

PERANCANGAN PETA JALUR EVAKUASI DENGAN METODE DJIKSTRA (STUDI KASUS UNIVERSITAS DIRGANTARA MARSEKAL SURYADARMA)

M. DADAN GUNAWAN DAN W.T. BHIRAWA

Program Studi Teknik Industri, Universitas Suryadarma, Jakarta

ABSTRAK

Peta evakuasi merupakan salah satu syarat untuk memenuhi standar nasional Indonesia untuk bangunan bertingkat yang ditetapkan oleh pemerintah. Peta evakuasi sangat penting bagi setiap gedung bertingkat. Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma belum memiliki peta evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak universitas untuk memiliki peta evakuasi yang memenuhi standar akreditasi bangunan bertingkat dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi, kebakaran dll).

Dengan menggunakan metode 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. Perbandingan dari Perancangan Assembly Point 1 dengan Assembly Point 2 adalah sebagai berikut : Assembly Point 1 dengan total jarak 559,92 m, tempatnya lebih dekat dengan jalan keluar kampus, sudah masuk ke jalan besar sehingga proses evakuasi lebih cepat. Assembly Point 2 dengan total jarak 688,38 m lebih jauh jaraknya dengan jalan keluar, sehingga proses evakuasi lebih lama. Perhitungan untuk proses evakuasi harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk ke Assembly Point 2 sedangkan untuk Assembly Point 1 lebih dekat.

Dengan demikian alternatif untuk Assembly Point adalah menggunakan Assembly point 1 yaitu tempat parkir di bagian depan kampus A Universitas Suryadarma. Perancangan jalur penunjuk arah jalur evakuasi pemasangan Display untuk Assembly Point juga akan sangat membantu pada proses evakuasi, sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana, dan untuk proses evakuasi menjadi lebih mudah.

Kata kunci : Jalur Evakuasi, Assembly point

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat melindungi dan bebas dari kecelakaan kerja pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa tetapi juga kerugian materi bagi pekerja dan pengusaha, tetapi dapat mengganggu proses produksi secara menyeluruh, merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. Untuk mengetahui sejauh mana program K3 telah

diimplementasikan maka perusahaan harus melakukan audit atau evaluasi di setiap unit kerja yang ada. Hal ini sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam PER.05/MEN/1996, Bab III Pasal 4 yaitu perusahaan wajib mengukur, memantau dan mengevaluasi kinerja keselamatan dan kesehatan kerja serta melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan.

Universitas Suryadarma adalah Lembaga Pendidikan Tinggi yang merupakan pengembangan dari Sekolah Tinggi Teknologi Dirgantara oleh TNI Angkatan Udara dengan dasar hukum Keputusan MenDikBud RI nomor : 109/D/O/1999 tanggal 24 Juni 1999. Keinginan TNI-AU untuk

mendirikan perguruan tinggi seperti Institut Angkatan Udara, sesungguhnya sudah mulai timbul sejak tahun 1970-an, namun baru terlaksana pada tahun 1987. Sebagai inti kekuatan HANKAM di wilayah Dirgantara Nasional, TNI AU melalui Yayasan "ADI UPAYA" (YASAU) menyadari pentingnya penyiapan tenaga profesional di bidang kedirgantaraan dan penguasaan terhadap teknologi kedirgantaraan dan untuk itulah didirikan Institut Teknologi Dirgantara (ITD). Pada awalnya ITD membuka 3 jurusan yaitu Teknik Logistik Penerbangan, Teknik Aeronautika, Teknik Elektro Penerbangan.

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang selamat, aman, efisien dan produktif. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui gambaran pelaksanaan penerapan SMK3 pada Universitas Suryadarma dan mengetahui tingkat keberhasilan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Universitas Suryadarma. Salah satu syarat agar rumah sakit memperoleh akreditasi ialah dengan tersedianya peta evakuasi beserta penandaanya. Akreditasi sangat penting bagi rumah sakit karena dapat meningkatkan *image* di masyarakat akan kualitas pelayanan, tentunya disertai dengan pelayanan yang baik dan didukung sumber daya manusia yang handal.

Peta evakuasi merupakan salah satu syarat untuk memenuhi standar nasional Indonesia untuk bangunan bertingkat yang ditetapkan oleh pemerintah. Peta evakuasi sangat penting bagi setiap gedung bertingkat. Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma belum memiliki peta

evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak universitas untuk memiliki peta evakuasi yang memenuhi standar akreditasi bangunan bertingkat dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi).

METODE

Keselamatan kerja adalah membuat kondisi kerja yang aman dengan dilengkapi alat-alat pengaman, penerangan yang baik, menjaga lantai dan tangga bebas dari air, minyak, nyamuk dan memelihara fasilitas air yang baik (Tulus Agus, 1989). Menurut Malthis dan Jackson (2002), keselamatan kerja menunjuk pada perlindungan kesejahteraan fisik dengan dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan atau cedera terkait dengan pekerjaan. Muhammad Sabir (2009) mendefinisikan, keselamatankerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengelolaannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri. Perkembangan pembangunan setelah Indonesia merdeka menimbulkan konsekuensi meningkatkan intensitas kerja yang mengakibatkan pula meningkatnya resiko kecelakaan di lingkungan kerja.

Keamanan kerja adalah unsur-unsur penunjang yang mendukung terciptanya suasana kerja yang aman, baik berupa materil maupun nonmateril.

Unsur – unsur penunjang Keselamatan dan kesehatan kerja (K3)
Unsur-unsur penunjang keamanan yang bersifat material diantaranya sebagai berikut.

- a) Baju kerja
- b) Helm
- c) Kaca mata
- d) Sarung tangan

e) Sepatu

Unsur-unsur penunjang keamanan yang bersifat nonmaterial adalah sebagai berikut.

- a) Buku petunjuk penggunaan alat
- b) Rambu-rambu dan isyarat bahaya.
- c) Himbauan-himbauan
- d) Petugas keamanan

Kesehatan Kerja

Kesehatan kerja adalah suatu kondisi kesehatan yang bertujuan agar masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya, baik jasmani, rohani, maupun sosial, dengan usaha pencegahan dan pengobatan terhadap penyakit atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja maupun penyakit umum.

Kesehatan dalam ruang lingkup kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja tidak hanya diartikan sebagai suatu keadaan bebas dari penyakit. Menurut Undang-Undang Pokok Kesehatan RI No. 9 Tahun 1960, BAB I pasal 2, keadaan sehat diartikan sebagai kesempurnaan keadaan jasmani, rohani, dan kemasyarakatan.

Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja dapat diartikan sebagai keadaan terhindar dari bahaya selama melakukan pekerjaan. Dengan kata lain keselamatan kerja merupakan salah satu faktor yang harus dilakukan selama bekerja. Tidak ada seorang pun di dunia ini yang menginginkan terjadinya kecelakaan. Keselamatan kerja sangat bergantung pada jenis, bentuk, dan lingkungan dimana pekerjaan itu dilaksanakan.

Unsur-unsur penunjang keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

- a) Adanya unsur-unsur keamanan dan kesehatan kerja yang telah dijelaskan diatas.
- b) Adanya kesadaran dalam menjaga keamanan dan kesehatan kerja.
- c) Teliti dalam bekerja

d) Melaksanakan Prosedur kerja dengan memperhatikan keamanan dan kesehatan kerja.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja adalah upaya perlindungan bagi tenaga kerja agar selalu dalam keadaan sehat dan selamat selama bekerja di tempat kerja. Tempat kerja adalah ruang tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, atau sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan usaha dan tempat terdapatnya sumber-sumber bahaya.

Kecelakaan kerja dapat dibedakan menjadi kecelakaan yang disebabkan oleh :

1. Mesin
2. Alat angkutan
3. Peralatan kerja yang lain
4. Bahan kimia
5. Lingkungan kerja
6. Penyebab yang lain

Tujuan Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja.

Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja bertujuan untuk menjamin kesempurnaan atau kesehatan jasmani dan rohani tenaga kerja serta hasil karya dan budayanya. Secara singkat, ruang lingkup kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja adalah sebagai berikut :

- a. Memelihara lingkungan kerja yang sehat.
- b. Mencegah, dan mengobati kecelakaan yang disebabkan akibat pekerjaan sewaktu bekerja
- c. Mencegah dan mengobati keracunan yang ditimbulkan dari kerja
- d. Memelihara moral, mencegah, dan mengobati keracunan yang timbul dari kerja.
- e. Menyesuaikan kemampuan dengan pekerjaan, dan
- f. Merehabilitasi pekerja yang cedera atau sakit akibat pekerjaan.

Keselamatan kerja mencakup pencegahan kecelakaan kerja dan perlindungan terhadap tenaga kerja dari kemungkinan terjadinya kecelakaan sebagai akibat dari kondisi

kerja yang tidak aman dan atau tidak sehat.

Syarat-syarat kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja ditetapkan sejak tahap perencanaan, pembuatan, pengangkutan, peredaran, perdagangan, pemasangan, pemakaian, penggunaan, pemeliharaan, dan penyimpanan bahan, barang, produk teknis, dan aparat produksi yang mengandung dan dapat menimbulkan bahaya kecelakaan.

Undang-undang Keselamatan Kerja

UU Keselamatan Kerja yang digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, menjamin suatu proses produksi berjalan teratur dan sesuai rencana, dan mengatur agar proses produksi berjalan teratur dan sesuai rencana, dan mengatur agar proses produksi tidak merugikan semua pihak. Setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan keselamatan dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional. UU Keselamatan Kerja yang berlaku di Indonesia sekarang adalah UU Keselamatan Kerja (UUKK) No. 1 tahun 1970. Undang-undang ini merupakan undang-undang pokok yang memuat aturan-aturan dasar atau ketentuan-ketentuan umum tentang keselamatan kerja di segala macam tempat kerja yang berada di wilayah kekuasaan hukum NKRI.

Dasar hukum UU No. 1 tahun 1970 adalah UUD 1945 pasal 27 (2) dan UU No. 14 tahun 1969. Pasal 27 (2) menyatakan bahwa: "Tiap-tiap warganegara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan". Ini berarti setiap warga negara berhak hidup layak dengan pekerjaan yang upahnya cukup dan tidak menimbulkan kecelakaan/penyakit. UU No. 14 tahun 1969 menyebutkan bahwa tenaga kerja merupakan modal utama serta pelaksana dari pembangunan. Ruang lingkup pemberlakuan UUKK dibatasi oleh adanya 3 unsur yang harus dipenuhi secara kumulatif terhadap tempat kerja. Tiga unsur yang harus dipenuhi adalah:

- a. Tempat kerja di mana dilakukan pekerjaan bagi suatu usaha.
- b. Adanya tenaga kerja, dan
- c. Ada bahaya di tempat kerja.

UUKK bersifat preventif, artinya dengan berlakunya undang-undang ini, diharapkan kecelakaan kerja dapat dicegah. Inilah perbedaan prinsipil yang membedakan dengan undang-undang yang berlaku sebelumnya. UUKK bertujuan untuk mencegah, mengurangi dan menjamin tenaga kerja dan orang lain ditempat kerja untuk mendapatkan perlindungan, sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien, dan proses produksi berjalan lancar.

Memahami Prosedur yang Berkaitan dengan Keamanan

Prosedur yang berkaitan dengan keamanan (SOP Standards Operation Procedure) wajib dilakukan. Prosedur itu antara lain adalah penggunaan peralatan keselamatan kerja. Fungsi utama dari peralatan keselamatan kerja adalah melindungi dari bahaya kecelakaan kerja dan mencegah akibat lebih lanjut dari kecelakaan kerja. Pedoman dari ILO (International Labour Organization) menerangkan bahwa kesehatan kerja sangat penting untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Pedoman itu antara lain:

- a. Melindungi pekerja dari setiap kecelakaan kerja yang mungkin timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja.
- b. Membantu pekerja menyesuaikan diri dengan pekerjaannya. Memelihara atau memperbaiki keadaan fisik, mental, maupun sosial para pekerja.
- c. Alat keselamatan kerja yang biasanya dipakai oleh tenaga kerja adalah helm, masker, kaca mata, atau alat perlindungan telinga tergantung pada profesinya.

Alat-alat pelindung badan

Pada waktu melaksanakan pekerjaan, badan kita harus benar-benar terlindung dari kemungkinan terjadinya kecelakaan. Untuk melindungi diri dari resiko yang ditimbulkan akibat kecelakaan, maka badan kita perlu menggunakan alat-alat

pelindung ketika melaksanakan suatu pekerjaan.

Berikut ini akan diuraikan beberapa alat pelindung yang biasa dipakai dalam melakukan pekerjaan listrik dan elektronika.

- a. Pakaian kerja
- b. Pemilihan dan pemakaian pakaian kerja dilakukan berdasarkan ketentuan berikut:
 - 1) Pemakaian pakaian mempertimbangkan bahaya yang mungkin dialami
 - 2) Pakaian longgar, sobek, dasi, dan arloji tidak boleh dipakai di dekat bagian Mesin
 - 3) Jika kegiatan produksi berhubungan dengan bahaya peledakan/ kebakaran maka harus memakai pakaian yang terbuat dari seluloid.
 - 4) Baju lengan pendek lebih baik daripada baju lengan panjang. Benda tajam atau runcing tidak boleh dibawa dalam kantong.
 - 5) Tenaga kerja yang berhubungan langsung dengan debu, tidak boleh memakai pakaian berkantong atau mempunyai lipatan.

P2K3 Pedoman Pelaksanaan, Kesehatan Keselamatan Kerja.

P2K3 digunakan untuk melindungi kesejahteraan pekerja atau buruh guna mewujudkan produktivitas kerja yang optimal diselenggarakan upaya keselamatan kesehatan kerja.

Syarat syarat K3:

- a) mencegah dan mengurangi kecelakaan
- b) mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran
- c) mencegah dan mengurangi bahaya peledakan
- d) memberikan pertolongan pada kecelakaan
- e) memberi alat-alat perlindungan diri pada pekerja

Penyelenggaraan Pendidikan di Universitas sangatlah perlu mendapat perhatian yang serius. Dengan adanya ketetapan serta peraturan tentang evakuasi saat terjadi keadaan darurat dari pihak terkait, maka sangat penting adanya

peta evakuasi di Universitas Dirgantara Narsekal Surydarma . Hal ini dikarenakan untuk mengurangi resiko saat terjadi bencana (gempa bumi, kebakaran dll).

Peta evakuasi sangat penting bagi setiap univeritas baik negeri maupun swasta. Universitas Dirgantara Narsekal Surydarma belum memiliki peta evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak univeritas untuk memiliki peta evakuasi yang memenuhi standar akreditasi univeritas dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi).

Pada saat terjadi bencana, penghuni univeritas sebagian besar berlarian menyelamatkan diri tanpa arah atau pedoman. Baik penghuni bangunan yang ada di bagian tengah maupun belakang semuanya berlarian menuju jalan keluar tanpa memperhatikan jalur yang ditempuh dan titik berkumpul (*assembly point*) yang aman. Terdapat beberapa area kosong yang dapat digunakan sebagai titik berkumpul (*assembly point*), yaitu di bagian utara, barat, dan selatan. Akan tetapi, area ini pemanfaatannya belum maksimal karena sebagian besar penghuni univeritas tidak mengetahui keberadaan titik berkumpul (*assembly point*) tersebut. Dengan adanya peta evakuasi, diharapkan saat terjadi bencana, penghuni dapat dengan mudah mengikuti arah panah evakuasi menuju tempat yang telah ditentukan. Model simulasi juga akan dilakukan untuk mengevaluasi arah alur dalam peta evakuasi yang diterapkan.

Perancangan peta evakuasi dengan cara menentukan lintasan terpendek menuju titik berkumpul (*assembly point*). Penentuan lintasan terpendek memperhatikan alternatif jalur-jalur yang dapat dilalui menuju titik berkumpul (*assembly point*). Jarak yang terpendek merupakan jalur tercepat menuju titik berkumpul (*assembly point*).

Metode yang digunakan untuk penentuan lintasan terpendek ialah Algoritma *Floyd-Warshall*. Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang

akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Novandi, 2007).

Hal yang membedakan pencarian solusi menggunakan pemrograman dinamis dengan algoritma *greedy* adalah bahwa keputusan yang diambil pada tiap tahap pada algoritma *greedy* hanya berdasarkan pada informasi yang terbatas sehingga nilai optimum yang diperoleh pada saat itu. Pada algoritma *greedy*, konsekuensi yang akan terjadi tidak perlu dipikirkan seandainya memilih suatu keputusan pada suatu tahap (Rinaldi, 2007).

Algoritma *Floyd-Warshall* yang menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path*). Solusi lintasan terpendek dari masing-masing ruang dalam bangunan universitas dapat ditentukan dengan menerapkan Algoritma *Floyd-Warshall*. Terdapat beberapa kelebihan Algoritma *Floyd-Warshall* dibandingkan dengan metode lainnya (Handaka, 2010). Kelebihan tersebut diantaranya algoritma ini mempunyai jenis *all pairs* yang artinya penentuan lintasan terpendek dapat ditentukan dari semua pasangan simpul, kecepatan dalam penentuan lintasan terpendek sangat cepat apabila diterapkan dalam suatu sistem, performansinya stabil, dan keputusan yang nantinya diambil saling terkait.

Standar Nasional Indonesia K3 bangunan bertingkat

Gempa bumi, Kebakaran dan bencana lainnya merupakan bahaya yang dapat mengancam bangunan berpenghuni, dan bangunan perkantoran yang bertingkat. Peraturan yang mengatur mengenai bangunan gedung terdapat pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor

28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.

Tingginya potensi kerugian akibat bencana pada bangunan bertingkat dan kompleksnya proses evakuasi penghuni gedung bertingkat, membuat pihak pengelola gedung bertingkat perlu mengantisipasi bahaya yang tidak bisa diprediksi. Pembangunan gedung di Indonesia harus memenuhi standar bidang konstruksi dan bangunan, yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Salah satu standar penting yang ditetapkan BSN dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu mengenai perlindungan terhadap bahaya gempa bumi dan kebakaran pada bangunan bertingkat, antara lain tata cara perencanaan, pemasangan, dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegahan bahaya gempa bumi dan kebakaran pada bangunan bertingkat (SNI 03-3985-2000). Kebanyakan korban adalah manula, hal ini dikarenakan adanya faktor keterbatasan dalam berjalan ataupun ketahanan fisik saat bertahan dalam kesesakkan ataupun dari asap yang timbul karena kebakaran. Salah satu standar perlindungan terhadap bahaya adalah standar rencana evakuasi. Evakuasi merupakan tahapan kritis dalam menanggapi bencana atau keadaan bahaya. Terdapat dua fase yang sangat menentukan dalam proses evakuasi gedung, yaitu fase pre-evacuation dan fase movement (Chow, 2007). Dimana fase pre-evacuation merupakan tahap sebelum penghuni gedung meninggalkan ruang kerja atau kamarnya dan fase movement merupakan tahap penghuni mulai berjalan atau berlari menuju titik teraman atau titik berkumpul (Assembly Point). Pada fase movement, penghuni gedung berusaha mencari jalan keluar dari gedung hunian dengan berjalan cepat. Bahwa fase movement merupakan fase kedua setelah fase pre-evacuation yang memiliki total waktu terlama. Hal ini disebabkan pada fase movement ini para penghuni gedung mulai berjalan dan mencari jalan teraman untuk dilalui agar sampai pada

titik berkumpul (assembly point). Dalam kondisi panik dan lingkungan yang tidak normal, penghuni dapat mengalami kesulitan dalam menemukan jalur evakuasi yang aman dan cepat (Rahman & Mahmood, 2008). Pada proses evakuasi, selain kelengkapan peralatan evakuasi, behaviour seseorang akan sangat menentukan kesesuaian dan kecepatan proses evakuasi. Penghuni yang berjalan cepat dalam kondisi bahaya terkadang memiliki kebiasaan untuk mengikuti gerombolan orang didepannya tanpa memikirkan jalur yang ditempuh tersebut pendek atau tidak (Rahman & Mahmood, 2008). Saat penghuni mengalami kepanikan, penghuni tidak akan mudah dalam mencari jalan keluar. Penghuni juga akan melalui familiarty route (Rahman & Mahmood, 2008), yaitu jalan yang biasanya dilalui atau jalur yang dikenal saat keluar-masuk gedung, daripada mengikuti arah exit sign karena penghuni lebih mempercayai insting mereka. Namun berdasarkan insting tersebut belum tentu jalur tersebut merupakan jalan yang teraman untuk dilewati. Fasilitas evakuasi memegang peranan penting saat terjadi keadaan bahaya, seperti alarm, pintu darurat dan tanda keluar (exit sign). Saat lingkungan gedung tidak normal, dalam hal ini adalah kebakaran, alarm dan exit sign akan menyala. Fungsi dari exit sign tersebut adalah untuk menunjukkan jalur evakuasi kepada penghuni gedung menuju titik berkumpul (assembly point). Terkadang penghuni gedung atas yang tejobak dalam jalur yang salah, secara tidak sadar penghuni tersebut akan menggunakan jalan yang biasa dilewati (familiarty route) tanpa mengikuti arah exit sign. Dalam keadaan eksistingnya, exit sign bersifat statis, lampu-lampu exit sign yang ada pada bangunan bertingkat akan menyala untuk menunjukkan jalur evakuasi. Tetapi exit sign yang statis tersebut tidak bisa menunjukkan jalur yang teraman untuk sampai pada titik berkumpul (assembly point) walaupun dalam proses evakuasi terdapat petugas-petugas evakuasi yang akan mengarahkan penghuni pada

jalan teraman. Petugas kebakaran yang terdapat pada tiap lantai memiliki tanggung jawab yang besar, yaitu memandu dan memastikan bahwa tidak ada lagi penghuni gedung yang tertinggal saat terjadibahaya. Tetapi petugas tersebut juga akan mengalami error karena tekanan psychology, seperti panik atau beban dalam memimpin kelompok penghuni gedung lainnya saat evakuasi. Oleh karena itu diperlukan exit sign yang dinamis untuk membantu petugas-petugas tersebut dalam mengarahkan penghuni gedung lainnya ataupun mengarahkan langsung para penghuni dalam proses evakuasi. Selain itu dynamic exit sign ini juga dapat menunjukkan jalan yang aman bagi penghuni gedung dan secara tidak langsung dapat memberi tahu penghuni pada tingkat tertinggi keadaan lantai di bawahnya. Cara kerja dari dynamic exit sign, yaitu saat sensor mendeteksi adanya keadaan bahaya, pusat kendali akan mendeteksi titik dari bahaya tersebut lalu melakukan calculating jalur teraman lalu mengirimkan jalur tersebut pada exit sign dengan cara lampu pada exit sign yang merupakan jalur teraman akan menyala jika terdapat perubahan titik bahaya, maka pusat kendali akan melakukan calculating ulang dan memberikan jalur terbaru penghuni gedung tidak melewati jalur yang salah saat evakuasi berlangsung. Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini merancang exit sign yang dinamis dalam proses evakuasi pada bangunan bertingkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

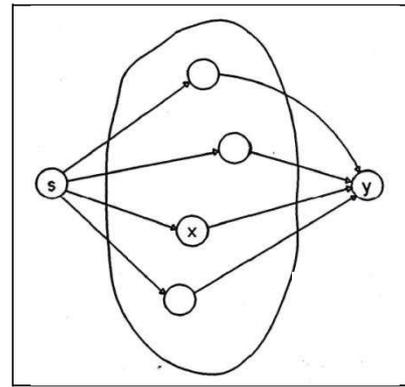
disebabkan karena ancaman bom atau kebakaran. Contoh dari evakuasi skala besar yaitu penyelamatan dari sebuah daerah karena banjir, letusan gunung berapi atau badai. Dalam situasi ini yang melibatkan manusia secara langsung atau pengungsi sebaiknya didekontaminasi sebelum diangkut keluar dari daerah yang terkontaminasi.

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

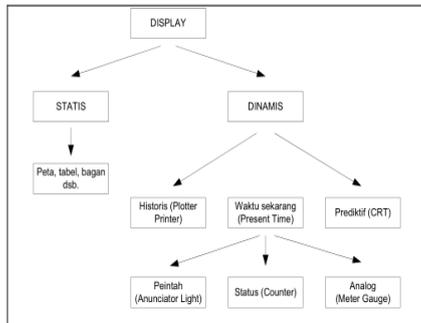
Alat Peraga (Display) pada Lingkungan Kerja dalam Penyampaian Komunikasinya terhadap Manusia

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.

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)

Ukuran Huruf

Ukuran huruf yang digunakan tergantung dari tulisan yang dibacanya 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 Actuity

(Snellen Actuity = ; S = 20 untuk tulisan dengan ukuran kecil dan Snellen Acuity = ; 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.

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

Keterangan :

HL= tinggi huruf

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

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	Snelle Equivalent	Visual	Visual Activity
-	20	0	2
-	10/1,25	0,	1
-	20	0	1,
0	20	1	1
1	20	1,	0
2	20	1	0,

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).

$$L_{contrast} = \frac{(L_{max} - L_{min})}{L_{max}} \quad (5)$$

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:

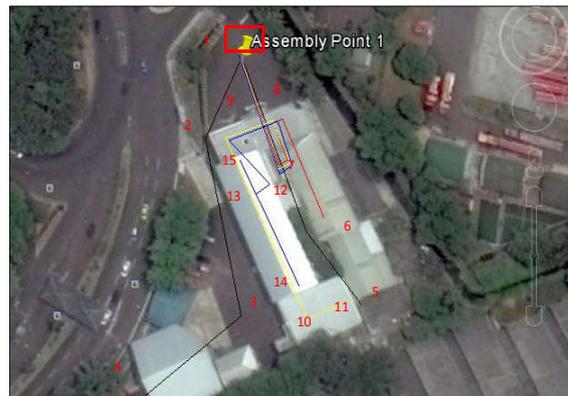
$$Reflectance = \frac{luminance \times \pi}{illuminance} \quad (6)$$

Luminance merupakan cahaya yang dipancarkan dari permukaan, sedangkan Illuminance merupakan besarnya cahaya sinar pada permukaan. 1 cd = 1 radius m atau 1 luxmeter/m². Objek yang diterima seluruhnya dapat kembali kepada daya tangkap manusia itu masing- masing.

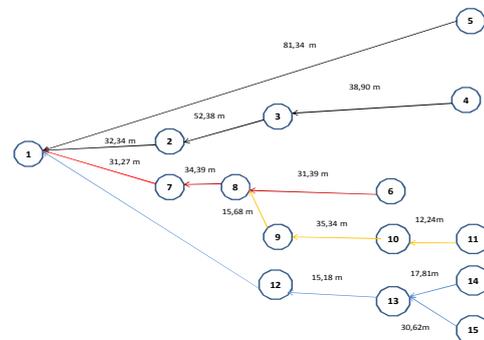
Penentuan Jarak Assembly Point

Terdapat 2 alternatif yang akan menjadi assembly point, yaitu daerah parkir kawasan kampus depan dan parkir dekat hanggar . Perhitungan jarak dapat dilihat sebagai berikut:

Daerah Parkir Depan Kampus Foto menggunakan Google Earth untuk alternatif satu dapat dilihat pada Gambar Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju Daerah Parkir Depan Kampus dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Photo Alternatif Satu Menggunakan Google Earth



Gambar 6. Algoritma Alternatif Satu

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa jalur

Untuk Lantai 1 :

1 → 5 dan sejauh 81,34 m dan jalur 1 → 2 → 3 → 4 → sejauh 123,62 m.

Untuk Lantai 2 :

1 → 7 → 8 → 6 dan sejauh 97,05 m dan

jalur 1-7-8-9-10-11
sejauh 128,92 m.

Untuk Lantai 3 :

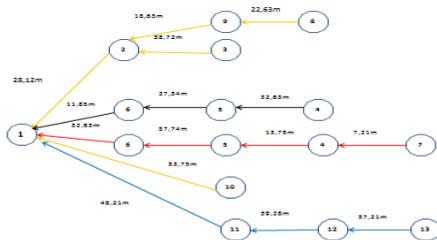
1-7-8-12-13
-14 dan sejauh 98,56 m dan

jalur 1-7-8-12-13
-15 sejauh 111,37 m.

Daerah Parkir Depan Kampus
Foto menggunakan Google Earth
untuk alternatif dua dapat dilihat
pada Gambar Perhitungan jarak
dari gedung 21 menuju parkir
sebelah kanan Kampus dengan
Hangar ,dapat dilihat pada Gambar
7.



Gambar 7. Photo Alternatif Satu Menggunakan Google Earth



Gambar 6. Algoritma Alternatif Dua

Berdasarkan hasil perhitungan,
diketahui bahwa jalur

Untuk Lantai 1 :

1-2-3 dan sejauh 67,36 m
dan

jalur 1-6-5-4 sejauh
85,62 m.

Untuk Lantai 2 :

1-10 dan sejauh 127,05 m
dan

jalur 1-2-8-9 sejauh
101,45 m.

Untuk Lantai 3 :

1-11-12 dan sejauh
105,56 m dan

jalur 1-11-13-12-13
-15 sejauh 184,45 m.

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:

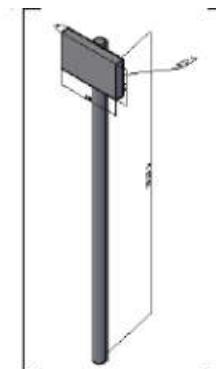
$$P_{99} = X + 2,325 \sigma x$$

$$P_{99} = 163,968 + 2,325 \times 8,120 = 182,847 \text{ cm}$$

Tinggi Tiang = P99+Tinggi Display

Tinggi Tiang = 182,847+23 = 205,847 cm

Rancangan tiang display dapat dilihat
pada Gambar 10.



Gambar 10. Rancangan Tiang Display

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

Display alat pemadam api

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



Gambar 13. Rancangan Display Alat Pemadam Api Warna

Display nomor telp pemadam kebakaran

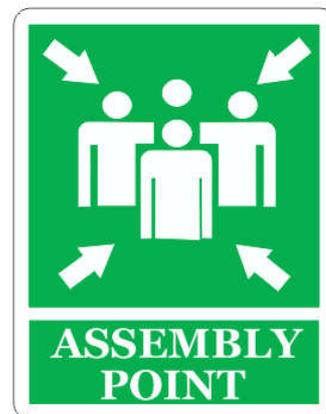
Hasil rancangan display nomor telp pemadam kebakaran dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rancangan Display Nomor Telp Pemadam Kebakaran

Display jalur evakuasi

Hasil rancangan display jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rancangan Display Assembly Point Warna
Display Assembly Point

Hasil rancangan display assembly point dapat dilihat pada Gambar 16. 5.2 Analisis Hasil Perancangan Display

Analisis hasil perancangan display berisikan posisi penempatan display yang berada didalam gedung Universitas Suryadarma kampus A.

1. Lokasi dari display jalur evakuasi ini direncanakan terpasang menempel tembok gedung. Posisi display dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Rancangan Display Jalur Evakuasi



Gambar 18. Rancangan Display Jalur Evakuasi untuk Tangga

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 Alat Pemadam Kebakaran dan Nomor Telpon Pemadam Kebakaran

Lokasi Tiang Display

Lokasi penempatan tiang display di halaman depan Kampus Universitas Suryadarma di taman didepan gedung. Alasan mengapa lokasi ini yang dipilih adalah karena jalur yang dilalui untuk menuju assembly point untuk memilih jalur yang aman serta mempermudah penghuni gedung untuk menuju assembly point. Gambar 20 menunjukkan lokasi Assembly Point dan Tiang Display Assembly Point.



Gambar 20. Lokasi Tiang Display Assembly Point.

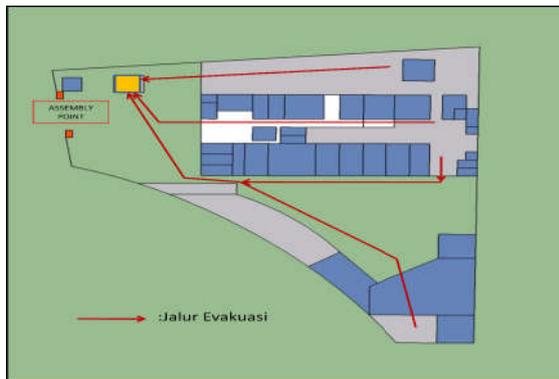
Peta Jalur Evakuasi

Dari perhitungan sebelumnya mengenai jalur yang palig pendek dari proses evakuasi menuju assembly point yag sdh ditentukan , maka di bawah ini adalah

perancangan jalur evakuasi secara keseluruhan dari 3 lantai gedung Universitas Suryadarma Kampus A sebagai berikut :

Jalur Evakuasi lantai 1:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 1, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.

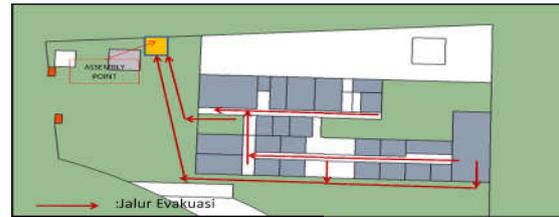


Gambar 21. Jalur Evakuasi lantai 1 .

Dari gambar 21 dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana dari Musholla mengikuti petunjuk panah langsung ke Assembly Point melalui tempat parkir motor, sedangkan dari Kantin menuju Assembly Point melalui lorong tengah menuju ke Assembly point, sedangkan dari Ruang UKM dan sekitarnya melalui halaman parkir mobil depan hanggar pesawat menuju halaman depan kampus kemudian kearah Assembly point. Sedangkan dari Hanggar pesawat menuju ke halaman depan kampus, kemudian menuju ke arah Assembly Point.

Jalur Evakuasi lantai 2:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 2, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.

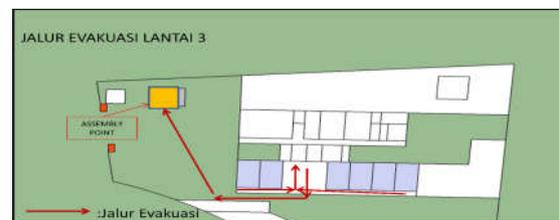


Gambar 22. Jalur Evakuasi lantai 2 .

Dari gambar 2.2. dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana, dari Ruang TI mengikuti petunjuk panah ke arah tangga depan Perpustakaan langsung ke Assembly Point, sedangkan dari Aula Herkules menuju Assembly Point melalui lorong tengah menuju tangga Perpustakaan turun ke lobby kampus ke Assembly point, sedangkan dari Aula Herkules turun ke tangga depan Ruang UKM melalui halaman parkir mobil depan hanggar pesawat menuju halaman depan kampus kemudian kearah Assembly point.

Jalur Evakuasi lantai 3:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 3, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.



Gambar 31. Jalur Evakuasi lantai 3 .

Dari gambar 3.3. dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana, dari Ruang 306 mengikuti petunjuk panah ke arah tangga tengah kemudian turun ke lantai 2 dan turun ke lantai 1 , keluar ke arah depan Hanggar pesawat kemudian langsung ke Assembly Point, dari Ruang 301 mengikuti petunjuk panah ke arah tangga tengah kemudian turun ke lantai 2 dan turun ke lantai 1 , keluar ke arah depan Hanggar pesawat kemudian langsung ke Assembly Point.

KESIMPULAN

Berdasarkan dua 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 jarak tempuh antara Assembly 1 bagian depan Kampus A Unsurya dengan Assembly 2 di sebelah kanan gedung unsurya Kampus A Unsurya .

Perbandingan dari Perancangan Assembly Point 1 dengan Assembly Point 2 adalah sebagai berikut :

- a. Assembly Point 1 dengan total jarak 559,92 m, tempatnya lebih dekat dengan jalan keluar kampus, sudah masuk ke jalan besar sehingga proses evakuasi lebih cepat.
- b. Assembly Point 2 dengan total jarak 688,38 m lebih jauh jaraknya dengan jalan keluar, sehingga proses evakuasi lebih lama.
- c. Perhitungan untuk proses evakuasi harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk ke Assembly Point 2 sedangkan untuk Assembly Point 1 lebih dekat.
- d. Pemasangan Display akan sangat membantu pada proses evakuasi , sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana.
- e. Pemasangan Display untuk pemadam kebakaran beserta nomor telpon Pemadam kebakaran terdekat juga akan membantu proses penanggulangan bahaya kebakaran.
- f. Pemasangan Display untuk Assembly Point akan sangat membantu pada proses evakuasi , sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana, dan untuk proses evakuasi menjadi lebih mudah.

Dengan demikian alternatif untuk Assmby Point adalah menggunakan Assembly point 1 yaitu tempat parkir di bagian depan kampus A Universitas Suryadarma.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchari, 2007. ,Manajemen Kesehatan Kerja dan Alat Pelindung Diri. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Irwan Iftadi , Wakhid Ahmad Jauhari, dan Beny Nugroho (2011) , Studi Kasus
- Lundy, James L.1960. Effective industrial management. New York : The Macmillan Company
- Moore, Franklin G.1961. Manufacturing Management, Third Edition [s.l.:Richard D. Erwin. Purnama, Hadi. 2010.
- Nurmianto, E. 1996. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Jakarta. Guna Widya
- Perancangan Peta Evakuasi Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall untuk Penentuan Lintasan Terpendek: Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Performa Vol. 10, No. 2: 95 - 104
- Phoolan Devi, Arief Rahman (2011) Perancangan Sistem Deteksi Posisi Penghuni Pada Proses Evakuasi Gedung Bertingkat dengan Teknologi RFID. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
- Silalahi, Bennett N.B. [dan] Silalahi, Rumondang.1995. Manajemen keselamatan an kesehatan kerja.Pustaka Binaman Pressindo.
- Suma'mur .1985. Keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan. Jakarta :Gunung Agung
- Suma'mur .1991. Higene perusahaan dan kesehatan kerja. Jakarta :Haji MasAgung
- Sutalaksana, dkk. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB , Bandung.
- Tambusai, M.2001. Pengawasan Kesehatan danKeselamatan Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja. Makalah Seminar K3 RS. Persahabatan Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.