

1st
ACE
ANDALAS CIVIL ENGINEERING
NATIONAL CONFERENCE 2014

PADANG, 27 NOVEMBER 2014

Sertifikat

No: 35/A/ACE2014



JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ANDALAS

Diberikan kepada

BAMBANG ISTIJONO

sebagai

PEMAKALAH

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Andalas



PURNAWAN, PhD

NIP.19600828199103003

Ketua Panitia
1st ACE National Conference 2014



ANDALAS CIVIL ENGINEERING
NATIONAL CONFERENCE 2014

YOSRITZAL, PhD
NIP.197402272000031001

Prosiding

**1st Andalas Civil Engineering
National Conference 2014**

Peningkatan Kualitas Infrastruktur untuk Pencegahan Bencana

Editor:

Taufika Ophiyandri	(Ketua)
Yosritzal	(Anggota)
Benny Hidayat	(Anggota)
Masrilayanti	(Anggota)
Sabril Haris	(Anggota)

Pelaksana:

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Andalas
Padang

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Andalas

Hak Cipta @2015 pada Fakultas Teknik
Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, mereka, atau teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

Diterbitkan oleh:
Fakultas Teknik Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis
Padang, Indonesia 25163

ISBN: 978-602-9081-13-8

DAFTAR ISI

Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Penambahan Gambangan <i>Muhammad Idham, Marhadi Sastra</i>	1
Menentukan Koefisien Manning Karpas Talang dan Melihat Pengaruh Geometri Penampang Melintang Saluran Terhadap Koefisien Manning Karpas Talang <i>Mas Mera, Rahmi Hardianti</i>	8
Kajian Penilaian Penumpang Terhadap Kinerja Pelayanan Trans Padang (Studi Kasus Trans Padang Koridor I) <i>Afrilda Sari, Purnawan, Titi Kurniati</i>	14
Model Kerjasama Antar Instansi untuk Perencanaan Pembangunan Infrastruktur Daerah <i>Ipak Neneng Mardiah Bukit, Lely Masthura</i>	34
Pemeriksaan Mortar Mutu Tinggi Dengan Penambahan Belerang dan Sikament-LN <i>Ellyza Chairina, Subur Panjaitan, Oktana Loviatu Mul Never</i>	47
Penggunaan Limbah Cangkang Kelapa Sawit (CKS) Sebagai Agregat Kasar pada Campuran Aspal HRS-WC <i>Elsa Eka Putri, Arief Adrian, M. Hariadi</i>	52
Peramalan Curah Hujan dan Debit Puncak Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan <i>Algoritma Backpropagation</i> dalam Rangka Mendukung Program Mitigasi Bencana Banjir (Studi Kasus : DAS Air Bengkulu, Kota Bengkulu-Indonesia) <i>Gusta Gunawan</i>	65
Perilaku Evakuasi Masyarakat di Zona Rawan Tsunami (Studi kasus Kota Padang) <i>Yollan Randova, Purnawan</i>	73
Pengembangan Model Manajemen Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Nagari <i>Helny Lalan, Akhmad Suraji, Taufika Ophiyandri</i>	85
Studi Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pemeliharaan Rutin Jalan dengan Tiga Variasi Pemilihan Variabel (Studi Kasus : Pada Satker PJN II Propinsi Sumatera Barat) <i>Purnawan, Hendra Gunawan, Siska Martha Sari</i>	101
Evaluasi Kapasitas Seismik Struktur Bangunan Bertingkat Beton Bertulang Eksisting <i>Nining Mustika Liza, Maidiawati, Jafril Tanjung</i>	127
Studi Parametrik Pergerakan Garis Netral Pada Penampang Balok Beton Bertulang dengan Program <i>RCCSA</i> <i>Rendy Thamrin</i>	134
Studi Implementasi Metoda Importance-Satisfaction Analysis (ISA) pada Penentuan Prioritas Penanganan Pelayanan Kereta Api Padang-Pariaman <i>Yosritzal, Bayu Martanto Adji, Feri Nofrizal, Revi Andika</i>	143
Evaluasi Keandalan Sarana Penyelamatan Jiwa terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung <i>Dafriansyah Putra, Benny Hidayat, Bambang Istijono</i>	153

Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi dan Riwayat Kecelakaan terhadap Perilaku Pengemudi Sepeda Motor Indonesia <i>Leksmono Suryo Putranto, Rostiana</i>	167
Studi Korelasi antara Lendutan Falling Weight Deflectometer dengan Benkelmen Beam <i>Andi Mulya Rusli, Angelalia Roza, Purnawan, Elsa Eka Putri</i>	174
<i>State of The Art</i> Model Penilaian Risiko Bencana Gempa Bumi untuk Ruas Jalan di Indonesia <i>Mona Foralisa Toyfur</i>	186
Pemodelan dan Prediksi Tingkat Kebisingan Akibat Lalu Lintas di SD Negeri 10 Aur Duri Kota Padang <i>Helga Yermadona</i>	195
Praktek Konstruksi Developer di Kota Padang dalam Mewujudkan Rumah Sederhana (<i>Non-Engineered House</i>) Tahan Gempa <i>Yervi Hesna</i>	203
<i>Building Assesment</i> Kelayakan Struktur Gedung Kantor Cabang BRI Jalan Khatib Sulaiman no. 50 Padang <i>Zaidir, Fauzan, Abdul Hakam, Febrin A Ismail</i>	211
Hambatan Pembangunan Infrastruktur Akibat Pembebasan Lahan: Kasus Pekerjaan Pengendalian Banjir Kawasan Air Pacah Kota Padang <i>Bambang Istijono</i>	221

Evaluasi Keandalan Sarana Penyelamatan Jiwa terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung

Dafriansyah Putra

Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, dafriansyahputra@yahoo.co.id

Benny Hidayat

Staf Pengajar, Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas, bennyhidayat@ft.unand.ac.id

Bambang Istijono

Staf Pengajar, Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas, bistijono1452@yahoo.co.id

Abstrak

Aktivitas yang terjadi di dalam suatu bangunan gedung jelas tidak akan lepas dari risiko yang sewaktu-waktu akan dapat terjadi. Salah satu potensi bahaya berupa kebakaran. Tidak terkendalinya penyebaran nyala api akan berdampak langsung kepada keselamatan pegawai/pengunjung di dalam bangunan gedung, bahkan kehilangan jiwa dan harta menjadi kemungkinan terburuk yang dapat terjadi. Setiap bangunan gedung, utamanya gedung bertingkat, sedianya harus dilengkapi dengan sarana penyelamatan jiwa sebagai upaya menyelamatkan diri dari bahaya dalam waktu yang cukup dan keamanan yang memadai. Terlebih di dalam era modern, kian berkembangnya penyelenggaraan bangunan gedung, baik dari segi intensitas maupun teknologi, serta-merta meski diiringi dengan ketersediaan kebutuhan sarana dan prasarana yang andal. Oleh sebab itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk meneliti keandalan sarana penyelamatan jiwa di dalam bangunan gedung. Adapun bangunan gedung yang menjadi objek penelitian ialah gedung Perpustakaan dan Rektorat Universitas Andalas, Limau Manih, Padang. Variabel yang menjadi fokus penelitian adalah tangga kebakaran, pintu kebakaran dan akses jalan keluar beserta perlengkapannya. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat keandalan sarana penyelamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung Perpustakaan Universitas Andalas adalah sebesar 58.73% dan pada bangunan gedung Rektorat Universitas Andalas adalah sebesar 65.94%.

Kata kunci: keandalan bangunan gedung, kebakaran, sarana penyelamatan jiwa

1. Latar Belakang

Kebakaran menjadi sebuah ancaman bagi keselamatan manusia, harta benda maupun lingkungan. Seiring dengan aktivitas pembangunan yang semakin pesat, risiko akan terjadinya kebakaran serta merta akan semakin meningkat.

Padang sebagai kota terbesar di pantai barat pulau Sumatera sekaligus menjadi ibu kota dari provinsi Sumatera Barat belakangan semakin gencar dalam pembangunan di pelbagai sektor. Secara langsung maupun tidak langsung, padatnya aktivitas kota akan menimbulkan kerawanan. Bencana kebakaran menjadi salah satu bahaya yang tak termungkiri berpotensi akan terjadi.

Makin tingginya kejadian kebakaran di Kota Padang, Badan Penanggulangan Bencana Daerah dan Pemadam Kebakaran (BPBD PK) membuat status siaga bencana. "Saat ini kebakaran di Kota Padang sudah menjadi-jadi. Dalam satu hari pasti ada saja yang terbakar. Makanya, kami membuat status siaga kebakaran," ujar Kepala BPBD PK Padang, Budi Erwanto. (padangtoday.com 2014)

Kutipan berita di atas menegaskan, hingga medio 2014 tingkat kejadian kebakaran di kota Padang tergolong sangat tinggi. Hal ini diperinci pada data rekapitulasi Tabel 1.1. berikut:

Tabel 1.1. Rekapitulasi Kejadian Kebakaran dan Bencana Lainnya di Kota Padang

NO	BULAN	FREK	OBJEK YANG TERBAKAR							SEBAB KEBAKARAN				KORBAN		KERUGIAN (Rp)	JUMLAH s/d BULAN INI
			BP	BU	BI	KD	HT	KPL	LL	KP	LP	LS	LL	M	LK		
1	JANUARI	30	14	2		4			10	6		14	10			842.000.000	842.000.000
2	FEBRUARI	33	23			1	3		6	3		20	10			489.530.000	1.331.530.000
3	MARET	31	15	1		4	2		9	2		15	14			736.800.000	2.068.330.000
4	APRIL	31	17	4	1	4	2		3	3		17	11	2		4.441.500.000	6.509.830.000
5	MEI	33	14			4			15	2		23	8	3		2.734.500.000	9.244.330.000
JML		158	83	7	1	17	7	0	43	16	0	89	53	5		9.244.330.000	

Keterangan

BP : Bangunan perumahan KPL : Kapal
 BU : Bangunan umum HT : Hutan
 BI : Bangunan industri KD : Kendaraan
 KP : Kompor LS : Listrik
 LP : Lampu Minyak LL : Lain-lain
 LK : Luka-luka M : Meninggal

Meskipun dalam fenomenanya kasus-kasus kebakaran didominasi terjadi pada bangunan perumahan, akan tetapi kejadian serupa bukan tidak mungkin akan terjadi pada bangunan umum lainnya, mengingat setiap bangunan memiliki risiko akan bahaya kebakaran yang sama.

Tercatat, kebakaran di lingkungan kampus pernah terjadi di kota Padang, yaitu pada 17 November 2011. Kebakaran terjadi di kampus Universitas Negeri Padang, tepatnya di gedung Fakultas Ilmu Pendidikan yang berada di kawasan Air Tawar Jalan Hamka. Api melumat ruangan perpustakaan, tata usaha, ruangan dosen dan lokal mahasiswa. Selain mengalami kerugian mencapai Rp. 1 Miliar, amat disayangkan komputer di dalam labor komputer yang menyimpan banyak dokumen bahkan penelitian dosen yang belum sempat didokumentasikan juga ikut terbakar. Beruntung, kejadian terjadi pada malam hari, sekitar pukul 22.30 WIB saat kampus tidak ada aktivitas. Sempat dicemaskan api akan menjalar ke bangunan yang bersebelahan seperti gedung Rektorat dan gedung Laboratorium Ilmu Pendidikan. (harianhaluan.com 2011)

Melihat kepada rentannya bangunan gedung akan bahaya kebakaran, maka ketersediaan sarana penyelamatan jiwa yang andal adalah hal mutlak dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan pada saat melakukan evakuasi ketika terjadi keadaan darurat khususnya kebakaran. Dalam hal ini, setiap bangunan gedung harus menyediakan sarana penyelamatan jiwa berupa pintu kebakaran, tangga kebakaran, akses jalur evakuasi dan perlengkapannya yang dibangun dan difungsikan sebagaimana persyaratan.

Dalam penelitian ini, sebagai objek kajian dipilih dua bangunan gedung yang memiliki fungsi strategis di dalam kawasan kampus Universitas Andalas, Limau Manih. Kedua bangunan gedung tersebut adalah gedung Perpustakaan dan Rektorat Universitas Andalas, Limau Manih, Padang.

2. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan sarana penyelamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung Perpustakaan dan gedung Rektorat Universitas Andalas melalui serangkaian pemeriksaan dengan berpedoman kepada persyaratan- persyaratan teknis yang berlaku: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, SNI 03-1746-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung, SNI 03-1736-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung, serta SNI 03-6574-2001 tentang Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung

Sedangkan manfaat yang diperoleh, diharapkan penelitian ini akan menjadi sebuah bahan evaluasi dalam pengelolaan kedua bangunan gedung objek penelitian dalam pemenuhan sarana penyelamatan jiwa sebagai upaya menyelamatkan diri dari bahaya kebakaran dalam waktu yang cukup dan keamanan yang memadai.

3. Tinjauan Pustaka

3.1. Bangunan Gedung

Definisi *bangunan gedung* sebagaimana termaktub di dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, kegiatan budaya, maupun kegiatan khusus.

Menjadi ketentuan di dalam Undang-undang Bangunan Gedung No. 28 Tahun 2002 Pasal 7 ayat (1), bahwa setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis yang sesuai dengan fungsi bangunan gedung. Adapun persyaratan teknis ini meliputi persyaratan tata bangunan dan persyaratan keandalan bangunan.

Lebih lanjut, di dalam Pasal 16 ayat (1) dijelaskan, persyaratan keandalan bangunan gedung meliputi kepada empat aspek persyaratan: keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan. Berikut uraiannya:

1. Aspek Keselamatan

Kondisi yang menjamin keselamatan dan pencegahan bencana bagi suatu bangunan beserta isinya (manusia, peralatan dan barang) yang diakibatkan oleh kegagalan atau tidak berfungsinya aspek-aspek arsitektural, struktural dan utilitas gedung. Aspek keselamatan ini meliputi kemampuan untuk mendukung beban muatan, serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir (Pasal 17 ayat (1)).

2. Aspek Kesehatan

Keadaan bangunan menjamin tercegahnya segala gangguan yang dapat menimbulkan penyakit bagi manusia yang berada dalam bangunan gedung. Aspek ini meliputi sistem penghawaan, pencahayaan, sanitasi dan penggunaan bahan bangunan (Pasal 21).

3. Aspek Kenyamanan

Kondisi yang menyediakan berbagai kemudahan yang diperlukan sesuai dengan fungsi ruangan atau bangunan sehingga pengguna bangunan dapat melakukan kegiatannya dengan baik. Aspek kenyamanan meliputi kenyamanan ruang gerak, hubungan antarruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan (Pasal 26 ayat (1)).

4. Aspek Kemudahan

Kemudahan aksesibilitas di dalam bangunan gedung yang meliputi kemudahan hubungan ke, dari dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan (Pasal 27 ayat (1)).

3.2. Kebakaran

Dalam Pedoman Induk Penanggulangan Darurat Kebakaran dan Bencana Alam yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan, dipaparkan bahwa kebakaran dan bencana alam yang dapat terjadi setiap saat dapat menimbulkan terganggunya kelancaran produktivitas, kerusakan peralatan, lingkungan tempat kerja serta dampak negatif lainnya yang mungkin diderita oleh manusia berupa cedera, cacat bahkan meninggal dunia. Semua ini baik secara langsung maupun tidak langsung akan mengakibatkan kerugian, baik bagi bangunan maupun pengguna.

Bahaya kebakaran utama bagi manusia adalah keracunan akibat terhirupnya asap. Sekitar 75 % kematian manusia pada bangunan yang terbakar diakibatkan oleh asap. Sedang sekitar 25 % kematian disebabkan oleh panas yang ditimbulkan oleh api. Asap akan menyebabkan orang sulit melihat dan mengaburkan pertimbangan tindakan yang ingin dilakukan, menghalangi pandangan untuk mencapai jalan keluar, dan penyebaran asap ini meliputi wilayah yang cukup luas dan jauh

dari sumber api. Hal ini juga dapat menyebabkan timbulnya kepanikan, terutama bagi orang-orang yang kurang memahami dan mengenal seluk beluk dan tata letak ruang dalam bangunan, sehingga bukan tidak mungkin mengakibatkan kecelakaan yang menimbulkan luka yang serius akibat kepanikan yang timbul karena orang berjejal berlari menuju pintu keluar. (Juwana 2005: 113)

3.3. Sarana Penyelamatan Jiwa

Mengacu kepada Permen PU No. 26/PRT/M/2008 Pasal 1 butir (4), dijelaskan bahwa sarana penyelamatan adalah sarana yang dipersiapkan untuk dipergunakan oleh penghuni maupun petugas pemadam kebakaran dalam upaya penyelamatan jiwa manusia maupun harta benda bila terjadi kebakaran pada suatu bangunan gedung dan lingkungan.

3.3.1. Tangga Kebakaran

Tangga kebakaran sebagaimana termaktub di dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 Bab I poin 67, didefinisikan sebagai tangga yang direncanakan khusus untuk penyelamatan bila terjadi kebakaran.

3.3.2. Pintu Kebakaran

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008, pintu kebakaran didefinisikan sebagai pintu-pintu yang langsung menuju tangga kebakaran dan hanya dipergunakan apabila terjadi kebakaran.

3.3.3. Akses Jalan Keluar

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 Bab I poin 28, jalur penyelamatan/evakuasi dimaknai sebagai suatu jalur perjalanan yang menerus (termasuk jalan keluar, koridor/selasar umum dan sejenis) dari setiap bagian bangunan gedung termasuk di dalam unit hunian tunggal ke tempat yang aman.

4. Metodologi Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif menggunakan pendekatan kualitatif dengan melakukan pengamatan langsung/observasi dan dokumentasi. Penelitian lebih bersifat menguraikan, memaparkan data-data dan memberikan gambaran aktual secara cermat berdasarkan penemuan fakta-fakta di lapangan. Pengamatan dilakukan pada sarana penyelamatan jiwa yang tersedia di dalam bangunan gedung Perpustakaan dan Rektorat Universitas Andalas dalam upaya meminimalisir terjadinya kecelakaan pada saat melakukan upaya evakuasi ketika terjadi keadaan darurat khususnya kebakaran.

4.1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam melakukan penelitian. Selain itu, studi literatur bermanfaat untuk mendapatkan pemahaman terhadap teori yang diperlukan dalam mendukung penelitian. Studi literatur yang diperlukan dalam penelitian ini didapatkan dengan cara mencari informasi serta pengumpulan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian berupa: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, SNI 03-1746-2000 mengenai Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung, SNI 03-1736-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung, SNI 03-6574-2001 tentang Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung, serta pelbagai referensi yang terkait.

4.2. Penyusunan Daftar Periksa

Daftar periksa disusun dengan mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008, SNI 03-1746-2000, SNI 03-1736-2000 dan SNI 03-6574-2001. Daftar periksa dibagi atas tiga variabel pemeriksaan:

1. Tangga kebakaran. Pemeriksaan meliputi: bahan, tata letak, fungsi, rel pegangan tangan, penandaan.

2. Pintu kebakaran. Pemeriksaan meliputi: fisik, penempatan, fungsi, dimensi dan penandaan.
3. Akses jalan keluar. Pemeriksaan meliputi: dimensi, perletakan, kapasitas, fungsi, penerangan dan penandaan.

4.3. Aplikasi Daftar Periksa

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan metode observasi. Observasi dilakukan dengan meninjau/mendatangi objek lokasi penelitian untuk mendapatkan kondisi aktual menyangkut sarana penyelamatan jiwa dan perlengkapannya. Dalam melakukan pengamatan, disediakan formulir data yang berisi daftar periksa sehingga memudahkan pemeriksaan. Pengisian dibagi ke dalam dua bentuk jawaban: *memenuhi* atau *tidak memenuhi*.

Pengamatan dilaksanakan secara mandiri dengan mengisi daftar periksa. Penilaian sesuai apa yang terlihat di lapangan. Sedangkan dalam pengujian persyaratan yang menyangkut dengan dimensi sarana penyelamatan jiwa, dilakukan pengukuran secara langsung untuk mendapatkan dimensi di lapangan. Guna memperjelas temuan yang telah diperoleh dari bangunan gedung Perpustakaan dan Rektorat Universitas Andalas, maka pada setiap temuan dilakukan pendokumentasian dengan mengambil foto.

Di samping itu, dibutuhkan pula data pendukung berupa data sekunder. Data sekunder diperoleh secara tidak langsung, tetapi melalui sumber lain. Dalam penelitian ini, data sekunder berupa berita dalam portal berita *on-line* menyangkut kebakaran yang pernah terjadi di kota Padang, serta data kebakaran kota Padang tahun 2014 yang diperoleh dari Dinas Penanggulangan Becana Daerah dan Pemadam Kebakaran (BPBD-PK) Kota Padang.

4.4. Analisa Perbandingan

Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan taraf pemenuhan dan pencapaian sarana penyelamatan jiwa antara kedua bangunan gedung yang dijadikan objek penelitian.

5. Evaluasi Keandalan Sarana Penyelamatan Jiwa pada Gedung Perpustakaan dan Gedung Rektorat Universitas Andalas

5.1. Tangga Kebakaran

Tangga darurat dan bordes tangga pada gedung Rektorat (gambar 5.1 a) dan Perpustakaan Universitas Andalas (gambar 5.1 b) menggunakan bahan beton. Beton relatif mampu bertahan terhadap api dalam waktu beberapa jam, sehingga dapat memberikan kesempatan evakuasi saat terjadi kebakaran. Pada permukaan, anak tangga menggunakan bahan keramik. Keramik memiliki lapisan glazur yang juga bersifat tahan terhadap suhu tinggi.

Permukaan anak tangga dan bordes terbuat dari bahan padat dan tanpa pori. Pada beberapa bagian ditemukan kerusakan fisik permukaan berupa pecahnya keramik serta lepasnya *step nosing*/anti selip pada ujung tangga. Terlihat pada gambar 5.1 bagian (c) pada gedung Rektorat dan (d) pada gedung Perpustakaan. Kerusakan seperti ini akan berpotensi mengakibatkan terjatuhnya pengguna pada saat evakuasi dalam keadaan darurat.



Gambar 5.1 Tangga Darurat pada Gedung Rektorat dan Perpustakaan Universitas Andalas

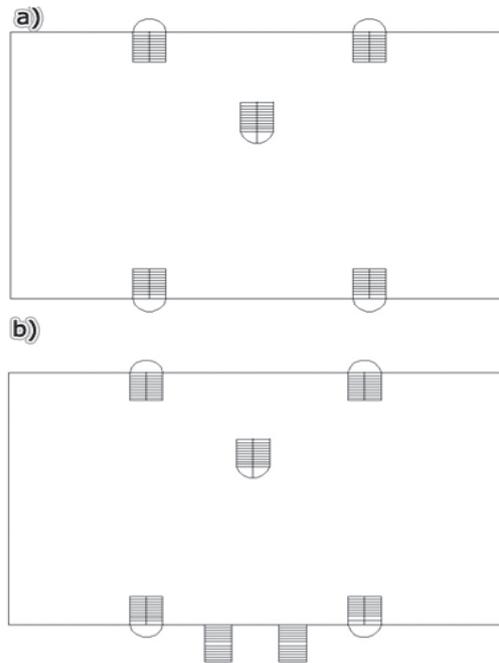
Terjadi penyalahgunaan fungsi dengan menjadikan bordes tangga sebagai gudang penyimpanan barang, pada gedung Rektorat (gambar 5.2 a) dan pada gedung Perpustakaan (gambar 5.2 b) Kondisi ini akan menjadi penghalang bagi pengguna pada saat evakuasi dalam keadaan darurat. Pada lantai dasar, ruang tangga juga mengalami penyimpangan fungsi. Ruang di bawah tangga seharusnya tidak boleh digunakan sebagai tempat apapun. Temuan di gedung perpustakaan, ruang di bawah tangga dijadikan gudang tempat penyimpanan barang (gambar 5.2 d). Bahkan, pada gedung Rektorat ruang bawah tangga dijadikan sebagai tempat unit AC (gambar 5.2 c).



Gambar 5.2 Penyalahgunaan Fungsi Bordes dan Ruang Bawah Tangga

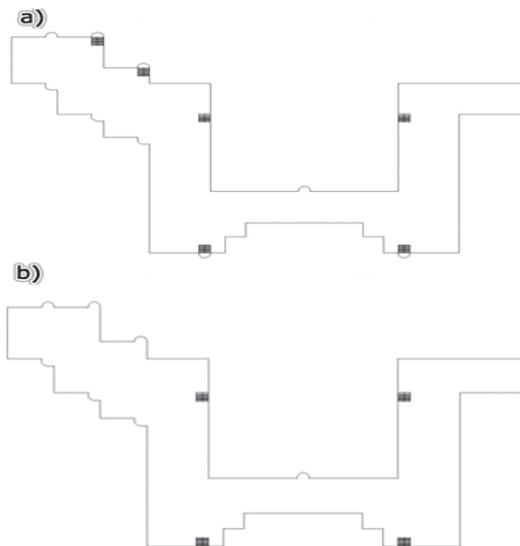
5.2. Akses Jalan Keluar

Sarana jalan keluar pada lantai 1-5 gedung Perpustakaan Universitas Andalas terdiri dari lima akses evakuasi (gambar 5.3 a). Pada arah timur dan barat masing-masing terdapat dua akses evakuasi dalam bentuk tangga darurat, dan satu tangga utama di tengah bangunan. Sedangkan pada lantai dasar, terdapat tujuh akses evakuasi, dimana dua tangga yang menjadi tangga sirkulasi utama untuk masuk dan keluar dari lantai terhubung langsung dengan lantai dasar dan bagian luar bangunan (gambar 5.3 b). Artinya, gedung Perpustakaan telah memenuhi syarat minimum sarana jalan keluar dari setiap lantai dengan batas minimal yaitu empat akses evakuasi. Perletakan telah ditempatkan jauh satu sama lain untuk meminimalkan kemungkinan terblokirnya eksit oleh suatu kebakaran.



Gambar 5.3 Akses Sarana Evakuasi Gedung Perpustakaan

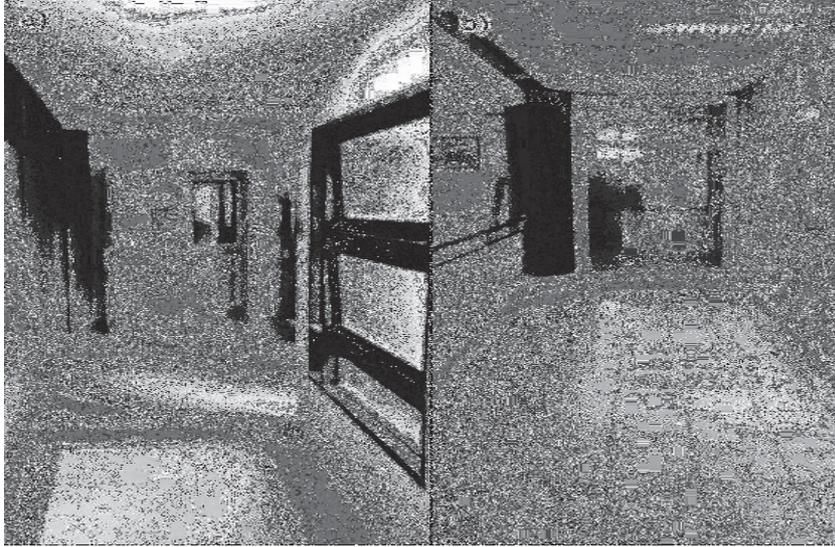
Sedangkan sarana jalan keluar yang tersedia pada gedung Rektorat Universitas Andalas pada lantai dasar dan lantai satu terdiri dari enam akses jalan keluar (gambar 5.4 a). Pada arah utara terdapat empat akses evakuasi dengan dua tangga darurat pada sayap kiri dan kanan. Pada arah selatan terdapat tangga sirkulasi yang digunakan sebagai jalur lalu lintas antar lantai. Artinya, gedung Rektorat telah memenuhi syarat minimum sarana jalan keluar dari setiap lantai dengan batas minimal yaitu empat akses evakuasi. Sedangkan pada lantai dua dan lantai tiga, terdapat empat akses evakuasi, dimana dua tangga berfungsi menjadi tangga darurat dan dua lainnya sebagai tangga sirkulasi. (gambar 5.4 b). Maka pada lantai ini pun gedung Rektorat telah mencapai syarat minimum sarana jalan keluar dari setiap lantai, dengan batas minimal yaitu empat akses evakuasi.



Gambar 5.4 Akses Sarana Evakuasi Gedung Rektorat

Koridor semestinya selalu menyediakan akses menuju tangga darurat tanpa adanya hambatan, salah satunya berupa pintu. Keberadaan pintu akan menghalangi proses evakuasi. Selain itu pintu

sewaktu-waktu juga dapat terkunci dan akan menutup jalur menuju akses jalan keluar. Di dalam gedung Rektorat, terdapat pintu yang menutupi koridor (gambar 5.5 a). Begitu pun pada gedung Perpustakaan, terdapat pintu ganda yang menutupi jalur koridor menuju pintu kebakaran (gambar 5.5 b). Kendati pun tidak dalam keadaan terkunci, keberadaan pintu di dalam koridor akan sangat riskan bila terjadi kondisi darurat di dalam gedung.

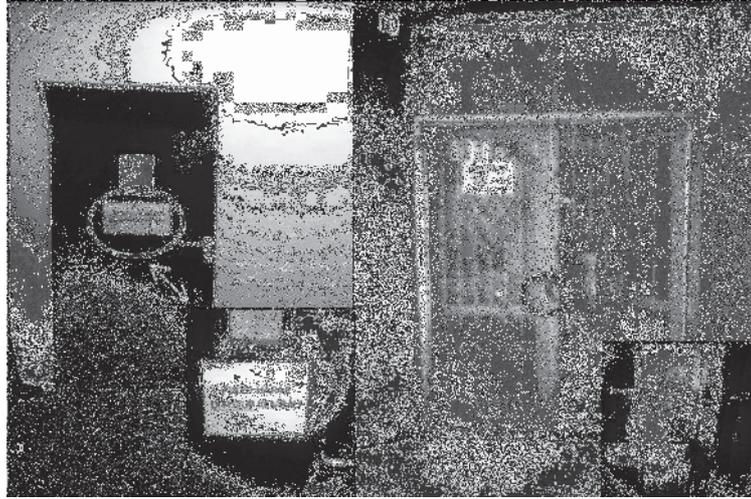


Gambar 5.5 Pintu yang Menghalangi Koridor

5.3. Pintu Kebakaran

Pintu kebakaran pada gedung Perpustakaan sangat tidak layak untuk difungsikan. Bahan pintu terbuat dari bahan yang tidak tahan panas, bahkan relatif mudah terbakar. Dalam temuan, pintu kebakaran terbuat dari bahan kayu, sedangkan dua pintu arah timur pada lantai dasar menggunakan bahan kayu dan kaca. Pada bangunan gedung Rektorat terdapat dua pintu kebakaran pada tiap lantai yang langsung menuju tangga darurat. Pintu dengan mudah dapat dikenali karena menggunakan warna yang berbeda dengan pintu lainnya. Seharusnya, di sekitar pintu juga dilengkapi dengan tanda berupa gambar dan tulisan yang mengidentifikasi pintu kebakaran.

Pintu kebakaran pada gedung Rektorat (gambar 5.6 a) terlihat tidak menggunakan alat penutup otomatis. Pintu kebakaran sedianya harus selalu dalam keadaan tertutup atau secara otomatis dapat tertutup dengan menambahkan alat penutup pintu otomatis. Namun, pada pintu tersebut terdapat perintah berupa tulisan: “Pintu Harap Ditutup Kembali” yang tertempel pada pintu untuk selalu menjaga agar kondisi pintu senantiasa dalam keadaan tertutup. Sedangkan pada gedung Perpustakaan (gambar 5.6 b) terjadi penyimpangan pada pintu arah timur. Dari luar, pintu dipasang terali besi dan dikunci dengan gembok. Kondisi ini menunjukkan bahwa jalur evakuasi pada arah timur akan terblokir oleh pintu yang terkunci. Sehingga pada saat situasi darurat, kemungkinan terjebaknya pengguna pada sisi belakang bangunan ini akan besar terjadi.



Gambar 5.6 Pintu Kebakaran pada Gedung Rektorat dan Perpustakaan

6. Analisa Perbandingan

Berdasarkan hasil pengamatan dan penilaian dengan menggunakan perangkat daftar periksa, kemudian dilakukan penghitungan akumulatif terhadap tingkat pemenuhan pada masing-masing variabel yang diamati. Maka berikut diperoleh nilai persentase keandalan:

- a) Tangga kebakaran (33 item penilaian)
 - Perpustakaan → 22 memenuhi/ 11 tidak memenuhi
 - Rektorat → 15 memenuhi/ 18 tidak memenuhi
- b) Akses jalan keluar (21 item penilaian)
 - Perpustakaan → 11 memenuhi/ 10 tidak memenuhi
 - Rektorat → 13 memenuhi/ 8 tidak memenuhi
- c) Pintu kebakaran (21 item penilaian)
 - Perpustakaan → 12 memenuhi/ 9 tidak memenuhi
 - Rektorat → 19 memenuhi/ 2 tidak memenuhi

Secara keseluruhan, dari 75 item penilaian, diperoleh tingkat keandalan sarana penyelamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran yang tersedia pada kedua objek penelitian:

- Perpustakaan → 45 memenuhi/ 31 tidak memenuhi
- Rektorat → 47 memenuhi/ 28 tidak memenuhi

Tabel 6.1. Tingkat Keandalan Sarana Penyelamatan Jiwa

Variabel Sarana Penyelamatan Jiwa	Gedung	
	Perpustakaan	Rektorat
Tangga kebakaran	66.67%	45.45%
Akses Jalan Keluar	52.38%	61.90%
Pintu Kebakaran	57.14%	90.48%
	58.73%	65.94%

7. Rekomendasi

Berdasarkan kondisi aktual yang ditemukan di lapangan, selanjutnya diberikan rekomendasi-rekomendasi dalam pemenuhan keandalan sarana penyelamatan jiwa. Sebagaimana ditampilkan

pada Tabel 4.4. untuk gedung Perpustakaan dan Tabel 4.5. terhadap gedung Rektorat Universitas Andalas.

Tabel 7.1. Kondisi Aktual dan Rekomendasi Pemenuhan Sarana Penyelamatan Jiwa pada Bangunan Gedung Rektorat Universitas Andalas

No	Kondisi Aktual	Rekomendasi
Tangga kebakaran		
1	Tangga dan bordes pada lantai lima terlihat diselimuti debu tebal, dinding dipenuhi sarang laba-laba, dan berserakan kotoran pada tepi-tepi tangga yang menimbulkan bau tak sedap.	Melakukan perawatan rutin pada tangga dan bordes. Terutama pada lantai-lantai atas.
2	Tangga diindikasikan digunakan sebagai tempat merokok, karena ditemukan puntung rokok berserakan di sekitar tangga.	Melakukan pengawasan kepada pegawai pengunjung untuk tidak merokok di dalam ruang tangga
3	Tangga menuju lantai dua arah barat sisi belakang bangunan menjadi tempat peletakkan barang.	Mengosongkan bordes dari barang-barang yang tidak terpakai.
4	Ruang di bawah tangga pada lantai dasar sisi belakang bangunan digunakan sebagai gudang.	Mengosongkan ruang di bawah tangga dari benda apapun.
5	Kerusakan pada tangga lantai satu sisi depan bangunan: keramik dan <i>step nosing</i> yang terlepas.	Melakukan perbaikan keramik dan <i>step nosing</i> .
6	Pada lantai dasar rel pegangan tangan pada sisi dinding tidak tersedia.	Memasang rel pegangan tangan sisi dinding pada lantai dasar menuju lantai satu.
7	Rel pegangan tangan terlalu rendah	Memperbaiki posisi ketinggian rel pegangan tangan.
8	Rel pegangan tangan pada lantai terendah tidak berakhir pada jarak satu kedalaman anak tangga melainkan berakhir pada anak tangga terakhir.	Memperbaiki posisi rel pegangan tangan pada lantai terendah agar berakhir pada satu kedalaman anak tangga.
9	Pada bordes tangga, posisi akhir rel pegangan tangan pada sisi dinding terlihat tetap disejajarkan dengan kemiringan tangga.	Memperbaiki posisi rel pegangan tangan agar sejajar dengan lantai.
10	Ruang dalam tangga tidak diberi tanda yang berisi informasi tingkat lantai.	Memberi tanda pada ruang dalam tangga yang berisi informasi tingkat lantai.
Akses Jalan keluar		

11	Pada perbedaan ketinggian lantai pada sarana jalan ke luar yang lebih dari 50 cm, kedalaman anak tangga terlalu sempit, hanya 20 cm.	Kedalaman anak tangga diusahakan lebih dari 30 cm.
12	Pada lantai tiga dan empat terdapat pintu ganda yang menutupi koridor menuju pintu kebakaran.	Tidak memasang pintu pada koridor.
13	Perletakan lift menimbulkan ruang dengan ujung buntu.	Mengubah posisi perletakan lift untuk meniadakan ruang dengan ujung buntu.
14	Eksit pelepasan pada lantai dasar tidak menghadap langsung ke halaman, lapangan atau tempat terbuka.	Merubah posisi eksit pada agar menghadap langsung ke halaman, lapangan atau tempat terbuka.
15	Ruang tertutup untuk eksit pada lantai dasar sisi belakang bangunan dijadikan tempat meletakkan barang.	Tidak meletakkan barang pada ruang eksit.
16	Tanda pengenalan eksit hanya dapat terlihat pada satu sisi saja.	Melakukan penambahan tanda pengenalan eksit agar dapat terlihat dari pelbagai sisi.
17	Dimensi huruf pada tanda eksit terlalu kecil.	Memperbesar dimensi huruf pada tanda eksit.
18	Pada gang, koridor, tangga, maupun jalan lorong menuju tempat aman dan jalan menuju jalan umum, tidak terdapat lampu darurat.	Memasang lampu darurat yang bersifat portable dengan sumber daya baterai.
19	Tidak terdapat tanda "BUKAN EKSIT" pada pintu yang dapat disalahartikan sebagai jalan keluar.	Memasang tanda "BUKAN EKSIT" pada pintu yang dapat disalahartikan sebagai jalan keluar
<i>Pintu Darurat</i>		
20	Pintu terbuat dari bahan yang mudah terbakar.	Mengganti pintu darurat yang terbuat dari bahan tidak mudah terbakar.
21	Pintu tidak dapat menutup sendiri dan tanpa alat penutup otomatis.	Memasang alat penutup otomatis pada pintu.
22	Terdapat kerusakan gagang pintu lantai dua sisi belakang bangunan.	Melakukan perbaikan pada gagang pintu.
23	Salau satu pintu pada lantai dasar sisi belakang bangunan digembok.	Tidak menggembok pintu.
24	Pintu lantai dasar pada arah timur sisi belakang menggunakan anak kunci.	Pintu ganda pada lantai dasar arah timur menggunakan gerendel masing-masing pintu. Agar pelepasan pintu tidak bergantung satu sama lain
25	Pada sepasang pintu lantai dasar arah timur menggunakan dua buah gerendel pada salah satu daun pintu. Sedangkan pintu lainnya tidak menggunakan gerendel. Pelepasan pintu akan bergantung satu sama lain.	Gerendel dipasang pada masing-masing pintu. Agar pelepasan pintu tidak bergantung satu sama lain.
26	Pada satu daun pintu pada lantai dasar arah timur sisi belakang bangunan menggunakan dua buah	Setiap pintu cukup menggunakan satu gerendel. Agar pelepasan pintu tidak

	gerendel yang membutuhkan lebih dari satu cara pelepasan.	lebih dari satu cara pelepasan.
27	Tidak terdapat tanda yang membedakan pintu kebakaran dengan pintu lain.	Memasang tanda pengenalan pada pintu darurat.

Tabel 7.2. Kondisi Aktual dan Rekomendasi Pemenuhan Sarana Penyelamatan Jiwa pada Bangunan Gedung Rektorat Universitas Andalas

No	Kondisi Aktual	Rekomendasi
Tangga Darurat		
1	Tangga dan bordes sayap kiri bangunan terlihat tidak terawat. Sampah dan barang-barang menumpuk	Melakukan perawatan rutin pada tangga dan bordes. Terutama pada lantai-lantai atas
2	Tangga diindikasikan digunakan sebagai tempat merokok, karena ditemukan puntung rokok berserakkan di sekitar tangga.	Melakukan pengawasan kepada pegawai dan pengunjung untuk tidak merokok di dalam ruang tangga
3	Tangga lantai satu dan lantai dasar dijadikan menjadi tempat peletakkan barang.	Mengosongkan bordes lantai satu dan lantai dasar arah timur maupun barat dari barang-barang yang menumpuk.
4	Ruang di bawah tangga lantai dasar sayap kanan bangunan menjadi tempat unit AC.	Memindahkan unit AC dari ruang bawah tangga pada lantai dasar arah timur.
5	Ruang di bawah tangga pada lantai dasar arah barat digunakan sebagai gudang.	Mengosongkan ruang di bawah tangga dari benda apapun.
6	Kerusakan pada tangga lantai berupa keramik dan <i>step nosing</i> yang terlepas.	Melakukan perbaikan keramik dan <i>step nosing</i> .
7	Tidak terdapat rel pegangan tangan pada sisi dinding hingga lantai teratas.	Memasang rel pegangan tangan pada sisi dinding, menerus hingga lantai teratas.
8	Ujung rel pegangan tangan menggantung; tidak kembali ke dinding atau lantai.	Mengubah posisi ujung rel pegangan tangan dengan mengembalikannya ke dinding atau lantai.
9	Rel pegangan tangan terlalu tinggi.	Memperbaiki posisi ketinggian rel pegangan tangan yang terlalu tinggi.
10	Diameter rel pegangan tangan terlalu besar.	Mengganti rel pegangan tangan.
11	Tidak terdapat penandaan tingkat lantai di dalam ruang tangga.	Memberi tanda pada ruang dalam tangga yang berisi informasi tingkat lantai.
Akses Jalan keluar		
12	Terdapat pintu ganda yang menutupi koridor menuju pintu kebakaran.	Tidak memasang pintu pada koridor.
13	Eksit pada lantai dasar tidak menghadap	Merubah posisi eksit pada lantai

	langsung ke halaman, lapangan atau tempat terbuka.	dasar agar menghadap langsung ke halaman, lapangan atau tempat terbuka.
15	Pada lantai satu terdapat tumpukan barang di koridor	Tidak meletakkan barang sepanjang koridor.
16	Ruang tertutup untuk eksit pada lantai dasar digunakan untuk tempat meletakkan barang.	Tidak menumpukkan barang pada ruang tertutup untuk eksit.
17	Pada gang, koridor, tangga, maupun jalan lorong menuju tempat aman dan jalan menuju jalan umum, tidak terdapat lampu darurat.	Memasang lampu darurat yang bersifat portable dengan sumber daya baterai.
18	Tidak terdapat tanda "BUKAN EKSIT" pada pintu yang dapat disalahartikan sebagai jalan keluar.	Memasang tanda "BUKAN EKSIT" pada pintu yang dapat disalahartikan sebagai jalan keluar
<i>Pintu Darurat</i>		
20	Pintu tidak dapat menutup sendiri dan tanpa alat penutup otomatis.	Memasang alat penutup otomatis pada pintu
21	Pintu menggunakan jenis pintu dengan anak kunci.	Tidak memasang pintu yang memiliki anak kunci. Sebaiknya pintu menggunakan kunci gerendel.
22	Pada atau dekat lokasi pintu harus dipasang tanda untuk mengenali pintu darurat yang dapat dilihat dengan jelas	Memasang tanda pengenalan di dekat pintu.

8. Kesimpulan dan Saran

8.1. Kesimpulan

1. Tingkat keandalan tangga kebakaran pada bangunan gedung Perpustakaan adalah sebesar 66.67 %. Ditinjau dari aspek fisik, dimensi dan perletakkan, tangga kebakaran sudah memenuhi persyaratan. Akan tetapi dari sisi fungsi, perawatan maupun perlengkapan seperti rel pegangan tangan dan penandaan tangga kebakaran masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.
2. Tingkat keandalan akses jalan keluar pada bangunan gedung Perpustakaan adalah sebesar 52.38 %. Dilihat dari sisi kapasitas, dimensi dan perletakkan, akses jalan keluar sudah memenuhi persyaratan. Akan tetapi perihal fungsi, perletakan, dan perlengkapan menyangkut penandaan dan penerangan, masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.
3. Tingkat keandalan pintu kebakaran pada bangunan gedung Perpustakaan adalah sebesar 57.14 %. Diamati dari sisi perletakan, dimensi, pintu kebakaran sudah memenuhi persyaratan. Akan tetapi dalam hal fisik, perawatan, fungsi dan perlengkapan, pintu kebakaran masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.
4. Tingkat keandalan tangga kebakaran pada bangunan gedung Rektorat adalah sebesar 45.45%. Ditinjau dari aspek fisik: bahan, dimensi dan perletakkan, tangga kebakaran sudah memenuhi persyaratan. Akan tetapi dari sisi fungsi, perawatan maupun perlengkapan tangga menyangkut rel pegangan tangan dan penandaan tangga kebakaran masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.
5. Tingkat keandalan akses jalan keluar pada bangunan gedung Rektorat adalah sebesar 61.90%. Dilihat dari sisi kapasitas, dimensi dan perletakkan, akses jalan keluar sudah

memenuhi persyaratan. Akan tetapi perihal fungsi, perletakan, dan perlengkapan seperti penandaan dan penerangan, masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.

6. Tingkat keandalan pintu kebakaran pada bangunan gedung Rektorat adalah sebesar 90.48%. Diamati dari sisi perletakan, dimensi, fungsi dan perlengkapan pintu kebakaran sudah memenuhi persyaratan. Hanya pada aspek fisik pintu kebakaran masih belum sepenuhnya memenuhi persyaratan.
7. Secara keseluruhan tingkat keandalan sarana penyelamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung Perpustakaan Universitas Andalas adalah sebesar 58.73 % dan pada bangunan gedung Rektorat Universitas Andalas adalah sebesar 65.94 %

8.2. Saran

Kepada pihak pengelola gedung Perpustakaan dan Rektorat Universitas Andalas disarankan untuk memenuhi seluruh persyaratan menyangkut sarana penyelamatan jiwa terhadap bahaya kebakaran serta melakukan perbaikan, pemeriksaan dan pemeliharaan secara berkala terhadap tangga kebakaran, pintu kebakaran dan akses jalan keluar sebagai sarana menyelamatkan diri dari bahaya kebakaran dalam waktu yang cukup dan keamanan yang memadai.

Daftar Kepustakaan

- Departemen Pekerjaan Umum. (2008). *Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*, Indonesia.
- harianhaluan.com. (2011). *Gedung FIP UNP Terbakar*. 18 November 2011.
- Jaya, F. I. (2013). *Studi Proteksi Bangunan terhadap Bahaya Kebakaran*. Universitas Andalas.
- Juwana, J. S. (2005). *Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.
- Kemenhub. (n.d.). *Pedoman Induk Penanggulangan Darurat Kebakaran dan Bencana Alam*. Jakarta.
- Kreith, F. (1987). *Perpindahan Panas*. In P. Ahmad (Ed.), *Heat Transfer* (3th ed.). Jakarta: Erlangga.
- Lestari, F., & Amaral, Y. (2008). *Audit Sarana Prasarana Pencegahan Penanggulangan dan Tanggap Darurat Kebakaran di Gedung Fakultas X Universitas Indonesia*. *Maraka Teknologi*, 12(1), 55–60.
- Mahmudah, R. (2012). *Evaluasi Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Gedung Kantor Bupati Indragiri Hilir)*, (November), 1–11.
- Mariska, I. E., & Indrani, H. C. (2010). *Studi Persyaratan Tangga Darurat pada Rumah Toko di Surabaya*. *Dimensi Interior*, 8.
- padangtoday.com. (2014). *Padang Siaga Kebakaran*. 28 Juni 2014. Padang.
- Pamikatsih, R. N. (2010). *Kajian Emergency Exit pada Ramai Mall*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Poerbo, H. (1999). *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Ramli, S. (2010). *Pedoman Praktis Manajemen Bencana (Disaster Management)*. Jakarta: Dian Rakyat.
- SNI 03-1736-2000. (2000). *Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung*, Indonesia.
- SNI 03-1746-2000. (2000). *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*, Indonesia.
- SNI 03-6574-2001. (2001). *Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung*, Indonesia.
- Sunarno. (2005). *Mekanikal Elektrikal*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sunarno. (2006). *Mekanikal Elektrikal (Edisi Lanjutan)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sunarno. (2010). *Kajian terhadap Sarana Emergency Exit pada Plasa Ambarukmo Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.