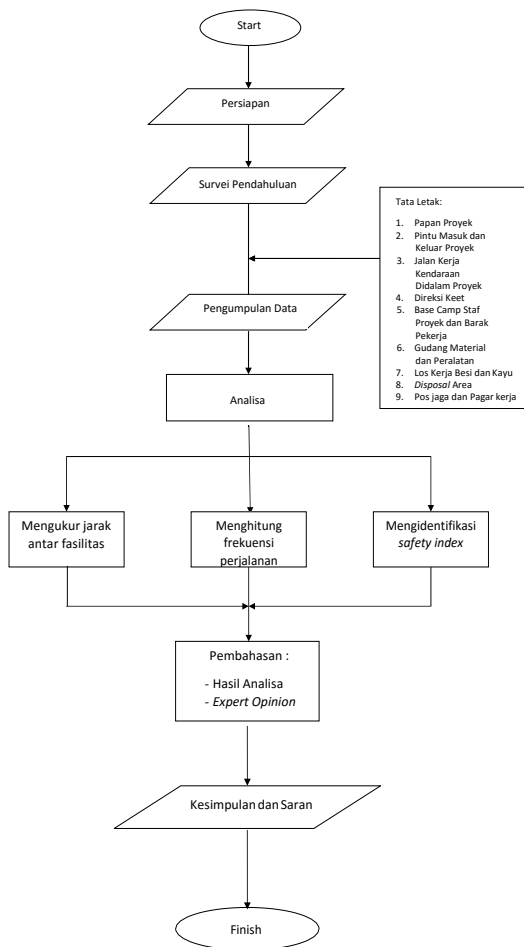
Proyek konstruksi yaitu suatu kegiatan yang berkaitan dengan pembangunan suatu infrastruktur. Faktor ketidak pastian dan hal-hal tak terduga lainnya seringkali menjadi pemicu gagalnya pencapaian tujuan/target proyek secara umum. Tata letak tapak yang tepat memiliki peranan yang cukup signifikan dalam perencanaan suatu konstruksi karena harus dapat menyesuaikan dengan situasi dan kondisi proyek. Penentuan site layout juga berperan penting untuk efisiensi waktu pelaksanaan proyek, sehingga

diperlukan manajemen dalam penempatan fasilitas. Dengan tujuan agar pembangunan berjalan lancar, nyaman dan menunjang program keselamatan dan juga kesehatan kerja di lingkungan proyek konstruksi (K4). Fokus penelitian yang dibahas adalah pada optimasi risiko dan perencanaan tata letak penyimpanan bahan konstruksi di Gedung Rektorat Universitas Panca Bhakti Pontianak.

II. METODOLOGI

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk memanifestasikan tata letak material dan fasilitas yang paling optimal dengan mengukur frekuensi perjalanan pekerja, jarak antar fasilitas, dan indeks keselamatan. Dari data tersebut selanjutnya akan melakukan perencanaan dengan menggunakan metode multi-objective function untuk menghasilkan bentuk site layout yang paling optimal. Bentuk tata letak situs yang optimal adalah tata letak situs yang memiliki jarak tempuh dan nilai indeks keselamatan terendah

Diagram alir penelitian



III. HASIL DAN ANALISA

Untuk menentukan optimasi tata letak situs, perlu dilakukan identifikasi fasilitas. Tujuan dari identifikasi ini yaitu untuk tau jumlah fasilitas dan luasan dari masing-masing fasilitas yang ada. Kemudian dari hasil identifikasi tersebut diaplikasikan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan posisi fasilitas pada site layout yang paling optimal. Hasil identifikasi dimensi tata letak

material dan fasilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Identifikasi dan Luasan Fasilitas Pada Saat Pekerjaan Strukur Bawah
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

No.	Kode Fasilitas	Fasilitas	Dimensi (m)		luas (m ²)
			Panjang	Lebar	
1	AP	Area Pancang	9,8	2,1	20,58
2	F1	Pagar Proyek	51,7	47,3	2445,41
3	F2	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	5,6	0
4	F3	Pile	10,7	5,9	63,13
5	F4	Gudang Material dan Peralatan	8,7	3,7	32,19
6	F5	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	8	3,7	29,6
7	F6	besi ulir	17,5	6,1	106,75
8	F7	Besi Weremesh	5,1	8,1	41,31
9	F8	Los Kerja Bekisting	8,4	9,4	78,96
10	F9	Toilet	3,1	2	6,2
11	F10	Disposal Area (Pile)	5,2	8,1	42,12
12	F11	Disposal Area (kayu, besi,dll)	3,6	10,5	37,8

Tabel 2. Identifikasi dan Luasan Fasilitas Pada Pekerjaan Plat Lantai 4
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

No.	Kode Fasilitas	Fasilitas	Dimensi (m)		luas (m ²)
			Panjang	Lebar	
1	G	Gedung Utama/Area Kerja	43,2	26,7	1153,44
2	F1	Pagar Proyek	51,7	47,3	2445,41
3	F2	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	5,6	0
4	F3	Direksi Keet	13,5	3,9	52,65
5	F4	Gudang Material dan Peralatan	8,7	3,7	32,19
6	F5	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	4,8	3,7	17,76
7	F6	Los Kerja Besi dan Kayu	8,4	3,8	31,92
8	F7	Disposal Area	5,4	11,1	59,94
9	F8	Kantin dan Toilet	6,3	3,7	23,31
10	F9	Parkir Kendaraan Pekerja	11,2	6,3	70,56
11	F10	besi ulir	17,5	6,1	106,75
12	F11	besi weremesh	5,1	8,1	41,31

Jarak antar fasilitas ini diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan oleh peneliti sesuai dengan rute pergerakan pekerja ketika berpindah dari satu fasilitas ke fasilitas lainnya. dengan menggunakan bantuan alat ukur meteran. Berikut hasil dari pengukuran jarak antarmaterial dan fasilitas pada proyek :

Tabel 3. Jarak Antar Fasilitas Pendukung Pada Pekerjaan Struktur Bawah (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Jarak Antar Fasilitas Pendukung (meter)						
JENIS FASILITAS	Area Pancang	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Pile	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Area Pancang	0	5,1	35,3	3,6	20,7	17,2
Pagar Proyek	5,1	0	0	1,6	19,8	0,8
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	35,3	0	0	6,5	15,7	25,8
Pile	3,6	1,6	6,5	0	12,8	17,4
Gudang Material dan Peralatan	20,7	19,8	15,7	12,8	0	0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	17,2	0,8	25,8	17,4	0	0
besi ulir	13,6	7,1	34,2	24,9	23,4	19,6
Besi Weremesh	18,6	9	42,6	30,9	32,5	28,1
Los Kerja Bekisting	17,1	0,8	15,7	23,7	6	2,3
Toilet	13	1	1	6,9	20	20
Disposal Area (Pile)	11,3	16,4	16,1	5,7	3,2	2,9
Disposal Area (kayu, besi,dll)	2,6	0	4,7	14,3	25,5	27,8

Tabel 4. Jarak Antar Fasilitas Pendukung Pada Pekerjaan Struktur Bawah (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Jarak Antar Fasilitas Pendukung (meter)						
JENIS FASILITAS	besi ulir	Besi Weremesh	Los Kerja Bekisting	Toilet	Disposal Area (Pile)	Disposal Area (kayu, besi,dll)
Area Pancang	14	19	17,1	13	11,3	2,6
Pagar Proyek	7,1	9	0,8	1	16,4	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	34	43	15,7	1	16,1	4,7
Pile	25	31	23,7	6,9	5,7	14,3
Gudang Material dan Peralatan	23	33	6	20	3,2	25,5
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	20	28	2,3	25	2,9	27,8
besi ulir	0	1,8	6,8	17	1,1	30,3
Besi Weremesh	1,8	0	14,4	25	11,2	32,5
Los Kerja Bekisting	6,8	14	0	25	5,1	38,3
Toilet	17	25	24,9	0	4,5	5,6
Disposal Area (Pile)	1,1	11	5,1	4,5	0	15,8
Disposal Area (kayu, besi,dll)	30	33	38,3	5,6	15,8	0

Tabel 5. Jarak Antar Fasilitas Pendukung Pada Pekerjaan Plat Lantai 4 (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Jarak Antar Fasilitas Pendukung (meter)						
JENIS FASILITAS	Gedung Utama/Area Kerja	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Direksi Keet	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Gedung Utama/Area Kerja	0	5,1	35,3	3,6	20,7	17,2
Pagar Proyek	5,1	0	0	1,6	19,8	0,8
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	35,3	0	0	6,5	15,7	25,8
Direksi Keet	3,6	1,6	6,5	0	12,8	17,4
Gudang Material dan Peralatan	20,7	19,8	15,7	12,8	0	0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	17,2	0,8	25,8	17,4	0	0
Los Kerja Besi dan Kayu	13,6	7,1	34,2	24,9	23,4	19,6
Disposal Area	18,6	9	42,6	30,9	32,5	28,1
Kantin dan Toilet	17,1	0,8	15,7	23,7	6	2,3
Parkir Kendaraan Pekerja	13	1	1	6,9	20	20
besi ulir	11,3	16,4	16,1	5,7	3,2	2,9
besi weremesh	2,6	0	4,7	14,3	25,5	27,8

Tabel 6. Jarak Antar Fasilitas Pendukung Pada Pekerjaan Plat Lantai 4 (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Jarak Antar Fasilitas Pendukung (meter)						
JENIS FASILITAS	Los Kerja Besi dan Kayu	Disposal Area	Kantin dan Toilet	Parkir Kendaraan Pekerja	besi ulir	besi weremesh
Gedung Utama/Area Kerja	14	19	17,1	13	11,3	2,6
Pagar Proyek	7,1	9	0,8	1	16,4	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	34	43	15,7	1	16,1	4,7
Direksi Keet	25	31	23,7	6,9	5,7	14,3
Gudang Material dan Peralatan	23	33	6	20	3,2	25,5
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	20	28	2,3	25	2,9	27,8
Los Kerja Besi dan Kayu	0	1,8	6,8	17	1,1	30,3
Disposal Area	1,8	0	14,4	25	11,2	32,5
Kantin dan Toilet	6,8	14	0	25	5,1	38,3
Parkir Kendaraan Pekerja	17	25	24,9	0	4,5	5,6
besi ulir	1,1	11	5,1	4,5	0	15,8
besi weremesh	30	33	38,3	5,6	15,8	0

Setelah melakukan pengukuran dan mendapatkan jarak antar fasilitas, selanjutnya dilakukan pengukuran tentang frekuensi pekerja ke fasilitas yang ada. Tujuannya untuk mendapatkan data berapa sering pekerja berjalan ke satu fasilitas ke fasilitas lainnya. Dari hasil itu didapatkan data berikut :

Tabel 7. Frekuensi Perjalanan Pekerja Pada saat Pekerjaan Struktur Lantai bawah (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Area Pancang	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Pile	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Area Pancang	0	0	0	54	7	4
Pagar Proyek	0	0	0	0	0	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	0	0	0	3	2
Pile	54	0	0	0	2	0
Gudang Material dan Peralatan	7	0	3	2	0	3
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	4	0	2	0	3	0
besi ulir	0	0	0	0	0	0
Besi Weremesh	6	0	0	0	0	0
Los Kerja Bekisting	11	0	0	0	13	6
Toilet	1	0	0	0	0	1
Disposal Area (Pile)	7	0	0	0	0	0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	2	0	0	0	0	0

Tabel 8. Frekuensi Perjalanan Pekerja Pada saat Pekerjaan Struktur Lantai bawah (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	besi ulir	Besi Weremesh	Los Kerja Bekisting	Toilet	Disposal Area (Pile)	Disposal Area (kayu, besi,dll)
Area Pancang	0	6	11	1	0	0
Pagar Proyek	0	0	0	0	0	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	0	0	0	0	0
Pile	0	0	0	0	0	0
Gudang Material dan Peralatan	0	0	13	0	0	0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	0	0	6	1	0	0
besi ulir	0	6	20	0	0	0
Besi Weremesh	6	0	0	0	0	0
Los Kerja Bekisting	20	0	0	3	0	0
Toilet	0	0	3	0	0	0
Disposal Area (Pile)	0	0	0	0	0	0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	0	0	19	0	0	0

Tabel 9. Frekuensi Perjalanan Pekerja Pada saat Pekerjaan Plat Lantai 4 (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Gedung Utama/Area Kerja	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Direksi Keet	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Gedung Utama/Area Kerja	0	0	0	5	17	4
Pagar Proyek	0	0	0	0	0	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	0	0	4	2	2
Direksi Keet	5	0	4	0	0	0
Gudang Material dan Peralatan	17	0	2	0	0	0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	4	0	2	0	2	2
Los Kerja Besi dan Kayu	63	0	0	4	4	4
Disposal Area	6	0	0	0	0	0
Kantin dan Toilet	3	0	0	1	3	3
Parkir Kendaraan Pekerja	0	0	2	2	2	2
besi ulir	0	0	0	0	0	0
besi weremesh	7	0	0	0	0	0

Tabel 10. Frekuensi Perjalanan Pekerja Pada saat Pekerjaan Plat Lantai 4 (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Los Kerja Besi dan Kayu	Disposal Area	Kantin dan Toilet	Parkir Kendaraan Pekerja	besi ulir	besi weremesh
Gedung Utama/Area Kerja	63	6	3	0	0	7
Pagar Proyek	0	0	0	0	0	0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0	0	0	2	0	0
Direksi Keet	4	0	1	2	0	0
Gudang Material dan Peralatan	4	0	3	2	0	0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	4	0	3	2	0	0
Los Kerja Besi dan Kayu	0	6	2	0	12	0
Disposal Area	6	0	0	0	0	0
Kantin dan Toilet	2	0	0	0	0	0
Parkir Kendaraan Pekerja	0	0	0	0	0	0
besi ulir	12	0	0	0	0	0
besi weremesh	0	0	0	0	0	0

langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety indeks*). *Site layout* ini pada proyek

pembangunan Gedung Rektorat universitas Panca Bhakti mempunyai 12 fasilitas pendukung dengan luasan yang berbeda-beda.

$$(TD)_{SSS} = \sum_{i,j=1}^n d_{ij} \times F_{ij} \quad (1)$$

Dimana :

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

Traveling Distance merupakan hasil perkalian jarak antar fasilitas dengan frekuensi perjalanan pekerja. berikut ini adalah hasil perhitungan *Traveling Distance* pada kondisi eksisting

Tabel 11. Perhitungan Nilai *Traveling Distance* Kondisi Eksisting Pada Pekerjaan Struktur Lantai Bawah (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Traveling Disntance Kondisi eksisting						
JENIS FASILITAS	Area Pancang	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Pile	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Area Pancang	0,0	0,0	0,0	955,8	213,5	131,2
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	46,6
Pile	955,8	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0
Gudang Material dan Peralatan	213,5	0,0	43,2	15,6	0,0	8,7
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	131,2	0,0	46,6	0,0	8,7	0,0
besi ulir	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Besi Weremesh	106,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Bekisting	353,1	0,0	0,0	0,0	283,4	67,2
Toilet	34,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
Disposal Area (Pile)	228,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 12. Perhitungan Nilai *Traveling Distance* Kondisi Eksisting Pada Pekerjaan Struktur Lantai Bawah (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Traveling Disntance Kondisi eksisting						
JENIS FASILITAS	besi ulir	Besi Weremesh	Los Kerja Bekisting	Toilet	Disposal Area (Pile)	Disposal Area (kayu, besi,dll)
Area Pancang	0,0	106,2	353,1	34,8	0,0	0,0
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	0,0	0,0	283,4	0,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	0,0	0,0	67,2	3,2	0,0	0,0
besi ulir	0,0	74,4	172,0	0,0	0,0	0,0
Besi Weremesh	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Bekisting	172,0	0,0	0,0	74,7	0,0	0,0
Toilet	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (Pile)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 13. Perhitungan Nilai *Traveling Distance* pada pekerjaan pelat lantai 4 (Kondisi awal) (1)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalanan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Gedung Utama/Area Kerja	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Direksi Keet	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Gedung Utama/Area Kerja	0,0	0,0	0,0	18,0	351,9	68,8
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	26,0	31,4	51,6
Direksi Keet	18,0	0,0	26,0	0,0	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	351,9	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	68,8	0,0	51,6	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Besi dan Kayu	856,8	0,0	0,0	99,6	93,6	78,4
Disposal Area	111,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kantin dan Toilet	51,3	0,0	0,0	23,7	18,0	6,9
Parkir Kendaraan Pekerja	0,0	0,0	2,0	13,8	40,0	40,0
besi ulir	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi weremesh	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 14. Perhitungan Nilai *Traveling Distance* pada pekerjaan pelat lantai 4 (Kondisi awal) (2)
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalanan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Los Kerja Besi dan Kayu	Disposal Area	Kantin dan Toilet	Parkir Kendaraan Pekerja	besi ulir	besi weremesh
Gedung Utama/Area Kerja	856,8	111,6	51,3	0,0	0,0	18,2
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Direksi Keet	99,6	0,0	23,7	13,8	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	93,6	0,0	18,0	40,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	78,4	0,0	6,9	49,8	0,0	0,0
Los Kerja Besi dan Kayu	0,0	10,8	13,6	0,0	13,2	0,0
Disposal Area	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kantin dan Toilet	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parkir Kendaraan Pekerja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi ulir	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi weremesh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hasil dari wawancara nilai keamanan, dapat ditentukan bobot dari tiap titik fasilitas untuk menghitung besarnya nilai *Safety Index (SI)* dengan menggunakan rumus berikut :

$$SI = \left(\frac{\text{Total Perjalanan a}}{\text{Jarak riil}} \times Nsa \right) + \left(\frac{\text{Total Perjalanan b}}{\text{Jarak riil}} \times Nsb \right) \quad (2)$$

Keterangan :

Safety Indeks :Nilai keamanan dengan menggunakan proporsi jarak

Total Perjalanan a :Total perjalanan dengan menggunakan proporsi jarak pada fasilitas awal

Total Perjalanan b :Total perjalanan dengan menggunakan proporsi jarak pada fasilitas tujuan

Jarak Riil :Jarak riil dari titik fasilitas asal ke titik fasilitas tujuan

NSa :Bobot keamanan pada titik fasilitas awal

NSb :Bobot keamanan pada titik fasilitas tujuan

Nilai *safety* pada rumus di atas didapat pada bobot keamanan pada titik fasilitas semula dan titik fasilitas yang akan di tuju. selanjutnya dari dua bobot tersebut dibandingkan lalu digunakan bobot yang paling tinggi untuk melakukan perhitungan.

Tabel 15. Perhitungan Nilai *Safety Index* dengan Titik Asal Kondisi Eksisting Pada Pekerjaan Struktur Lantai Bawah
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

	Area Pancang				Nilai Safety Index	
	Jarak	Titik Fasilitas Awal		Titik Fasilitas Akhir		
		Nilai Safety	Jumlah Frekuensi Perjalanan	Nilai Safety		Jumlah Frekuensi Perjalanan
Area Pancang	0	1	0	3	0	
Pagar Proyek	11,5	1	0	2	0,00	
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	25,9	1	0	2	0,00	
Pile	17,7	1	54	3	162	30,51
Gudang Material dan Peralatan	30,5	1	7	3	21	2,30
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	32,8	1	4	3	12	1,22
besi ulir	23,9	1	0	3	0	0,00
Besi Weremesh	17,7	1	6	2	12	1,69
Los Kerja Bekisting	32,1	1	11	2	22	1,71
Toilet	34,8	1	1	3	3	0,29
Disposal Area (Pile)	32,6	1	7	3	21	2,15
Disposal Area (kayu, besi,dll)	36,2	1	2	2	4	0,28

Tabel 16. Perhitungan Nilai *Safety Index* dengan Titik Asal Kondisi Eksisting Pada Pekerjaan Plat Lantai 4
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

	area kerja/ gedung utama				Nilai Safety Index	
	Jarak	Titik Fasilitas Awal		Titik Fasilitas Akhir		
		Nilai Safety	Jumlah Frekuensi Perjalanan	Nilai Safety		Jumlah Frekuensi Perjalanan
Area kerja/Gedung utama	0	1	0	3	0	
Pagar Proyek	5,1	1	0	2	0,00	
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	35,3	1	0	2	0,00	
Direksi Keet	3,6	1	5	3	15	13,89
Gudang Material dan Peralatan	20,7	1	17	2	34	4,11
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	17,2	1	4	3	12	2,33
Los Kerja Besi dan Kayu	13,6	1	63	2	126	23,16
Disposal Area	18,6	1	6	2	12	1,61
Kantin dan Toilet	17,1	1	3	2	6	0,88
Parkir Kendaraan Pekerja	13	1	0	3	0	0,00
Besi Ulir	11,3	1	0	2	0	0,00
Besi Weremesh	2,6	1	7	2	14	13,46

Perhitungan nilai ini dilakukan dari satu titik fasilitas ke titik fasilitas lainnya untuk satu skenario. Sehingga nantinya akan didapatkan 12 tabel nilai *Safety Index* kondisi eksisting berdasarkan masing-masing titik fasilitas. Nilai *Safety Index* dari tiap tabel dirangkum kedalam tabel berikut ini.

Tabel 17. Nilai *Safety Index* Berdasarkan Tiap Titik Fasilitas pada pekerjaan struktur bawah (1)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Safety Index Kondisi eksisting						
JENIS FASILITAS	Area Pancang	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Pile	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Area Pancang	0,0	0,0	0,0	1647,5	16,1	4,9
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,9
Pile	1647,5	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0
Gudang Material dan Peralatan	16,1	0,0	6,3	5,1	0,0	31,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	4,9	0,0	1,7	0,0	31,0	0,0
besi ulir	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Besi Weremesh	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Bekisting	18,8	0,0	0,0	0,0	38,8	16,1
Toilet	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Disposal Area (Pile)	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 18. Nilai *Safety Index* Berdasarkan Tiap Titik Fasilitas pada pekerjaan struktur bawah (2)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Safety Index Kondisi eksisting						
JENIS FASILITAS	besi ulir	Besi Weremesh	Los Kerja Bekisting	Toilet	Disposal Area (Pile)	Disposal Area (kayu, besi,dll)
Area Pancang	0,0	20,3	37,7	0,3	0,0	0,0
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	0,0	0,0	77,5	0,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	0,0	0,0	32,1	3,1	0,0	0,0
besi ulir	0,0	29,0	465,1	0,0	0,0	0,0
Besi Weremesh	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Bekisting	232,6	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0
Toilet	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (Pile)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Disposal Area (kayu, besi,dll)	0,0	0,0	1805,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 19. Nilai *Safety Index* Berdasarkan Tiap Titik Fasilitas (pada pekerjaan plat lantai 4) (1)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalanan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Gedung Utama/Area Kerja	Pagar Proyek	Pintu Masuk dan Keluar Proyek	Direksi Keet	Gudang Material dan Peralatan	Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja
Gedung Utama/Area Kerja	0,0	0,0	0,0	69,4	139,6	9,3
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	12,3	1,3	0,8
Direksi Keet	69,4	0,0	24,6	0,0	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	69,8	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	9,3	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
Los Kerja Besi dan Kayu	1459,2	0,0	0,0	3,2	3,4	4,1
Disposal Area	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kantin dan Toilet	2,6	0,0	0,0	0,2	7,5	19,6
Parkir Kendaraan Pekerja	0,0	0,0	40,0	5,8	2,0	2,0
besi ulir	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi weremesh	94,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 20. Nilai *Safety Index* Berdasarkan Tiap Titik Fasilitas (pada pekerjaan plat lantai 4) (2)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Frekuensi Perjalanan Pekerja (1 hari)						
JENIS FASILITAS	Los Kerja Besi dan Kayu	Disposal Area	Kantin dan Toilet	Parkir Kendaraan Pekerja	besi ulir	besi weremesh
Gedung Utama/Area Kerja	2918,4	19,4	5,3	0,0	0,0	188,5
Pagar Proyek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pintu Masuk dan Keluar Proyek	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0
Direksi Keet	6,4	0,0	0,4	5,8	0,0	0,0
Gudang Material dan Peralatan	3,4	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Base Camp Staf Proyek dan Barak Pekerja	8,2	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Los Kerja Besi dan Kayu	0,0	100,0	0,0	0,0	654,5	0,0
Disposal Area	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kantin dan Toilet	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parkir Kendaraan Pekerja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi ulir	654,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
besi weremesh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

RANCANGAN SKENARIO SITE LAYOUT PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH



Keterangan :	
AP : Area Pancang	F6 : Besi Ulir
F1 : Pagar Proyek	F7 : Besi Weremesh
F2 : Pintu Keluar/Masuk Proyek	F8 : Los Kerja Bekisting
F3 : Pile	F9 : Toilet
F4 : Gudang Material dan Peralatan	F10 : Disposal Area (Pile)
F5 : Barak Pekerja	F11 : Disposal Area (Kayu, Besi, Dll)

1. Skenario 0

Pada skenario ini, belum ada fasilitas yang dipindahkan ataupun saling ditukar.

2. Skenario 1

Pada Skenario 1 ini ada beberapa material yang dipindahkan yaitu pile dan juga besi ulir. Pile sendiri dipindahkan untuk memperdekat jarak antara tiang pancang dengan area kerja karena antara material dan area kerja memiliki tingkat frekuensi perjalanan pekerja yang cukup besar dengan dipindahkan material ini diharapkan efektivitas para perkerja menjadi lebih optimal. Selanjutnya pemindahan besi ulir, pemindahan material ini karena pada kondisi asli material tersebut berada di badan jalan sehingga akan mengganggu mobilitas kendaran yang akan masuk ke area proyek.

3. Skenario 2

Pada skenario 2 terdapat dua fasilitas yang akan dipindahkan yaitu pile dan besi weremesh. Pemindahan kedua fasilitas ini bertujuan memperdekat jarak besi weremesh pada area kerja pembesian. Dimana pada skenario 0, dapat dilihat pile berada di badan jalan dan besi weremesh berada jauh dari los kerja besi dan bekisting. Selain itu dengan memindahkan kedua fasilitas ini akan mempengaruhi produktivitas pekerja menjadi lebih optimal.

4. Skenario 3

Pada skenario 3 ini dirancang dengan menambahluas area barak pekerja dengan tujuan kenyamanan par pekerja dan juga pemindahan 5 fasilitas/material yaitu pile, besi ulir, temat penyimpanan material kecil dan pealatan, basecamp pekerja dan juga toilet. Ke-lima fasilitas ini dipindahkan sesuai dengan frekuensi perjalanan pekerja yang paling banyak antar fasilitas. Pemindahan fasilitas ini beracuan pada data frekuensi perjalanan pekerja perhari.

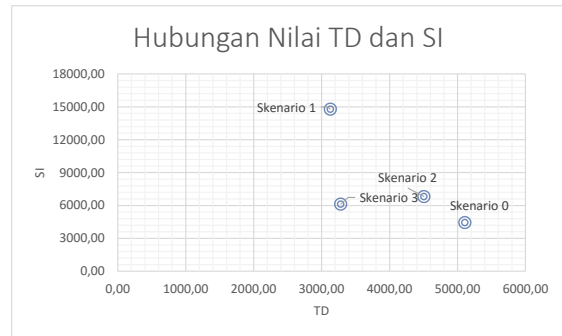
DIAGRAM HUBUNGAN TD DAN SI

Dari perhitungan *Traveling Distance* dan *Safety Index*

pada 3 alternatif yang dapat digunakan, selanjutnya hasil perhitungan tersebut diplot ke dalam Diagram Hubungan TD dan SI. Berikut adalah hasil plot alternatif di dalam diagram seperti pada gambar:

Tabel 21. Hasil Perhitungan TD dan SI pada pekerjaan strktur bawah. (Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

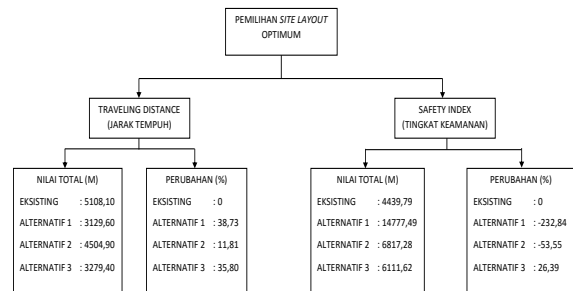
Skenario	Travelling Distance (TD)		Safety Index (SI)	
	Nilai Total (m)	Perubahan (%)	Nilai Total	Perubahan (%)
0	5108,10	0	4439,79	0
1	3129,60	38,73	14777,49	-232,84
2	4504,90	11,81	6817,28	-53,55
3	3279,40	35,80	6111,62	-37,66



Gambar 1. Diagram Hubungan Nilai TD dan SI (Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

PENENTUAN SKENARIO OPTIMUM

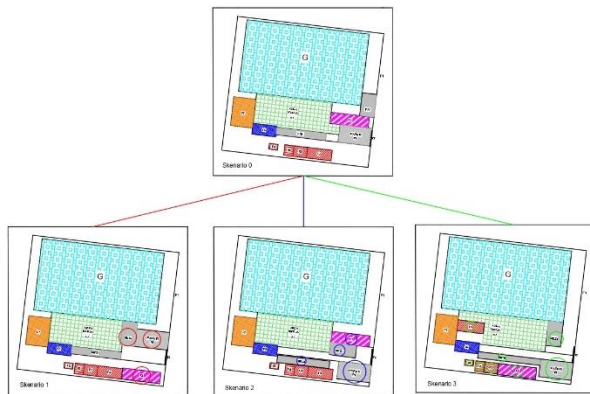
Pengambilan keputusan *site layout* yang paling optimal ditentukan dengan menggunakan metode *analytic hierarchy process* . Dari hasil analisa didapat nilai bobot kriteria dan bobot alternatif seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Hierarki Permasalahan Lengkap Dengan Bobot Kriteria dan Bobot Alternatif (Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Dari hasil analisa tersebut dipilih nilai yang terendah. Jadi site layout yang digunakan ialah alternatif 3.

RANCANGAN SKENARIO SITE LAYOUT PADA PEKERJAAN PLAT LANTAI 4



Keterangan :

- G : Gedung Utama
- F1 : Pagar Proyek
- F2 : Pintu Keluar/Masuk Proyek
- F3 : *Direksi keet*
- F4 : Gudang Material dan Peralatan
- F5 : Barak Pekerja
- F6 : Los Kerja Besi dan Kayu
- F7 : *Disposal Area*
- F8 : Kantin dan Toilet
- F9 : Parkir Kendaraan Pekerja
- F10 : Besi Ulir
- F11 : Besi Wermesh

1. Skenario 0

Skenario 0 adalah kondisi asli letak material serta fasilitas pendukung proyek . Pada alternatif ini, belum ada fasilitas yang dipindahkan ataupun saling ditukar

2. Skenario 1

Pada skenario 1 dibuat rancangan dengan memindahkan *direksi keet* lebih dekat dengan toilet, kantin, *basecamp* pekerja dan tempat penyimpanan material dengan pertimbangan risiko adanya alat atau material yang jatuh mengenai *direksi keet* karena dapat kita lihat pada kondisi eksisting jarak antara *direksi keet* dan gedung/ area kerja terlalu dekat. Adapun fasilitas/ material lain yang dipindahkan yaitu tempat parkir dan besi *weremesh*, untuk tempat parkir pekerja dipindahkan dengan tujuan untuk mensterilkan akses jalan masuk proyek karna pada kondisi eksisting tempat parkir kendaraan pekerja berada tepat di depan jalan masuk proyek. Dan untuk besi *weremesh* dipindahkan dengan maksud untuk mempermudah akses untuk mengambil material tersebut.

3. Skenario 2

Pada skenario 2 dibuat rancangan dengan memindahkan 3 fasilitas yang mengganggu proses keluar masuk pada jalan proyek. Adapun fasilitas fasilitas yang dipindahkan antara lain tempat parkir, besi ulir dan besi *weremesh*. Untuk tempat parkir dan besi ulir dipindahkan dengan tujuan menerbitkan akses jalan pada proyek.

4. Skenario 3

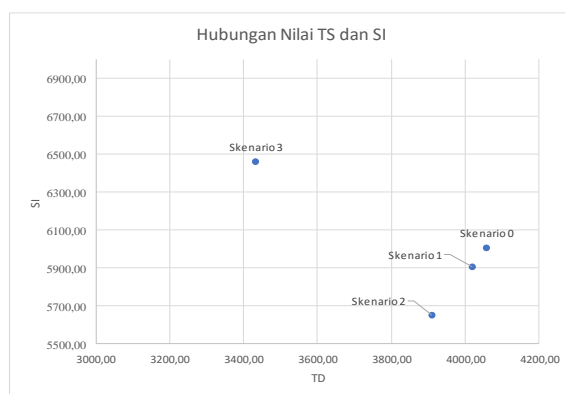
Pada skenario 3 dibuat rancangan dengan 8 fasilitas/material antara lain *direksi keet basecamp* pekerja, tempat penyimpanan alat dan material, kantin , toilet, tempat parkir kendaraan pekerja besi ulir dan besi *weremesh*.

DIAGRAM HUBUNGAN TD DAN SI

Dari perhitungan *Traveling Distance* dan *Safety Index* pada 3 alternatif yang dapat digunakan, selanjutnya hasil perhitungan tersebut diplot ke dalam Diagram Hubungan TD dan SI. Berikut adalah hasil plot alternatif di dalam diagram seperti pada gambar:

Tabel 22. Hasil Pehitungan TD dan SI
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

Skenario	Travelling Distance (TD)		Safety Index (SI)	
	Nilai Total (m)	Perubahan (%)	Nilai Total	Perubahan (%)
0	4056,80	0	6003,78	0
1	4019,20	0,93	5906,85	1,61
2	3909,20	3,64	5653,05	5,84
3	3433,10	15,37	6458,81	-7,58

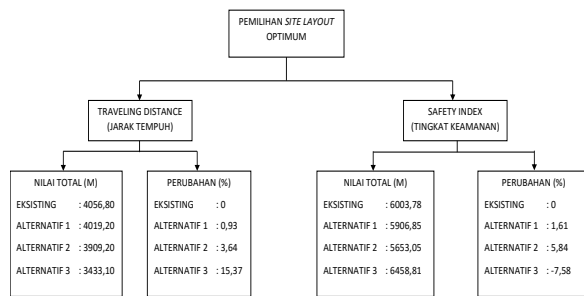


Gambar 3. Diagram Hubungan TD dan SI
(Sumber:Hasil Pengolahan Data, 2021)

PENENTUAN SKENARIO OPTIMUM

Pada penelitian ini dalam pengambilan keputusan *site layout* yang paling optimal ditentukan dengan menggunakan metode *analytic hierarchy process*.

Dari hasil analisa didapat nilai bobot kriteria dan bobot alternatif seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Hierarki Permasalahan Lengkap Dengan Bobot Kriteria dan Bobot Alternatif
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Pada pekerjaan plat lantai 4 didapatkan nilai TD dan SI yang paling minimum yaitu pada Alternatif 3 dan SI minimum berada pada alternatif 2 . Sehingga untuk menentukan Site Layout yang paling optimum, ditentukan dengan cara merujuk pada pendekatan logika dan pembobotan dari kontraktor pelaksana yang memberikan pembobotan 30% untuk nilai TD dan 70% untuk SI. Hasil pembobotan yang dilakukan didapatkan bahwa Alternatif 2 merupakan Alternatif bentuk *Site Layout* yang paling optimum.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *Site Layout* pada proyek pembangunan Rektorat Universitas Panca Bhakti belum optimal bila ditinjau dari perhitungan nilai *Traveling Distance* dan juga *Safety Index*. Dari hasil plot pada diagram, untuk pekerjaan struktur bawah didapatkan nilai TD dan juga SI yang paling minimum yaitu berada pada Alternatif 3 dengan nilai TD sebesar 3279,40 meter atau menurun sebesar 35,80% dan SI sebesar 5611,62 meter atau menurun sebesar 26,39 % bila dibandingkan dengan nilai TD dan SI kondisi asli . Sedangkan untuk pekerjaan plat lantai 4 didapatkan nilai TD dan SI yang paling minimum yaitu pada Alternatif 2 dengan nilai TD sebesar 3433,10 meter atau mengalami penurunan nilai TD sebesar 15,37% dan SI minimum berada pada alternatif 2 yaitu 5653,05 meter atau mengalami penurunan nilai SI sebesar 5,84 % bila dibandingkan dengan nilai TD dan SI kondisi asli . Namun tentu kedua alternatif ini tidak dapat dibandingkan antara satu dan lainnya karena memiliki keunggulan tersendiri pada nilai TD dan SI. . Sehingga dalam menentukan Site Layout yang paling optimum, ditentukan dengan cara merujuk pada pembobotan dari kontraktor pelaksana yang memberikan pembobotan 30% untuk nilai TD dan 70% untuk nilai SI. Hasil pembobotan yang dilakukan

didapatkan bahwa Alternatif 2 merupakan Alternatif bentuk *Site Layout* yang paling optimum

SARAN

Adapun saran-saran untuk perbaikan dalam penyempurnaan penelitian adalah :

1. Site layout dalam proyek ini perlu ditinjau kembali agar proyek tersebut dapat menghasilkan tata letak yang lebih efektif dan juga efisien pada penempatan material dan fasilitas proyek
2. Analisa tata letak fasilitas dan aliran bahan perlu dilakukan sebelum pelaksanaan proyek karena karna *site layout* ini dapat meningkatkan efektifitas dan efisensi serta mengoptimalkan hasil yang dikerjakan
3. Untuk menghasilkan hasil tata letak yang lebih efektif sebaiknya pada proyek akan mendatang diharapkan dapat memperhitungkan serta merencanakan duluan lokasi letak fasilitas/material, luas serta aliran proses pekerjaan yang berlangsung pada proyek agar tata letak fasilitas lebih efektif, serta efisien.
4. Diharapkan agar dapat Menganalisa terlebih dahulu luasan daerah yang akan digunakan untuk menempatkan fasilitas proyek.
5. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam usulan perletakan material dan fasilitas pada perencanaan tata letak untuk proyek tahap berikutnya dikemudian hari. Atau sebagai gambaran bagi kontraktor pelaksana pada proyek yang akan datang, Sehingga *site layout* yang didapat lebih efektif dan efisien dibanding tata letak awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adika, Destianno Handi. (2017). Optimasil *Site Layout* Menggunakan *Multi-Objective Function* Pada Pproyek Pembangunan Transmart Rungkut Surabaya. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sidharno, Willem. (2010). Analisa Tata Letak Fasilitas dan Aliran Bahan pada Proyek Konstruksi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Gajah Mada.
- Riatasyah, Kiss Yanuar Riva'I. Sugiarto. Setiyono. (20218). Optimasi *Site Layout* Produksi Menggunakan Metoe *Multi-Objektives* pada PT. Waskita Beton Precast TBK Plant Klaten. Jurnal Matriks Teknik Sipil/ 396.
- Kata M. Easa & K. M. A. Hossain. (2008). Model

- Optimasi Matematika Baru Untuk Tata Letak Situs Konstruksi. *Jurnal Teknik dan Manajemen Konstruksi*, 9(3) 201-216.
- Ya, I-C. (1995). Tata letak situs konstruksi menggunakan jaringan saraf anil. *Jurnal Komputasi Teknik Sipil*, 9(3) 201-208.
- Aditya, Eric. (2009) Redesign Facility Layout di PT. XYZ. Skripsi jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM.
- Khalafallah A., & El-Rayes K. (2006). Mengoptimalkan tata letak lokasi konstruksi bandara untuk meminimalkan bahaya satwa liar. *Jurnal Manajemen Teknik., ASCE*, Vol. 22(4) hal.176-185.
- Ricky, A. (2011). Teknik Wawancara. <http://www.rickisukanddar.blogspot.com>. Diakses pada 1 Agustus 2014.
- Nugraha, Paulus., Natan, Ishak. & Sutjipto., R. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 1*, Surabaya: Penerbit Kartika Yudha.
- Pradana, Eko. (2015). Analisis Layout Fasilitas Proyek Menggunakan Activity Relationship Charts dan Multi-Objective Functions pada Proyek Pembangunan Apartemen De Papilio Surabaya. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh November.