

USULAN PERANCANGAN JALUR EVAKUASI MENGUNAKAN ALGORITMA *DJIKSTRA** (STUDI KASUS: GEDUNG 21 ITENAS)

EDWIN SYALLI SIREGAR, YUNIAR, ARIE DESRIANTY

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: edwinsiregar99@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Standarisasi Nasional (BSN), saat ini masih banyak gedung bertingkat yang belum memenuhi standar bidang konstruksi dan bangunan. Saat ini Itenas sudah memiliki banyak gedung bertingkat yang digunakan sebagai fasilitas belajar mengajar. Gedung bertingkat tersebut masih belum memiliki display jalur evakuasi untuk mempermudah proses evakuasi apabila terjadi suatu bencana. Untuk mempermudah proses evakuasi diperlukan jalur evakuasi. Untuk menghitung jarak jalur evakuasi, pada penelitian ini digunakan algoritma djikstra. Jalur evakuasi harus disertai dengan display yang mendukung. Oleh karena itu pada penelitian ini selain menentukan jalur evakuasi juga akan dilakukan perancangan display. Perancangan display jalur evakuasi harus menarik bagi pembacanya, tetapi tidak mengurangi unsur kemudahan pada saat membaca dan informasi yang tertera pada display jalur evakuasi tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini adalah dapat menentukan jalur evakuasi yang memiliki jarak terpendek dan merancang display untuk mempermudah proses evakuasi.

Kata Kunci: gedung bertingkat, bencana, jalur evakuasi, algoritma djikstra, display

ABSTRACT

Based on data obtained from the National Standardization Agency (BSN), there are still many who have not met the high rise building construction and building standards. Currently Itenas already has a lot of high rise building which is used as a teaching and learning facilities. The multi-storey building still has no evacuation route display to facilitate the evacuation in the event of a disaster. To simplify the evacuation process required the evacuation path. To calculate the distance evacuation routes, in this study used Dijkstra algorithm. Evacuation route must be accompanied by a display that support. Therefore, in this study besides determining the evacuation route will also be design the display. The

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

design of evacuation route display should appeal to readers, but does not reduce the element of ease in reading and display the information contained in the evacuation path. The end result of this study is able to determine the evacuation route that has the shortest distance and design a displays to simplify the evacuation process.

Keywords: *high rise building, disaster, evacuation route, djikstra algorithm, display*

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Gedung bertingkat di Indonesia saat ini masih banyak yang belum memenuhi standar bidang konstruksi dan bangunan yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Hal ini berkaitan dengan kurangnya kesadaran akan pentingnya kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Sering timbul anggapan bahwa K3 merupakan pemborosan pengeluaran biaya yang harus dipenuhi pada sebuah gedung bertingkat. Prosedur K3 di gedung bertingkat sangatlah penting karena gedung bertingkat memiliki resiko-resiko yang tidak dapat diprediksi, misalnya pada saat terjadi gempa atau kebakaran. Dalam hal ini kemudahan akses evakuasi pada gedung bertingkat apabila terjadi kecelakaan yang ditimbulkan dari bencana alam maupun faktor lainnya sangatlah penting. Bencana-bencana tersebut bisa terjadi kapan saja dan tentunya akan membahayakan seluruh penghuni gedung.

Jalur evakuasi pada sebuah gedung harus berfungsi berdasarkan prosedur evakuasi dengan memberikan kemudahan pada orang yang menggunakannya. Jalur evakuasi berkaitan erat dengan perancangan *display* jalur evakuasi itu sendiri. Kebanyakan orang tidak mengetahui dan memahami apa informasi yang diberikan oleh sebuah *display*. Maka dari itu perancangan *display* jalur evakuasi haruslah menarik bagi pembacanya, tetapi tidak mengurangi unsur kemudahan pada saat membaca dan informasi yang tertera pada *display* jalur evakuasi tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Bencana alam dapat terjadi kapan saja dan di mana saja. Bencana alam tersebut tentu dapat mengancam keselamatan manusia. Para penghuni gedung bertingkat tidak luput dari bahaya bencana alam. Bencana alam seperti gempa bumi dan kebakaran akan lebih membahayakan keselamatan penghuni gedung bertingkat karena mereka dapat tertimpa reruntuhan gedung itu sendiri. Oleh karena itu penghuni gedung bertingkat harus dapat menyelamatkan diri secepatnya ketika bencana tersebut terjadi, misalnya dengan segera keluar gedung atau mencari tempat berlindung yang aman. Salah satu cara untuk membantu menyelamatkan diri adalah dengan adanya *display* jalur evakuasi yang memperlihatkan arah keluar gedung atau arah menuju tempat berlindung.

Gedung 21 Itenas saat ini tidak memiliki *display* jalur evakuasi yang menunjukkan jalan keluar atau jalan menuju tempat yang aman apabila terjadi bencana yang menimpa penghuni gedung tersebut, seperti gempa bumi, kebakaran, dan lain-lain. Hal ini dapat mengakibatkan kepanikan penghuni gedung ketika akan menyelamatkan dirinya masing-masing.

Penelitian ini akan merancang jalur evakuasi, *display* jalur evakuasi, dan *assembly point*. Sebelum membuat jalur evakuasi banyak hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, misalnya ketersediaan tangga, pintu yang digunakan dan lain-lain. Oleh karena itu penelitian

ini akan merancang *display* jalur evakuasi untuk mempermudah penyelamatan diri. Rambu-rambu evakuasi atau *display* yang digunakan seharusnya menggunakan kesesuaian warna pada tulisan yang sesuai dengan ciri-ciri *display* yang baik. *Display* yang baik harus dapat menyampaikan pesan tertentu sesuai dengan tulisan atau gambar yang dimaksud dalam *display* atau sejenis poster (Sutalaksana, 1996).

2. STUDI LITERATUR

2.1 Jalur Evakuasi

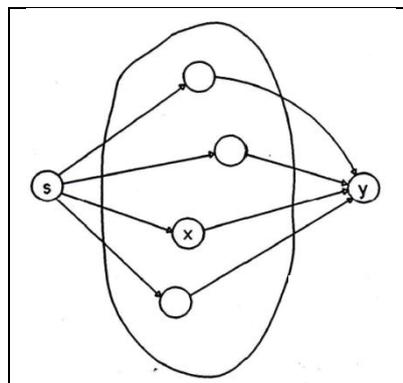
Jalur evakuasi adalah lintasan yang digunakan sebagai pemindahan langsung dan cepat dari orang-orang yang akan menjauh dari ancaman atau kejadian yang dapat membahayakan bahaya (Abrahams, 1994). Ada dua jenis evakuasi yang dapat dibedakan yaitu evakuasi skala kecil dan evakuasi skala besar. Contoh dari evakuasi skala kecil yaitu penyelamatan yang dilakukan dari sebuah bangunan yang disebabkan karena ancaman bom atau kebakaran. Contoh dari evakuasi skala besar yaitu penyelamatan dari sebuah daerah karena banjir, letusan gunung berapi atau badai. Dalam situasi ini yang melibatkan manusia secara langsung atau pengungsi sebaiknya didekontaminasi sebelum diangkut keluar dari daerah yang terkontaminasi.

2.2 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra menyediakan dasar untuk algoritma yang paling efisien untuk memecahkan masalah penentuan jalur terpendek. Kebanyakan perbaikan komputasi untuk memecahkan masalah jalur terpendek telah dihasilkan dari peningkatan struktur data yang digunakan untuk mengimplementasikan algoritma Dijkstra ini. Algoritma Dijkstra adalah algoritma dalam label yang dibuat permanen oleh setiap iterasi. Rumus yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut:

$$d(x) = \min\{d(x), d(y) + a(y,x)\} \quad (1)$$

Gagasan utama yang mendasari algoritma Dijkstra cukup sederhana. Misalkan kita tahu K merupakan panjang total dalam grafik dan juga jalur terpendek dari titik S ke masing-masing simpul (jalur terpendek dari titik S untuk dirinya sendiri adalah nol karena tidak ada busur, sehingga panjang sama dengan nol). Maka simpul $(k + 1)$ terdekat dengan X akan dipilih. Untuk setiap simpul yang belum dipilih, membangun jalur yang berbeda dari S ke Y dengan menggabungkan jalur terpendek dari S ke X dengan busur (x, y) untuk semua simpul x dapat dilihat pada Gambar 1. Pilih jalur ini dan membiarkannya sementara menjadi jalur terpendek dari S ke Y .



Gambar 1. Ilustrasi Algoritma Dijkstra

2.3 Alat Peraga (*Display*) pada Lingkungan Kerja dalam Penyampaian Komunikasinya terhadap Manusia

Alat peraga menyampaikan informasi kepada organ tubuh manusia dengan berbagai macam

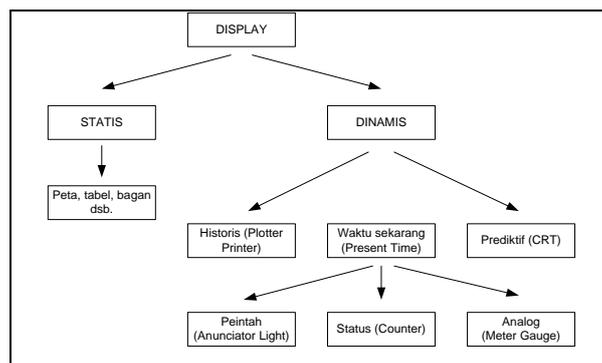
cara. Penyampaian informasi tersebut di dalam "sistem manusia-mesin" adalah merupakan suatu proses dinamis dari suatu presentasi *visual* indera penglihatan (Nurmianto, 1996). Di samping ini keterandalan proses tersebut akan sangat banyak dipengaruhi oleh desain dari alat peraganya.

Banyak desain instrument/alat peraga/*display* yang tidak disadari oleh suatu pengetahuan yang memadai tentang nilai fungsionalnya. Oleh karena itu, pada saat ini sudah waktunya untuk mengadakan suatu pemikiran kritis yang beranjak dari prinsip-prinsip dasar ergonomi.

Display berfungsi sebagai suatu "sistem komunikasi" yang menghubungkan antara fasilitas kerja maupun mesin kepada manusia. Yang bertindak sebagai mesin dalam hal ini adalah stasiun kerja dengan perantara alat peraga. Sedangkan, manusia disini berfungsi sebagai operator yang dapat diharapkan untuk melakukan suatu respon yang diinginkan.

2.4 *Display Visual*

Menurut informasi yang disampaikan, *display* dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu: kuantitatif, kualitatif, dan representasional. *Display* kuantitatif menampilkan informasi kuantitatif mengenai variabel yang nilainya berubah-ubah. *Display* kualitatif adalah *display* representational "modal kerja" atau "diagram mimik" dari suatu sistem. Secara lebih mendetail *display* dapat dikelompokkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Jenis-Jenis *Display* (Nurhasanah, 2002)

2.5 Ukuran Huruf

Ukuran huruf yang digunakan tergantung dari tulisan yang dibaca apakah dibaca dalam jarak dekat atau jarak yang jauh. Perancangan *display* memakai padangan jarak jauh untuk tulisannya yang digunakan yaitu:

1. Lebar huruf (*Stroke Width*)

Ketebalan dari karakteristik *alphanumeric* dalam *background material*. Untuk dapat mengetahui *Stroke Width* pada rancangan huruf maka dapat digunakan rumus dari *National Bureau of Standards* (McCormick, 1993).

$$Ws = 1,45 \times 10^{-5} \times S \times d \quad (2)$$

Keterangan :

Ws = *Stroke width*

S = nilai *Snellen Acuity*

(*Snellen Acuity* = $\frac{20}{20}$; $S = 20$ untuk tulisan dengan ukuran kecil dan *Snellen Acuity* = $\frac{20}{20}$;

$S = 40$ untuk tulisan dengan ukuran besar)

d = jarak pandang saat membaca *display*

2. Tinggi huruf (*Letter Height*)

Tinggi huruf yang akan dihitung dengan menggunakan parameter *Stroke Width*.

$$H_L = \frac{Ws}{R} \times 3,9 \quad (3)$$

Keterangan :

HL = tinggi huruf

R = proporsi rasio ($R = 0,097$) dan $3,9$ ialah konstanta point.

2.6 Aktivitas Visual (*Visual Activity*)

Perbedaan aktivitas *visual* dibedakan berdasarkan target dari detail yang akan diselesaikan (McCormick, 1993). Hal yang harus diperhatikan pada aktivitas *visual* ialah daya tangkap mata (*visual angle*). Daya tangkap mata (VA) merupakan aktivitas *visual* yang dilakukan oleh mata pada saat mata mulai melihat *display* atau tanda dan langsung merangsangnya ke otak berikut ini merupakan penjelasannya:

1. Visual Angle

Visual angle merupakan sudut yang dibentuk dari parameter tinggi *display* yang akan dilihat dan juga jarak pandang mata menuju *display*. *Visual angle* dapat diukur dengan menggunakan Rumus 4.

$$VA = 2\arctan \frac{H}{D} \quad (4)$$

Keterangan :

H = tinggi *display* yang akan dilihat

D = jarak pandang mata menuju *display*

2. Visual Activity

Visual Activity merupakan aktivitas-aktivitas *visual* yang dilakukan oleh mata pada saat mata mulai melihat *display* atau tanda dan langsung merangsangnya ke otak dalam satuan waktu. Setelah diketahui *visual angle* maka *visual activity* dapat langsung diketahui dengan melihat pada tabel *visual activities* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Visual Activities

Line No.	Snelle Equivalent (kaki)	Visual Angle ($^{\circ}$)	Visual Activity (menit)
-3	20/10	0,5	2
-2	10/1,25	0,63	1,6
-1	20/16	0,8	1,25
0	20/20	1	1
1	20/25	1,25	0,8
2	20/32	1,6	0,63

2.7 Kekontrasan

Kekontrasan digunakan untuk memperhatikan kemungkinan perbedaan cahaya yang diterima pada warna dasar yaitu Hitam-dan-Putih. Untuk mengukur pencahayaan sendiri dapat diukur dengan menggunakan Lux Meter. Dan ketajaman pada mata akan menurun pada saat umur 40 tahun dan terus berlanjut (McCormick,1993).

$$Lcontrast = \frac{(Lmax-Lmin)}{Lmax} \quad (5)$$

2.8 Reflectance

Reflectance (pemantulan) yaitu rasio pencahayaan dan sinar pada permukaan dari banyaknya persentase cahaya yang diterima dan dipantulkan pada permukaan dan itu semua tergantung dari material yang digunakan. Untuk menghitung *Reflectance* digunakan rumus dibawah ini:

$$Reflectance = \frac{luminance \times \pi}{illuminance} \quad (6)$$

Luminance merupakan cahaya yang dipancarkan dari permukaan, sedangkan *Illuminance* merupakan besarnya cahaya sinar pada permukaan. $1 \text{ cd} = 1 \text{ radius m}$ atau 1 luxmeter/m^2 .

Objek yang diterima seluruhnya dapat kembali kepada daya tangkap manusia itu masing-masing.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data yaitu dimensi ruangan, kapasitas ruangan, dimensi koridor, dimensi tangga, dan mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi.
2. Menentukan *assembly point* dengan melihat beberapa pertimbangan apa saja yang dibutuhkan dalam penentuan *assembly point* kemudian menentukan beberapa alternatif jalur evakuasi yang dapat dilalui serta menghitung jarak dengan menggunakan metode algoritma *dijkstra*.
3. Selanjutnya melakukan perancangan *display* yaitu *display* jalur evakuasi, nomor telepon pemadam kebakaran, alat pemadam api dan *display assembly point*.
4. Melakukan perancangan tiang berdasarkan perancangan *display* yang dilakukan.
5. Melakukan simulasi bencana dari 2 kondisi yang dilakukan. Kondisi pertama tanpa menggunakan bantuan *display* dan kondisi kedua dengan menggunakan *display*. Pengujian simulasi tersebut menggunakan metode *usability testing*.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data dimensi ruangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Ruangan

Lantai	Jenis ruangan	Jumlah	Nomor Ruangan	Dimensi (p×l)
1	Petugas gedung	1	-	4 m × 3,5 m
	Kelas	5	21101	16 m × 8,5 m
			21102	10 m × 8,5 m
			21104	10 m × 8,5 m
			21106	10 m × 8,5 m
			21103	7,5 m × 8,5 m
	Kamar mandi	2	-	4 m × 2 m
-			4 m × 2 m	

Data kapasitas ruangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi Ruangan

Lantai	Jenis ruangan	Jumlah	Nomor Ruangan	Kapasitas (orang)
1	Petugas gedung	1	-	2
	Kelas	5	21101	64
			21102	40
			21104	40
			21106	40
			21103	32
	Kamar mandi	2	-	3
-			2	

Data dimensi koridor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Dimensi Koridor

Lantai	Dimensi (p×l)
1	28 m × 3,5 m & 17,8 m × 3,5 m
2	32 m × 3,5 m & 17,8 m × 3,5 m
3	32 m × 3,5 m & 17,8 m × 3,5 m
4	21 m × 3,5 m

Data dimensi tangga bertujuan untuk mengetahui seberapa luas jalur evakuasi yang menggunakan tangga dan juga dapat mengetahui waktu tempuh atau seberapa lama penghuni gedung menggunakan tangga dalam proses evakuasi. Dimensi tangga yang

digunakan sama mulai dari lantai pertama sampai lantai keempat yaitu panjang 2,5 m dan lebar 0,5 m.

4.2 Penentuan Jarak *Assembly Point*

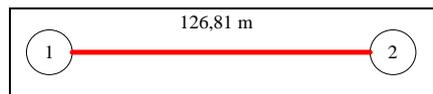
Terdapat 3 alternatif yang akan menjadi *assembly point*, yaitu daerah parkir kawasan masjid, depan gedung serba guna, dan parkir kawasan *cafeteria*. Perhitungan jarak dapat dilihat sebagai berikut:

1. Daerah parkir kawasan masjid

Foto menggunakan *Google Earth* untuk alternatif satu dapat dilihat pada Gambar 5. Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju daerah parkir kawasan masjid dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Photo Alternatif Satu Menggunakan *Google Earth*



Gambar 6. Algoritma Alternatif Satu

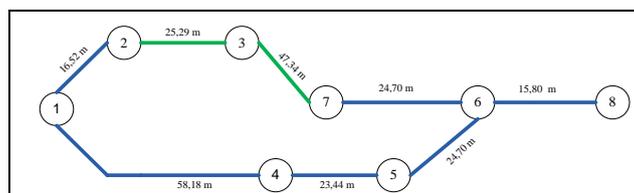
Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa jalur 1 → 2 sejauh 126,81 m.

2. Depan gedung serba guna

Foto menggunakan *Google Earth* untuk alternatif dua dapat dilihat pada Gambar 6. Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju depan gedung serba guna dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Photo Alternatif Dua Menggunakan *Google Earth*



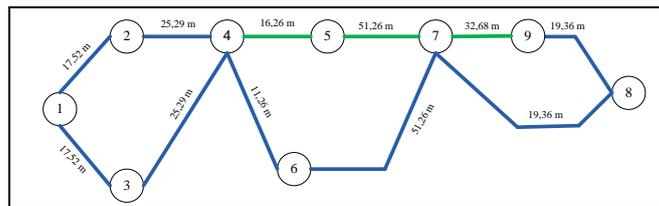
Gambar 7. Algoritma Alternatif Dua

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa jalur 1 → 4 → 5 → 6 → 8 sejauh 122,12 m dan jalur 1 → 2 → 3 → 7 → 6 → 8 sejauh 129,65 m.

3. Parkir kawasan *cafeteria*

Foto menggunakan *Google Earth* untuk alternatif tiga dapat dilihat pada Gambar 8. Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju parkir kawasan *cafeteria* dapat dilihat pada

Gambar 9.

Gambar 8. Photo Alternatif Tiga Menggunakan *Google Earth*

Gambar 9. Algoritma Alternatif Tiga

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa jalur 1 → 3 → 4 → 6 → 7 → 8 sebesar 124,69 m dan jalur 1 → 2 → 4 → 5 → 7 → 9 → 8 sejauh 129,65 m.

4.3 Perancangan Tiang Penunjuk Arah dan Tiang *Assembly Point*

Rancangan tiang *assembly point* menggunakan data antropometri yaitu tinggi badan tegak. Dibutuhkan 100 data antropometri untuk menentukan tinggi tiang. Untuk menentukan tinggi tiang menggunakan persentil 99 yaitu:

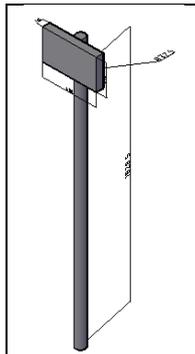
$$P99 = \bar{X} + 2,325 \sigma_x$$

$$P99 = 163,968 + 2,325 \times 8,120 = 182,847 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi Tiang} = P99 + \text{Tinggi Display}$$

$$\text{Tinggi Tiang} = 182,847 + 23 = 205,847 \text{ cm}$$

Rancangan tiang *display* dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10. Rancangan Tiang *Display*

4.4 Perancangan *Display*

Rancangan *display* jalur evaluasi meliputi, perhitungan ukuran huruf, *visual Activity (VA)*, *contrast activity, reflectance*, warna, jenis huruf, gambar dan simbol. Hasil Perancangan dapat dilihat sebagai berikut:

1. *Display* jalur evakuasi

Hasil rancangan *display* jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Rancangan *Display* Jalur Evakuasi Menggunakan Warna



Gambar 12. Rancangan *Display* Jalur Evakuasi

2. *Display* alat pemadam api

Hasil rancangan *display* alat pemadam api dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rancangan *Display* Alat Pemadam Api Warna

3. *Display* nomor telp pemadam kebakaran

Hasil rancangan *display* nomor telp pemadam kebakaran dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rancangan *Display* Nomor Telp Pemadam Kebakaran

4. *Display* jalur evakuasi

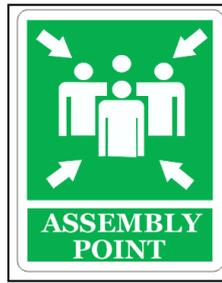
Hasil rancangan *display* jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rancangan *Display Assembly Point* Warna

5. *Display assembly point*

Hasil rancangan *display assembly point* dapat dilihat pada Gambar 16.

Gambar 16. Rancangan *Display**Assembly Point* Warna

5. ANALISIS

5.1 Simulasi Dengan *Usability Testing*

Melakukan pengukuran *usability testing* dengan melaksanakan dua simulasi di gedung 21 Itenas. Simulasi pertama tanpa menggunakan *display* dan simulasi kedua dengan menggunakan *display*. Data kecepatan rata-rata responden untuk mencari tempat yang aman tanpa menggunakan *display* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Waktu Responden Tanpa Menggunakan *Display*

Simulasi Pertama		Simulasi Kedua	
Lantai	Waktu Rata-rata (menit)	Lantai	Waktu Rata-rata (menit)
1	1,065	1	0,858
2	1,234	2	0,956
3	1,355	3	1,238
4	1,783	4	1,626

Dari kedua data waktu diatas terlihat bahwa terjadi penurunan waktu pada simulasi kedua dengan menggunakan *display*.

5.2 Analisis Hasil Perancangan *Display*

Analisis hasil perancangan *display* berisikan posisi penempatan *display* yang berada didalam gedung 21 Itenas.

1. Lokasi dari *display* jalur evakuasi ini menempel pada bagian dinding koridor gedung. Posisi *display* dapat dilihat pada Gambar 17.

Gambar 17. *Display* Jalur Evakuasi

2. Lokasi dari *display* jalur evakuasi menempel pada bagian dinding koridor gedung dekat dengan tangga. Posisi *display* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. *Display Jalur Evakuasi*

3. Lokasi dari *display* alat pemadam api dan nomor telp pemadam kebakaran menempel pada dinding tiang pondasi bagian pojok gedung pada setiap lantai. Posisi *display* dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. *Display Jalur Evakuasi*

5.3 Analisis Lokasi Tiang *Display*

Lokasi penempatan tiang *display* dibagi atas 5 posisi yaitu taman belakang gedung 10, taman belakang gedung 11, kawasan parkir motor, taman didepan gedung 12, dan depan Gedung Serba Guna. Alasan mengapa lokasi ini yang dipilih adalah karena jalur yang dilalui untuk menuju *assembly point* memiliki persimpangan yang dapat membingungkan penghuni gedung untuk memilih jalur yang aman serta mempermudah penghuni gedung untuk menuju *assembly point*. Lokasi tiang dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Lokasi Tiang *Display*

6. KESIMPULAN

Berdasarkan tiga alternatif yang terpilih adalah depan gedung serbaguna karena memiliki jarak yang lebih paling dekat dan dapat menampung lebih banyak orang. Hasil *Usability Testing* menunjukkan perbedaan waktu tempuh antara tidak menggunakan *display* dengan menggunakan *display* lebih cepat menggunakan *display* untuk menuju *assembly point*.

REFERENSI

Abrahams, John. (1994). *Fire Escape in Difficult Circumstances Design Against Fire*. United State Of America.

McCormick. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. Newyork: McGraw-Hill.

Nurhasanah, Susan. (2002). PengaruhTampilan Rancangan Warna Latar dan Posisi Indikator pada Kecepatan Pembacaan *Display* Analog. Tugas Akhir Program Sarjana Institut Teknologi Bandung: Tidak diterbitkan.

Nurmianto, Eko. (1996). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Sutalaksana, Iftikar Z. (1996). *Teknik dan Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri. ITB: Bandung.