

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG  
REKTORAT UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG  
REKTORAT UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HANNA HARTANTO  
NIM. 125060500111035**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 17 Juli 2018

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur

Dosen Pembimbing



Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.  
NIP. 19650218 199002 1 001

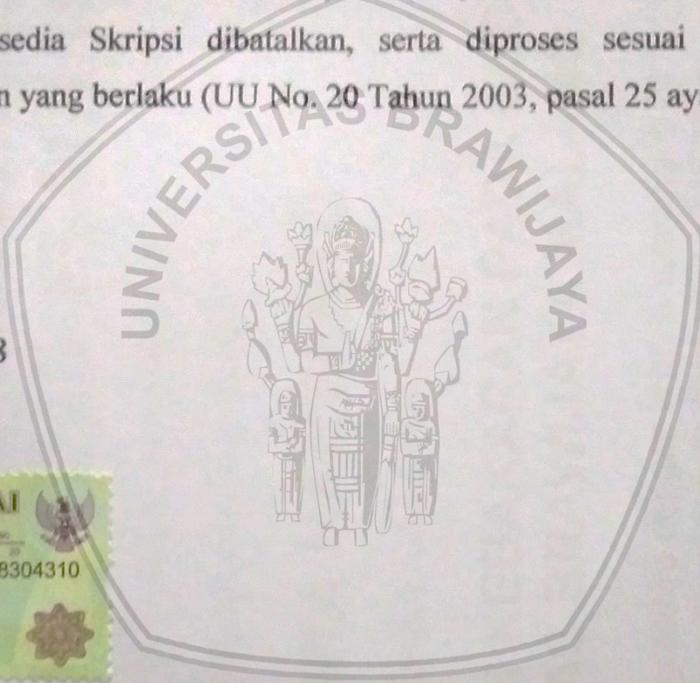
Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.  
NIP. 19650218 199002 1 001



### PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarka hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).



Malang, 18 Juli 2018

Mahasiswa,



Hanna Hantanto  
125060500111035



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## **SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

Nomor : 634/UN10. F07.15/TU/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

**HANNA HARTANTO**

Dengan Judul Skripsi :

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG REKTORAT  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **16 Juli 2018**



Ketua Jurusan Arsitektur

**Dr. Eng. Herry Santosa, ST., MT**  
NIP. 19730525 200003 1 004

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

**Dr. Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D**  
NIP. 19650218 199002 1 001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia  
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486  
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : [arsftub@ub.ac.id](mailto:arsftub@ub.ac.id)

**LEMBAR HASIL  
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

**Nama** : Hanna Hartanto  
**NIM** : 125060500111035  
**Judul Skripsi** : Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St, Ph.D  
**Periode Skripsi** : Semester Genap 2017-2018  
**Alamat Email** : [theohanna44@gmail.com](mailto:theohanna44@gmail.com)

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Petugas Plagiasi
16 Juli 2018	1	10	
	2		
	3		

Malang, 17 Juli 2018  
Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Kepala Laboratorium  
Dokumentasi Dan Tugas Akhir

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St, Ph.D  
NIP. 19650218 199002 1001

Ir. Charil Budiarto Amiuza, MSA  
NIP.19531231 198403 1 009

**Keterangan:**

1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi



*Untuk Papa di rumah Bapa,  
terimakasih atas semua kasih sayang dan doa  
yang telah Papa berikan padaku.*

*Untuk Mama tersayang,  
terimakasih atas perjuangan dan dukungan  
yang selalu engkau berikan padaku*



## RINGKASAN

**Hanna Hartanto**, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang*, Dosen Pembimbing : Heru Sufianto.

Bangunan tingkat tinggi merupakan bangunan yang rentan akan kebakaran. Bangunan tingkat tinggi dapat memiliki beragam fungsi, salah satunya gedung perkantoran. Bangunan perkantoran rawan akan kebakaran karena di dalamnya terdapat pelaku dan aktifitas yang kompleks yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Bangunan tingkat tinggi dengan fungsi perkantoran memerlukan sistem proteksi kebakaran yang tidak hanya untuk menyelamatkan jiwa manusia yang ada di dalamnya namun juga memerlukan sistem proteksi yang dapat mencegah kebakaran terjadi karena di dalam perkantoran terdapat data-data penting dan materi yang perlu dilindungi untuk keberlangsungan suatu bisnis atau kegiatan lainnya.

Universitas Brawijaya sebagai salah satu universitas terbaik di Kota Malang menjadi daya tarik banyak mahasiswa untuk menempuh pendidikan. Universitas Brawijaya terus melakukan pengembangan dalam segi kualitas dan kuantitas. Hal tersebut terlihat dari bertambahnya fasilitas dan banyaknya bangunan bertingkat tinggi yang mewadahi fasilitas tersebut. Salah satu bangunan tingkat tinggi yang ada di kawasan Universitas Brawijaya adalah Gedung Rektorat. Gedung Rektorat Brawijaya berisi data-data penting yang menyangkut keberlangsungan Universitas Brawijaya yang perlu dilindungi dari bahaya kebakaran.

Pentingnya peran Gedung Rektorat UB mendasari dilakukannya evaluasi terhadap sistem proteksi kebakaran pada eksisting bangunan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, dengan cara membandingkan sistem proteksi kebakaran Gedung Rektorat UB dengan peraturan yang berlaku dengan tujuan untuk mengetahui keandalan dari sistem proteksi kebakaran yang ada pada eksisting, baik di lingkungan maupun di dalam bangunan. Hasil studi berupa solusi terhadap permasalahan sistem proteksi kebakaran yang ada pada Gedung Rektorat UB yang terbagi menjadi 2 aspek yakni sistem proteksi lingkungan dan bangunan.

Kata kunci: sistem proteksi kebakaran, bangunan tinggi, perkantoran

## SUMMARY

**Hanna Hartanto**, *Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, Evaluation of Fire Protection System in The Rectorate Building of Brawijaya University Malang, Academic Supervisor : Heru Sufianto.*

*High-rise buildings are vulnerable to fire. High-rise buildings can have a variety of functions, one office building. Office buildings are prone to fire because there are complex actors and activities that can trigger fire. High-rise buildings with office functions require a fire protection system not only to save the lives of human in it but also require a protection system that can prevent fires from happening because within the office there are important data and materials that need to be protected for the continuity of a business or other activities.*

*Brawijaya University as one of the best universities in Malang City became the attraction of many students to study. Brawijaya University continues to develop in terms of quality and quantity. This is evident from the increase in facilities and the number of high-rise buildings that accommodate the facility. One of the high-level buildings in Brawijaya University is the Rectorate Building. The Rectorate Building of Brawijaya contains important data concerning the continuity of Brawijaya University which need to be protected from fire hazard.*

*The importance of Rectorate Building role is based on evaluation of fire protection system on existing building. The method used is quantitative description, by comparing fire protection system of Rector Building with applicable regulation with the aim to know the reliability of existing fire protection system in existing, both in environment and in building. The result of the study is a solution to the problem of fire protection system in Rectorate Building which is divided into 2 aspects namely environmental protection system and building.*

**Keywords:** fire protection systems, high buildings, offices

## PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat anugerahnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang.”

Rasa terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu pengerjaan skripsi sampai dengan memberi masukan, kritikan ,bimbingan dan dukungan selama pengerjaan skripsi berlangsung, terutama kepada dosen-dosen jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya antara lain Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D., Ir Bambang Yatnawijaya S., Agung Murti Nugroho, ST., MT.,Ph.D dan Eryani Nurma Yulita, ST., MT., M.Sc. Rasa terimakasih juga penulis haturkan kepada orang tua dan kawan-kawan maupun pihak-pihak lainnya yang tidak disebutkan satu persatu.

Penulis berharap dengan ada penelitian tentang kebakaran ini akan memberikan pengetahuan dan kesadaran akan keamanan dan keselamatan dalam merancang sebuah bangunan.

Malang, 18 Juli 2018

Penulis

<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan.....	5
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
1.8 Kerangka Pemikiran.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Pengelompokan Bangunan Gedung.....	8
2.2 Api dan Kebakaran.....	9
2.4.1 Definisi dan karakteristik api.....	9
2.4.2 Tahapan dan perilaku kebakaran.....	13
2.4.3 Efek bahaya kebakaran dalam bangunan.....	15
2.3 Sistem Proteksi Kebakaran.....	16
2.4 Sistem proteksi pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak).....	18
2.4.1 Jalan lingkungan.....	18
2.4.2 Lapis perkerasan ( <i>hard standing</i> ) dan jalur akses masuk ( <i>access way</i> ).....	19
2.4.3 Jarak antar bangunan gedung.....	23
2.4.4 Hidran halaman.....	23
2.5 Sistem proteksi kebakaran pada bangunan.....	25
2.5.1 Akses petugas pemadam kebakaran ke bangunan.....	25
2.5.2 Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan.....	27
2.5.3 Sarana penyelamatan.....	29
2.5.4 Sistem proteksi pasif.....	54
2.5.5 Sistem proteksi aktif.....	64
2.6 Evakuasi Kebakaran pada Bangunan.....	88
2.6.1 Perilaku pengguna bangunan pada saat kebakaran.....	88
2.6.2 Waktu evakuasi.....	89
2.7 Studi terdahulu.....	90
2.8 Kerangka teori.....	92

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>93</b>
3.1 Ruang lingkup objek penelitian .....	93
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	94
3.2.1 Data sekunder.....	95
3.2.2 Data primer .....	96
3.3 Metode Analisa Data.....	96
3.4 Rekomendasi sistem proteksi kebakaran .....	97
3.5 Kerangka metode .....	98
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>99</b>
4.1 Kondisi eksisting kampus universitas Brawijaya .....	99
4.1.1 Tata lingkungan .....	100
4.1.2 Gedung Rektorat .....	103
4.2 Analisis sistem proteksi kebakaran pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak).....	112
4.2.1 Jalan lingkungan .....	112
4.2.2 Jarak antar bangunan gedung.....	114
4.2.3 Akses petugas pemadam kebakaran ke lingkungan.....	115
4.3 Analisis sistem proteksi kebakaran pada bangunan.....	129
4.3.1 Akses petugas pemadam kebakaran dari lingkungan ke bangunan .....	129
4.3.2 Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan .....	138
4.3.3 Sarana penyelamatan .....	139
4.3.4 Sistem proteksi pasif.....	198
4.3.5 Sistem proteksi aktif .....	200
4.4 Rangkuman hasil analisis.....	225
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>232</b>
5.1 Kesimpulan .....	232
5.2 Saran .....	233
5.2.1 Manajemen bangunan .....	233
5.2.2 Bagi penelitian selanjutnya.....	234

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Pengelompokan Bangunan .....	8
Tabel 2.2.	Layout Jalan Lingkungan.....	19
Tabel 2.3.	Keliling Jalur Akses Sekitar Bangunan .....	22
Tabel 2.4.	Jarak Minimum Antar Bangunan.....	23
Tabel 2.5.	Jumlah Shaft Kebakaran pada Bangunan .....	28
Tabel 2.6.	Batasan Jarak Ujung Buntu pada Koridor .....	30
Tabel 2.7.	Arah Ayunan Pintu .....	32
Tabel 2.8.	Dinding Ruang Tangga Eksit.....	38
Tabel 2.9.	Batas jarak tempuh dan ujung buntu.....	45
Tabel 2.10.	Tipe Konstruksi Bangunan .....	55
Tabel 2.11.	Tipe Konstruksi Bangunan Berdasarkan Jumlah Lantai dan Kelas Bangunan .....	55
Tabel 2.12.	TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi A.....	56
Tabel 2.13.	TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi B.....	57
Tabel 2.14.	TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi C.....	58
Tabel 2.15.	Batasan Luasan Lantai .....	60
Tabel 2.16.	Jenis Sistem Deteksi dan Alarm .....	65
Tabel 2.17.	Hunian Tingkat Kebakaran Ringan .....	68
Tabel 2.18.	Jenis APAP Berdasarkan Tipe Kebakaran.....	72
Tabel 2.19.	Jenis Springkler pada Bangunan.....	74
Tabel 2.20.	Jumlah Kepala Springkler Berdasar Ukuran Diameter Pipa .....	81
Tabel 2.21.	Jumlah maksimum kepala springkler pada satu katup kendali.....	81
Tabel 2.22.	Tipe Fan Penyedia Udara.....	87
Tabel 4.1	Alternatif Peletakan Lapis Perkerasan .....	119
Tabel 4.2	Jarak Tempuh Akses Eksit Koridor Lantai 1-8 .....	140
Tabel 4.3	Jarak Ujung Buntu Koridor Lantai 1-8.....	144
Tabel 4.4	Lebar Pintu Eksit Berdasar Kapasitas.....	180
Tabel 4.5	Peralihan Fungsi Tangga Darurat .....	185
Tabel 4.6	Dimensi Tangga Darurat Eksisting.....	190
Tabel 4.7	Elemen Pasif Bangunan .....	198
Tabel 4.7	Jarak Pencapaian ke Titik APAR.....	210

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Reaksi Pembakaran .....	10
Gambar 2.2	Perpindahan api secara konveksi .....	10
Gambar 2.3	Perpindahan api secara konduksi .....	11
Gambar 2.4	Perpindahan api secara radiasi .....	11
Gambar 2.5	Penyebaran api secara vertikal .....	12
Gambar 2.6	Penyebaran api secara horizontal .....	12
Gambar 2.7	Proses kebakaran dalam ruangan .....	13
Gambar 2.8	Perkembangan Api dalam Ruang .....	14
Gambar 2.9	Reaksi manusia terhadap panas .....	16
Gambar 2.10	Cara mengontrol dan mencegah kebakaran pada bangunan .....	17
Gambar 2.11	Lapis perkerasan pada lingkungan bangunan .....	20
Gambar 2.12	Pencapaian tangga kendaraan pmk ke bangunan .....	21
Gambar 2.13.	Fasilitas belokan kendaraan pemadam kebakaran .....	21
Gambar 2.14.	Radius belokan jalur akses .....	22
Gambar 2.15	Potongan hidran halaman .....	23
Gambar 2.16	Jarak antar hidran halaman .....	24
Gambar 2.17	Peletakan hidran halaman terhadap jalan lingkungan .....	24
Gambar 2.18	Perletakan hidran halaman .....	25
Gambar 2.19.	Penanda untuk akses pemadam kebakaran .....	25
Gambar 2.20	Dimensi bukaan akses pmk ke bangunan .....	26
Gambar 2.21.	Kriteria bangunan dengan shaft PMK .....	27
Gambar 2.22.	Layout saf PMK .....	28
Gambar 2.23.	Sarana penyelamatan perkantoran .....	29
Gambar 2.24.	Koridor sebagai akses eksit .....	29
Gambar 2.25.	Ujung buntu pada akses eksit .....	30
Gambar 2.26.	Pintu dengan arah ayun ke akses eksit .....	32
Gambar 2.27.	Pintu dengan arah ayun ke eksit .....	32
Gambar 2.28.	Pintu pada tangga penyelamatan .....	33
Gambar 2.29.	Penandaan untuk pintu bagian luar .....	34
Gambar 2.30	Penandaan untuk pintu hamburan eksit .....	34
Gambar 2.31.	Lebar bersih bukaan pintu sarana jalan keluar .....	34
Gambar 2.32.	Lebar sirkulasi manusia .....	35
Gambar 2.33.	Dinding pemisah pada tangga darurat .....	37
Gambar 2.34.	Jalur lintasan ruang terlindung tidak menerus .....	37
Gambar 2.35.	Area tangga yang difungsikan .....	39
Gambar 2.36.	Ketinggian ruang tangga eksit .....	39
Gambar 2.37.	Dimensi tangga darurat .....	40
Gambar 2.38.	Peletakan railing tangga darurat .....	40
Gambar 2.39.	Anak tangga dengan kemiringan ke depan .....	40
Gambar 2.40.	Anak tangga dengan kemiringan ke belakang .....	41
Gambar 2.41.	Kedalaman anak tangga .....	41
Gambar 2.42.	Tangga darurat yang dapat diakses pengguna kursi roda .....	41
Gambar 2.43.	Penempatan penanda pada tangga darurat .....	42
Gambar 2.44.	Signage pada area bordes .....	43
Gambar 2.45.	Jalan terusan eksit .....	44
Gambar 2.46.	Bukaan pada jalan terusan eksit .....	44
Gambar 2.47.	Jumlah sarana jalan keluar .....	45

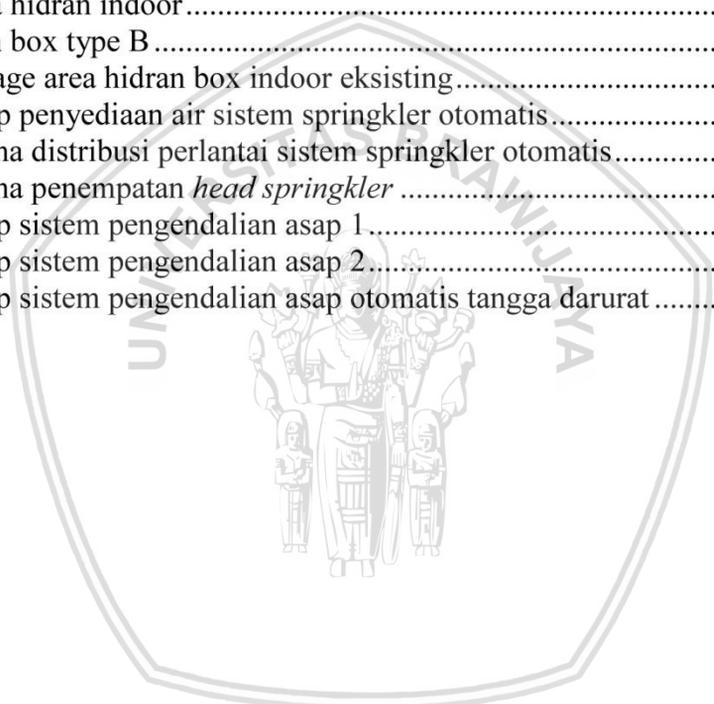
Gambar 2.48. Penempatan eksit bangunan yang berjauhan .....	46
Gambar 2.49. Jarak antar eksit .....	46
Gambar 2.50. Jarak antar eksit melalui koridor.....	47
Gambar 2.51. Eksit dihubungkan dengan koridor .....	47
Gambar 2.52. Tangga gantung .....	48
Gambar 2.53. Pelepasan eksit melalui level .....	49
Gambar 2.54. Penandaan pelepasan eksit.....	50
Gambar 2.55. Penandaan eksit pada akses eksit.....	51
Gambar 2.56. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang 2 arah .....	51
Gambar 2.57. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang tiga arah .....	52
Gambar 2.58. Penandaan eksit pada pintu tangga darurat .....	52
Gambar 2.59. Simbol eksit.....	53
Gambar 2.60. Simbol arah eksit.....	53
Gambar 2.61. Penanda eksit dengan iluminasi .....	53
Gambar 2.62 Pembakaran pada intumescent coatings .....	59
Gambar 2.63. Perbandingan kecepatan dalam mendeteksi kebakaran .....	64
Gambar 2.64. Detektor panas.....	65
Gambar 2.65. Penempatan detektor panas.....	66
Gambar 2.66. Sistem deteksi asap sistem ionisasi.....	67
Gambar 2.67. Sistem deteksi asap sistem photoelectric .....	67
Gambar 2.68. Sistem pipa tegak kering.....	68
Gambar 2.69. Sistem pipa tegak basah.....	69
Gambar 2.70. Sistem pipa tegak kombinasi.....	70
Gambar 2.71. Pemipaan untuk springkler dan hidran indoor .....	71
Gambar 2.72. Jarak pencapaian ke APAP .....	72
Gambar 2.73. Perbandingan antara kebakaran dengan springkler aktif dan tanpa springkler.....	73
Gambar 2.74. Springkler dengan sistem pipa kering.....	74
Gambar 2.75. Springkler dengan sistem pipa basah.....	75
Gambar 2.76. Springkler dengan sistem pipa deluge .....	75
Gambar 2.77. Springkler dengan sistem preaksi .....	76
Gambar 2.78. Potongan ketika springkler aktif.....	76
Gambar 2.79 Standar penempatan kepala springkler tipe 1 .....	77
Gambar 2.80 Standar penempatan kepala springkler tipe 2 .....	77
Gambar 2.81 Penempatan kepala springkler tabahan .....	78
Gambar 2.82 Jarak kepala springkler terhadap balok.....	78
Gambar 2.83. Kepala springkler menggantung pada langit-langit dan dinding .....	79
Gambar 2.84. Kepala springkler tersembunyi dalam plafond .....	79
Gambar 2.85. Kepala springler tersembunyi dilengkapi dengan pengumpul panas.....	79
Gambar 2.86. Penempatan riser dan kepala springkler.....	80
Gambar 2.87. Springkler water mist.....	81
Gambar 2.88. Pemadaman api dengan sistem karbon dioksida.....	82
Gambar 2.89. Bangunan tanpa sistem pengendali asap.....	83
Gambar 2.90. Bangunan dengan sistem pengendalian asap .....	83
Gambar 2.91. Akses eksit koridor yang dipenuhi asap.....	83
Gambar 2.92. Ventilasi asap pada dinding .....	84
Gambar 2.93. Ventilasi asap pada atap.....	84
Gambar 2.94 Sistem penghawaan untuk bahaya kebakaran .....	85
Gambar 2.95 Sistem kompensasi dengan bypass .....	86
Gambar 2.96. Tahapan Evakuasi .....	89

Gambar 3.1 Site plan UNiversitas Brawijaya Malang.....	93
Gambar 3.2 Tampak depan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang.....	94
Gambar 4.1 Site Plan Universitas Brawijaya.....	99
Gambar 4.2 Lingkungan Sekitar Gedung Rektorat .....	101
Gambar 4.3 Pencapaian Menuju Gedung Rektorat.....	101
Gambar 4.4 Sirkulasi Sekitar Gedung Rektorat.....	102
Gambar 4.5 Rekonstruksi Bangunan Sekitar Gedung Rektorat.....	103
Gambar 4.6 Entrance ke Gedung Rektorat .....	104
Gambar 4.7 Pembagian fungsi ruang lantai 1 .....	105
Gambar 4.8 Pembagian fungsi ruang lantai 2.....	106
Gambar 4.9 Pembagian fungsi ruang lantai 3 .....	107
Gambar 4.10 Pembagian fungsi ruang lantai 4.....	108
Gambar 4.11 Pembagian fungsi ruang lantai 5 .....	109
Gambar 4.12 Pembagian fungsi ruang lantai 6.....	110
Gambar 4.13 Pembagian fungsi ruang lantai 7.....	110
Gambar 4.14 Pembagian fungsi ruang lantai 8.....	111
Gambar 4.15 Pembagian fungsi ruang lantai 9.....	111
Gambar 4.16 Jalan lingkungan gedung rektorat .....	112
Gambar 4.17 Lebar jalan lingkungan gedung.....	113
Gambar 4.18 Jarak gedung rektorat dengan bangunan.....	114
Gambar 4.19 Dimensi Jalan Lingkungan.....	116
Gambar 4.20 Rencana Peletakan Lapis Perkerasan Gedung Rektorat .....	116
Gambar 4.21 Jarak lapis perkerasan terhadap akses masuk bangunan.....	117
Gambar 4.22 Dimensi dan tampilan lapis perkerasan .....	117
Gambar 4.23 Drop off gedung rektorat.....	118
Gambar 4.24 Rencana peletakan lapis perkerasan gedung rektorat .....	118
Gambar 4.25 Lebar jalur akses pemadam kebakaran ke gedung rektorat .....	120
Gambar 4.26 Radius belokan jalur akses kenadaraan pemadam kebakaran.....	121
Gambar 4.27 Rekomendasi radius belokan jalur akses kenadaraan pemadam kebakaran ..	121
Gambar 4.28 Rekomendasi jalur akses .....	122
Gambar 4.29 Letak hidran halaman gedung rektorat UB.....	123
Gambar 4.30 Jarak antar hidran halaman eksisting .....	124
Gambar 4.31 Peletakan hidran A .....	124
Gambar 4.32 Peletakan siamese connection B .....	125
Gambar 4.33 Peletakan hidran C .....	126
Gambar 4.34 Rekomendasi titik hidran halaman.....	127
Gambar 4.35 Rekomendasi penempatan hidran halaman.....	128
Gambar 4.36 Entrance pada setiap tampak bangunan .....	129
Gambar 4.37 Entrance sisi Timur .....	130
Gambar 4.38 Entrance sisi Utara dan Selatan.....	130
Gambar 4.39 Jarak tempuh PMK ke entrance esisting.....	131
Gambar 4.40 Rekomendasi jarak PMK ke entrance.....	132
Gambar 4.41 Akses ke Bangunan dengan Aerial Ladder .....	134
Gambar 4.42 Jarak Antar Sisi Bangunan dengan Kendaraan PMK .....	135
Gambar 4.43 Buka an Utara dan Selatan sebagai akses PMK .....	136
Gambar 4.44 Rekomendasi lapis perkerasan akses masuk PMK .....	137
Gambar 4.45 Transportasi vertikal pada Gedung Rektorat .....	138
Gambar 4.46 Akses eksit koridor Gedung Rektorat .....	139
Gambar 4.47 Dimensi koridor hall lantai 1 .....	146
Gambar 4.48 Dimensi koridor tengah .....	147



Gambar 4.49	Dimensi koridor lobby lantai 1 .....	147
Gambar 4.50	Zonasi koridor lantai 2-8.....	148
Gambar 4.51	Zonasi koridor C lantai 2-8.....	149
Gambar 4.52	Zonasi koridor ABD lantai 2-8 .....	150
Gambar 4.53	Ketinggian koridor .....	151
Gambar 4.54	Perabot pada Koridor Lantai 1 .....	153
Gambar 4.55	Perabot pada Lantai 2.....	153
Gambar 4.56	Perabot pada Lantai 3.....	154
Gambar 4.57	Perabot pada Lantai 4.....	155
Gambar 4.58	Perabot pada Lantai 5.....	156
Gambar 4.59	Perabot pada Lantai 6.....	157
Gambar 4.60	Perabot pada Lantai 7.....	158
Gambar 4.61	Arah ayun pintu lantai 1.....	159
Gambar 4.62	Arah ayun pintu lantai 2.....	161
Gambar 4.63	Arah ayun pintu lantai 3.....	162
Gambar 4.64	Arah ayun pintu lantai 4.....	163
Gambar 4.65	Arah ayun pintu lantai 5.....	164
Gambar 4.66	Arah ayun pintu lantai 6.....	165
Gambar 4.67	Arah ayun pintu lantai 7.....	166
Gambar 4.68	Arah ayun pintu lantai 8.....	167
Gambar 4.69	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 1 .....	168
Gambar 4.70	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 2 .....	169
Gambar 4.71	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 3 .....	170
Gambar 4.72	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 4 .....	171
Gambar 4.73	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 5 .....	172
Gambar 4.74	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 6 .....	173
Gambar 4.75	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 7 .....	174
Gambar 4.76	Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 8 .....	174
Gambar 4.77	Arah ayun pintu pada eksit terlindung lantai 1 .....	175
Gambar 4.78	Arah ayun pintu pada eksit terlindung lantai 2-8.....	176
Gambar 4.79	Pintu eksit terlindung lantai 1 dalam keadaan mengayun.....	177
Gambar 4.80	Pintu eksit terlindung lantai 1 dalam keadaan mengayun.....	177
Gambar 4.81	Pengunci pintu eksit terlindung Gedung Rektorat .....	179
Gambar 4.82	Dimensi pintu ruang eksit terlindung.....	179
Gambar 4.83	Warna pintu ruang eksit terlindung.....	181
Gambar 4.84	Signage pada pintu eksit terlindung.....	181
Gambar 4.85	Alur sirkulasi evakuasi manusia dalam ruang eksit terlindung.....	182
Gambar 4.86	Pelepasan akhir dari eksit terlindung .....	183
Gambar 4.87	Pelepasan akhir dari eksit terlindung .....	184
Gambar 4.88	Kotak penyimpanan arsip yang memblokir jalur eksit terlindung.....	186
Gambar 4.89	Sistem utilitas pada ruang eksit terlindung .....	187
Gambar 4.90	Ketinggian ruang dalam eksit terlindung .....	188
Gambar 4.91	Tonjolan balok lantai pada bordes tangga darurat .....	188
Gambar 4.92	Material dan finishing tangga darurat .....	189
Gambar 4.93	Railing pada tangga darurat .....	190
Gambar 4.94	Perabot pada jalur tangga darurat.....	191
Gambar 4.95	Kedalaman dan jumlah anak tangga .....	192
Gambar 4.96	Pencahayaan dalam ruang eksit terlindung.....	193
Gambar 4.97	Rekomendasi sarana eksit .....	194
Gambar 4.98	Konsep eksit tangga darurat.....	195

Gambar 4.99 Sistem Pencahayaan darurat dengan baterai terpusat .....	196
Gambar 4.100 Rekomendasi pencahayaan darurat dan signage .....	197
Gambar 4.101 Material pada Pintu Ruang Hunian .....	199
Gambar 4.102 Material Pintu Shaft Utilitas .....	200
Gambar 4.103 Manual Call Point (MCP) pada Gedung Rektorat .....	201
Gambar 4.104 MCP pada area lift .....	202
Gambar 4.105 Konsep rekomendasi sistem deteksi asap .....	203
Gambar 4.106 Rencana sistem deteksi asap .....	204
Gambar 4.107 APAR tipe 1A, 3B, C pada bangunan eksisting .....	205
Gambar 4.108 Jenis APAR pada Gedung Rektorat .....	206
Gambar 4.109 Instruksi Penggunaan APAR .....	207
Gambar 4.110 Tabung APAR lantai 3 tertutup papan pengumuman .....	208
Gambar 4.111 Tabung APAR lantai 5 terhalang oleh perabot .....	209
Gambar 4.112 Penempatan tabung APAR lantai 5 di bawah meja .....	210
Gambar 4.113 Penempatan APAR lantai 7 yang tersembunyi .....	211
Gambar 4.114 Hidran indoor pada Gedung Rektorat .....	215
Gambar 4.115 Pompa hidran indoor .....	216
Gambar 4.116 Hidran box type B .....	216
Gambar 4.117 Coverage area hidran box indoor eksisting .....	217
Gambar 4.118 Konsep penyediaan air sistem springkler otomatis .....	218
Gambar 4.119 Rencana distribusi perantai sistem springkler otomatis .....	219
Gambar 4.120 Rencana penempatan <i>head springkler</i> .....	220
Gambar 4.121 Konsep sistem pengendalian asap 1 .....	222
Gambar 4.122 Konsep sistem pengendalian asap 2 .....	223
Gambar 4.123 Konsep sistem pengendalian asap otomatis tangga darurat .....	224



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebakaran rentan terjadi di wilayah perkotaan yang padat. Kebakaran pada bangunan akan diperparah dengan keadaan kota yang padat, sehingga akan menyulitkan petugas pemadam kebakaran mengakses lokasi kebakaran. Jaringan utilitas di lingkungan bangunan yang tidak berfungsi dengan baik juga akan memperparah kebakaran pada bangunan.

Kebakaran pada bangunan dapat disebabkan oleh faktor manusia maupun faktor alam. Kebakaran yang bersumber dari kelalaian manusia meliputi merokok, kebocoran gas, aktifitas memasak, alat elektronik, hubungan arus pendek listrik, dan sebagainya. Sedangkan kebakaran yang disebabkan alam seperti petir, gempa bumi, dan lain sebagainya. Kebakaran pada bangunan akan diperparah dengan keadaan kota yang padat, sehingga akan menyulitkan petugas pemadam kebakaran mengakses lokasi kebakaran.

Dampak dari kebakaran dapat mengancam keselamatan manusia, harta dan lingkungan. Kebakaran pada bangunan dapat menimbulkan beberapa efek bahaya meliputi;

- a. Asap dapat mengakibatkan keracunan pada manusia yang menghirupnya. Dampak lainnya, asap dapat menghalangi pandangan manusia akibatnya dapat mengganggu manusia dalam mencari jalan keluar ketika kebakaran terjadi. Ditambah penyebaran asap cepat, luas, dan jauh dari sumber api.
- b. Panas dari api akan menyebabkan manusia kehilangan cairan, tenaga hingga mengganggu pernafasan. Dampak lain dari panasnya api adalah mengurangi kekuatan bangunan mengakibatkan runtuhnya bangunan yang membahayakan manusia di dalamnya.
- c. Gas beracun yang dihasilkan pada saat kebakaran dapat menyebabkan permasalahan pada organ pernafasan manusia.

Bangunan tingkat tinggi merupakan bangunan yang rentan akan kebakaran. Rentannya kebakaran pada bangunan tingkat tinggi dapat dilihat dari beberapa kasus kebakaran di Kota Jakarta. Pada tahun 2015 bulan Maret, terjadi kebakaran besar di Wisma Kosgoro



yang berfungsi sebagai perkantoran. Kebakaran tersebut melahap lima lantai bangunan dan menyebabkan banyak kerugian terutama kerugian materi. Petugas pemadam kebakaran mengalami kesulitan saat proses pemadaman sehingga proses pemadaman api berlangsung sangat lama, hampir mencapai 12 jam.

Penyebab kebakaran pada bangunan tingkat tinggi dapat disebabkan hubungan arus pendek listrik disertai pula dengan banyaknya material rawan terbakar seperti kertas dan alat elektronik yang dapat memperparah kebakaran. Seperti yang terjadi pada gedung Bank UOB, pada tahun 2015 kebakaran terjadi di gedung Bank UOB Jakarta. Kebakaran terjadi dikarenakan korsleting listrik yang berasal dari basement kantor UOB. Kebakaran pada bangunan tingkat tinggi dapat disebabkan dari keteledoran manusia seperti membuang puntung rokok sembarangan yang menjadi penyebab kebakaran pada bangunan apartemen Sulafa Tower di Dubai. Puntung rokok yang dibuang sembarangan tersebut memicu kebakaran yang membakar sekitar dua pertiga lantai dari 75 lantai. Dari beberapa kasus kebakaran yang telah dijabarkan menunjukkan bahwa pentingnya sistem proteksi kebakaran yang baik pada bangunan tinggi karena dengan adanya sistem proteksi yang mencukupi dapat menghindari dampak-dampak dari kebakaran seperti kerugian properti dan jiwa.

Bangunan tingkat tinggi dapat memiliki beragam fungsi, salah satunya gedung perkantoran. Bangunan perkantoran rawan akan kebakaran karena di dalamnya terdapat pelaku dan aktifitas yang kompleks yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Bangunan tingkat tinggi dengan fungsi perkantoran memerlukan sistem proteksi kebakaran yang tidak hanya untuk menyelamatkan jiwa manusia yang ada di dalamnya namun juga memerlukan sistem proteksi yang dapat mencegah kebakaran terjadi karena di dalam perkantoran terdapat data-data penting dan materi yang perlu dilindungi untuk keberlangsungan suatu bisnis atau kegiatan lainnya.

Universitas Brawijaya sebagai salah satu universitas terbaik di Kota Malang menjadi daya tarik banyak mahasiswa untuk menempuh pendidikan. Untuk menampung banyaknya peminat, Universitas Brawijaya terus melakukan pengembangan dalam segi kualitas dan kuantitas. Hal tersebut terlihat dari bertambahnya fasilitas dan banyaknya bangunan bertingkat tinggi yang mewadahi fasilitas tersebut. Salah satu bangunan tingkat tinggi yang ada di kawasan Universitas Brawijaya adalah Gedung Rektorat. Gedung

Rektorat Brawijaya merupakan gedung berlantai 9 yang berfungsi sebagai kantor pusat Universitas Brawijaya yang merupakan kantor bagi rektor beserta para stafnya. Bangunan Gedung Rektorat Brawijaya berisi data-data penting yang menyangkut keberlangsungan Universitas Brawijaya yang perlu dilindungi dari bahaya kebakaran. Pentingnya fungsi, aktifitas dan pelaku di dalam bangunan menjadikan sistem proteksi kebakaran menjadi suatu keharusan karena berfungsi sebagai pencegah kebakaran dan melindungi ketika kebakaran terjadi.

Seiring dengan tingginya tututan keamanan bangunan, Gedung Rektorat Universitas Brawijaya tidak bisa hanya mengandalkan petugas pemadam kebakaran ketika proses pemadaman api, tetapi juga memerlukan sistem proteksi tersendiri. Apalagi dengan kondisi Kota Malang yang padat akan semakin menghambat proses penyelamatan dan pemadaman api. Hal tersebut merupakan salah satu langkah untuk mengendalikan dan mencegah dampak kebakaran pada bangunan.

Sistem proteksi kebakaran dalam Gedung rektorat sudah tersedia, namun terdapat beberapa elemen yang perlu diperiksa kembali kesesuaian fungsi dan kelengkapannya terhadap peraturan sistem proteksi kebakaran yang berlaku dan literatur sistem proteksi kebakaran lainnya. Berdasar observasi awal ditemukan beberapa elemen sistem proteksi kebakaran yang perlu untuk diperiksa kembali. Salah satu contohnya pada sarana penyelamatan berupa tangga darurat yang fungsi aslinya sebagai tangga evakuasi digunakan sebagai penyimpanan barang. Keadaan tangga darurat yang dipenuhi dengan barang-barang tersebut akan menjadi semakin sesak dan akhirnya mempersulit pengguna bangunan untuk keluar bangunan dengan selamat. Tangga darurat sendiri merupakan elemen sistem proteksi kebakaran yang sangat penting terutama pada bangunan tingkat tinggi, dimana tangga darurat merupakan jalan satu-satunya untuk keluar dari bangunan.

Selain tangga darurat masih terdapat banyak macam proteksi kebakaran yang sudah diterapkan maupun belum diterapkan di Gedung Rektorat yang perlu untuk diperiksa kembali kelengkapan dan kesesuaian fungsinya. Sehingga perlu dilakukan studi yang mengkaji sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Brawijaya mengetahui kelayakan dari Gedung Rektorat dalam mengantisipasi bencana kebakaran.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang terdapat beberapa permasalahan umum yang akan dicari penyelesaian masalahnya. Berikut permasalahan umum yang dapat disimpulkan dari latar belakang permasalahan:

1. Kebakaran memiliki beberapa efek bahaya yang dapat mengancam keselamatan manusia, harta dan lingkungan
2. Bangunan tingkat tinggi yang berfungsi sebagai perkantoran merupakan bangunan yang rawan akan bencana kebakaran
3. Padatnya Kota Malang dan permukiman mengakibatkan proses pemadaman api menjadi terhambat
4. Gedung Rektorat Universitas Brawijaya merupakan gedung utama dari Universitas Brawijaya yang didalamnya selain terdapat manusia dan materi terdapat pula data-data penting yang menyangkut keberlangsungan Universitas Brawijaya yang perlu dilindungi terhadap bahaya kebakaran
5. Terdapat beberapa elemen sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Brawijaya yang perlu diperiksa kembali kesesuaian fungsinya dan kelengkapannya

## 1.3 Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka permasalahan kajian yang akan dicari penyelesaiannya adalah:

1. Bagaimana penerapan sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya agar dapat tercapai keamanan dan keselamatan terhadap bahaya kebakaran?
2. Bagaimana pemberian solusi terhadap permasalahan yang ada pada sistem proteksi Gedung Rektorat Universitas Brawijaya agar dapat tercapai keamanan dan keselamatan terhadap bahaya kebakaran?

#### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian akan dibatasi pada beberapa hal antara lain:

- a. Objek yang diteliti adalah Gedung Rektorat Universitas Brawijaya yang berada di Kota Malang. Bangunan yang diteliti hanya Gedung Rektorat dengan jumlah 9 lantai dan Gedung Koridor Rektorat yang merupakan perluasan Gedung Rektorat dengan ketinggian 6 lantai.
- b. Kajian akan difokuskan pada sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya yang difokuskan pada kelengkapan tapak, sarana penyelamatan, sistem proteksi pasif, dan sistem proteksi aktif.

#### 1.5 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian tentang sistem proteksi kebakaran adalah:

Studi bertujuan untuk mengetahui keandalan sistem proteksi Gedung Rektorat serta memberikan solusi terhadap permasalahan sistem proteksi pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan terhadap bahaya kebakaran.

#### 1.6 Manfaat

Studi diharapkan dapat digunakan sebagai bekal untuk mereview kembali kebijakan dan peraturan keselamatan bangunan gedung dari kebakaran. Hasil studi ini juga diharapkan dapat dijadikan referensi untuk rancangan bangunan gedung yang memenuhi kaidah keselamatan bangunan.

#### 1.7 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan penelitian tentang Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya terdiri dari beberapa bagian seperti berikut ini:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian permulaan dari penulisan yang berisikan latar belakang pengambilan topik penelitian, indentifikasi permasalahan, rumusan permasalahan yang disertai batasan

permasalahannya dan terakhir berupa tujuan serta manfaat yang hendak dicapai dari penelitian ini. Selain beberapa poin yang telah disebutkan pada bab pendahuluan disertai dengan ringkasannya yang berupa diagram pada akhir bab.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi kumpulan-kumpulan teori yang dirangkum yang berfungsi sebagai panduan dalam mengevaluasi sistem proteksi kebakaran dalam objek penelitian Gedung Rektorat Universitas Brawijaya. Teori-teori tersebut dikumpulkan dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah dan buku literatur yang membahas tentang sistem proteksi pada bangunan. Selain literatur dan jurnal disertai pula teori-teori yang berasal dari standar-standar tentang sistem proteksi kebakaran yang menjadi tolak ukur evaluasi sistem proteksi kebakaran.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Berisi deskripsi singkat Gedung Rektorat Universitas Brawijaya yang dilanjutkan dengan sistematika proses penelitian dilakukan

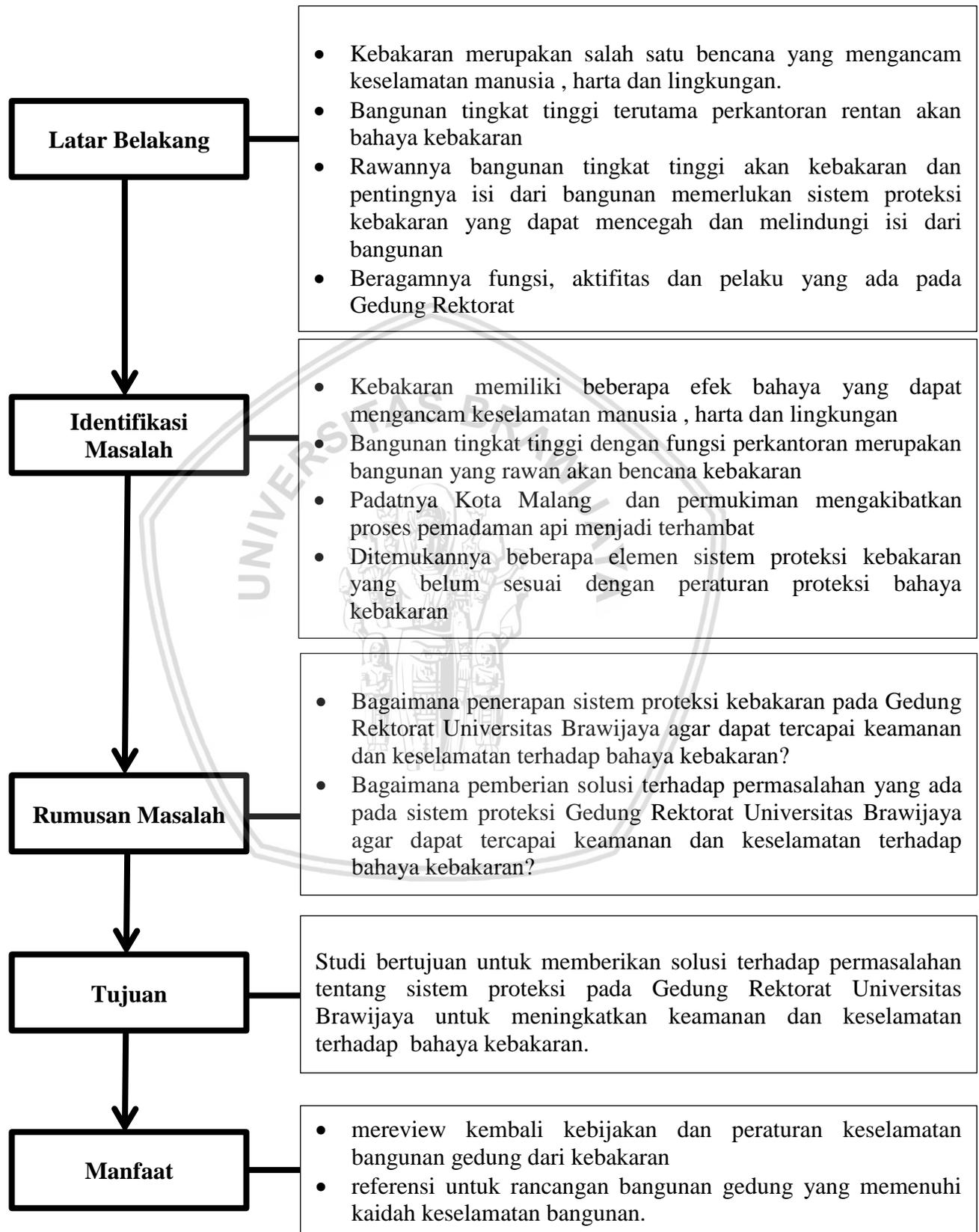
## **BAB IV PEMBAHASAN**

Memuat proses analisa data-data yang telah didapat dari bangunan eksisting. Tahapan pembahasan dimulai dari tinjauan kondisi eksisting yang kemudian dilanjutkan ke tahap analisis sistem proteksi kebakaran yang ada pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya. Pada pembahasan ini pula akan disertakan solusi-solusi pada permasalahan yang ada pada bangunan eksisting.

## **BAB V**

Menjabarkan jawaban akan permasalahan tentang sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya yang tercantum dalam kesimpulan serta memberikan saran terhadap pihak-pihak yang terkait

## 1.8 Kerangka pemikiran



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengelompokan Bangunan Gedung

Pengelompokan bangunan gedung pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 didasarkan pada jenis peruntukan atau penggunaan bangunan tersebut. Pengelompokan bangunan berfungsi untuk menentukan jenis dan tingkatan sistem proteksi kebakaran pada bangunan. Pengelompokan bangunan gedung adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. *Pengelompokan Bangunan*

<b>Kategori</b>	<b>Kriteria</b>
Kelas 1	Gedung hunian biasa
Kelas 2	Bangunan hunian yang terdiri dari 2 atau lebih unit hunian yang masing-masing terpisah
Kelas 3	Bangunan hunian di luar dari kelas sebelumnya, yang berjangka waktu sementara atau lama
Kelas 4	Bangunan hunian campuran yang berada dalam kelas bangunan 5,6,7,8, atau 9
Kelas 5	Bangunan fungsi kantor yang difungsikan untuk tujuan usaha professional, administrasi, atau usaha komersial, yang tidak tergolong ke dalam bangunan kelas 6,7,8, atau 9
Kelas 6	Bangunan gedung dengan fungsi perdagangan
Kelas 7	Bangunan gedung penyimpanan dan gudang
Kelas 8	Bangunan gedung laboratorium, industri, dan pabrik
Kelas 9	Bangunan umum difungsikan untuk melayani kebutuhan masyarakat seperti fungsi perawatan kesehatan dan pertemuan
Kelas 10	Bangunan gedung atau struktur yang bukan hunian

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.4)



## 2.2 Api dan 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).

### 2.4.1 Definisi dan karakteristik api

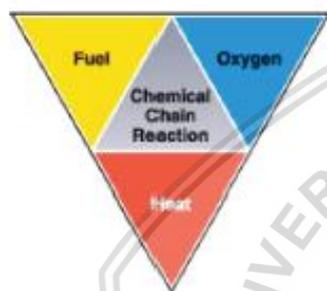
Api terjadi dari reaksi oksidasi (penyatuan zat dengan oksigen) berlangsung secara cepat dari material yang rawan terbakar dengan gas, menghasilkan kalor panas (*heat*), cahaya (*light*), asap, dan gas. Reaksi tersebut dinamakan reaksi pembakaran. Jika salah satu unsur reaksi pembakaran seperti material rawan terbakar (*fuel*), oksigen, atau panas dapat dihilangkan atau dicegah reaksinya maka api tidak akan terbentuk. Ketiga unsur pembakaran disebut segitiga api dengan penjelasan berikut:

1. Bahan yang mudah terbakar, dibedakan menjadi dua jenis yakni cair dan padat. Bahan berbentuk cair dengan suhu yang lebih dingin lebih berbahaya karena dapat terbakar pada suhu kamar. Sedangkan bahan berwujud padat dengan temperatur lebih tinggi tidak mudah terbakar pada suhu kamar. Bahan bakar dapat dikategorikan menjadi,

bahan bakar padat(plastik, kayu, kain, kapas), cair(minyak, bahan cat, spiritus) dan gas(LPG, gas karbit, dan lainnya).

2. Oksigen, menyebabkan reaksi oksidasi dan ketika oksigen menipis pembakaran akan melambat dan akan berhenti
3. Sumber panas, pemanasan terhadap benda yang mudah terbakar

Selain segitiga api, terdapat *fire tetrahedron* yang lebih dikenal sebagai reaksi berantai terjadinya nyala api.

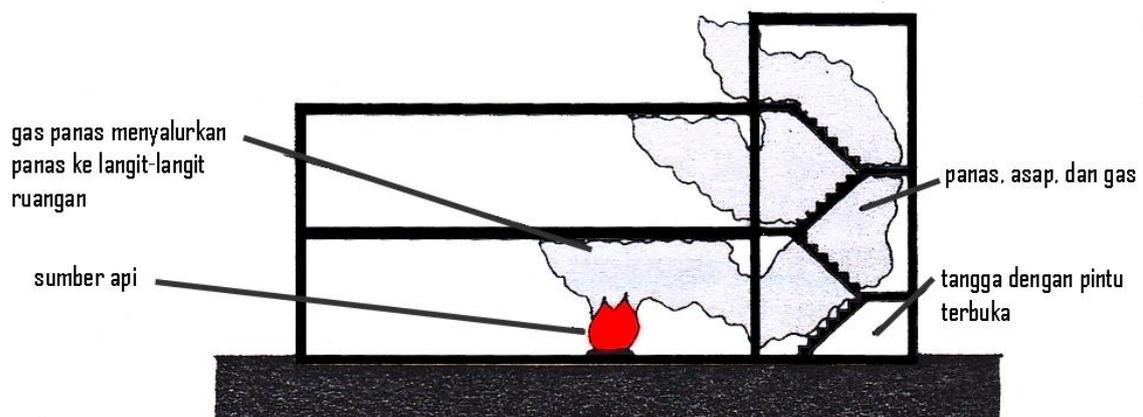


Gambar 2.1 Reaksi Pembakaran  
Sumber: internet

Perpindahan api ke seluruh bangunan gedung terjadi melalui tiga proses yakni:

### 1. Konveksi

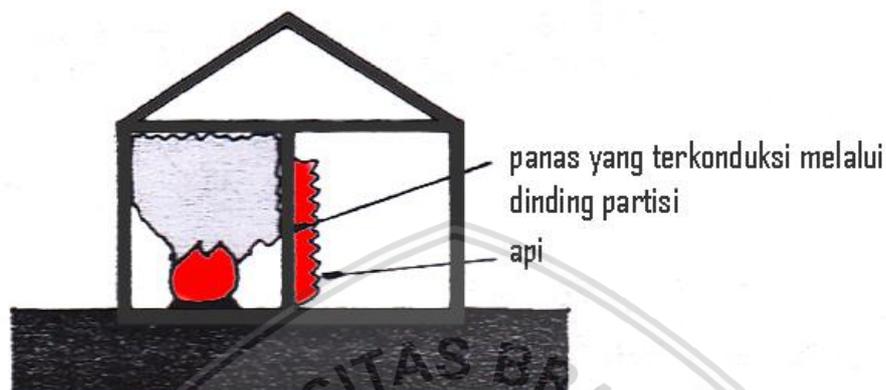
Konveksi adalah proses perpindahan panas yang terjadi karena pergerakan udara. Ketika kebakaran, udara panas meluas dan bergerak menjauhi titik api, kemudian memberi tekanan panas terhadap pintu, saluran udara, koridor, dan lubang bukaan lain pada bangunan



Gambar 2.2 Perpindahan api secara konveksi  
Sumber: Egan (1987,p.6)

## 2. Konduksi

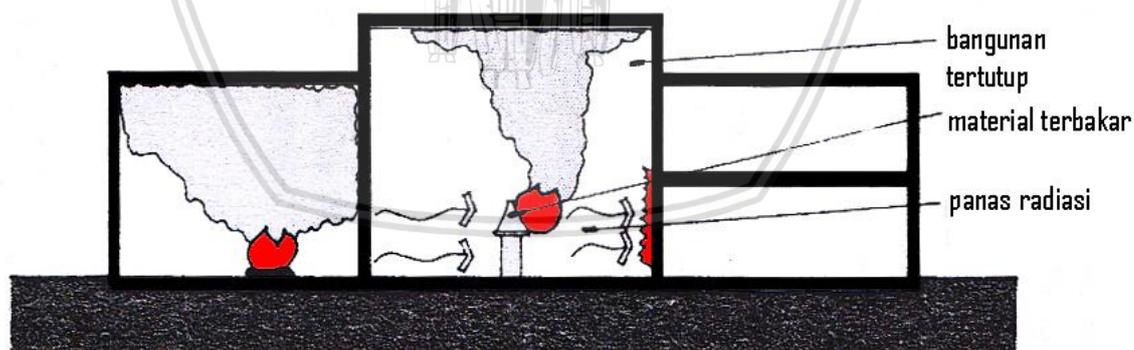
Konduksi merupakan proses perpindahan panas secara langsung melalui benda padat. Ketika kebakaran, kalor panas dapat berpindah melalui balok lantai, saluran udara, kabel, dan berbagai benda padat lainnya yang baik dalam menghantarkan panas.



Gambar 2.3 Perpindahan api secara konduksi  
Sumber: Egan (1987,p.6)

## 3. Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas dengan bantuan gelombang elektromagnetik. Ketika kebakaran berlangsung, permukaan benda yang panas dapat memancarkan panas, dapat memicu api pada material lain pada jarak tertentu.

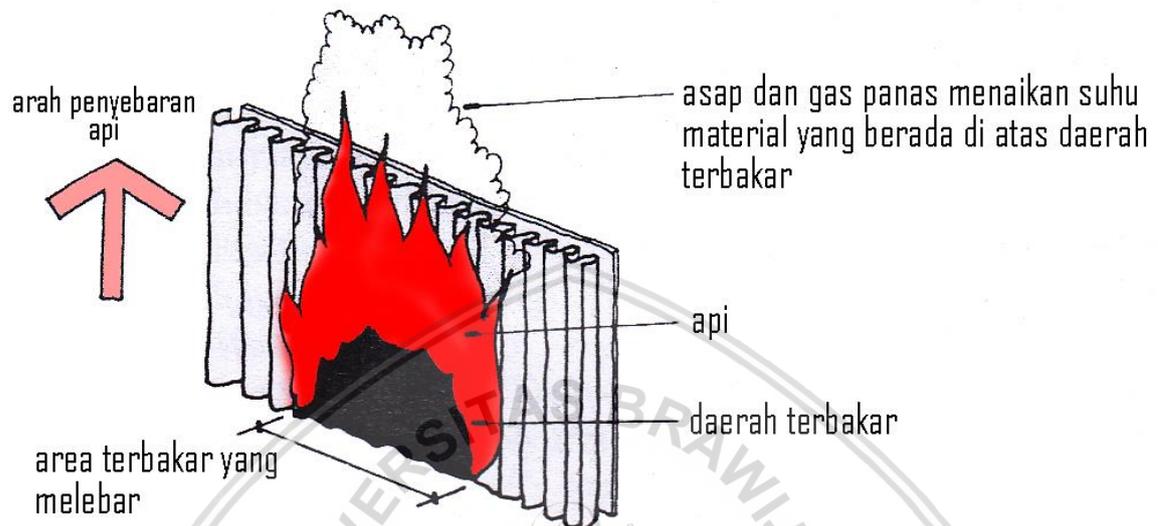


Gambar 2.4 Perpindahan api secara radiasi  
Sumber: Egan (1987,p.7)

Kemampuan untuk keluar dari keadaan bangunan yang terbakar tergantung pula pada tingkat penyebaran api dari permukaan material yang digunakan di suatu bangunan. Pada ruangan yang terbakar terdapat, api menyebar secara dua arah antara lain:

### 1. Penyebaran secara vertikal

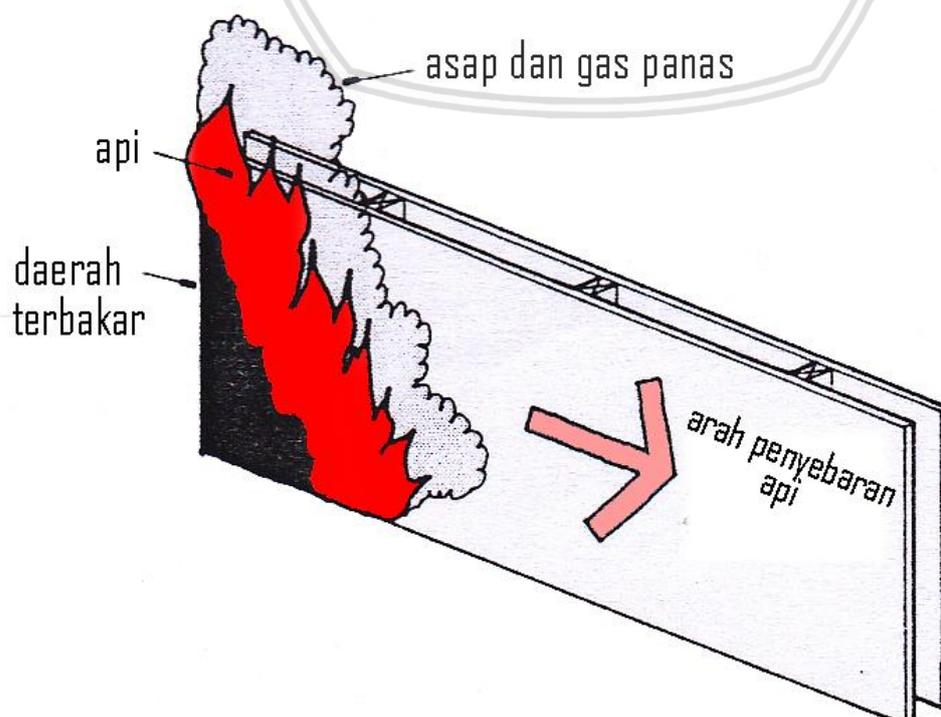
Penyebaran api secara vertikal bergerak ke arah atas. Panas yang dihasilkan secara konveksi dapat memberikan kalor terhadap material yang berada di atas api yang akibatnya dapat mempercepat penyebaran api.



Gambar 2.5 Penyebaran api secara vertikal  
Sumber: Egan (1987,p.16)

### 2. Penyebaran secara horizontal

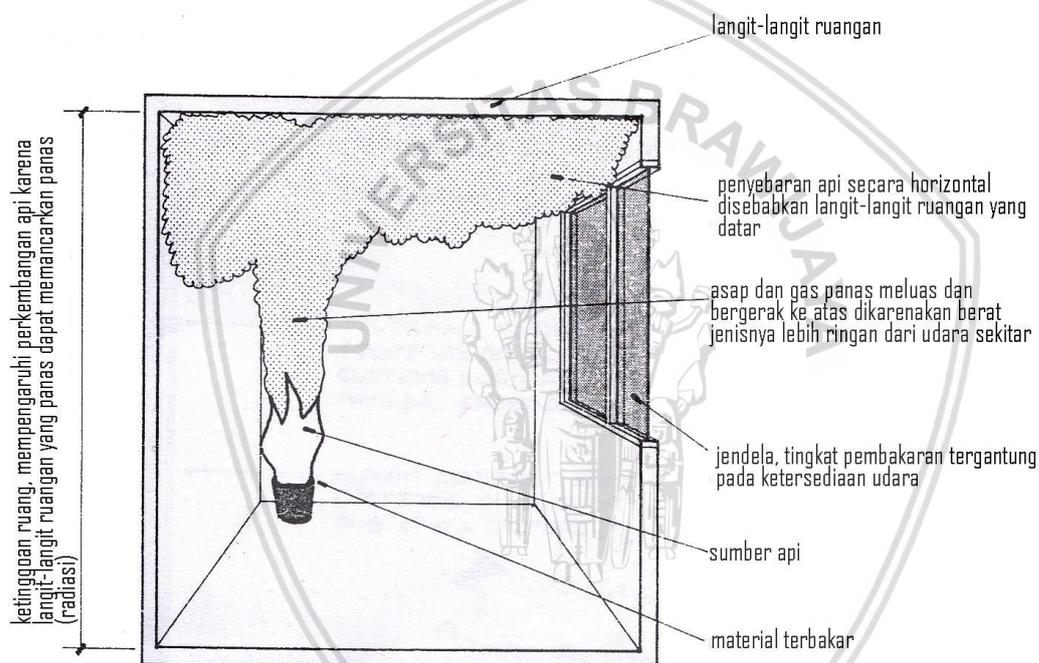
Penyebaran api ke arah horizontal berjalan lebih lambat dibandingkan penyebaran api secara vertikal. Hal tersebut disebabkan panas api yang bergerak menjauh dari material yang belum terbakar, sehingga penyebaran api melalui atap lebih cepat dibandingkan



Gambar 2.6 Penyebaran api secara horizontal  
Sumber: Egan (1987,p.16)

## 2.4.2 Tahapan dan perilaku kebakaran

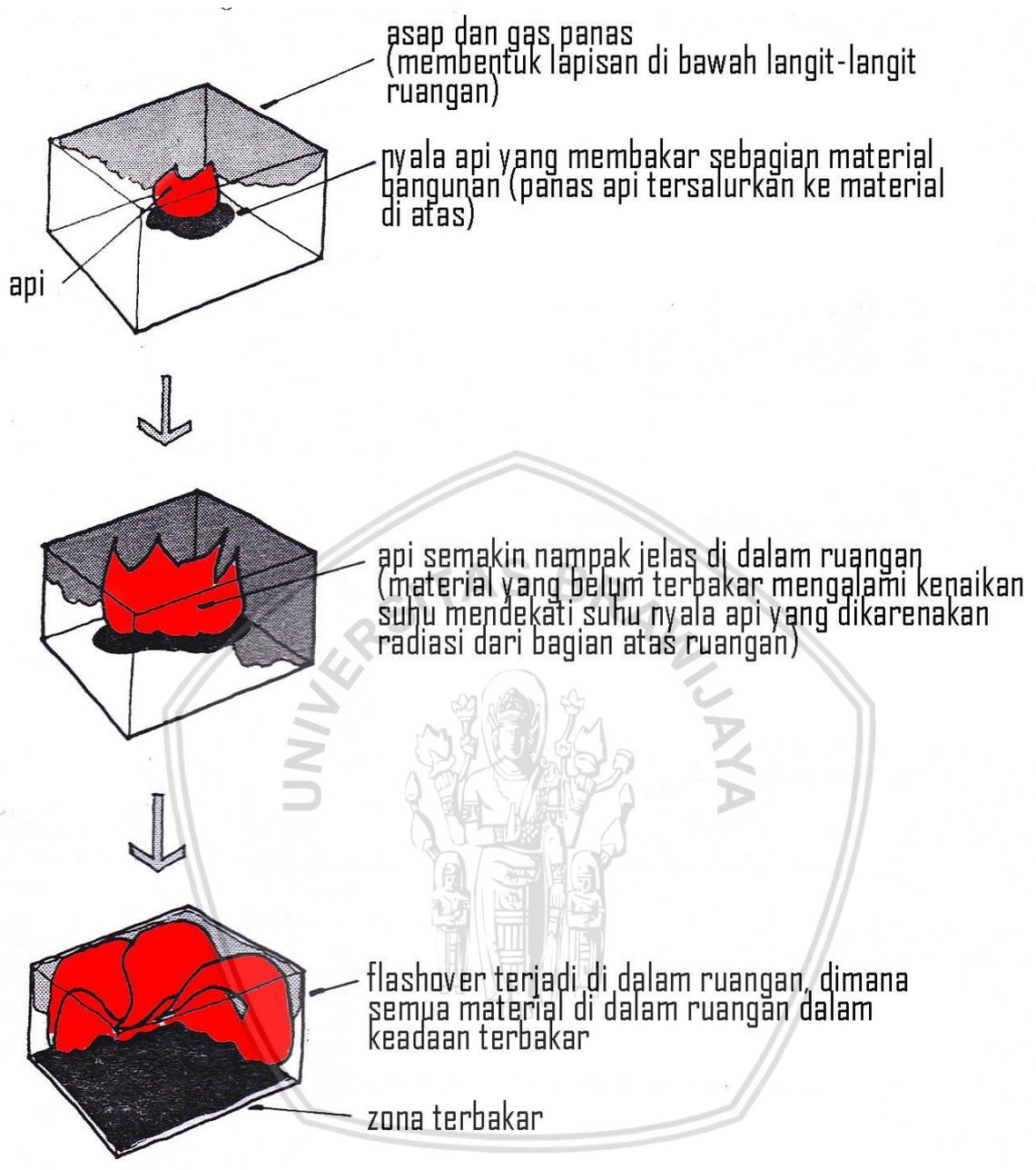
Pada kondisi ruang yang terbakar api cenderung bergerak ke atas secara cepat dengan cara konveksi yang kemudian menyebar secara horizontal pada langit-langit ruangan. Dari proses pembakaran tersebut dihasilkan gas, asap, dan panas. Gas panas dalam ruangan yang tertutup akan berkumpul sehingga menyerupai bentuk jamur yang akan terus berkembang dan memenuhi ruangan. Gas panas dalam bentuk tersebut suhunya dapat mencapai 700-1000 °C. Udara panas tersebut secara konveksi akan memberi panas pada dinding dan langit-langit ruangan, kemudian bersama dengan udara panas dalam ruangan akan memberi kalor secara radiasi pada bagian bawah ruangan yang belum terbakar.



Gambar 2.7 Proses kebakaran dalam ruangan

Sumber: Egan (1987,p.3)

Kebakaran terjadi secara bertahap, tahapan terjadinya kebakaran di dalam bangunan dimulai dengan adanya percikan api. Fase tersebut adalah fase pertumbuhan api. Penjalaran api karena konveksi diibaratkan seperti efek domino yang dapat membakar semua bahan secara cepat. Setelah itu terjadi sambaran-sambaran (*flash over*) dan temperature dapat mencapai 700-1000°C. Setelah mencapai puncaknya dan bahan bakar mulai menipis maka api akan menurun intensitasnya dan mengalami fase pelapukan api (*decay*).



Gambar 2.8 Perkembangan Api dalam Ruangan  
 Sumber: Egan (1987,p.10)

Sekali menyala, api dapat menyebar ke seluruh ruangan yang ada di dalam suatu bangunan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya
2. Sepanjang koridor atau ruang yang memanjang secara vertikal, seperti void
3. Perpindahan panas melalui permukaan kulit luar bangunan



### 2.4.3 Efek bahaya kebakaran dalam bangunan

Bahaya kebakaran adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan derajat terkena pancaran api sejak dari awal terjadi kebakaran hingga penjalaran api, asap, dan gas yang ditimbulkan. Terdapat dua jenis bahaya yang ditimbulkan yaitu kerugian material dan keselamatan jiwa manusia. Bahaya keselamatan jiwa manusia dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahaya langsung, tersengat panas api dan keracunan asap
2. Bahaya tidak langsung, terluka terjatuh, terserang sakit, dan mengalami shock/gangguan psikologis.

Jika api sudah menyebar di dalam bangunan maka akan dihasilkan dua produk yang terdiri dari:

#### 1. Asap

Asap merupakan penyebab utama terjadinya kematian dalam kebakaran. Bahaya yang paling utama bagi manusia adalah keracunan akibat terhirupnya asap (*non thermal*), asap menyebabkan orang sulit melihat untuk mencapai jalan keluar dan mengaburkan pertimbangan akan tindakan yang ingin dilakukan, penyebaran asap ini meliputi wilayah yang cukup luas dan jauh dari sumber api. Asap adalah istilah yang biasa digunakan untuk produk berupa gas yang dihasilkan dalam pembakaran, di dalam asap ini terkandung zat yang sudah terbakar maupun tidak terbakar. Asap dari proses pembakaran terdiri atas:

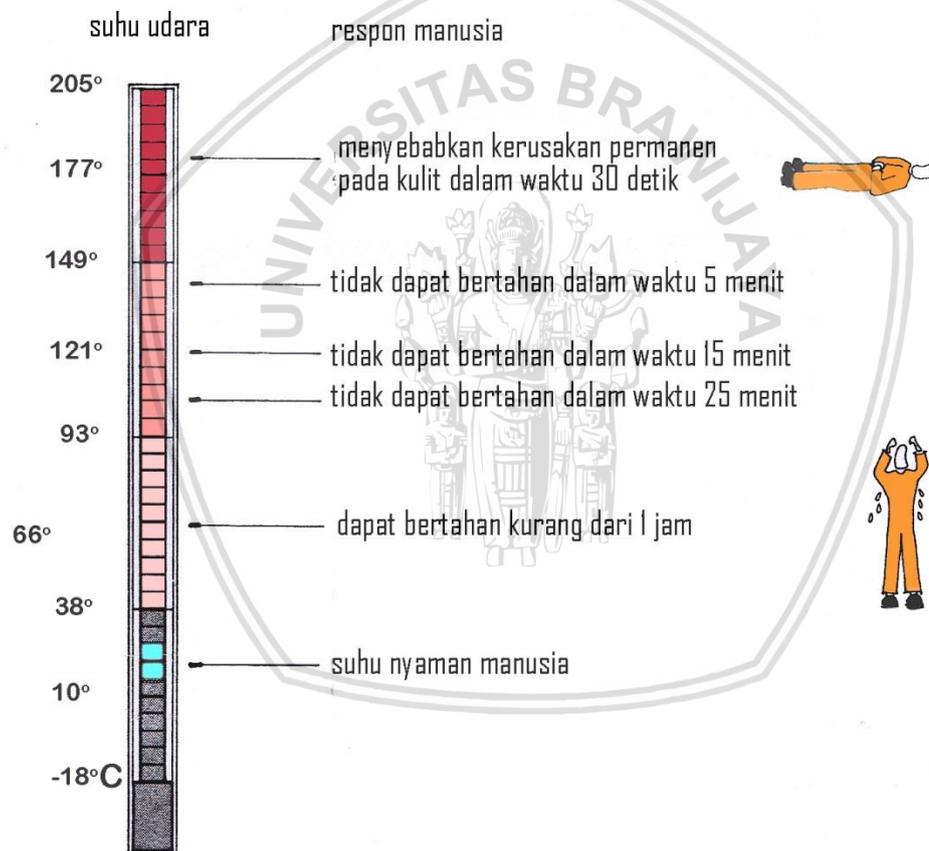
- a. Uap dan gas panas yang berasal dari material yang terbakar
- b. Material yang tidak terbakar dalam proses pembakaran
- c. Sejumlah udara yang tercampur unsur material hasil pembakaran

Asap mengandung zat karbo monoksida yang merupakan produk sampingan proses pembakaran yang tidak sempurna. Peningkatan jumlah asap tidak hanya berpengaruh terhadap kemampuan penglihatan tetapi juga terhadap jumlah racun yang akan terhirup.

## 2. Panas

Efek lain yang dihasilkan dari bahaya kebakaran adalah panas yang dapat berakibat langsung kepada manusia yang berada di dalam bangunan dan juga terhadap bangunan yang mengalami kebakaran. Panas yang dihasilkan dari kebakaran dapat mengakibatkan kerusakan pada kulit manusia dikarenakan temperatur api yang berkisar dari suhu  $45^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $> 72^{\circ}\text{C}$ .

Termal/panas juga berpengaruh terhadap material bangunan yang terbakar yang dihasilkan dari tingkat panas yang terjadi di dalam bangunan. tingkat panas yang dihasilkan umumnya berkisar antara  $700\text{-}1100^{\circ}\text{C}$  dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengasilkan tingkat panas berkisar antara 15 menit-3 jam.

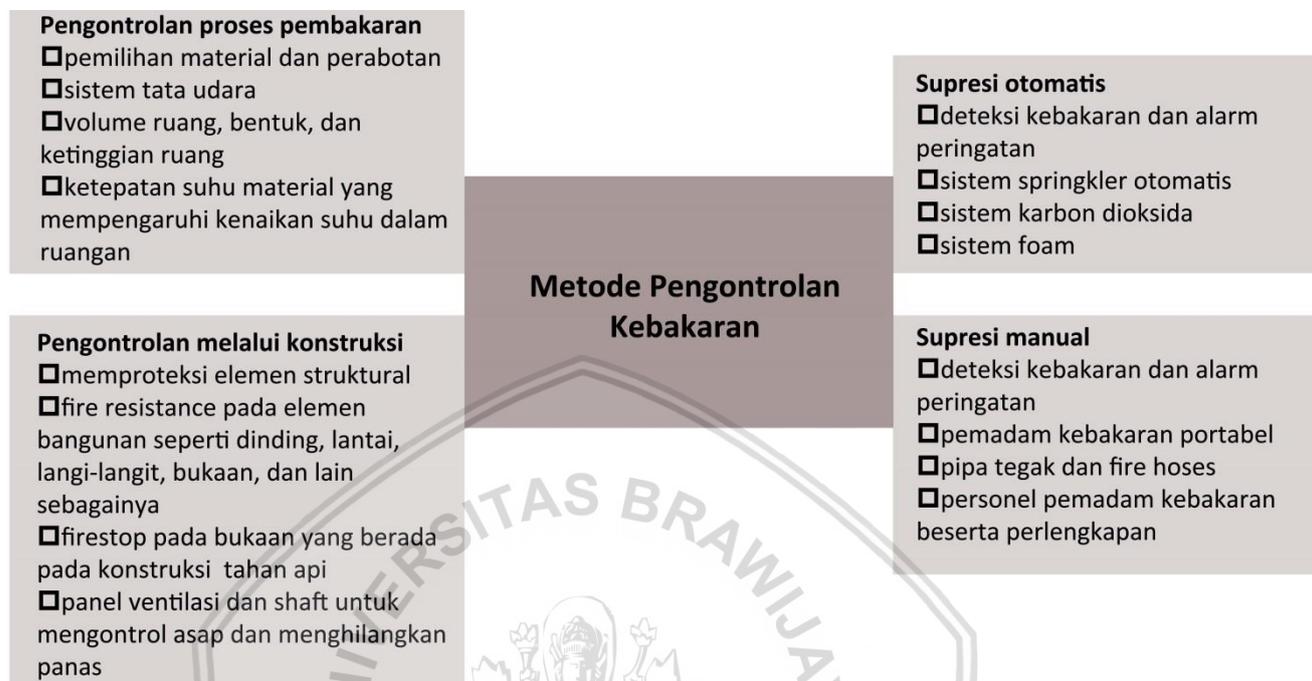


Gambar 2.9 Reaksi manusia terhadap panas  
Sumber: Egan (1987,p.5)

## 2.3 Sistem Proteksi Kebakaran

Untuk melindungi isi bangunan yang terdiri atas manusia dan harta benda dari bahaya kebakaran maka diperlukan adanya suatu perlindungan berupa sistem proteksi kebakaran. Menurut Egan dalam bukunya *Concept Fire Safety in Building* disebutkan 4 cara untuk

mengontrol dan mencegah kebakaran pada bangunan yang dapat dilihat pada bagan berikut.



Gambar 2.10 Cara mengontrol dan mencegah kebakaran pada bangunan  
Sumber: Egan (1987,p.36)

Pengertian sistem proteksi menurut Peraturan Menteri PU nomor 26 tahun 2008 adalah sistem yang terdiri dari peralatan dan perlengkapan serta sarana yang penerapannya dapat terpasang atau terbangun pada bangunan dengan tujuan melindungi bangunan dan lingkungannya dari bahaya kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang berada di wilayah Indonesia secara keseluruhan diatur dalam Permen PU nomor 26 tahun 2008. Ruang lingkup standar sitem proteksi yang diatur oleh Permen PU nomor 26 tahun 2008 terbagi menjadi tiga yakni perkotaan, lingkungan bangunan, dan bangunan. Sistem proteksi kebakaran yang tercakup dalam ketiga ruang lingkup tersebut antara lain kelengkapan tapak, sarana penyelamatan, sistem proteksi pasif, dan sistem proteksi aktif.

Sistem proteksi berdasarkan sifat kerjanya dibedakan menjadi 2 yakni sistem proteksi pasif dan sistem proteksi aktif. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26 tahun 2008 disebutkan bahwa sistem proteksi pasif adalah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk atau terbangun melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, kompartemenisasi atau pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan

terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan. Proteksi kebakaran yang menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya. Tujuan penerapan dari sistem proteksi pasif pada bangunan melindungi penghuni, menunjang aktifitas PMK ketika kebakaran terjadi, menghindari penyebaran api, dan meminimalisir dampak fisik kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang mampu menciptakan kestabilan pada bangunan ketika kebakaran dapat memberi waktu lebih pada penghuni bangunan untuk keluar dari bangunan dan memberikan waktu untuk PMK melakukan tugas.

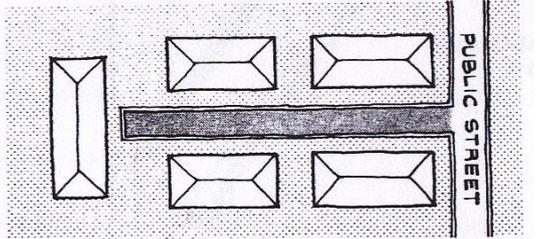
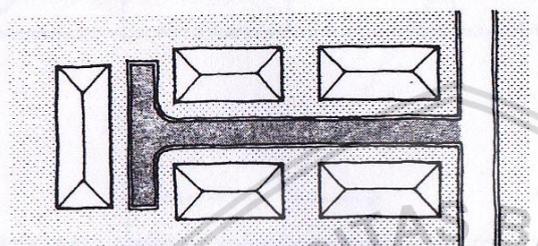
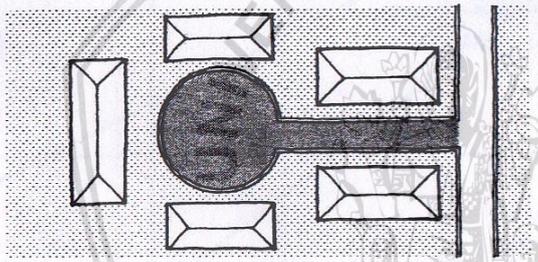
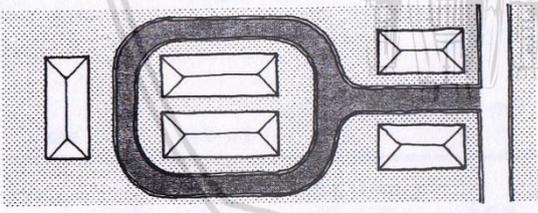
## **2.4 Sistem proteksi pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak)**

Kelengkapan sistem proteksi kebakaran pada tapak diperlukan untuk menghindari dan memperkecil dampak dari bahaya kebakaran. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan lingkungan yang memperhatikan dan menerapkan sistem proteksi kebakaran agar dapat membatasi penjaralan api, mempercepat proses penyelamatan dan pemadaman api.

### **2.4.1 Jalan lingkungan**

Jalan lingkungan yang baik dapat mencegah perluasan kebakaran dan mempermudah proses pemadaman api. Jalan lingkungan diberi perkerasan agar mempermudah kendaraan pemadam untuk menggunakannya. Berikut beberapa contoh layout jalan lingkungan untuk akses kendaraan.

Tabel 2.2. *Layout Jalan Lingkungan*  
Layout Jalan Lingkungan

Layout Jalan Lingkungan	Keterangan
 <p data-bbox="571 564 686 593"><i>Dead End</i></p>	<p data-bbox="933 309 1348 392">Memakan waktu bagi kendaraan pemadam untuk melakukan manuver putar balik</p>
 <p data-bbox="587 900 670 929"><i>T-Turn</i></p>	<p data-bbox="933 638 1276 698">Tersedia jalan untuk melakukan manuver dan berganti arah</p>
 <p data-bbox="571 1214 686 1243"><i>Cul-de-Sac</i></p>	<p data-bbox="933 936 1364 1019">Terdapat jalan melingkar untuk berputar balik. Radius minimal untuk jalan melingkar 12 m.</p>
 <p data-bbox="534 1460 726 1489"><i>Curved Driveway</i></p>	<p data-bbox="933 1243 1372 1303">Layout jalan secara menerus yang memudahkan kendaraan berputar balik.</p>

Sumber: Egan (1987,p.43)

#### 2.4.2 Lapis perkerasan (*hard standing*) dan jalur akses masuk (*access way*)

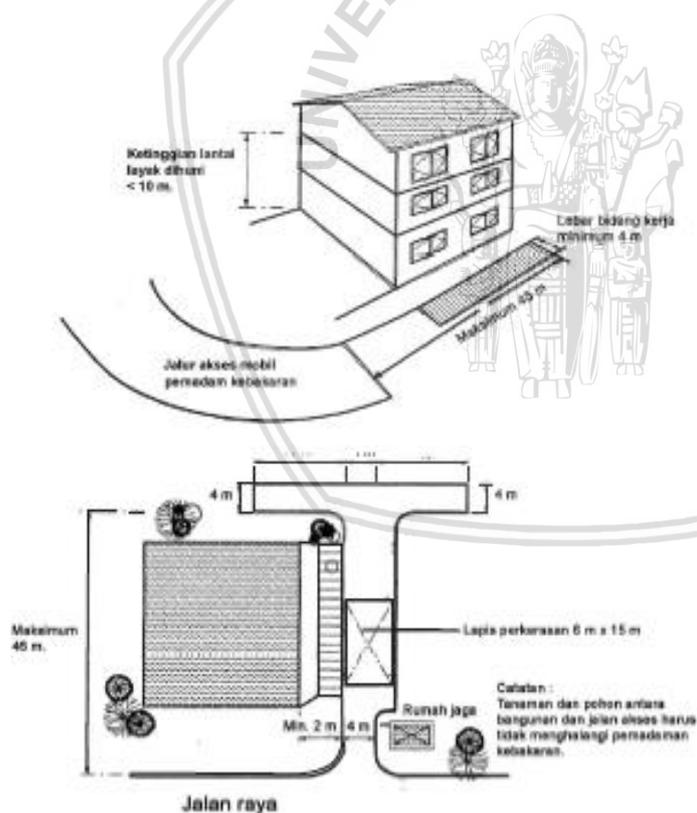
Lapis perkerasan merupakan area kerja dari mobil pemadam kebakaran yang direncanakan sedemikian rupa agar dapat menopang beban dari kendaraan pemadam kebakaran ketika melakukan pemadaman dan penyelamatan.

Pada bangunan gedung hunian dengan ketinggian tidak melebihi 10 meter, maka tidak dipersyaratkan adanya lapis perkerasan namun harus menyediakan area operasional dengan lebar 4 meter sepanjang sisi bangunan gedung tempat akses pemadam kebakaran diletakan

dengan syarat ruangan operasional dapat dicapai dengan jarak 45 meter dari jalur masuk kendaraan pemadam kebakaran.

Sedangkan untuk bangunan di luar tipe bangunan kelas 1,2,3, harus menyediakan lapis perkerasan pada lingkungan bangunan. Lapis perkerasan secara garis besar harus dapat mengakomodasi akses masuk dan manufer kendaraan pemadam kebakaran, snorkel, mobil pompa, mobil tangga, dan platform hidrolik. Berikut spesifikasi dari lapis perkerasan pada lingkungan bangunan:

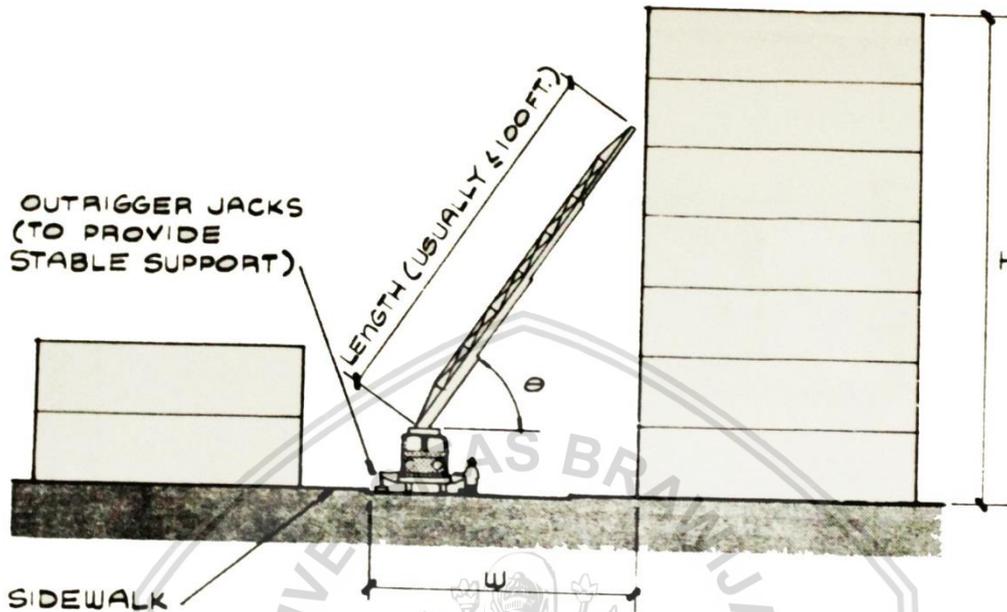
1. Peletakan lapis perkerasan harus dapat langsung mencapai akses petugas pemadam kebakaran ke dalam gedung
2. Dimensi dari lapis perkerasan minimum mempunyai lebar sebesar 6 meter, panjang sebesar 15 meter didukung dengan lebar jalur akses yang dapat digunakan mobil pemadam minimal sebesar 4 meter



Gambar 2.11 Lapis perkerasan pada lingkungan bangunan  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.21)

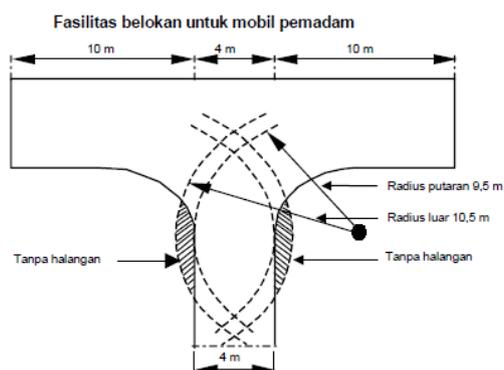
3. Penempatan tepi terdekat lapis perkerasan tidak kurang dari 2 meter atau lebih dari 10 meter dari pusat posisi akses pemadam kebakaran diukur secara horizontal

4. Jarak bangunan ke jalan harus mempertimbangkan kemampuan dari tangga pemadam kebakaran untuk mencapai bangunan. Sudut kemiringan tangga kebakaran yang layak untuk digunakan petugas yakni antara  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $80^\circ$ .



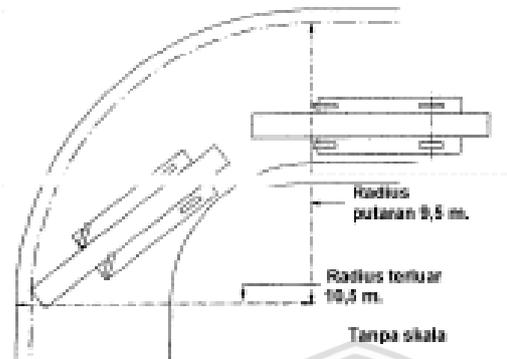
Gambar 2.12 Pencapaian tangga kendaraan pemadam ke bangunan  
Sumber: Egan (1987,p.45)

5. Lapis perkerasan diperkuat dengan menggunakan metal, paving blok, atau lapisan yang diperkuat lainnya agar dapat menyangga beban dari kendaraan pemadam kebakaran. Untuk ketinggian bangunan lebih dari 24 meter lapis perkerasan dirancang untuk kuat menopang beban statis kendaraan pemadam kebakaran sebesar 44 ton yang memiliki beban plat kaki.
6. Kemiringan lapis perkerasan tidak boleh lebih dari 1:8,3
7. Lapis perkerasan dan jalur akses tidak boleh melebihi 46 meter dan tidak boleh terdapat jalan buntu, karena akan menyulitkan kendaraan pemadam kebakaran melakukan maneuver putar balik.



Gambar 2.13. Fasilitas belokan kendaraan pemadam kebakaran  
Sumber: Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p.20)

8. Radius terluar pada belokan akses jalan kendaraan pemadam kebakaran minimal 10,5m



Gambar 2.14. Radius belokan jalur akses  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.23)

9. Tinggi ruang bebas di atas lapis perkerasan minimal 4,5 m agar dapat dilalui kendaraan pemadam kebakaran
10. Lapis perkerasan harus dalam keadaan bebas dari rintangan meliputi bagian dari bangunan, pepohonan, atau halangan lainnya yang menghambat jalur ke akses pemadam kebakaran
11. Pada ke empat sudut lapis perkerasan diberi penanda yang kontras dengan tanah atau penutup tanah
12. Jalan umum boleh difungsikan sebagai lapis perkerasan asalkan jalan tersebut memenuhi persyaratan lapis perkerasan
13. Pada bangunan bukan hunian harus disediakan jalur perkerasan dan jalur akses yang berdekatan dengan bangunan yang akan digunakan kendaraan peralatan pemadam kebakaran sebagai area kerja dan sirkulasi. Jalur akses kendaraan pemadam ditentukan berdasarkan besaran volume seperti tabel berikut:

Tabel 2.3. Keliling Jalur Akses Sekitar Bangunan

No.	Volume Bangunan Gedung (m <sup>3</sup> )	Jalur Akses
1	>7.100	Minimal 1/6 keliling bangunan
2	>28.000	Minimal 1/4 keliling bangunan
3	>56.800	Minimal 1/2 keliling bangunan
4	>85.200	Minimal 3/4 keliling bangunan
5	>113.600	Harus sekeliling bangunan gedung

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.23)

### 2.4.3 Jarak antar bangunan gedung

Untuk mencegah penyebaran kebakaran ke bangunan lain dapat dilakukan dengan penetapan jarak minimum bangunan berikut:

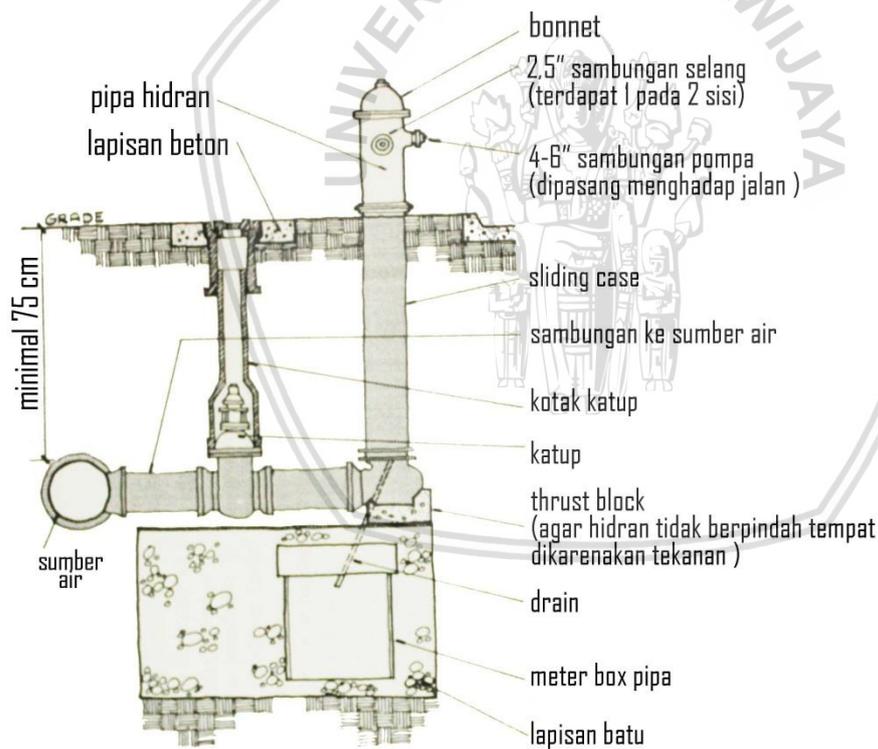
Tabel 2.4. *Jarak Minimum Antar Bangunan*

No.	Tinggi bangunan gedung (m)	Jarak minimum antar bangunan gedung (m)
1	s.d. 8	3
2	>8 s.d. 14	>3 s.d. 6
3	>14 s.d. 40	>6 s.d. 8
4	>40	>8

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.17)

### 2.4.4 Hidran halaman

Hidran halaman adalah bagian dari utilitas sistem proteksi kebakaran berupa alat yang terdiri dari slang dan mulut pancaran (*nozzle*) untuk mengalirkan air bertekanan. Hidran yang terletak pada halaman ini berfungsi untuk memadamkan api pada bangunan.

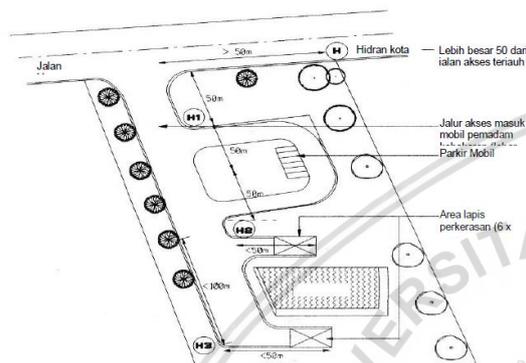


Gambar 2.15 Potongan hidran halaman

Sumber: Egan (1987,p.48)

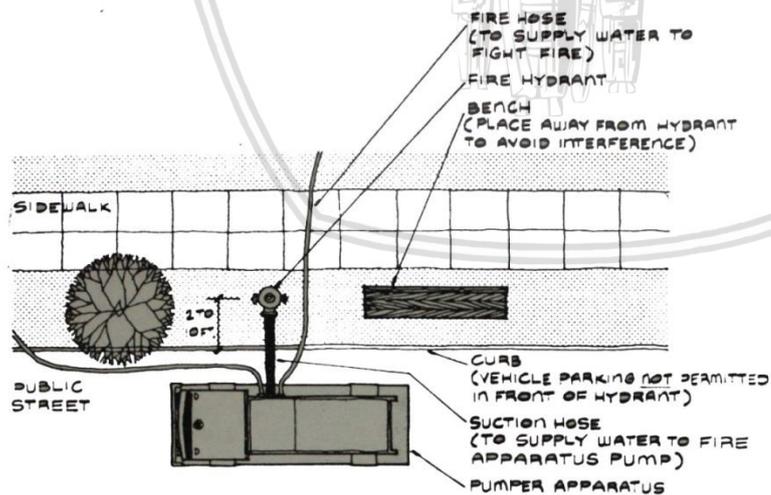
Kriteria hidran halaman yang berada pada lingkungan bangunan adalah sebagai berikut:

1. Jalur akses kendaraan pemadam harus dalam keadaan bebas hambatan sepanjang 50 m dari hidran kota. Bila hidran kota tidak tersedia, maka harus disediakan hidran halaman.
2. Jika terdapat lebih dari satu hidran halaman, maka hidran halaman ditempatkan sepanjang jalur akses kendaraan pemadam kebakaran dengan ketentuan jarak antar hidran halaman sebesar 50 meter.



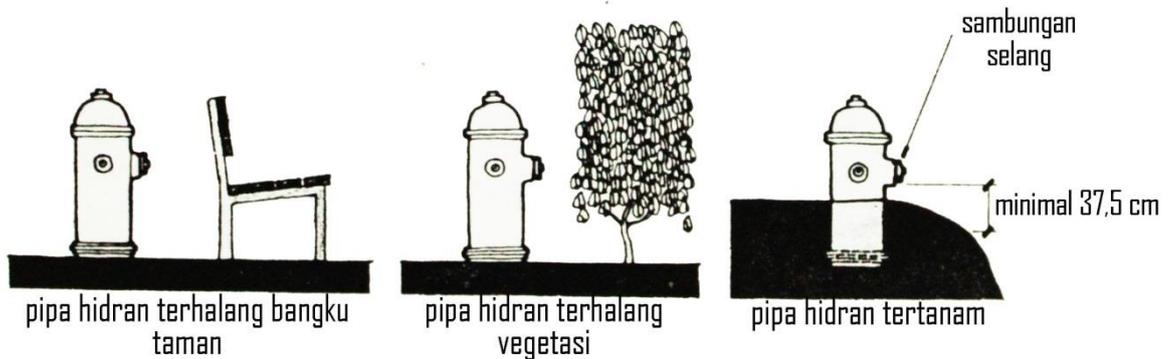
Gambar 2.16 Jarak antar hidran halaman  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.25)

3. Jarak antara pipa hidran dengan tepi jalan dari 60 cm maksimal sampai dengan 3 m.



Gambar 2.17 Peletakan hidran halaman terhadap jalan lingkungan  
Sumber: Egan (1987,p.49)

4. Pipa hidran mudah terlihat dan dicapai petugas pemadam kebakaran, sehingga pipa hidran tidak boleh dalam keadaan terhalang.



Gambar 2.18 Perletakan hidran halaman  
Sumber: Egan (1987,p.49)

5. Pasokan air untuk hidran halaman minimal 38 liter/detik pada tekanan 3,5 bar, serta mampu mengalirkan air minimal selama 30 menit

## 2.5 Sistem proteksi kebakaran pada bangunan

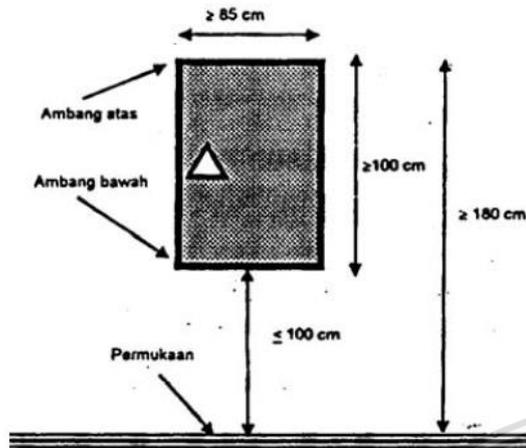
### 2.5.1 Akses petugas pemadam kebakaran ke bangunan

Akses petugas pemadam kebakaran ke dalam gedung berupa bukaan yang dibuat melalui dinding luar digunakan untuk operasi penyelamatan dan pemadaman api. Kriteria dari akses petugas pemadam ke dalam gedung sebagai berikut:

1. Bukaan siap dibuka dari luar maupun dari dalam atau dari material yang mudah dipecahkan dan bebas dari hambatan selama gedung dihuni atau ketika dioperasikan
2. Terdapat penanda akses petugas pemadam kebakaran pada bukaan



Gambar 2.19. Penanda untuk akses pemadam kebakaran  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.27)



Gambar 2.20 Dimensi bukaan akses pmk ke bangunan  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.27)

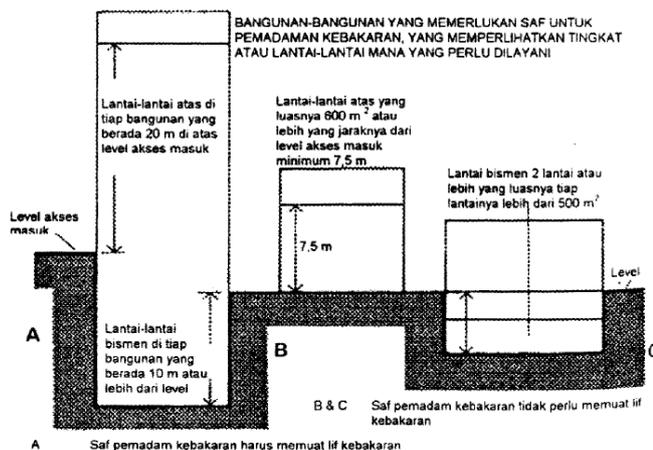
3. Jumlah dan posisi bukaan akses petugas pemadam kebakaran ke dalam bangunan gedung selain tipe hunian ditentukan oleh luas lantai bangunan, sistem proteksi bangunan, dan lainnya seperti berikut:
  - a. Akses petugas pemadam kebakaran ke dalam bangunan harus tersedia pada tiap lantai bangunan kecuali lantai pertama dan ketinggian bangunan tidak melebihi 60 meter. Akses petugas kebakaran harus ada 1 buah tiap luasan  $620 \text{ m}^2$  ataupun bagian dari lantai harus memiliki 2 bukaan akses petugas pemadam kebakaran pada setiap lantai bangunan gedung atau kompartemen
  - b. Pada bangunan dengan ruang atau kompartemen dengan luasan kurang dari  $620 \text{ m}^2$  yang tidak berhubungan satu sama lain, maka harus disediakan bukaan akses
  - c. Pada bangunan yang dilengkapi seluruhnya dengan sistem sprinkler otomatis, bukaan akses ditempatkan setiap luasan  $6200 \text{ m}^2$ . Selanjutnya untuk luasan diatas  $6200 \text{ m}^2$  peletakan bukaan akses tiap luasan  $1240 \text{ m}^2$
  - d. Penempatan bukaan akses yang lebih dari satu harus ditempatkan berjauhan dan terletak pada sisi bangunan yang berbeda. Jarak minimal antar bukaan akses sebesar 30 m diukur sepanjang dinding luar dari pusat bukaan akses
  - e. Pada bangunan yang tinggi ketinggian sisi luarnya terbatas dan sulit ditempatkan bukaan akses, harus dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran inter nal.

## 2.5.2 Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan

Pada bangunan tingkat rendah tanpa basemen, persyaratan akses masuk bagi petugas pemadam kebakaran berupa sarana jalan keluar dan akses masuk kendaraan. Sedangkan pada bangunan gedung lainnya perlu ada fasilitas tambahan untuk mengatasi masalah yang dihadapi petugas pemadam kebakaran saat mendekati lokasi dan berada pada lokasi kebakaran. Fasilitas tambahan tersebut perlu disediakan untuk mempercepat proses pemadaman dan penyelamatan. Fasilitas tersebut meliputi lift pemadam kebakaran, tangga untuk keperluan pemadam kebakaran, dan lobi untuk pemadaman kebakaran yang ketiganya dikombinasi dan ditempatkan dalam satu shaft yang terlindung dari kebakaran. Shaft tersebut dinamakan shaft pemadam kebakaran.

### 1. Ketentuan penggunaan shaft kebakaran

- a. Bangunan dengan ketinggian lebih dari 20 meter dari permukaan tanah atau akses masuk bangunan atau memiliki besmen 10 meter di bawah permukaan tanah atau akses masuk, harus menyediakan shaft pemadam kebakaran beserta dengan lift pemadam kebakaran
- b. Bangunan yang bukan tergolong bangunan parkir sisi terbuka dengan luas bangunan  $600 \text{ m}^2$  atau lebih yang ketinggiannya 7,5 meter di atas permukaan tanah atau akses masuk bangunan, harus menyediakan shaft pemadam kebakaran yang tidak perlu disediakan lift pemadam kebakaran
- c. Bangunan yang disertai dua lantai atau lebih besmen yang luasnya lebih dari  $900 \text{ m}^2$  harus menyediakan shaft pemadam kebakaran tanpa dilengkapi lift pemadam kebakaran
- d. Kompleks perbelanjaan harus dilengkapi dengan shaft pemadam kebakaran



Gambar 2.21. Kriteria bangunan dengan shaft PMK  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.29)

## 2. Jumlah dan lokasi shaft kebakaran

Ketentuan jumlah dan lokasi shaft kebakaran sebagai berikut:

- a. Pada bangunan yang dilengkapi seluruhnya dengan sistem sprinkler otomatis sesuai standar yang berlaku maka jumlah shaft pemadam kebakaran mengikuti tabel berikut.

Tabel 2.5. Jumlah Shaft Kebakaran pada Bangunan

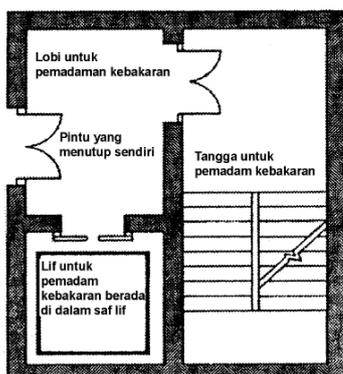
Luas Lantai Maksimum m <sup>2</sup>	Jumlah Minimum Saf Kebakaran
Kurang dari 900	1
900-2000	2
Lebih dari 2000	2 ditambah 1 untuk tiap penambahan 1500 m <sup>2</sup>

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.30)

- b. Pada bangunan gedung tanpa sprinkler otomatis harus menyediakan satu shaft pemadam kebakaran setiap luasan 900 m<sup>2</sup> yang letaknya 20 meter di atas permukaan tanah atau 7,5 di atas permukaan tanah
- c. Kriteria yang sama mengenai luasan 900 m<sup>2</sup> untuk setiap saf pemadaman kebakaran, harus diterapkan untuk menghitung jumlah saf yang diperlukan bagi besmen bangunan gedung.
- d. Penempatan shaft berjarak tidak lebih dari 60 meter dari setiap bagian per lantai bangunan. Jika denah bangunan tidak diketahui maka jarak pencapaian dari setiap bagian per lantai tidak lebih dari 40 meter

## 3. Desain dan konstruksi saf kebakaran

- a. Setiap jalur tangga pemadam kebakaran dan lif pemadam kebakaran diakses dari lobi pemadam kebakaran
- b. Setiap shaft pemadam kebakaran harus dilengkapi dengan sumber air utama yang memiliki sambungan *outlet* dan katup-katup di tiap lobi pemadam kebakaran kecuali pada lantai akses ke bangunan

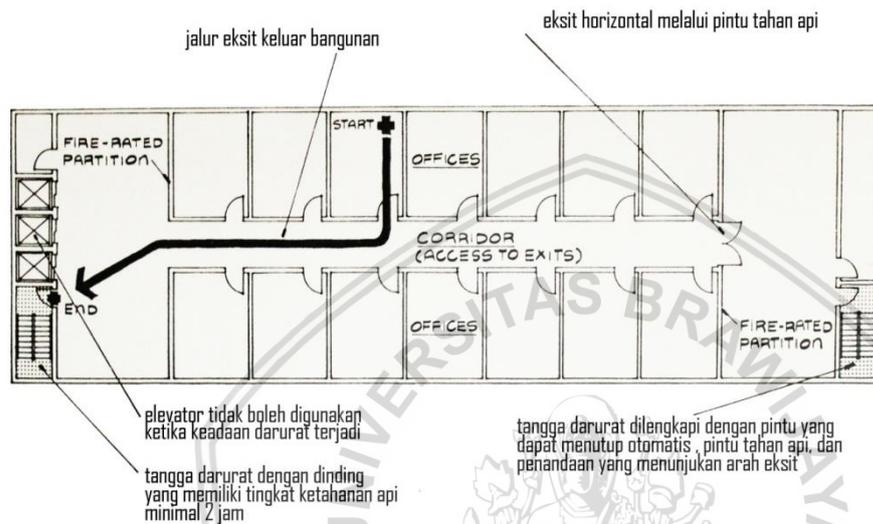


Gambar 2.22. Layout saf PMK

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.32)

### 2.5.3 Sarana penyelamatan

Sarana penyelamatan pada bangunan berfungsi untuk mempermudah penghuni bangunan dalam melakukan proses evakuasi. Sarana penyelamatan yang baik dapat memberikan penghuni waktu yang cukup untuk menyelamatkan diri keluar dari bangunan dengan aman tanpa terhambat hal-hal yang terjadi akibat bahaya kebakaran.

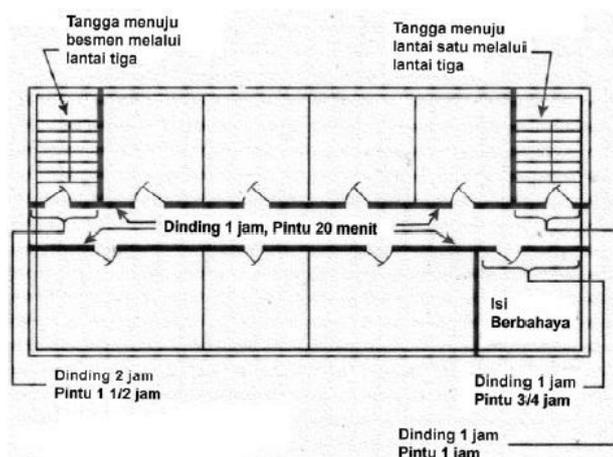


Gambar 2.23. Sarana penyelamatan perkantoran  
Sumber: Egan (1987,p.185)

#### 1. Akses eksis koridor

Akses eksis merupakan sarana jalan keluar untuk mencapai eksis bangunan. Akses eksis harus bebas dari api dan asap serta selalu tersedia setiap saat untuk penghuni bangunan

- Koridor yang difungsikan sebagai akses eksis untuk suatu luasan dengan beban hunian lebih dari 30 harus dipisahkan dengan bagian bangunan lain dengan menggunakan dinding yang memiliki tingkat ketahanan api 1 jam.



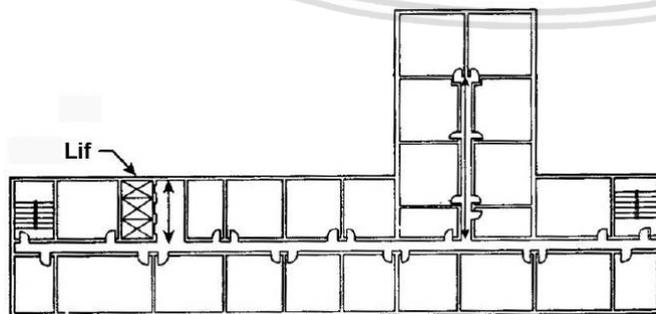
Gambar 2.24. Koridor sebagai akses eksis  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.34)

- b. Dalam merancang koridor bangunan sebaiknya menghindari ujung buntu karena dapat menjebak penghuni bangunan ketika asap kebakaran memenuhi koridor. Untuk menghindari hal-hal yang dapat menghambat jalannya evakuasi dalam bangunan, terdapat batasan panjang maksimal ujung buntu pada koridor seperti berikut:

Tabel 2.6. *Batasan Jarak Ujung Buntu pada Koridor*

Fungsi bangunan	Batas ujung buntu	
	Tanpa springkler	Springkler
Bangunan pertemuan		
Baru	6,1	6,1
Lama	6,1	6,1
Bangunan pendidikan		
Baru	6,1	15
Lama	6,1	15
Bangunan perawatan kesehatan		
Baru	9,1	-
Lama	-	9,1
Hotel dan asrama		
Baru	10,7	15
Lama	15	15
Apartemen		
Baru	10,7	15
Lama	15	15
Mall		
Baru	6,1	15
Lama	15	15
Bangunan bisnis		
Baru	6,1	15
Lama	15	15

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.68)



Gambar 2.25. Ujung buntu pada akses eksit

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.79)

- c. Terdapat penanda yang menunjukkan eksit bangunan  
 d. Lebar minimum tidak lebih kecil dari 915 mm

- e. Ketinggian minimal dari lantai ke langit-langit pada ruangan koridor sebagai akses eksit sebesar 2,3 m dengan jarak lantai ke tonjolan pada langit-langit sedikitnya sebesar 2 m
- f. Jika terdapat perbedaan ketinggian sebesar 30 cm, harus dalam bentuk ramp atau tangga.
- g. Jalur koridor yang menuju ke arah eksit harus bersih dari segala perabot, dekorasi, dan benda lainnya yang dapat menghalangi proses evakuasi

## 2. Keandalan sarana jalan keluar

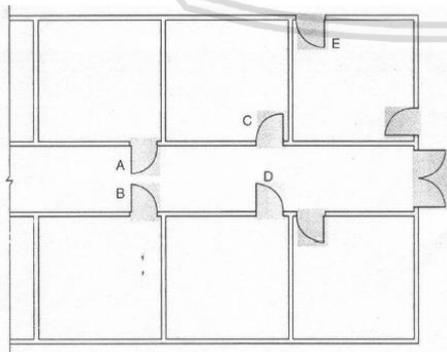
Sarana jalan keluar harus dipelihara secara rutin dan harus bebas dari hambatan agar proses evakuasi dapat berjalan secara maksimal. Perabot dan dekorasi tidak diperbolehkan ditempatkan pada area yang dapat mengganggu area eksit, jalur ke eksit, jalan keluar dari eksit, ataupun pada area yang dapat mengganggu penglihatan.

## 3. Pintu

### a. Ayunan, gaya dan keandalan pintu

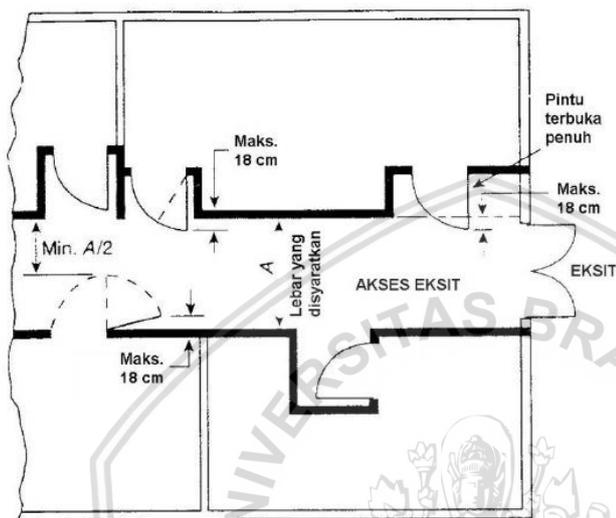
- 1) Setiap pintu pada sarana jalan keluar menggunakan jenis pintu engsel sisi atau disebut pintu ayun. Berikut beberapa ketentuan arah ayun pintu berdasarkan Permen PU nomor 26 tahun 2008.

Tabel 2.7. *Arah Ayunan Pintu*

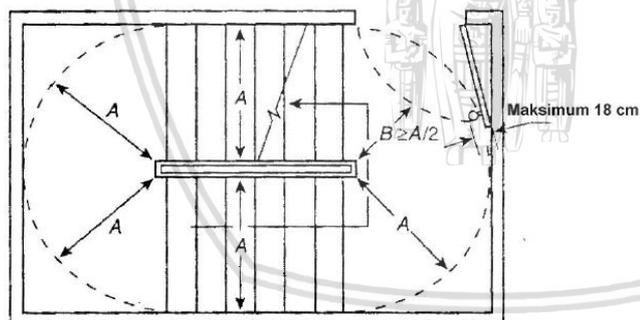
Gambar	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintu C diizinkan mengayun balik ke dalam bangunan jika ruangan memiliki beban hunian 50 dan bukan merupakan ruang yang rawan kebakaran</li> <li>• Pintu D harus mengayun ke arah jalur jalan keluar jika ruangan memiliki beban hunian lebih dari 50</li> <li>• Pintu E merupakan pintu eksit yang berada pada ruangan tidak terlindung. Pintu E diperbolehkan mengayun ke dalam ruangan jika beban hunian kurang dari 50 dan tidak mengandung bahaya berat</li> <li>• Pintu A dan B sebaiknya tidak mengayun ke arah jalan keluar karena dapat mengganggu penggunaan koridor</li> </ul>

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.41)

- 2) Pintu yang mengarah ke arah jalan keluar diterapkan pada ruang eksit terlindung dan pada ruangan yang berisi bahan dengan tingkat kebakaran tinggi.
- 3) Selama mengayun, pintu yang mengayun ke arah sarana jalan keluar harus menyisihkan minimal setengah dari lebar koridor, gang, bordes tangga maupun tonjolan maksimal 18 cm dari gang, koridor, bordes tangga.



Gambar 2.26. Pintu dengan arah ayun ke akses eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.42)



A — Lebar yang dipersyaratkan.  
B — Sekurang-kurangnya  $A/2$

Gambar 2.27. Pintu dengan arah ayun ke eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.43)

- 4) Pintu pada eksit harus dalam keadaan selalu tertutup untuk mencegah penyebaran api dan asap, maka pintu pada ruang eksit terlindung memerlukan engsel penutup yang secara otomatis akan menutup pintu setelah pintu dibuka



Gambar 2.28. Pintu pada tangga penyelamatan  
Sumber: Egan (1987,p.190)

- 5) Pintu-pintu yang berfungsi sebagai entrance ke dalam bangunan akan dimanfaatkan penghuni bangunan sebagai pintu keluar bangunan. Sehingga entrance sekaligus pintu eksit bangunan tersebut harus dirancang dan dibangun agar jalan dari jalur keluar dapat terlihat langsung dari pintu tersebut.
- b. Penguncian pintu bangunan
- 1) Pintu-pintu dalam bangunan yang dihuni harus dirancang agar dapat dibuka dari sarana jalan keluar untuk mempermudah proses penyelamatan.
  - 2) Kunci-kunci langsung dapat dibuka tanpa memerlukan upaya-upaya tertentu yang dapat menghambat proses penyelamatan.
  - 3) Jika eksit terlindung menerus sampai ke bagian atap, pintu yang menuju ke bagian atas bangunan harus terkunci atau boleh diakses dari atap.

- 4) Pintu bangunan yang berada di luar diperbolehkan memiliki anak kunci namun dengan persyaratan tidak dikunci ketika bangunan masih dihuni. Oleh sebab itu pada pintu yang berada pada luar bangunan harus terdapat penanda.

**“PINTU INI TETAP TERBUKA SAAT BANGUNAN GEDUNG DIHUNI”**

*Gambar 2.29* Penandaan untuk pintu bagian luar  
Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p. 53)

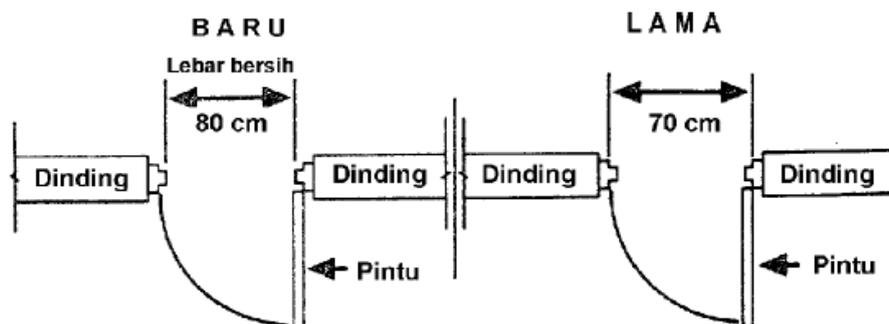
Penanda tersebut harus mudah terbaca, tanda arahnya tahan lama, ketinggian huruf minimal 2,5 cm disertai warna latar belakang yang kontras dengan tulisan. Selain penanda tersebut terdapat penanda lain yang berkaitan dengan sirkulasi evakuasi dengan ketentuan setiap penanda tinggi huruf minimal 20 mm dan kontras dengan warna latar.

**“PINTU AMAN KEBAKARAN  
DILARANG MENEMPATKAN BARANG DI DEPAN PINTU”**

*Gambar 2.30* Penandaan untuk pintu hamburan eksit  
Sumber: Kepmen PU no 10 (2000,p. 53)

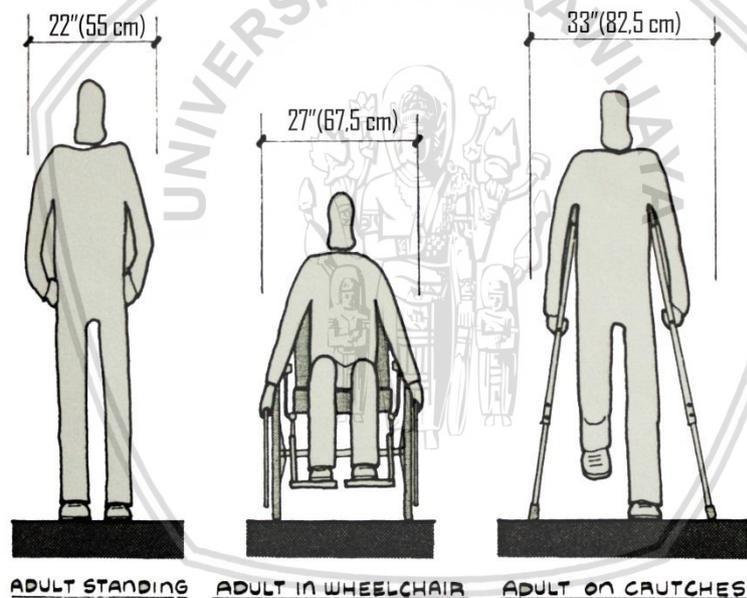
#### c. Dimensi pintu

- 1) Mengacu pada SNI 03-1746-2000, pintu-pintu yang berada pada sarana jalan keluar diharuskan memiliki lebar bersih minimum sebesar 80 cm. Jika dalam bangunan menggunakan pasangan daun pintu, maka salah satu dari daun pintu setidaknya memiliki lebar bersih sebesar 80 cm. Sedangkan untuk bangunan lama, pintu-pintunya minimal memiliki lebar bersih bukaan sebesar 70 cm. Pada ruangan dengan luasan tidak lebih dari 6,5 m<sup>2</sup> dan ruangan tersebut tidak digunakan orang berkursi roda maka lebar bersih bukaan pintunya 60 cm.



*Gambar 2.31.* Lebar bersih bukaan pintu sarana jalan keluar  
Sumber: SNI 03-1746-2000 (2000,p.9)

- 2) Pintu-pintu yang berada pada sarana jalan keluar seperti koridor dan tangga darurat harus mempertimbangkan aksesibilitas penghuni bangunan. Pada literatur *Concepts in Building Fire Safety*, Egan menggolongkan penghuni bangunan menjadi 3 berdasarkan dimensi lebar yang dibutuhkan untuk berjalan. Pertama kelompok dimensi orang dewasa yang memiliki lebar standar 22" (66 cm) ketika dalam keadaan berdiri dan memerlukan lebar 28" (84 cm) ketika berjalan. Kelompok kedua untuk manusia dewasa pengguna kursi roda yang memiliki lebar 27" (81 cm) ketika dalam keadaan diam dan 32" (96 cm) dalam keadaan berjalan. Terakhir kelompok 3 bagi manusia disable pengguna tongkat yang memerlukan lebar 33" (99 cm) dalam keadaan diam ataupun berjalan. Sehingga sebuah pintu hendaknya memiliki lebar minimal 100 cm agar dapat diakses oleh manusia normal ataupun penyandang disabilitas.



Gambar 2.32. Lebar sirkulasi manusia  
Sumber: Egan (1987,p.187)

- 3) Untuk menentukan dimensi pintu pada eksit dapat menggunakan rumus yang ditentukan dari luasan lantai, beban hunian, dan kapasitas bangunan. Beban penghunian adalah jumlah kepadatan manusia pada bangunan yang harus ditampung eksit. Kapasitas adalah jumlah penghuni bangunan yang akan ditampung oleh sebuah eksit. Berikut rumusan untuk menentukan unit dimensi sarana jalan keluar:

$$W = \frac{A}{dc}$$

Keterangan:

W= unit lebar sarana jalan keluar

A= luas lantai

d= faktor beban hunian

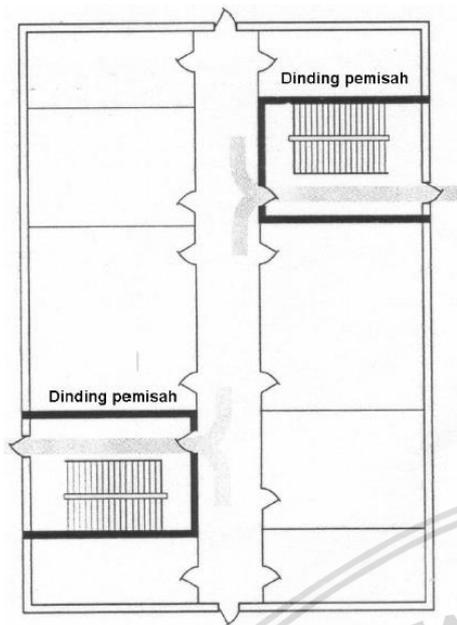
c= kapasitas sarana jalan keluar

- 4) Sedangkan untuk ketinggian ambang bawah pada pintu sarana jalan keluar minimal 2 m. Untuk pintu eksit dapat memiliki 1 daun pintu ataupun pintu dengan 2 daun pintu. Untuk pintu dengan 1 daun pintu memiliki lebar maksimum 120 cm dan pintu 2 daun pintu masing-masing minimum 50 cm.

#### 4. Eksit (tangga kebakaran)

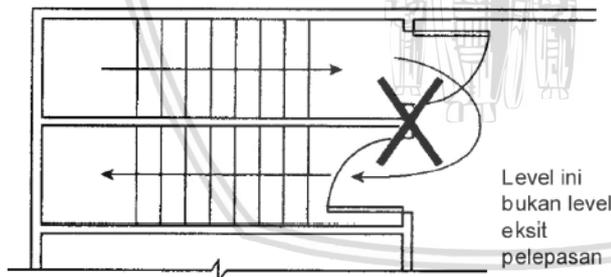
Eksit merupakan bagian dari sebuah sarana jalan ke luar yang dipisahkan dari tempat lainnya dalam bangunan gedung oleh konstruksi atau peralatan untuk menyediakan lintasan jalan yang diproteksi menuju eksit pelepasan. Eksit yang dipisahkan dari bagian bangunan lain, konstruksi pemisahannya harus memenuhi ketentuan berikut:

- a. Eksit yang menghubungkan 1 sampai 3 lantai pada bangunan wajib memiliki dinding pemisah yang memiliki Tingkat Ketahanan Api minimal 1 jam. Sedangkan untuk sarana eksit yang menghubungkan 4 lantai atau lebih dinding pemisahannya harus memiliki Tingkat Ketahanan Api minimal 2 jam,



Gambar 2.33. Dinding pemisah pada tangga darurat  
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.35)

- b. Bukaan pada dinding pemisah harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran dengan minimal Tingkat Ketahanan Api 1 ½ jam
- c. Suatu eksit terlindung harus menyediakan jalur evakuasi menerus yang terproteksi menuju ke area eksit pelepasan



Gambar 2.34. Jalur lintasan ruang terlindung tidak menerus  
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.38 )

- d. Eksit terlindung tidak boleh difungsikan sebagai ruangan lain yang dapat mengganggu proses evakuasi.
5. Ruang terlindung dan proteksi tangga pada sarana eksit
- a. Tangga dalam bangunan  
 Tangga eksit yang berada dalam bangunan harus dalam kondisi terlindung dari bahaya kebakaran.

b. Tangga ter-ekspose

Tabel 2.8. Dinding Ruang Tangga Eksit

Gambar	Keterangan
	<p>Salah satu dinding tangga eksit yang terekspose tidak diharuskan untuk tahan api</p>
	<p>Tangga eksit yang menonjol keluar bangunan dengan sekeliling dinding yang tidak terlindung, maka dinding bangunan harus terlindung sampai sejauh 3 meter tangga eksit</p>
	<p>Tangga eksit dengan dinding yang sejajar terekspose dan dinding yang berdekatan. Pada tangga yang sejajar tidak diharuskan terlindung dan dinding berdekatan harus terlindung sepanjang 3 meter</p>

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.52)

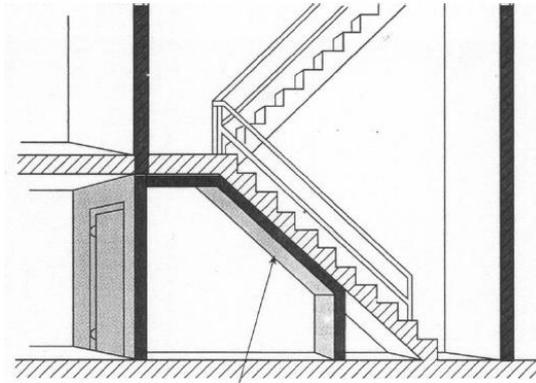
c. Area tangga yang difungsikan

Tangga eksit dilarang memiliki fungsi lain selain eksit termasuk di area bawah tangga karena dapat berpotensi mengganggu proses evakuasi, kecuali persyaratan berikut:

- 1) Area yang memiliki fungsi lain tersebut dipisahkan dari bangunan dengan dinding berkonstruksi tahan api



- 2) Jalan masuk area tangga terpakai melalui jalan di luar tangga eksit

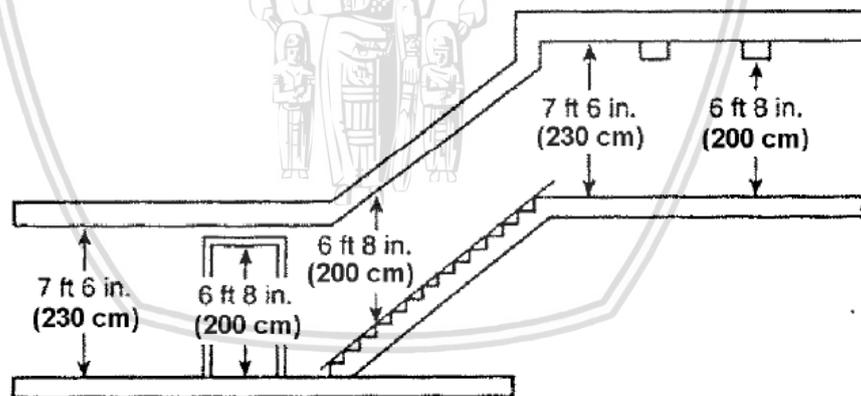


Gambar 2.35. Area tangga yang difungsikan  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.53)

d. Tangga darurat

Berikut kriteria dimensi tangga darurat yang terdapat dalam Permen PU no 26 tahun 2008 dan SNI 03-1746 tahun 2000:

- 1) Ketinggian minimal sarana jalan keluar sebesar 2,3 m dan ketinggian ruangan dengan tonjolan 2 m di atas permukaan lantai finish. Ketinggian ruangan di atas tangga minimal 2 m yang diukur secara vertikal dari ujung anak tangga ke bidang yang sejajar dengan kemiringan tangga.



Gambar 2.36. Ketinggian ruang tangga eksit  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.7)

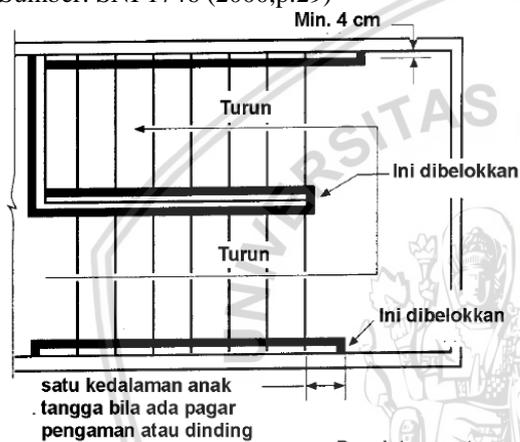
- 2) Perubahan ketinggian melebihi 50 cm dalam sarana jalan keluar harus menggunakan tangga atau ramp
- 3) Pagar pengamanan tersedia di sisi bagian terbuka dari sarana jalan keluar tangga atau ram yang memiliki ketinggian lebih dari 70 cm di atas lantai

- 4) Ketinggian dari rel pegangan tangan 86-96 cm dan berada pada kedua sisinya



Ketinggian (tangga lurus)

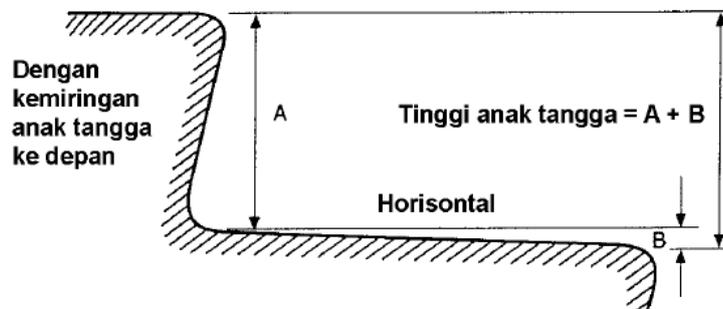
Gambar 2.37. Dimensi tangga darurat  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.29)



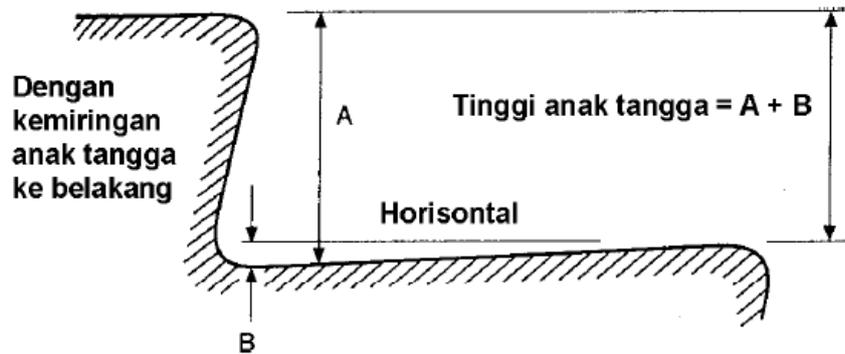
Denah tangga turun

Gambar 2.38. Peletakan railing tangga darurat  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.29)

- 5) Lebar bersih tangga kelas A dan B 110 cm atau 90 cm untuk bangunan dengan beban hunian tidak lebih dari 50
- 6) Maksimum ketinggian anak tangga kelas A 19 cm sedangkan kelas B 20 cm sedangkan untuk bangunan baru ketinggian anak tangga minimal 18 cm



Gambar 2.39. Anak tangga dengan kemiringan ke depan  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)



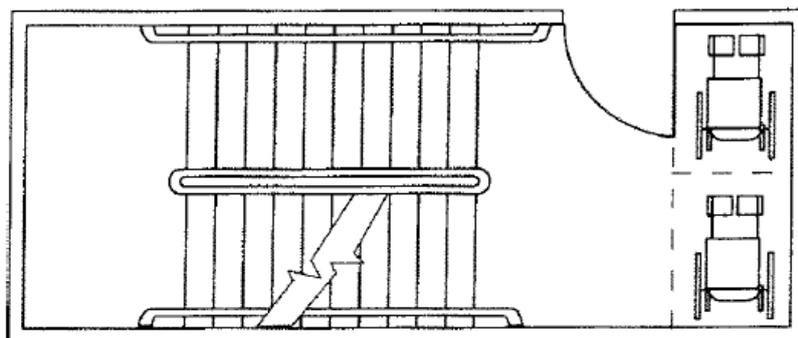
Gambar 2.40. Anak tangga dengan kemiringan ke belakang  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)

- 7) Kedalaman anak tangga minimum kelas A sebesar 25 cm dan kelas B 23cm



Gambar 2.41. Kedalaman anak tangga  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.25)

- 8) Ketinggian maksimum antar bordes tangga kelas A dan B sebesar 3,7 m  
9) Bordes tangga memiliki lebar yang sama dengan tangga  
10) Sarana eksit dapat berfungsi sebagai tempat perlindungan bagi penghuni dengan keterbatasan gerak. Daerah perlindungan tersebut dapat menampung minimal 1 kursi roda (76 cm x 120 cm) untuk setiap 200 penghuni. Minimal lebar daerah perlindungan 90 cm



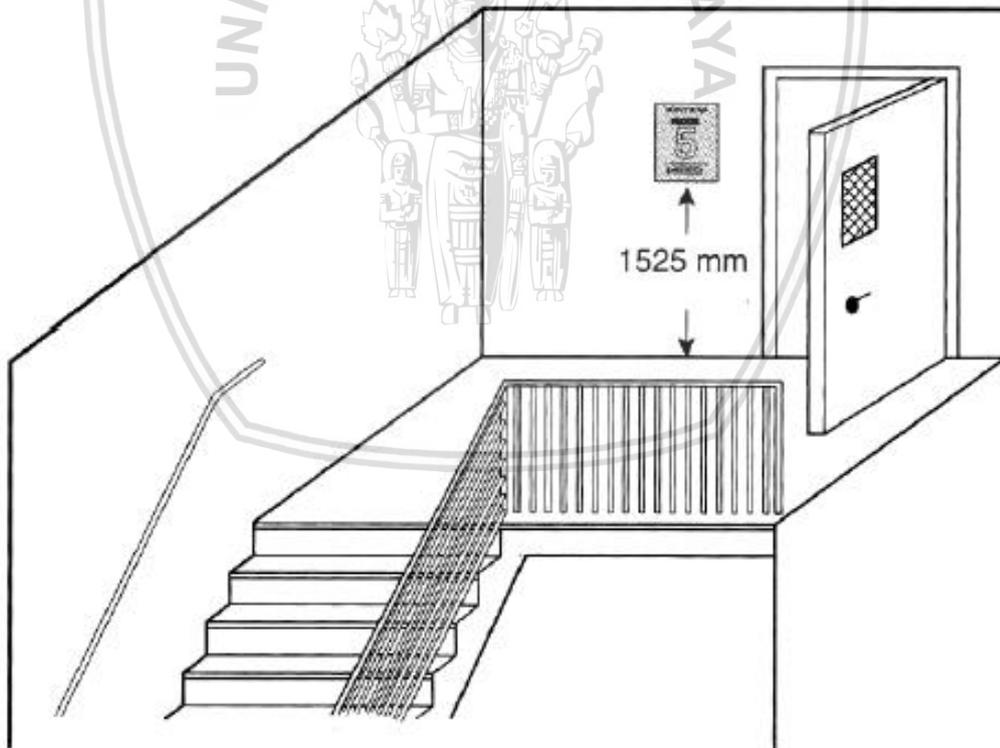
Gambar 2.42. Tangga darurat yang dapat diakses pengguna kursi roda  
Sumber: SNI 1746 (2000,p.53)

- 11) Permukaan tangga dan bordes padat, memiliki ketahanan gelincir yang seragam, bebas dari tonjolan yang dapat mengakibatkan pengguna terjatuh serta menggunakan material yang tidak mudah terbakar
- 12) Kemiringan anak tangga tidak melebihi 2 cm per m (kemiringan 1:48)

e. Penandaan jalur tangga

Tangga eksit bangunan baru yang melayani tiga lantai atau lebih dan tangga eksit pada bangunan lama yang melayani lima lantai atau lebih harus memiliki penanda pada jalur tangga eksit dengan ketentuan berikut:

- 1) Terdapat tanda pengenal pada setiap bordes lantai
- 2) Penandaan menunjukkan tingkat lantai
- 3) Penanda menunjukkan akhir dari tangga terlindung
- 4) Menunjukkan tingkat lantai dari, dan ke arah eksit pelepasan
- 5) Penempatan penanda 1,5 meter di atas lantai bordes dan mudah terlihat dalam kondisi pintu terbuka dan tertutup



Gambar 2.43. Penempatan penanda pada tangga darurat  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.55)

- 6) Penanda harus dipasang atau dicat pada dinding sehingga selalu terlihat pada dinding
- 7) Angka tingkatan lantai harus ditempatkan ditengah dengan ketinggian minimal 12,5 cm. Untuk level mezanin menggunakan symbol M dan besmen menggunakan symbol B

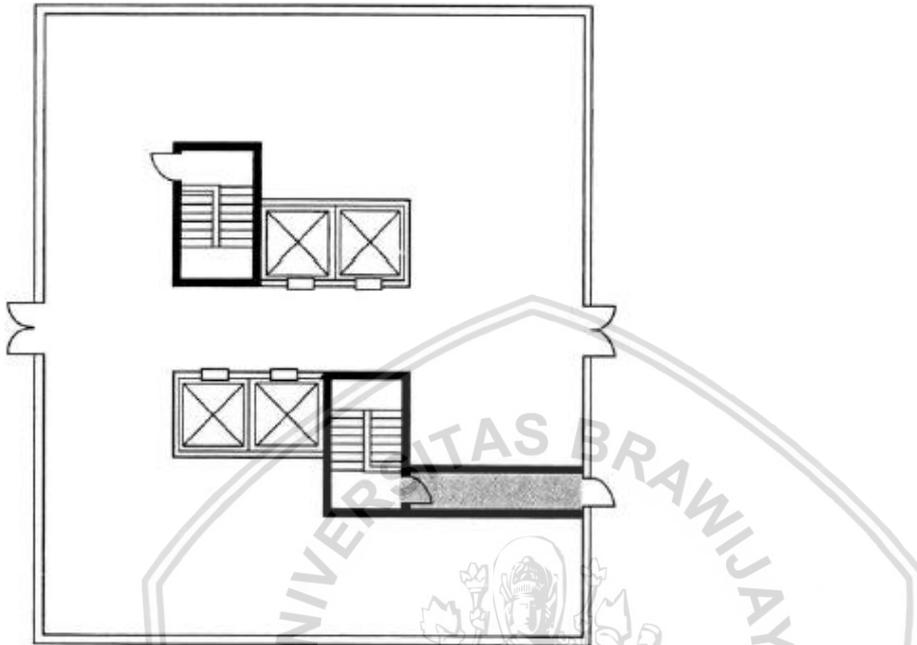


Gambar 2.44. Signage pada area bordesk  
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.54)

#### 6. Jalan terusan eksit

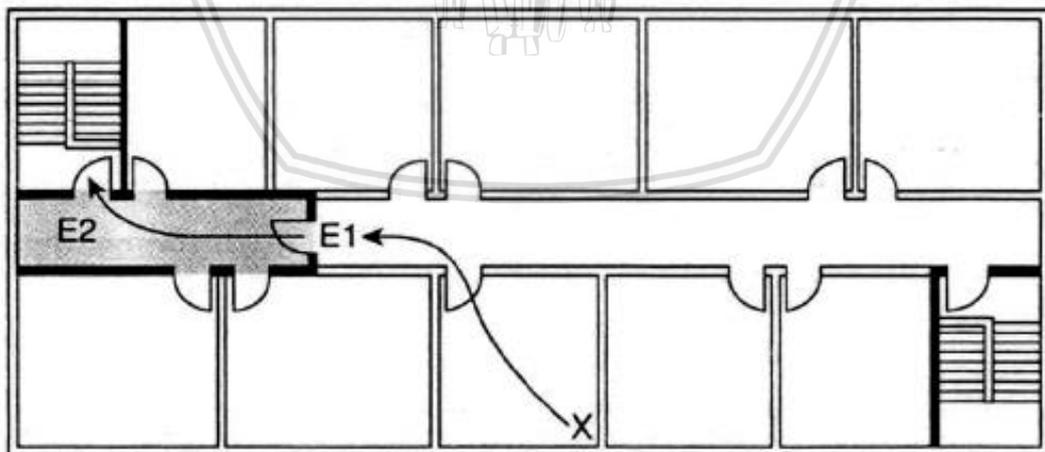
Jalan terusan eksit merupakan jalan terusan yang menghubungkan eksit terlindung atau tangga eksit dengan pelepasan eksit yang menuju ke bagian luar gedung. Selain sebagai penghubung ke luar bangunan, jalan terusan eksit berfungsi menghubungkan ruang-ruang dalam bangunan ke eksit terlindung atau tangga eksit. Ketentuan untuk sarana jalan terusan eksit sebagai berikut:

- a. Dinding jalur terusan eksit terpisah dari bangunan dengan penggunaan dinding tahan api yang memiliki tingkat ketahanan api seperti yang disyaratkan pada eksit terlindung



Gambar 2.45. Jalan terusan eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.56)

- b. Jika terdapat bukaan seperti pintu dan jendela maka bukaan tersebut wajib memiliki tingkat ketahanan api dan bangunan diproteksi dengan springkler otomatis



Gambar 2.46. Bukaan pada jalan terusan eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.57)

## 7. Pengukuran jarak tempuh ke eksit

Berikut tabulasi batas jarak tempuh dan ujung buntu berdasar Permen PU no 26 tahun 2008.

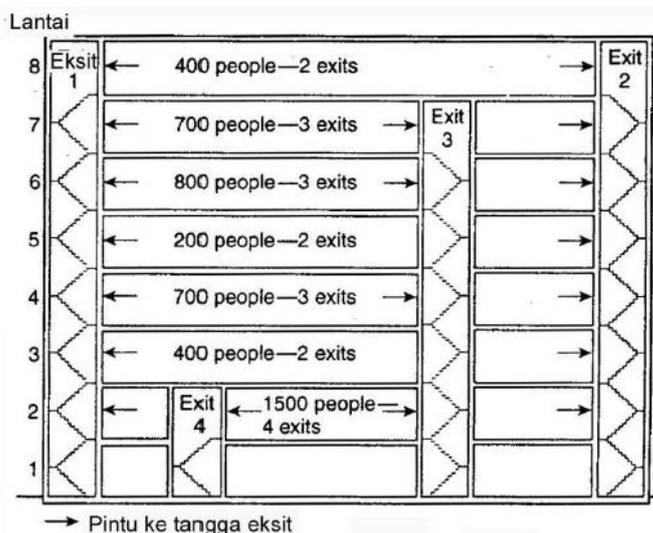
Tabel 2.9. *Batas jarak tempuh*

Fungsi bangunan	Batas lintas bersama		Batas jarak tempuh	
	Tanpa springkler	Springkler	Tanpa springkler	Springkler
Bangunan pertemuan				
Baru	6,1 atau 23	6,1 atau 23	61	76
Lama	6,1 atau 23	6,1 atau 23	61	76
Bangunan pendidikan				
Baru	23	30	45	61
Lama	23	30	45	62
Bangunan perawatan kesehatan				
Baru	-	-	-	61
Lama	-	-	45	61
Hotel dan asrama				
Baru	10,7	15	53	99
Lama	10,7	15	53	99
Apartemen				
Baru	10,7	15	53	99
Lama	10,7	15	53	99
Mall				
Baru	23	30	45	120
Lama	23	30	45	120
Bangunan bisnis				
Baru	23	30	61	91
Lama	23	30	61	91

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.68)

## 8. Jumlah sarana jalan keluar

Untuk bangunan lama kelompok bangunan 2 sampai dengan 8 minimal memiliki 2 eksit terlindung. Bangunan baru dengan beban hunian per lantai yang mencapai 500-1000 minimal memiliki 3 eksit terlindung. Sedangkan bangunan dengan beban hunian per lantai di atas 1000 harus menyediakan minimal 4 eksit terlindung.



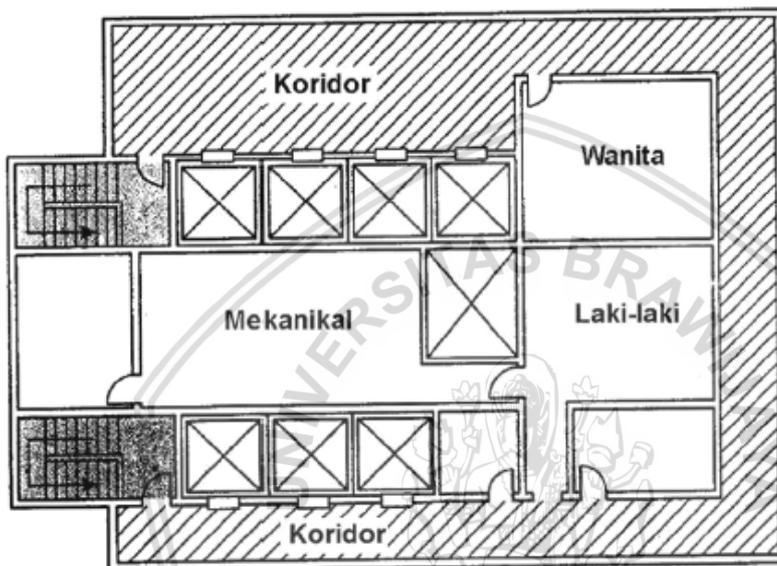
Gambar 2.47. Jumlah sarana jalan keluar

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.71)

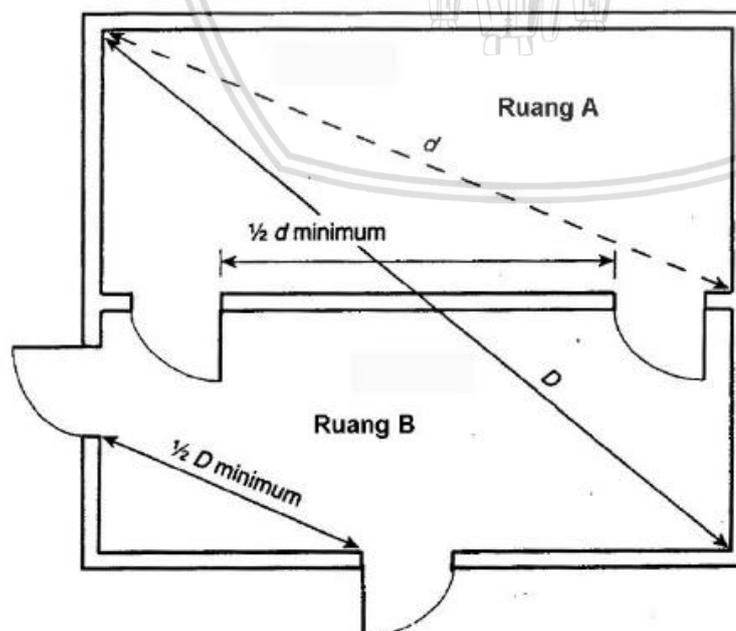
## 9. Susunan jalan keluar

### a. Jarak antar eksit

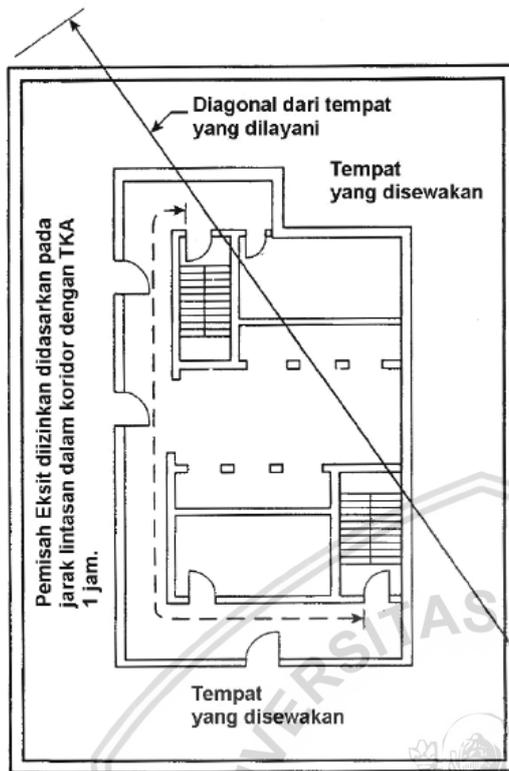
Eksit bangunan yang terdiri dari dua buah atau lebih ditempatkan pada jarak yang saling berjauhan untuk meminimalisir kemungkinan terblokirnya semua eksit ketika kebakaran terjadi. Jarak minimum antar eksit atau pintu akses eksit sebesar setengah dari diagonal ruang atau bangunan yang dilayani eksit tersebut.



Gambar 2.48. Penempatan eksit bangunan yang berjauhan  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.74)

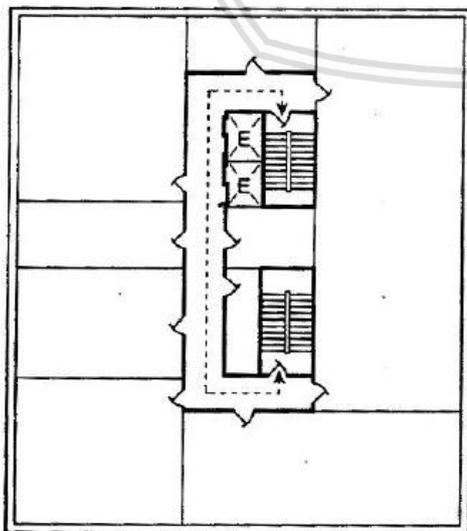


Gambar 2.49. Jarak antar eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.75)



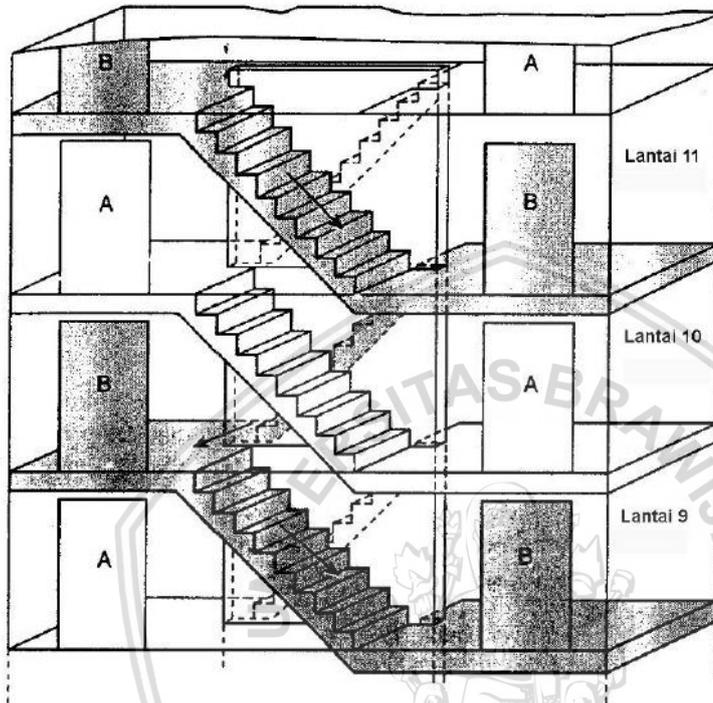
Gambar 2.50. Jarak antar eksit melalui koridor  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.76)

Sedangkan pada bangunan yang dilengkapi springkler otomatis maka jarak antar eksit menjadi sepertiga dari diagonal ruang atau bangunan yang dilayani eksit. Untuk eksit yang dihubungkan dengan koridor dengan Tingkat Ketahanan Api 1 jam diperkenankan jarak pemisah diukur sepanjang jalur koridor.



Gambar 2.51. Eksit dihubungkan dengan koridor  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.77)

Tangga yang saling menyambung atau tangga gunting dianggap sebagai eksit yang terpisah apabila memenuhi persyaratan eksit terlindung dan tangga dipisah satu sama lain dengan konstruksi yang memiliki ketahanan api 2 jam.



Gambar 2.52. Tangga gunting  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.78)

b. Pencapaian ke eksit

Akses ke eksit tidak boleh melalui ruangan seperti dapur, gudang, ruang istirahat, ruang kerja, kloset dan ruangan serupa yang berpotensi untuk terkunci. Akses eksit dari pintu eksit ditempatkan dan ditata agar mudah untuk dikenali dengan jelas. Pada pintu eksit tidak boleh terdapat gantungan atau gordena yang menjadikan eksit terhalang dan tersembunyi.

10. Eksit pelepasan

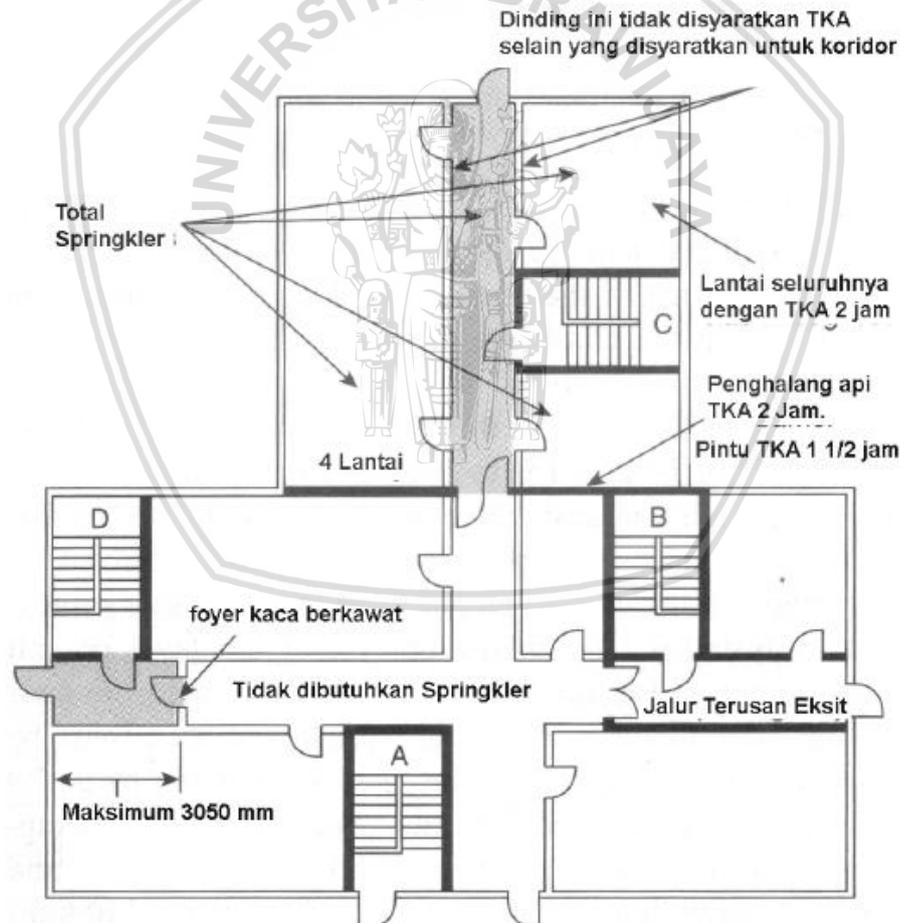
a. Perhentian eksit

Jalur eksit terlindung berakhir langsung ke luar bangunan seperti jalan umum, halaman, lapangan terbuka. Area pelepasan eksit luar harus mencukupi untuk menampung semua penghuni bangunan.

b. Pelepasan eksit melalui level pelepasan

Pelepasan eksit yang tidak langsung keluar bangunan atau melalui level pelepasan diperbolehkan dengan syarat kurang dari 50% jumlah eksit dan kurang dari 50% kapasitas jalan keluar yang disyaratkan. Kriteria eksit pelepasan melalui level pelepasan sebagai berikut:

- 1) Pelepasan menuju ke jalan bebas dan tidak terhalang untuk keluar bangunan. Jalan tersebut terlihat langsung dan teridentifikasi dari titik eksit pelepasan.
- 2) Level pelepasan diproteksi secara menyeluruh dengan sistem springkler otomatis atau hanya bagian level pelepasan yang dilalui untuk keluar bangunan dilengkapi dengan sistem springkler otomatis dan bagian tersebut harus memiliki Tingkat Ketahanan Api yang sama dengan eksit terlindung



Gambar 2.53. Pelepasan eksit melalui level pelepasan  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.86)

c. Susunan dan penandaan eksit pelepasan

Pada eksit pelepasan diberi penanda yang menunjukkan jalur dari jalan keluar ke jalan umum. Selain penandaan, tangga dirancang agar penghuni bangunan dapat langsung melihat jalur dari jalan keluar ke jalan umum. Tangga yang menerus melampaui level eksit pelepasan harus terhenti oleh partisi, pintu atau penghalang lainnya.

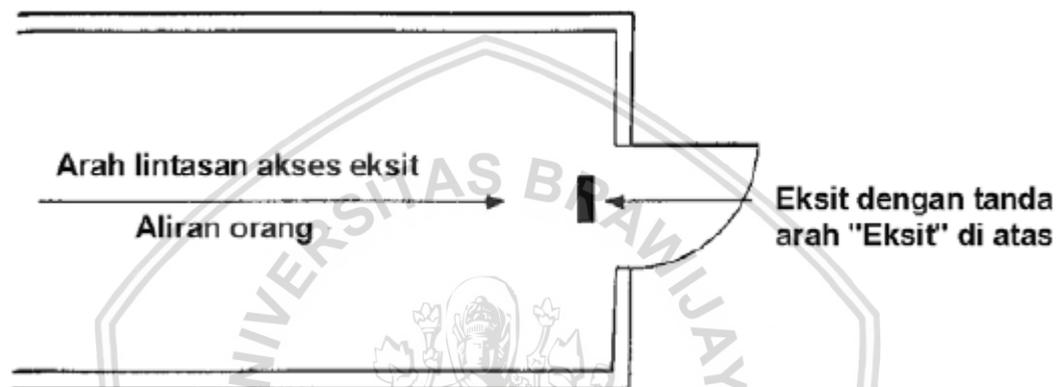


Gambar 2.54. Penandaan pelepasan eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.88)

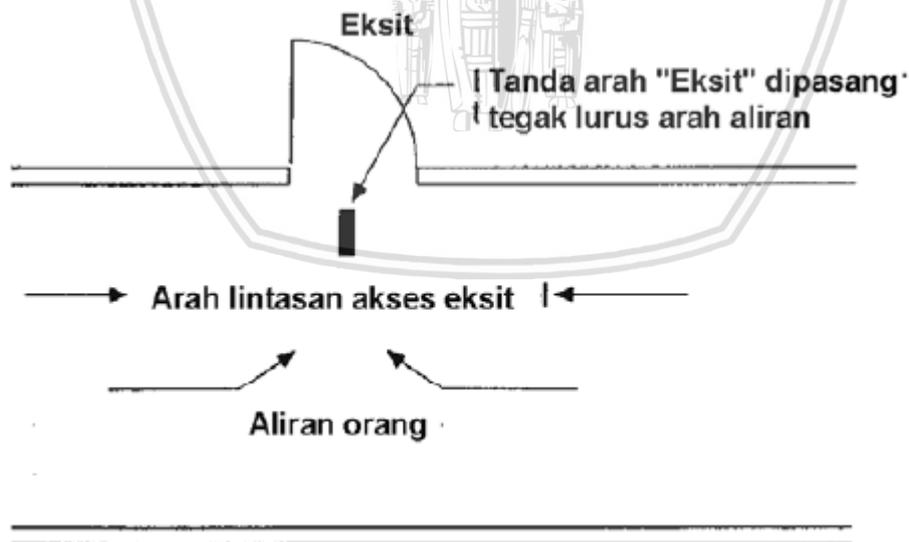
## 11. Penandaan sarana jalan keluar

## a. Akses eksit

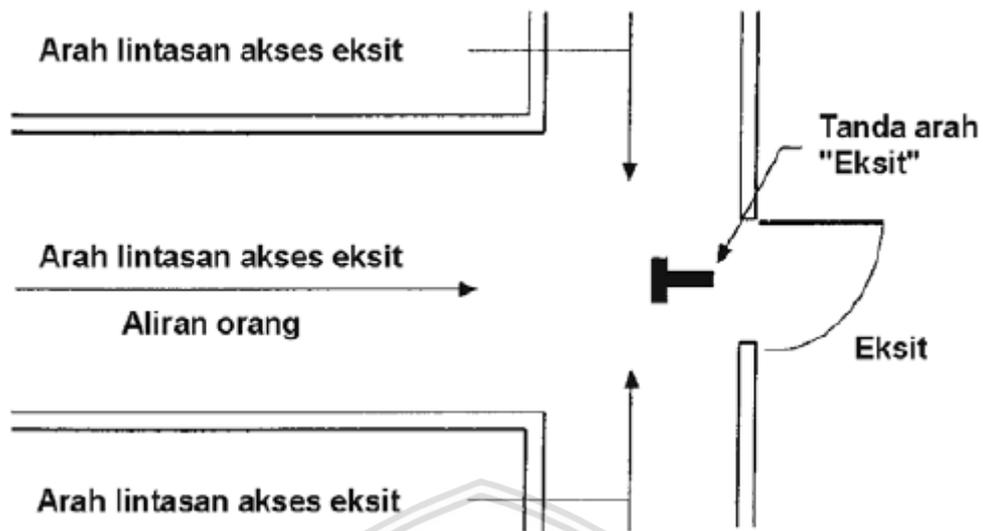
Akses menuju eksit perlu dilengkapi dengan penanda yang mudah terlihat di semua keadaan. Penanda arah eksit pada akses eksit mempermudah penghuni bangunan untuk mencapainya dimana ketika jalur untuk mencapai tidak tampak langsung ke penghuni. Penempatan penanda arah eksit harus dapat terlihat maksimal 30 meter dari segala arah pada jalur menuju eksit



Gambar 2.55. Penandaan eksit pada akses eksit  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)



Gambar 2.56. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang 2 arah  
Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)



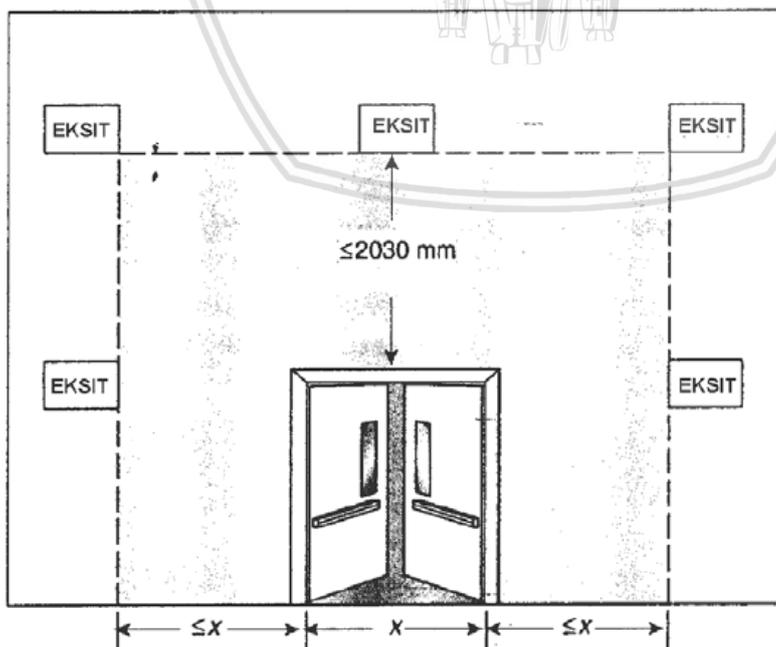
Gambar 2.57. Penandaan eksit tegak lurus aliran orang tiga arah  
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.94)

b. Tanda eksit dekat dengan lantai

Tanda penunjuk arah eksit yang ditempatkan dekat dengan permukaan lantai harus diiluminasikan. Peletakan tanda tersebut terhadap lantai tidak boleh kurang dari 15 cm dan tidak lebih dari 20 cm. Penanda untuk pintu eksit ditempatkan pada pintu atau dekat kosen pintu dengan jarak 10 cm.

c. Lokasi pemasangan

Penandaan jalan keluar dipasang pada jarak 20 cm diatas ujung pintu tangga darurat



Gambar 2.58. Penandaan eksit pada pintu tangga darurat  
 Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.96)



## d. Simbol tanda arah

Beberapa contoh simbol tanda arah menuju eksit



Gambar 2.59. Simbol eksit

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.98)

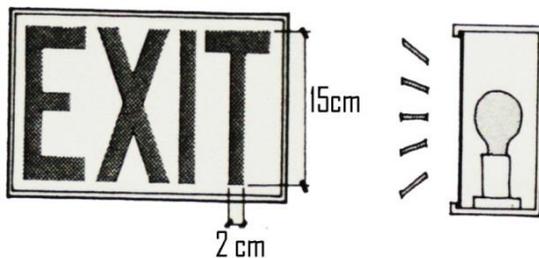


Gambar 2.60. Simbol arah eksit

Sumber: Permen PU no 26 (2008,p.98)

## e. Iluminasi tanda arah

Asap yang disebabkan kebakaran dapat menghalangi penghuni bangunan dalam menemukan eksit bangunan, sehingga perlu adanya penerangan pada penanda eksit bangunan.



Gambar 2.61. Penanda eksit dengan iluminasi

Sumber: Egan (1987,p.201)

Tanda arah untuk keperluan evakuasi harus dapat terlihat dalam keadaan pencahayaan normal dan keadaan darurat. Tanda arah ke eksit dan pelasan diperjelas dengan pemberian pencahayaan secara internal maupun eksternal. Sumber cahaya internal menggunakan photoluminescen sedangkan pencahayaan eksternal merupakan pencahayaan darurat.

#### **2.5.4 Sistem proteksi pasif**

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26 tahun 2008 disebutkan bahwa sistem proteksi pasif adalah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk atau terbangun melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, kompartemenisasi atau pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan. Proteksi kebakaran pasif menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya. Tujuan penerapan dari sistem proteksi pasif pada bangunan melindungi penghuni, menunjang aktifitas PMK ketika kebakaran terjadi, menghindari penyebaran api, dan meminimalisir dampak fisik kebakaran. Sistem proteksi kebakaran yang mampu menciptakan kestabilan pada bangunan ketika kebakaran dapat memberi waktu lebih pada penghuni bangunan untuk keluar dari bangunan dan memberikan waktu untuk PMK melakukan tugas. Elemen bangunan yang merupakan sistem proteksi pasif sebagai berikut:

1. Ketahanan api dan stabilitas

Sistem proteksi yang efektif dapat didukung dengan konstruksi bangunan yang mampu menahan beban struktur ketika kebakaran terjadi, mampu bertahan dengan kondisi kebakaran yang menimbulkan asap dan udara panas, serta dapat mencegah penyebaran panas api dalam waktu tertentu. Tipe konstruksi api dapat terbagi menjadi tiga kelas sebagai berikut:

Tabel 2.10. *Tipe Konstruksi Bangunan*

Tipe konstruksi	Tingkat ketahanan api
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstruksi memiliki ketahanan api dan mampu menahan menahan secara structural beban bangunan</li> <li>- Memiliki komponen pemisah pembentuk kompartemen yang mampu mencegah penjalaran api ke dan dari ruangan bersebelahan</li> <li>- Mampu mencegah penjalaran panas pada dinding yang bersebelahan</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstruksi yang elemen pembentuk kompartemen penahan api mampu mencegah penyebaran kebakaran ke ruang-ruang bersebelahan</li> <li>- Dinding luar mampu mencegah penyebaran api dari luar bangunan</li> </ul>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Konstruksi yang elemen strukturnya adalah bahan yang dapat dengan mudah terbakar dan tidak dapat menahan secara structural terhadap kebakaran</li> </ol>

Sumber: Permen PU no 26 2008

Jenis konstruksi yang diterapkan pada suatu fungsi bangunan ditentukan dari fungsi bangunan dan jumlah lantai bangunan. Berikut klasifikasi konstruksi bangunan berdasar fungsi dan jumlah lantai:

Tabel 2.11. *Tipe Konstruksi Bangunan Berdasarkan Jumlah Lantai dan Kelas Bangunan*

Jumlah lantai bangunan	Tipe konstruksi	
	2,3,9	5,6,7,8
4 atau lebih	A	A
3	A	B
2	B	C
1	C	C

Sumber: Permen PU no 26 2008

Masing masing tipe konstruksi memiliki kriteria yang berbeda dari lantai, dinding, kolom, dan atap. Masing masing kriteria konstruksi dibedakan peruntukan kelas bangunannya. Berikut kriteria konstruksi A, B, dan C :

Tabel 2.12. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi A

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
<b>Lantai</b>	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
<b>Dinding luar</b> (termasuk kolom dan elemen bangunan yang menyatu) atau elemen bangunan luar lainnya yang jaraknya ke sumber api adalah:				
Bagian pemikul beban				
< 1,5 meter	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	90/60/60	120/90/90	180/180/120	240/240/180
3 m atau lebih	90/60/30	120/60/30	180/120/90	240/180/90
Bagian bukan pemikul beban				
< 1,5 meter	-/90/90	-/120/120	-/180/180	-/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/60/60	-/90/90	-/180/120	-/240/180
3 m atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding biasa dan dinding penahan api</b>	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
<b>Dinding dalam</b> Saf tahan api pada lif dan tangga eksit	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/120/120	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/120/120	-/120/120	-/120/120
<b>Dinding dalam</b> Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding dalam</b> Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding dalam</b> Saf pelindung jalur utilitas yang bukan untuk pelepasan produk panas hasil pembakaran	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/90/90	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/90/90	-/120/120	-/120/120
<b>Kolom luar</b> Kolom tidak menyatu dengan dinding luar yang berjarak ke sumber api				
< 3 meter	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
3 meter atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Elemen bangunan lain</b> Balok, kuda-kuda, penopang atap, kolom lain yang menopang beban	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
<b>Atap</b>	90/60/30	120/60/30	180/60/30	240/90/60

Sumber: Permen PU no 26 2008

Tabel 2.13. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi B

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
<b>Dinding luar</b>				
Bagian yang memikul beban				
< 1,5 m	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	90/60/30	120/90/60	180/120/90	240/180/120
3 m hingga kurang dari 9 m	90/30/30	120/30/30	180/90/60	240/90/60
9 m hingga kurang dari 18 m	90/30/-	120/30/-	180/60/-	240/90/-
18 m atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Bagian yang tidak memikul beban				
< 1,5 m	-/90/90	-/120/120	-/180/180	-/240/240
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/60/30	-/90/60	-/120/90	-/180/120
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding biasa dan dinding penahan api</b>	90/90/90	120/120/120	180/180/180	240/240/240
<b>Dinding dalam</b> Saf tahan api pada lif dan tangga eksit	Bagian pemikul beban			
	90/90/90	120/120/120	180/120/120	240/120/120
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/90/90	-/120/120	-/120/120	-/120/120
<b>Dinding dalam</b> Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	Bagian pemikul beban			
	60/60/60	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding dalam</b> Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	Bagian pemikul beban			
	60/60/60	120/-/-	180/-/-	240/-/-
	Bagian bukan pemikul beban			
	-/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Kolom luar</b>				
Kolom tidak menyatu dengan dinding luar yang berjarak ke sumber api				
< 3 meter	90/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
3 meter atau lebih	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Elemen bangunan lain</b> Balok, kuda-kuda, penopang atap, kolom lain yang menopang beban	60/-/-	120/-/-	180/-/-	240/-/-
<b>Atap</b>	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-

Sumber: Permen PU no 26 2008

Tabel 2.14. TKA pada Bangunan Tipe Konstruksi C

Elemen bangunan	TKA (kelayakan struktur/integritas/insulasi)			
	Kelas 2,3,4	Kelas 5,9 Kelas 7gedung parkir	Kelas 6	Kelas 7 (selain tempat parkir), 8
<b>Dinding luar</b>				
< 1,5 m	90/90/90	90/90/90	90/90/90	90/90/90
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/-/-	60/60/60	60/60/60	60/60/60
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Dinding biasa dan dinding penahan api</b>				
	90/90/90	90/90/90	90/90/90	90/90/90
<b>Dinding dalam</b>				
Membatasi tangga	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Pembatas koridor umum, lorong utama, dan sejenisnya	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Diantara atau pembatas unit hunian tunggal	60/60/60	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Kolom luar</b>				
< 1,5 m	90/-/-	90/-/-	90/-/-	90/-/-
1,5 m hingga kurang dari 3 m	-/-/-	60--	60--	60--
3 m hingga kurang dari 9 m	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
<b>Atap</b>				
	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-

Sumber: Permen PU no 26 2008

Selain konstruksi bangunan ketahanan bangunan terhadap api didukung dengan pemilihan dan penempatan bahan bangunan secara tepat. Bahan bangunan dibedakan menjadi dua bahan tak mudah terbakar dan bahan yang mudah terbakar. Pada pebujian ASTM E 136, bahan bangunan dapat digolongkan sebagai bahan yang tak mudah terbakar jika dapat melewati salah satu kriteria 2 kriteria berikut:

a. Kriteria 1

- 1) Ketika terbakar dalam jangka tertentu berat bahan bangunan yang hilang tidak melebihi 50%
- 2) Kenaikan suhu dari bahan bangunan selama dilakukan pengetesan tidak melebihi 30°C
- 3) Pada saat dilakukan pengetesan selama 30 awal tidak terdapat bagian dari bahan bangunan yang terbakar

b. Kriteria 2

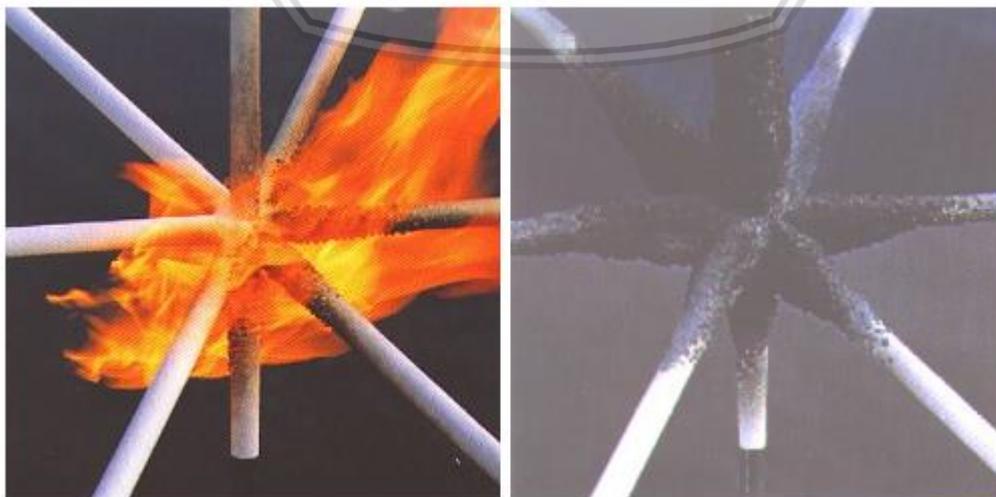
- 1) Temperature pada permukaan pusat bahan bangunan tidak boleh melebihi suhu keseimbangan
- 2) Bahan bangunan tidak terbakar selama proses tes berlangsung
- 3) Berat bahan bangunan yang hilang saat proses tes berlangsung boleh lebih dari 50% asal kedua kriteria sebelumnya terpenuhi

Berikut beberapa bahan bangunan yang dikategorikan sebagai bahan bangunan yang tidak mudah terbakar:

- a. Beton semen Portland, beton gypsum, beton yang mengandung magnesium oksida, kerikil, batu apung
- b. Dinding bata, dinding beton, keramik
- c. Logam kecuali aluminium, magnesium
- d. Kaca lembaran, glasblok, *fiber glass*
- e. Wol mineral

Bahan yang mudah terbakar merupakan bahan yang tidak sesuai dengan kedua kriteria sebelumnya. Bahan bangunan yang tergolong mudah terbakar dapat menyebabkan kebakaran, mendukung proses pembakaran yang dapat menyebabkan kebakaran semakin membesar. Contoh bahan bangunan yang tergolong mudah terbakar adalah kayu yang merupakan bahan bangunan yang umum digunakan.

Bahan bangunan yang mudah terbakar dapat diantisipasi dengan memberi perlakuan tertentu pada bahan bangunan tersebut. Contohnya pada bahan kayu diberi zat kimia tertentu dan kemudian melalui proses penekanan menghasilkan kayu yang memiliki ketahanan api. Selain kayu, terdapat cara lain untuk menghasilkan bahan bangunan tahan api, yakni dengan memberi lapisan yang tahan api, lapisan tersebut bernama *intumescent coatings*. Lapisan tersebut berbentuk cairan yang diaplikasikan pada bahan bangunan sehingga ketika bahan bangunan terkena panas lapisan tersebut memuai dan menjadi gosong yang bertujuan melindungi bahan bangunan.



Gambar 2.62 Pembakaran pada intumescent coatings  
Sumber: internet

Terdapat dua jenis *intumescent coatings* yang dapat diaplikasikan pada bahan bangunan:

a. *Soft char intumescents*

Menghasilkan lapisan gosong ringan ketika terkena panas yang berfungsi sebagai insulator panas. Ketika terkena panas api lapisan dapat mengeluarkan uap air yang dapat memberi efek pendinginan

b. *Hard char intumescents*

Mengandung sodium silikat atau grafit yang membentuk lapisan gosong yang lebih tebal dan keras

*Intumescent coatings* memerlukan perawatan yang rutin. Lapisan tersebut harus lekas diaplikasi ulang sesudah terkena panas api dan pengaplikasian ulang perlu dilakukan pada waktu tertentu secara rutin.

2. Kompartemenisasi dan pemisahan

Kompartemenisasi adalah upaya yang dilakukan untuk mencegah penjarangan kebakaran dengan cara membatasi api dengan lantai, dinding, kolom, balok yang memiliki ketahanan api untuk waktu tertentu sesuai dengan kelas bangunan. Berikut kriteria kompartemenisasi dan pemisahan pada bangunan :

a) Batas luasan lantai

Kompartemen kebakaran dan atrium memiliki batasan luasan maksimum berikut:

Tabel 2.15. *Batasan Luasan Lantai*

Kelas bangunan	Tipe konstruksi bangunan					
	Tipe A		Tipe B		Tipe C	
	Maks. Luasan lantai (m <sup>2</sup> )	Maks. volume (m <sup>3</sup> )	Maks. Luasan lantai (m <sup>2</sup> )	Maks. volume (m <sup>3</sup> )	Maks. Luasan lantai (m <sup>2</sup> )	Maks. volume (m <sup>3</sup> )
5, 9b	8.000	48.000	5.500	33.500	3.000	18.000
6,7,8,9a	5.000	30.000	3.500	21.500	2.000	12.000

Sumber: Permen PU no 26 2008

b) Bangunan dengan luasan besar

Untuk bangunan yang memiliki luasan dan volume yang lebih besar dari kriteria sebelumnya diperbolehkan asal memnuhi ketentuan berikut:

- 1) Luasan bangunan tidak melebihi 18.000 m<sup>2</sup> dan volume bangunan tidak melebihi 108.000 m<sup>3</sup> dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a) Bangunan kelas 7 dan 8 dengan jumlah lantai tidak lebih dari 2 maka bangunan perlu dilengkapi dengan sprinkler dan alarm, serta dilengkapi sistem pembuangan asap otomatis termasuk ventilasi asap
  - b) Bangunan kelas 5 sampai 9 dilengkapi dengan sistem springkler dan jalur akses kendaraan pemadam kebakaran sekeliling bangunan
- 2) Luasan bangunan melebihi 18.000 m<sup>2</sup> dan volume bangunan melebihi 108.000 m<sup>3</sup> dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a) Bangunan dilengkapi sistem springkler dan jalur akses kendaraan pemadam tersedia di sekeliling bangunan
  - b) Ketinggian langit-langit bangunan tidak lebih dari 12 meter, maka dilengkapi dengan sistem pembuangan asap dan panas
  - c) Ketinggian langit-langit bangunan melebihi 12 meter, maka dilengkapi dengan sistem pembuangan asap
- 3) Bila terdapat lebih dari satu bangunan dalam satu kapling dengan jarak antar bangunan kurang dari 6 meter, maka seluruhnya akan dianggap sebagai satu bangunan
  - a) Pemisahan pada sahft lift

Lift yang menghubungkan lebih dari 3 lantai dan bangunan dilengkapi dengan sistem springkler, shaft lift dipisahkan dari bagian bangunan lainnya dengan kriteria berikut:

    - 1) Dinding shaft lift memiliki TKA tertentu seperti pada kriteria konstruksi
    - 2) Bukaannya untuk lif harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran
    - 3) Ruang instalasi mesin lif kebakaran harus dilindungi dari bahaya kebakaran
  - b) Sistem pasokan listrik
    - 1) Gardu/sub stasiun listrik dan panel (*switch*) yang ditempatkan di dalam bangunan harus dipisahkan dari bangunan dengan konstruksi yang memiliki TKA 120/120/120

- 2) Terdapat pintu tahan api yang mampu menutup sendiri dengan TKA minimal -/120/30

### 3. Perlindungan pada bukaan

Seluruh bukaan pada bangunan seperti bukaan sirkulasi dan saf utilitas harus dilindungi dari bahaya kebakaran. Kriteria dari perlindungan akan bukaan pada bangunan sebagai berikut:

#### a. Perlindungan bukaan pada dinding luar

Bukaan pada dinding luar bangunan yang perlu memiliki perlindungan bahaya api sebagai berikut:

- 1) Berjarak dari objek yang dapat menjadi sumber api dengan jarak 1 meter pada bangunan 1 lantai dan 1,5 meter pada bangunan lebih dari 1 lantai
- 2) Berjarak dari objek yang dapat menjadi sumber api dengan jarak 3 meter dari sisi atau batas belakang persil bangunan, 6 meter dari sepadan jalan, dan 6 meter dari bangunan lain

#### b. Metoda perlindungan

Perlindungan bahaya kebakaran pada jalan masuk, jendela, dan bukaan lainnya sebagai berikut:

- 1) Pada jalan masuk (pintu), perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau dengan memasang pintu perlindungan kebakaran dengan dengan TKA -/60/30 yang dapat menutup sendiri atau otomatis
- 2) Pada jendela, perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau jendela dengan TKA -/60/- yang dapat menutup sendiri
- 3) Bukaan lain, perlindungan berupa springkler pembasah dinding atau memiliki konstruksi dengan TKA minimal -/60/-

#### c. Sarana proteksi pada bukaan

Sarana proteksi yang dimaksud dalam kriteria ini terdiri dari pintu kebakaran, jendela kebakaran, pintu penahan asap, dan penutup api.

##### 1) Pintu dan jendela kebakaran

- a) Pintu dan jendela kebakaran pada bangunan yang sudah ada memiliki TKA  $\frac{3}{4}$  jam dan pada bangunan baru minimal 1 jam
- b) Tidak rusak akibat radiasi baik bagian pintu ataupun kaca sesuai dengan TKA yang diharuskan

- 2) Pintu penahan asap
  - a) Pintu penahan asap harus tidak dapat dilalui asap dari sisi satu ke sisi lainnya dan bila terdapat kaca pada pintu harus direncanakan agar berdampak seminimal mungkin
  - b) Daun pintu mampu menahan asap pada suhu 200°C selama 30 menit
  - c) Daun pintu memiliki ketebalan minimal 35 mm
  - d) Pada daun pintu dipasang penutup atau pengumpul asap
  - e) Pada setiap sisi pintu diberi detector asap dengan jarak tidak kurang dari 1,5 m dari pintu
  - f) Daun pintu mampu menutup sendiri ataupun otomatis setelah dibuka secara manual
- d. Jalan keluar masuk pada dinding tahan api

Lebar bukaan untuk pintu keluar/masuk pada dinding tahan api yang bukan merupakan bagian dari pintu keluar horizontal, harus tidak melebihi  $\frac{1}{2}$  dari panjang dinding tahan api dan setiap pintu-masuk tersebut harus dilindungi dengan:

  - 1) 2 buah pintu kebakaran atau penutup kebakaran (Fire Shutters), satu pada setiap sisi pintu-masuk, masing-masing memiliki TKA tidak kurang  $\frac{1}{2}$  dari dinding tahan api
  - 2) suatu pintu kebakaran atau penutup kebakaran tunggal yang memiliki TKA tidak kurang kriteria dinding tahan api
- e. Perlindungan pada pintu keluar horizontal

Suatu jalan keluar/masuk yang merupakan bagian dari sarana pintu keluar harus dilindungi dengan salah satu elemen berikut:

  - 1) pintu kebakaran tunggal yang mempunyai TKA tidak kurang dari yang ditentukan pada ketentuan dinding tahan api
  - 2) pintu harus dapat menutup sendiri atau otomatis setelah dibuka secara manual
- f. Lubang utilitas pada eksit terlindung

Eksit yang diisolasi terhadap kebakaran tidak boleh ditembus oleh perangkat utilitas apapun selain dari:

  - 1) Kabel-kabel listrik yang berkaitan dengan sistem pencahayaan, sistem tekanan udara yang melayani sarana keluar, dan penandaan sarana jalan keluar
  - 2) Ducting yang berfungsi memberi tekanan udara pada eksit dengan ketentuan ducting memiliki TKA 120/120/160 dan tidak terbuka

### 3) Pipa saluran pemadam kebakaran

#### g. Bukaannya pada shaft

Pada shaft utilitas harus diberi penyetop api untuk mencegah perambatan api. shaft utilitas seperti shaft pipa, shaft ventilasi, dan shaft listrik harus sepenuhnya tertutup dengan dinding menerus dari bawah sampai atas dan harus dalam keadaan tertutup pada setiap lantai. Pada bangunan dengan konstruksi tipe A, bukaan pada dinding shaft ventilasi, pipa, sampah atau utilitas lainnya harus dilindungi dengan:

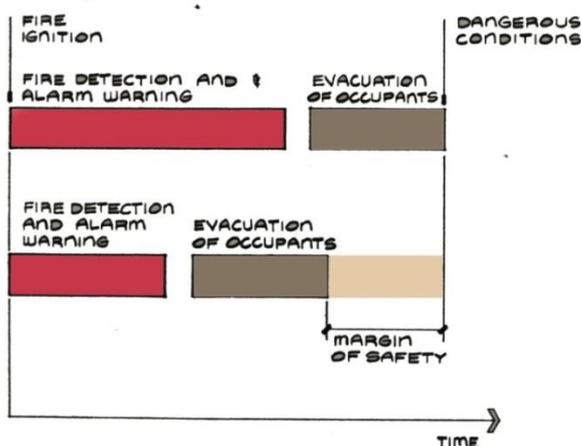
- 1) Pintu atau panel yang memiliki rangka terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dengan minimal TKA -/30/30
- 2) Pintu dapat menutup sendiri setelah dibuka dan memiliki TKA -/60/30

## 2.5.5 Sistem proteksi aktif

Proteksi bahaya kebakaran yang memerlukan energy dalam pengoperasiannya disebut sistem proteksi aktif. Sistem proteksi aktif merupakan langkah untuk mencegah dampak bahaya kebakaran terhadap penghuni bangunan dengan cara memberi peringatan sehingga penghuni bangunan dapat melakukan evakuasi tepat waktu. Berikut elemen bangunan yang tergolong dalam sistem proteksi aktif:

### 1. Sistem deteksi dan alarm kebakaran

Deteksi dan peringatan dini terhadap kebakaran dapat mencegah kerugian keselamatan manusia. Pada diagram berikut terlihat bahwa dengan proses deteksi dan peringatan kebakaran yang lebih singkat, tingkat keselamatan manusia akan lebih terjamin.



Gambar 2.63. Perbandingan kecepatan dalam mendeteksi kebakaran  
Sumber: Egan (1987,p.xx)

Sistem deteksi dan alarm pada bangunan berfungsi untuk memberi peringatan kepada penghuni bangunan akan adanya bahaya kebakaran dan membantu petugas pemadam kebakaran dengan memudahkan petugas untuk mengetahui titik awal terjadinya kebakaran. Berikut jenis dari sistem deteksi dan alarm bangunan yang ditentukan oleh fungsi, jumlah lantai, dan luasan bangunan.

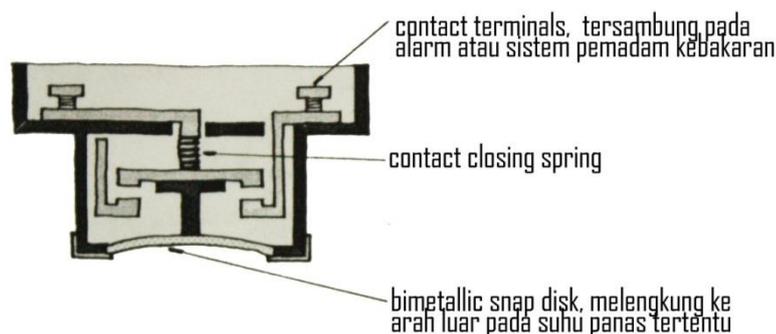
Tabel 2.16. *Jenis Sistem Deteksi dan Alarm*

Fungsi bangunan	Jumlah lantai	Luasan Minimal (m <sup>2</sup> )	Sistem Deteksi dan Alarm
Rumah tinggal	1	-	-
Asrama, kos, rumah tamu, hostel	1	300	-
Hunian terdiri dari 2 atau lebih unit hunian (ruko)	1	Tanpa batas	Manual
Hunian dalam kelas bangunan	2-4		
5,6,7,8,9	1	Tanpa batas	Manual
	2-4		otomatis
	>4		otomatis
Bangunan kantor	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan perdagangan	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan penyimpanan, gudang	1	2000	Manual
	2-4	1000	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan lab, industri, pabrik	1	400	Manual
	2-4	200	Manual
	>4	Tanpa batas	Otomatis
Bangunan umum	1		Manual
	2-4	Tanpa batas	otomatis
	>4		otomatis

Sumber: Permen PU no 26 2008

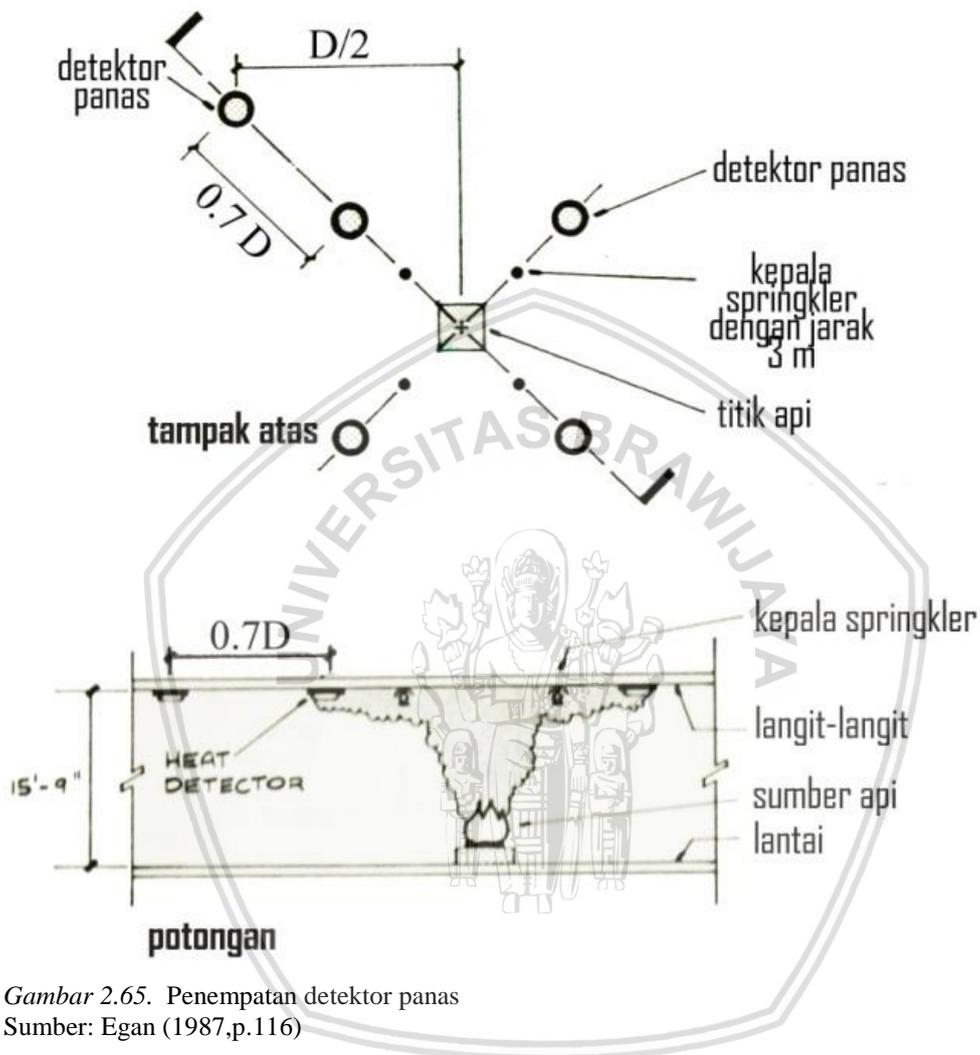
#### a. Detektor panas

Detektor panas bekerja dengan menggunakan ketika terjadi perubahan secara fisik ataupun elektrik dari material yang disebabkan oleh kebakaran. Jenis detector panas dapat berdasar kenaikan suhu, suhu tetap, dan kombinasi keduanya. Deteksi panas dengan sistem suhu tetap akan bekerja ketika terdeteksi panas pada suhu tertentu umumnya 57 °C. Sedangkan deteksi panas dengan sistem kenaikan panas akan bekerja ketika terdeteksi perubahan suhu 6,7 °C/menit atau 8,3 °C/menit.



Gambar 2.64. Detektor panas  
Sumber: Egan (1987,p.114)

Jarak antara detektor panas merupakan bagian kelipatan dari 4,5 m, 6 m, 7,5 m, 10 m, 12 m, 15 m, 18 m. Detektor panas harus bekerja dalam jangka waktu 2 menit setelah api menyala yang setelah itu springkler otomatis menyala.

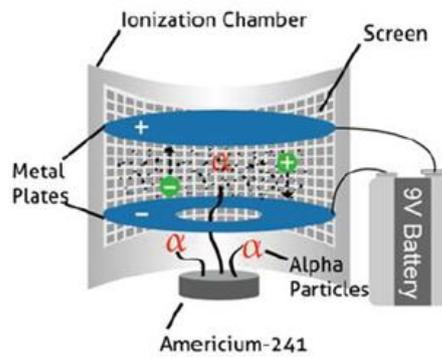


Gambar 2.65. Penempatan detektor panas  
Sumber: Egan (1987,p.116)

b. Detektor asap

Detektor asap umumnya dibedakan menjadi dua jenis yakni detektor asap yang bekerja dengan proses ionisasi dan *photoelectric*. Detektor asap ionisasi bekerja dengan mendeteksi proses ionisasi menggunakan arus antara elektroda, proses tersebut terjadi pada bagian sampling (berisi Americium 241 atau Radium 226). Kelemahan dari sistem ini memungkinkan terjadinya salah deteksi yang disebabkan oleh serangga kecil, debu, kondensasi dan aliran udara.

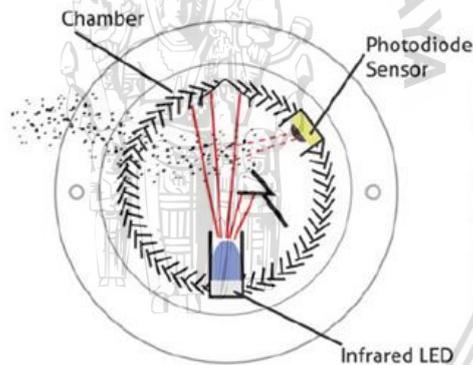
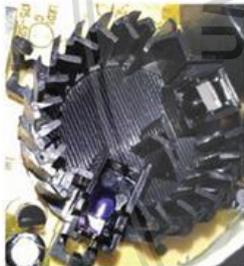
### Ionization Detector



Gambar 2.66. Sistem deteksi asap sistem ionisasi  
Sumber: internet

Pada sistem *photoelectric*, detektor asap mendeteksi keberadaan asap dengan mengandalkan perubahan cahaya di dalam ruang deteksi (chamber) yang disebabkan oleh asap dengan kepadatan tertentu.

### Photoelectric Detector



Gambar 2.67. Sistem deteksi asap sistem photoelectric  
Sumber: internet

Radiasi dari sinar matahari dapat menyebabkan adanya lapisan panas yang dapat menghalangi asap masuk ke dalam detektor asap, sehingga peletakan dari detektor asap dirancang sedemikian rupa agar terhindar dari lapisan panas akibat cahaya matahari.

## 2. Sistem pemadam kebakaran manual bangunan

Hunian digolongkan menjadi 3 berdasarkan tingkat bahaya kebakaran yakni bahaya ringan, sedang dan berat. Fungsi bangunan yang tergolong bangunan dengan tingkat bahaya kebakaran ringan sebagai berikut:

Tabel 2.17. Hunian Tingkat Kebakaran Ringan

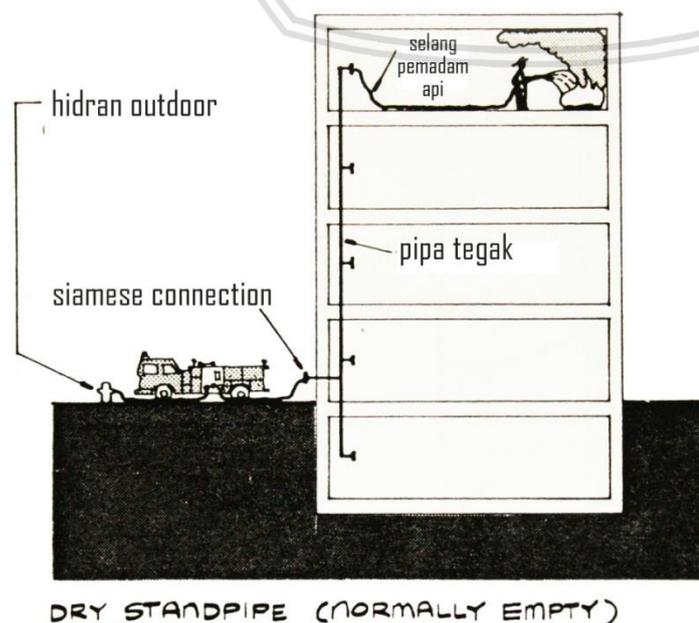
Hunian Tingkat Kebakaran Ringan	
Rumah ibadat	Kantor
Klub	Perumahan
Pendidikan	Restoran
Perawatan	Hotel
Lembaga	Rumah sakit
perpustakaan	Penjara, museum

Sumber: Permen PU no 26 2008

Pemadaman kebakaran pada bangunan dapat melalui cara manual atau otomatis. Berikut sistem yang dipakai pada bangunan untuk proses pemadaman kebakaran:

### a. Sistem pipa tegak kering (*dry standpipes*)

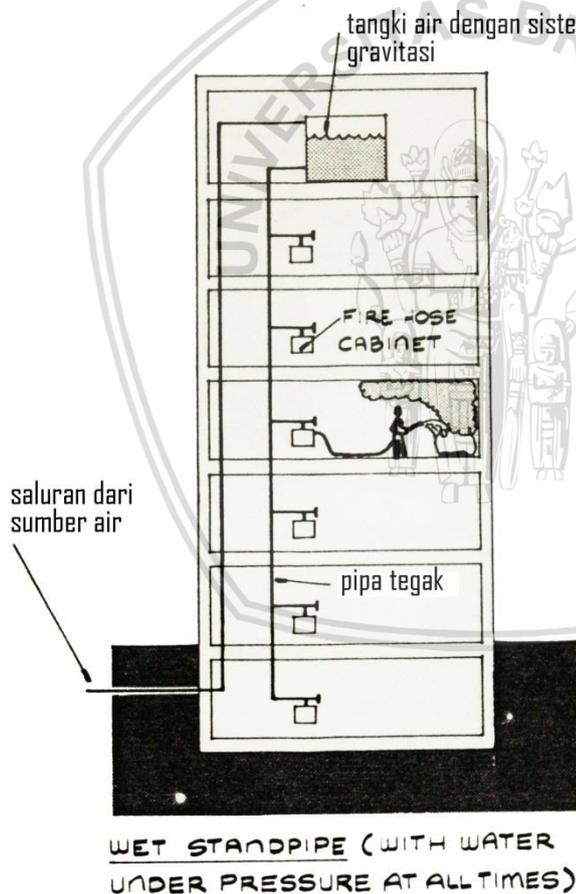
Pipa tegak adalah pipa air yang digunakan untuk menghubungkan selang pemadam kebakaran yang digunakan untuk memadamkan kebakaran di dalam bangunan. Pipa tegak umumnya terletak pada bagian bangunan yang terlindung seperti tangga darurat umum dan tangga darurat PMK. Sistem pipa tegak kering merupakan sistem pemipaan yang menyalurkan air ke springkler dan media pemadam api lainnya dimana pipa tegak kering selalu dalam keadaan kering jika tidak dipergunakan.



Gambar 2.68. Sistem pipa tegak kering  
Sumber: Egan (1987,p.120)

b. Sistem pipa tegk basah (*wet standpipes*)

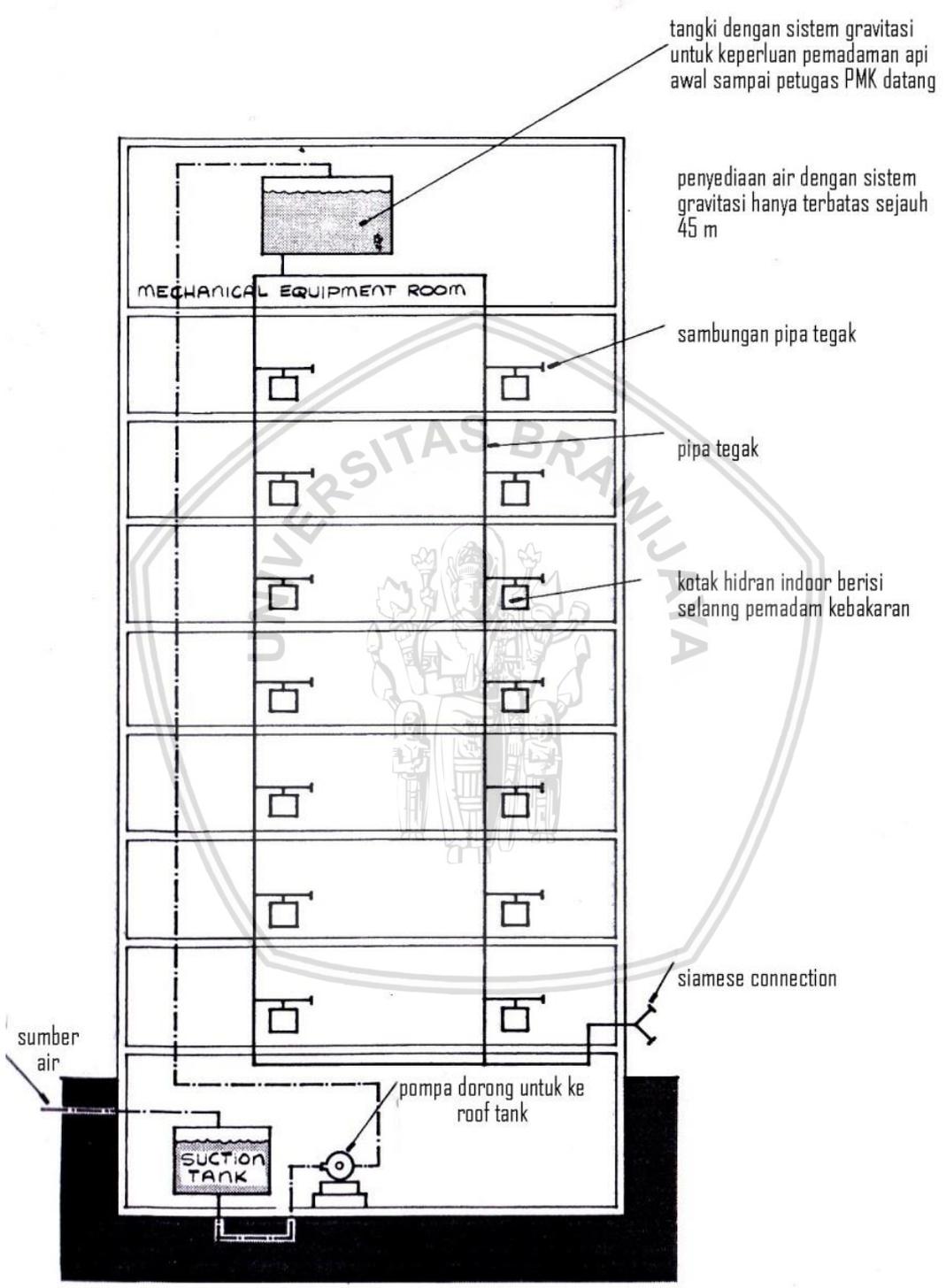
Sistem pipa tegk basah umumnya digunakan pada bangunan tingkat tinggi dan bangunan industrial. Lain dengan sistem pipa tegk kering, sistem pipa tegk basah pipa-pipanya selalu terisi dengan air bertekanan. Sistem pipa tegk basah pada bagian outletnya disertai dengan kotak hidran yang berisi rak selang, selang nozel, dan katup selang sehingga penghuni bangunan yang terlatih dapat menggunakan peralatan tersebut untuk memadamkan kebakaran. Peletakan pipa tegk dan kotak hidran harus mempertimbangkan panjang dari selang kebakaran (22,5 m), sehingga selang kebakaran dapat menjangkau seluruh bagian bangunan. Pada jarak 30 m pipa tegk harus ditambahkan karena menyesuaikan dengan batas panjang dari selang kebakaran.



Gambar 2.69. Sistem pipa tegk basah  
Sumber: Egan (1987,p.121)

c. Sistem pipa tegak kombinasi

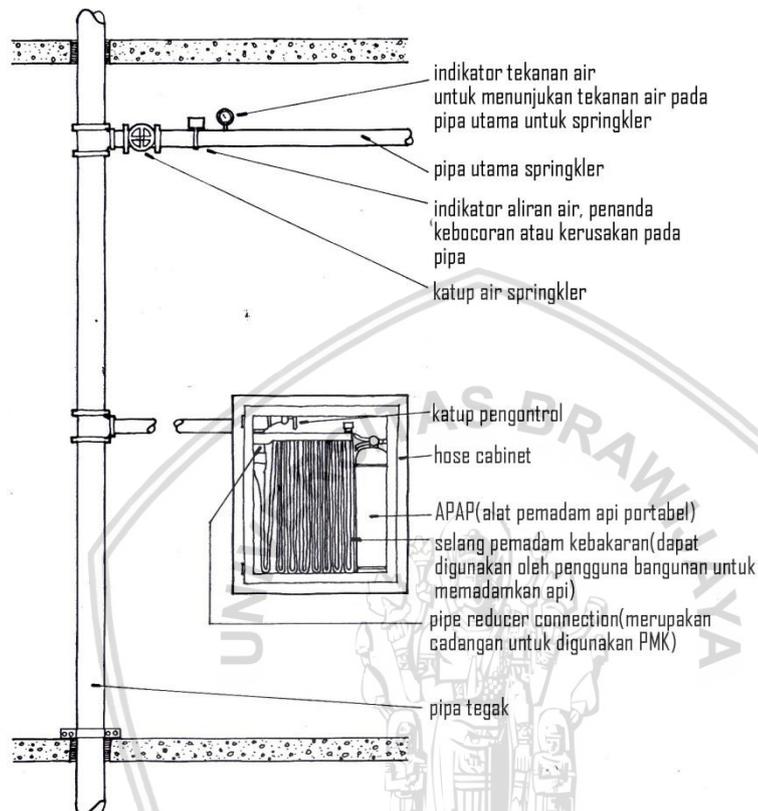
Sistem pipa tegak basah dan kering dapat dikombinasi dalam bangunan



Gambar 2.70. Sistem pipa tegak kombinasi  
Sumber: Egan (1987,p.122)

d. Sistem pipa tegak dan springkler

Pipa tegak untuk selang kebakaran dan springkler dapat digabung dengan konsekuensi jumlah air dan tekanannya harus mencukupi untuk kedua fungsi tersebut.



Gambar 2.71. Pemipaan untuk springkler dan hidran indoor  
Sumber: Egan (1987,p.123)

e. Alat Pemadam Api Portabel( APAP)

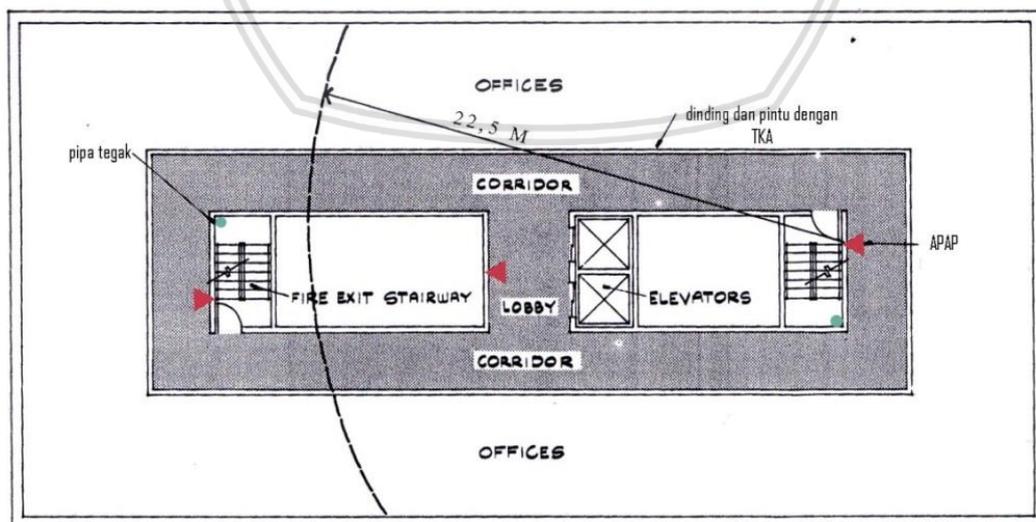
Alat Pemadam Api Portabel terdapat berbagai jenis isi yang menyesuaikan dengan tipe karakter bahaya kebakaran yang dominan di dalam bangunan, konstruksi, harta benda dalam bangunan, kondisi udara dan faktor lainnya. Berikut terdapat beberapa kelas kebakaran beserta dengan penyebab dan jenis APAP yang dapat digunakan.

Tabel 2.18. Jenis APAP Berdasarkan Tipe Kebakaran

Kelas Kebakaran	Tipe kebakaran	Keterangan	Jenis APAP
	Kebakaran umum	Material seperti kayu, kertas, kain, karet, dan plastik (yang dapat dipadamkan dengan air)	Berbahas dasar air, foam, soda acid
	Cairan rentan terbakar	Cairan berupa cat, tiner cat, gas	Dry chemical, foam, karbon dioksida
	Perlengkapan elektrik	Peralatan elektrik seperti kotak yang terlalu panas, konsleting	Dry chemical powder, karbon dioksida
	Logam rentan terbakar	Logam seperti magnesium, titanium dan logam rentan lainnya	Dry powder yang mengandung sodium klorida atau grafit

Sumber: Egan (1987,p.125)

Penempatan APAR sebaiknya pada daerah yang mudah dicapai dan mudah terlihat di sepanjang jalur sirkulasi yang terlindung dari kebakaran serta siap untuk digunakan penghuni bangunan setiap saat. Pencapaian ke APAR tidak boleh melebihi 23 m dan setiap APAP disertai dengan instruksi penggunaan.



▲ APAP ● PIPA TEGAK

Gambar 2.72. Jarak pencapaian ke APAP

Sumber: Egan (1987,p.126)

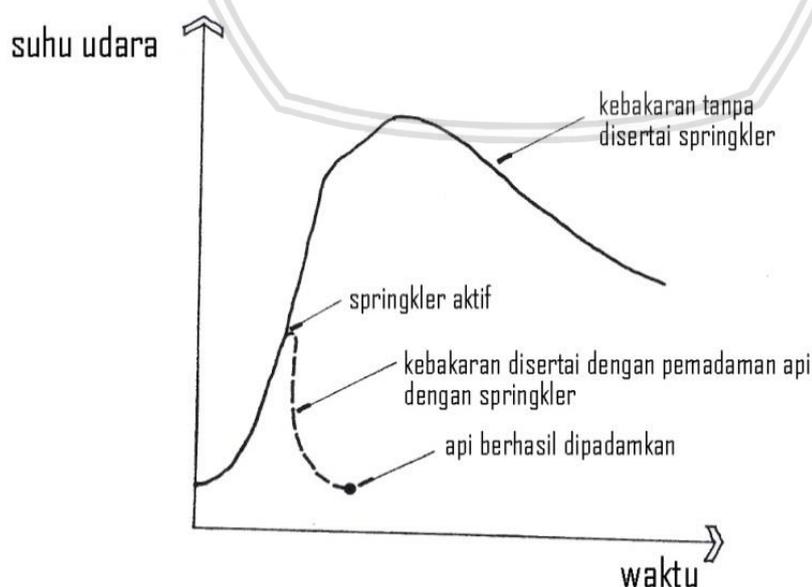
APAR pada bangunan dipasang pada lokasi yang mudah dicapai sehingga pengguna bangunan tidak kesulitan mengambil APAR untuk digunakan memadamkan kebakaran atau untuk diisi ulang. APAR dengan berat 18 kg atau kurang peletakannya sedemikian rupa sehingga ketinggian dari ujung atas dari tabung APAR tidak melebihi 1,5 m di atas lantai dan untuk APAR dengan berat lebih dari 18 kg peletakannya tidak boleh lebih dari 1 meter di atas permukaan lantai.A

Selain dari jenis APAR beroda, tabung APAR harus dipasang sekokoh mungkin baik itu dengan pengikat atau penggantung. Selain dipasang secara diikat atau digantung, tabung APAR dapat disimpan pada lemari APAR dimana lemari tersebut harus selalu dalam kondisi tidak terkunci

Agar APAR dapat digunakan oleh penghuni bangunan terutama pengguna bangunan yang tidak terlatih untuk memadamkan kebakaran, maka diperlukan intruksi penggunaan dari APAR yang ditempatkan dekat dengan tabung APAR dan harus dapat terbaca dengan jelas.

### 3. Sistem pemadam kebakaran otomatis

Sistem pemadam kebakaran otomatis seperti springkler otomatis memiliki kemampuan yang efektif dalam memadamkan api atau mengontrol penyebaran api.



Gambar 2.73. Perbandingan antara kebakaran dengan springkler aktif dan tanpa springkler  
Sumber: Egan (1987,p.128)

Sistem sprinkler otomatis menyemburkan air secara otomatis ketika terdeteksi panas dengan suhu tertentu. Tingkat suhu yang dapat terdeteksi oleh kepala sprinkler ditunjukkan tabel berikut.

Tabel 2.19. *Jenis Sprinkler pada Bangunan*

Tingkat suhu untuk jenis sambungan lebur(°C)	Warna tangkai
68/74	Tanpa warna
93/100	Putih
141	Biru
182	Kuning
227	Merah
Tingkat suhu untuk jenis glass bulb (°C)	Warna cairan
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu
203/260	Hitam

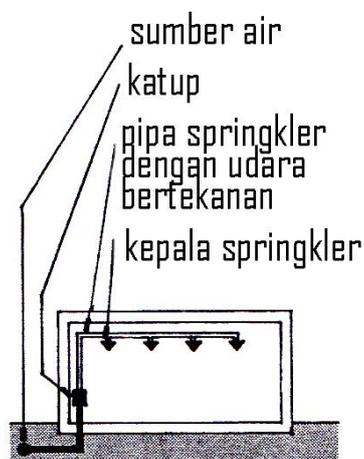
Sumber: SNI 03-3989-2000 (2000,93)

a. Tipe sistem sprinkler

Terdapat 3 sistem sprinkler sebagai berikut:

1) Sistem kering

Sistem pipa kering di dalam pipa sprinkler terisi udara bertekanan. Ketika terdeteksi adanya panas dengan suhu tertentu, kepala sprinkler akan aktif yang kemudian mengeluarkan udara bertekanan diikuti dengan terbukanya katup dan mengalirnya air ke kepala sprinkler yang akhirnya memancar keluar. Umumnya sistem pipa kering digunakan pada bangunan dengan suhu ruangan yang dingin yang memungkinkan air dalam pipa membeku.



Gambar 2.74. Sprinkler dengan sistem pipa kering  
Sumber: Egan (1987,p.133)

## 2) Sistem basah

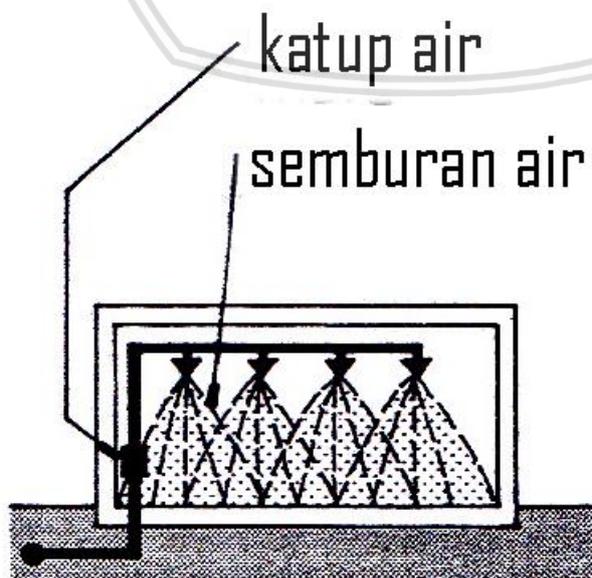
Springkler dengan sistem basah, pipa springkler selalu terisi dengan air bertekanan sehingga kepala springkler selalu dalam keadaan siap memancarkan air ketika kebakaran terdeteksi.



Gambar 2.75. Springkler dengan sistem pipa basah  
Sumber: Egan (1987,p.133)

## 3) Sistem deluge

Kepala springkler pada sistem springkler selalu terbuka setiap saat dan pada pipa *supply* tidak terisi air. Katup pada sistem springkler diatur oleh alat yang dapat mendeteksi api atau panas. Sistem deluge diperuntukan bagi bangunan yang memiliki tingkat bahaya tinggi



Gambar 2.76. Springkler dengan sistem pipa deluge  
Sumber: Egan (1987,p.133)

#### 4) Sistem preaction

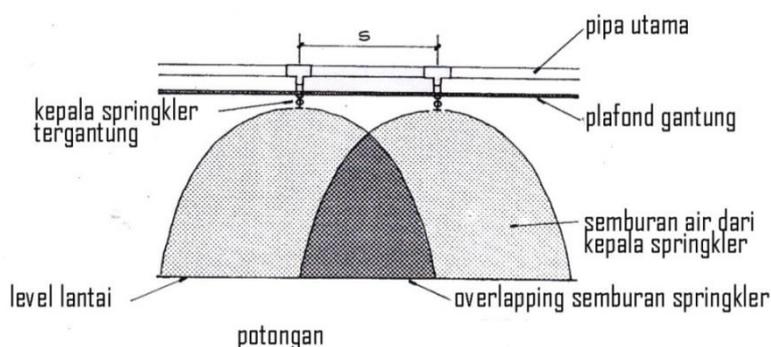
Pada sistem *preaction* kepala springkler selalu dalam keadaan tertutup dan menggunakan sistem kering. Pada sistem ini mengandalkan sistem deteksi yang lebih sensitive terhadap api dibandingkan dengan kepala springkler bahkan katup diperbolehkan untuk dibuka oleh pengguna bangunan. Sistem ini digunakan pada bangunan yang memungkinkan adanya pendeteksian yang salah dari kebakaran.



Gambar 2.77. Springkler dengan sistem preaksi  
Sumber: Egan (1987,p.134)

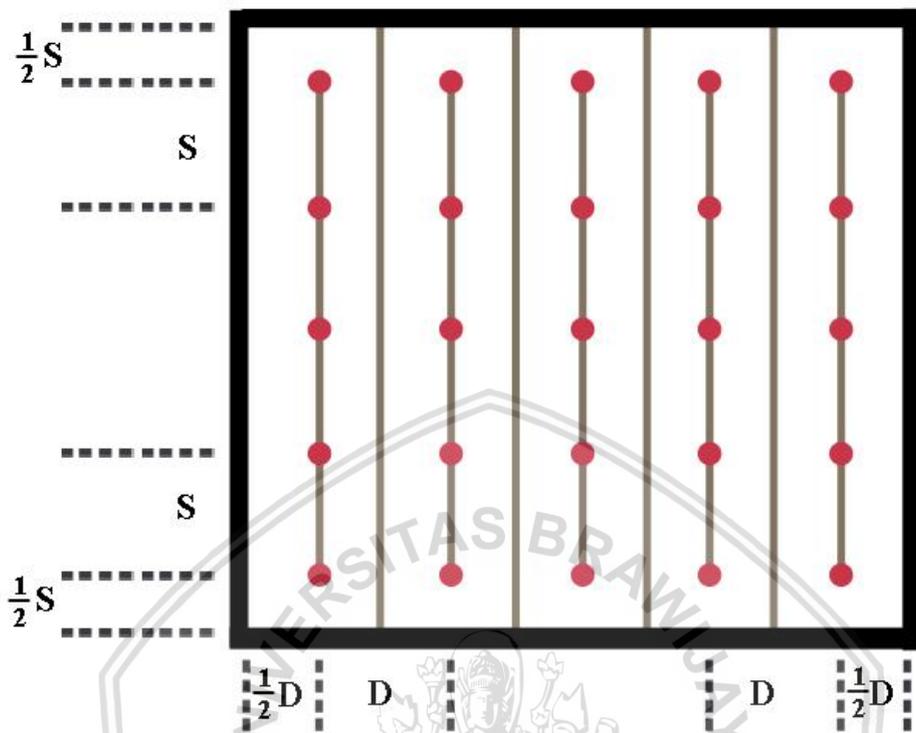
#### b. Peletakan kepala springkler

Luasan dari pancaran kepala springkler bergantung dari tipe kepala springkler yang digunakan dan tekanan aliran air ke kepala springkler. Untuk bangunan dengan tipe kebakaran ringan kepadatan pancaran 2,25 mm/menit dengan luasan pancaran springkler dinding 17 m<sup>2</sup> dan springkler lain 20 m<sup>2</sup>. Jarak antar kepala springkler pada tipe kebakaran ringan maksimum sebesar 4,6 m dan minimal 2 m.



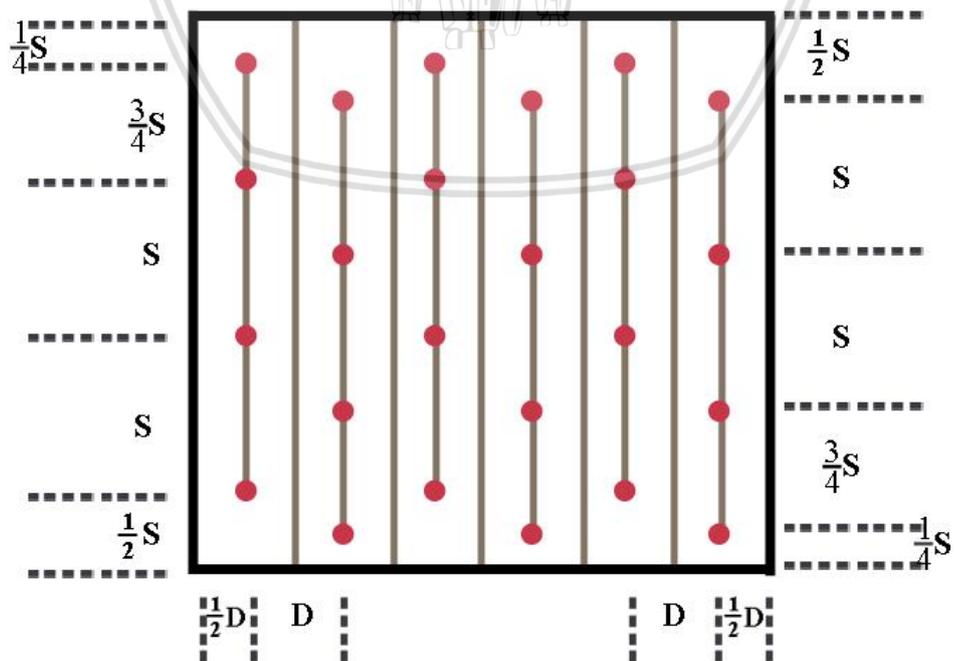
Gambar 2.78. Potongan ketika springkler aktif  
Sumber: Egan (1987,p.130)

dinding atau partisi



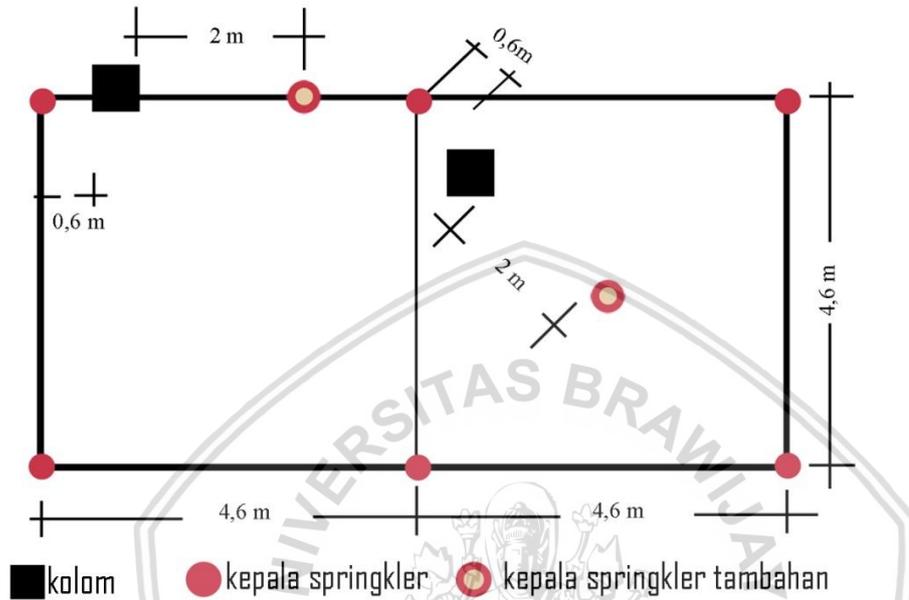
Gambar 2.79 Standar penempatan kepala springkler tipe 1  
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.33)

dinding atau partisi



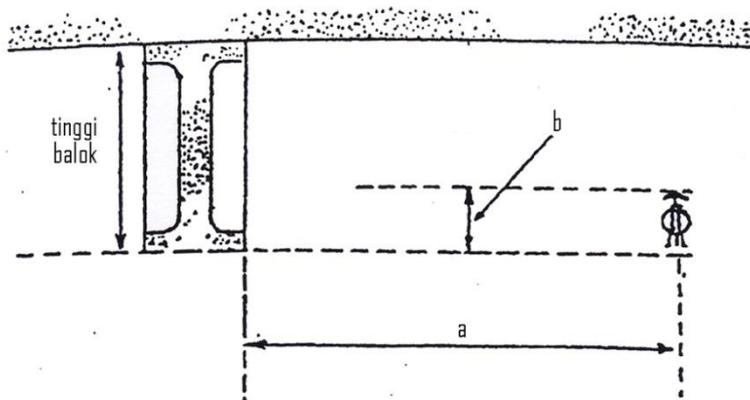
Gambar 2.80 Standar penempatan kepala springkler tipe 2  
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.34)

Pada umumnya peletakan kepala springkler bebas dari halangan seperti kolom dan balok. Jika tidak bisa dihindari maka harus ditempatkan kepala springkler tambahan pada arah berlawanan.



Gambar 2.81 Penempatan kepala springkler tabahan  
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.37)

Agar pancaran dari kepala springkler tidak terhalang dinding dan balok maka kepala springkler harus berjarak 1,2 m dari balok dan 2,3 dari dinding. Apabila balok memiliki flans pada bagian atas dengan lebar kurang dari 200 mm maka kepala springkler dapat dipasang pada bagian atas dengan jarak 150 mm diatas balok.

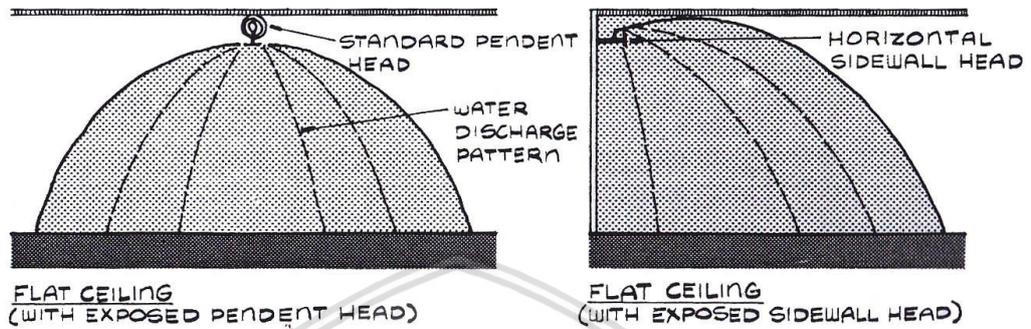


a=jarak datar minimum      b=ketinggian deflektor springkler dari tepi balok

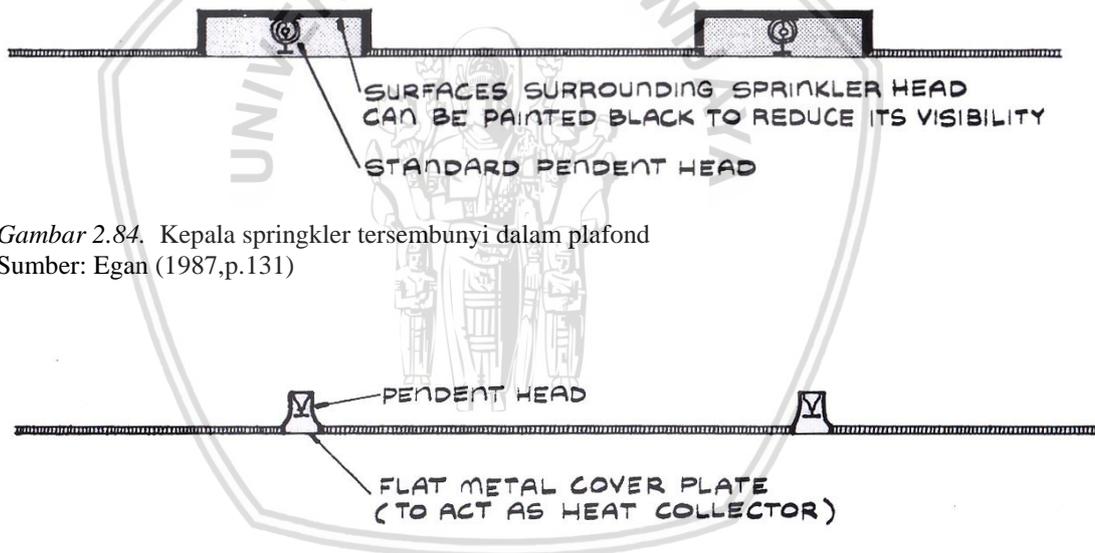
Gambar 2.82 Jarak kepala springkler terhadap balok  
 Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.38)



Pemasangan kepala springkler pada bangunan terdapat 3 cara yakni menggantung pada langit-langit, menggantung pada dinding, dan tersembunyi di dalam plafond.



Gambar 2.83. Kepala springkler menggantung pada langit-langit dan dinding  
Sumber: Egan (1987,p.131)

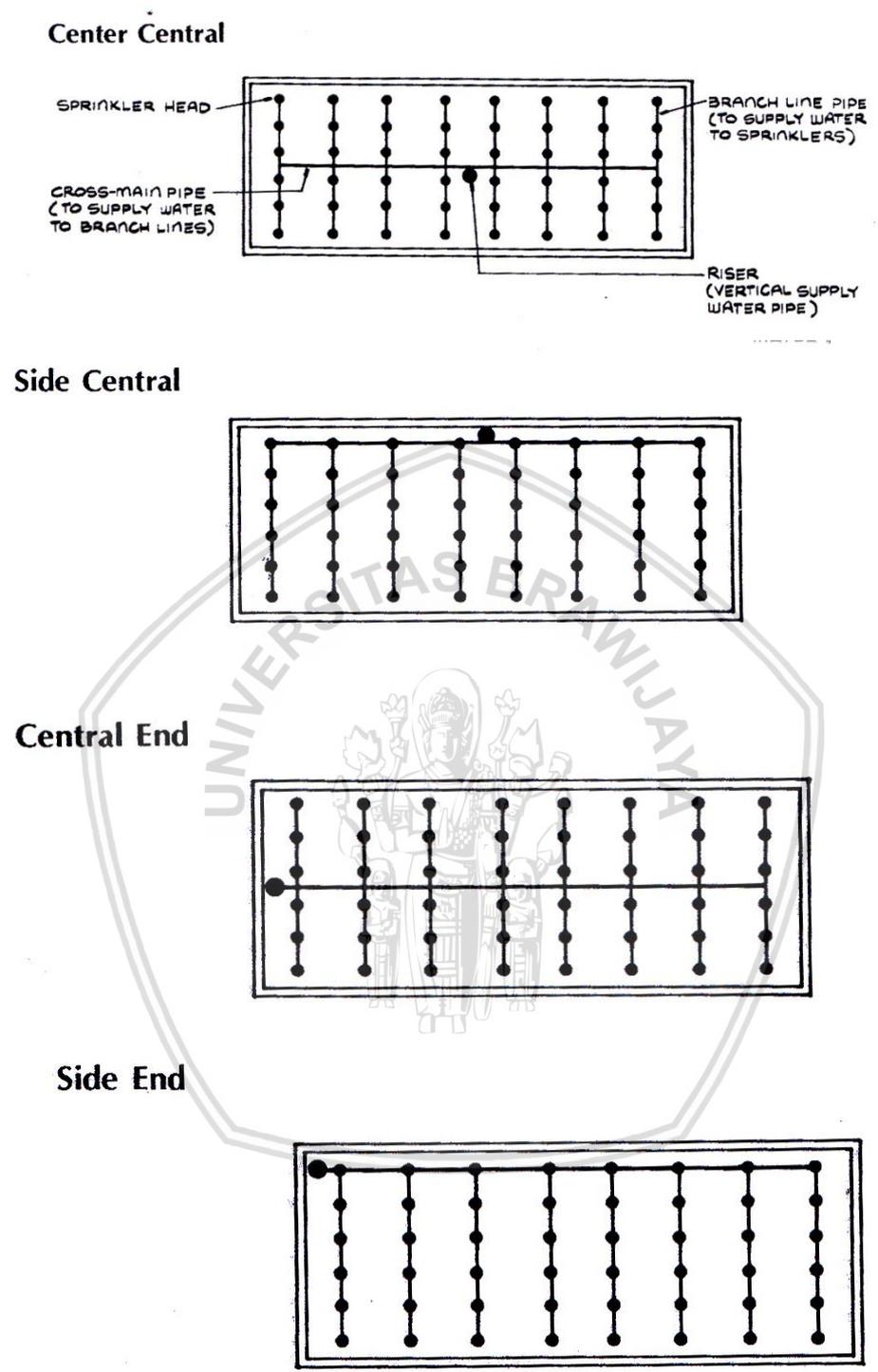


Gambar 2.84. Kepala springkler tersembunyi dalam plafond  
Sumber: Egan (1987,p.131)

Gambar 2.85. Kepala springkler tersembunyi dilengkapi dengan pengumpul panas  
Sumber: Egan (1987,p.131)

c. Layout kepala springkler dan riser

Terdapat 4 jenis layout kepala springkler dan riser yakni *center central*, *side central*, *central end*, dan *side end*. Sistem springkler dengan layout *center central* dan *side central* merupakan contoh layout yang baik karena dapat menghindari tersumbatnya pipa.



Gambar 2.86. Penempatan riser dan kepala springkler  
Sumber: Egan (1987,p.147)



Agar luas pancaran dan tekanan dari setiap kepala springkler sesuai dengan kriteria, terdapat batasan jumlah kepala springkler pada setiap pipa cabang dan batasan jumlah head springkler untuk setiap katup sebagai berikut:

Tabel 2.20. Jumlah Kepala Springkler Berdasar Ukuran Diameter Pipa

Diameter pipa(in.)	Bahaya kebakaran ringan	Bahaya kebakaran sedang	Bahaya kebakaran berat
1	2	2	1
1 ¼	3	3	2
1 ½	5	5	5
2	12	12	8
2 ½	40	25	20
3	65	45	30
3 ½	115	75	45
4	-	115	65
5	-	180	100
6	-	300	170

Sumber: Egan (1987,p.141)

Tabel 2.21. Jumlah maksimum kepala springkler pada satu katup kendali

Klasifikasi bahaya kebakaran	Jumlah kepala springkler
Bahaya kebakaran ringan	500
Bahaya kebakaran sedang	1.000
Bahaya kebakaran berat	1.000

Sumber: Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.93)

d. Springkler dengan sistem *water mist*

Perbedaan dari sistem ini dengan springkler biasa terlihat dari partikel air yang dikerluarkan dari kepala springkler. Sistem *water mist* partikel airnya lebih kecil sehingga jumlah air yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan sistem springkler biasa. Kepala springkler dari sistem *water mist* dirancang khusus agar air keluar dengan kecepatan yang tinggi dan dalam bentuk partikel air yang kecil.



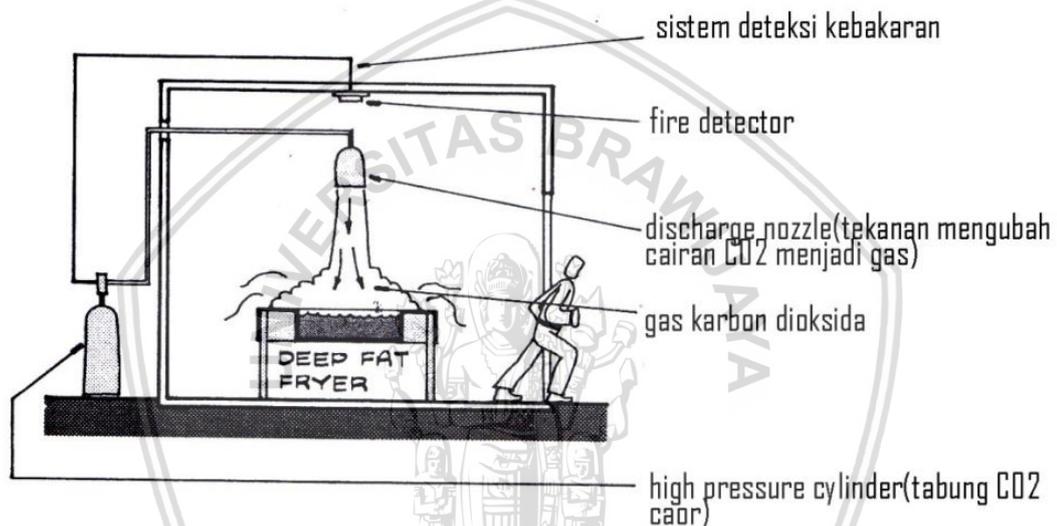
Gambar 2.87. Springkler *water mist*

Sumber: Internet

Sistem *water mist* bekerja dengan mengendalikan 3 elemen pembentuk api yakni dengan mendinginkan ruang, menghalangi radiasi panas, dan mengurangi kadar oksigen.

e. Sistem karbon dioksida otomatis

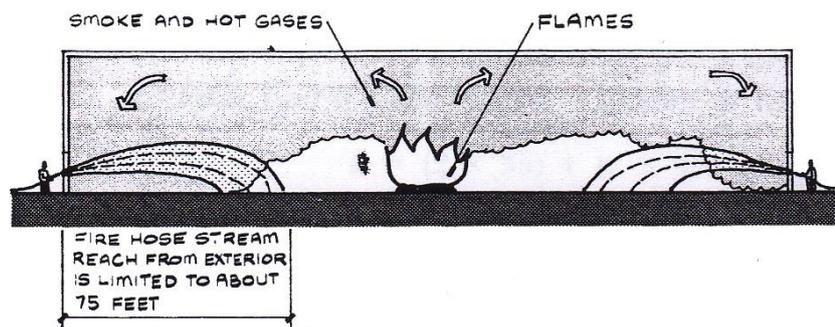
Sistem pemadam kebakaran ini tidak memadamkan api dengan menggunakan air seperti pada sistem springkler, namun menggunakan gas karbon dioksida yang diberi tekanan. Sistem karbon dioksida umumnya tidak menimbulkan kerusakan pada peralatan elektronik dan tidak berbahaya bagi keselamatan manusia serta tidak meninggalkan sisa pemadaman seperti air pada sistem springkler.



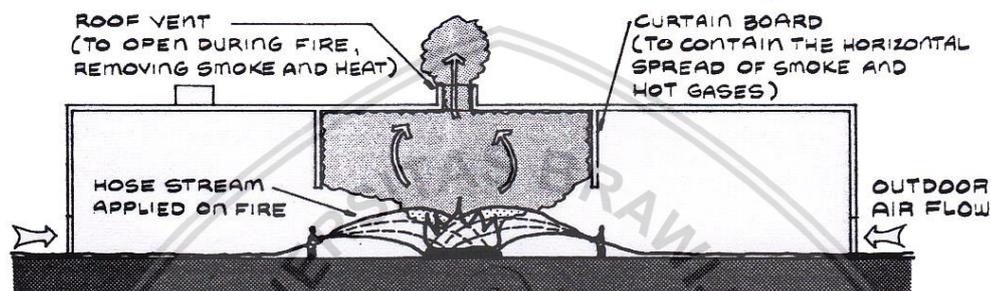
Gambar 2.88. Pemadaman api dengan sistem karbon dioksida  
Sumber: Egan (1987,p.159)

#### 4. Pengendalian asap kebakaran

Ventilasi yang baik diperlukan untuk mengeluarkan asap, gas beracun, dan panas dari bangunan yang terjadi akibat kebakaran. Asap yang terjadi karena kebakaran dapat mengganggu penglihatan penghuni yang akan keluar bangunan dan PMK yang melakukan proses penyelamatan pemadaman. Dengan adanya ventilasi yang dikhususkan untuk membuang asap akan membantu PMK dalam mencapai titik sumber api dan mempercepat proses pemadaman api.

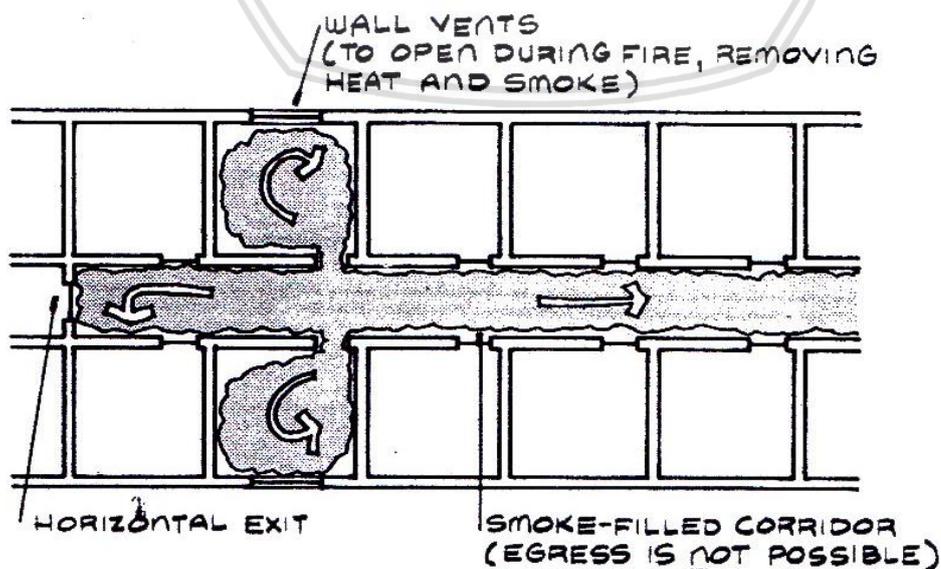


Gambar 2.89. Bangunan tanpa sistem pengendali asap  
Sumber: Egan (1987,p.164)



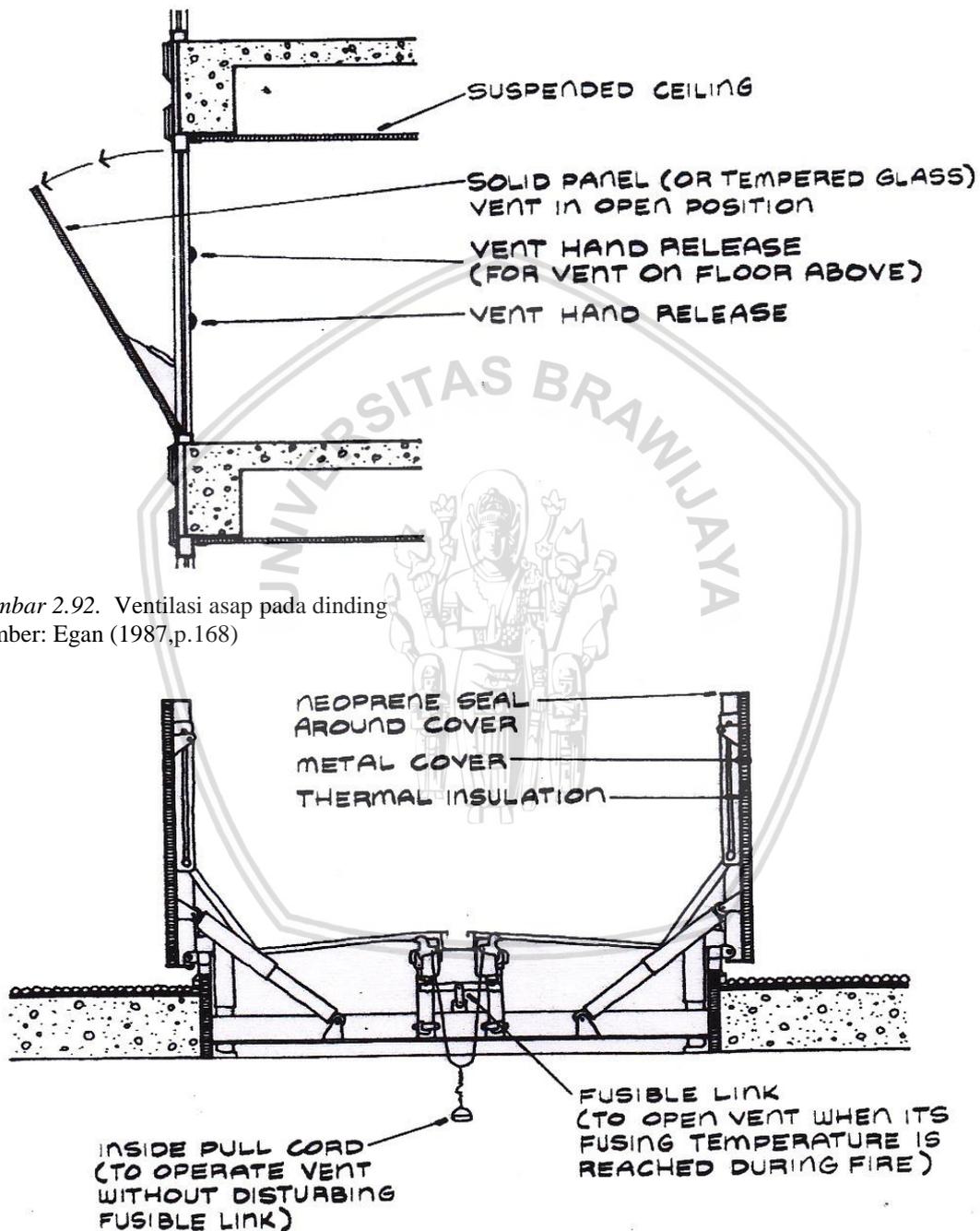
Gambar 2.90. Bangunan dengan sistem pengendalian asap  
Sumber: Egan (1987,p.164)

Bagian dari akses eksit seperti koridor harus terbebas dari asap sehingga penghuni bangunan dapat dengan segera menemukan jalan keluar atau pintu eksit. Ketika kebakaran terjadi pada bangunan yang tidak berventilasi, asap dan gas akan segera memenuhi koridor bangunan yang dapat membahayakan keselamatan penghuni



Gambar 2.91. Akses eksit koridor yang dipenuhi asap  
Sumber: Egan (1987,p.167)

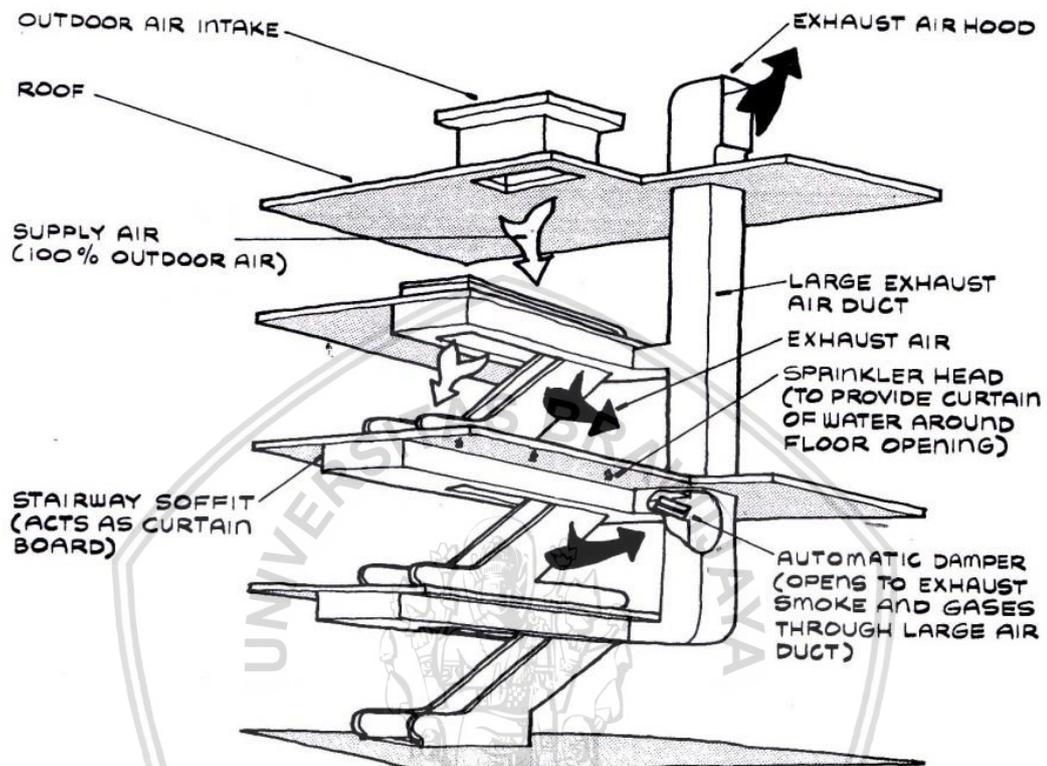
Ventilasi untuk mengeluarkan asap, gas, dan panas dapat berupa ventilasi pada dinding atau ventilasi pada atap bangunan yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis.



Gambar 2.92. Ventilasi asap pada dinding  
Sumber: Egan (1987,p.168)

Gambar 2.93. Ventilasi asap pada atap  
Sumber: Egan (1987,p.168)

Selain ventilasi jendela dan atap, pembuangan asap, gas, dan panas dapat diantu dengan saluran tata udara yang dapat berfungsi pula untuk menyediakan udara ke dalam bangunan ketika kebakaran terjadi.



Gambar 2.94 Sistem penghawaan untuk bahaya kebakaran  
Sumber: Egan (1987,p.169)

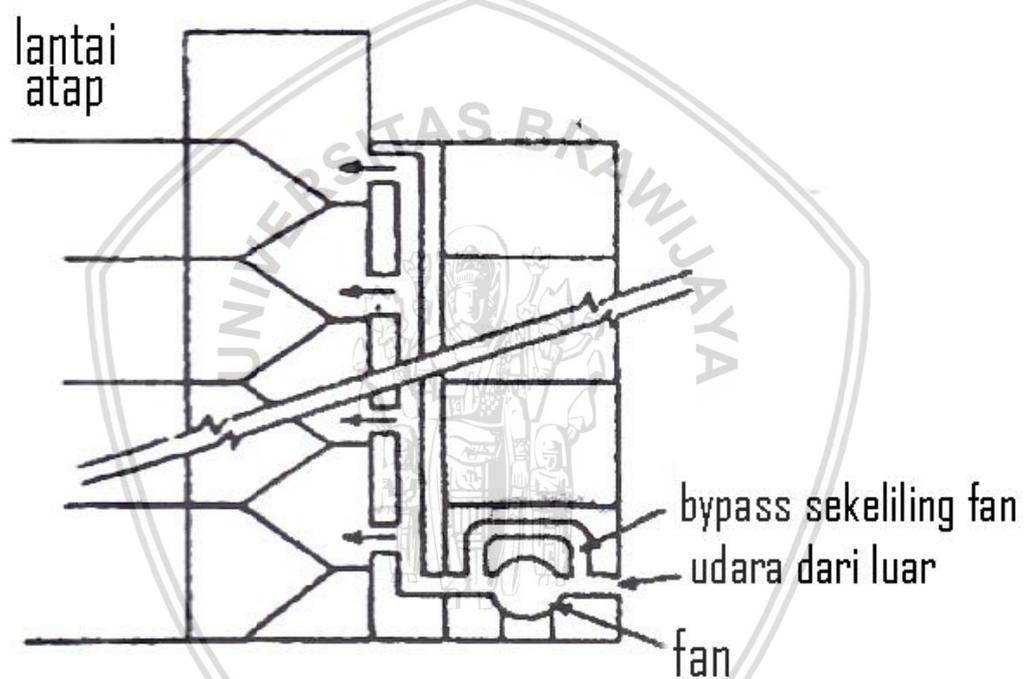
Pada ruang tangga darurat harus terlindung dari bahaya api, asap, dan gas beracun. Perlindungan akan bahaya api dilakukan dengan pemisahan konstruksi dari ruang tangga darurat. Sedangkan untuk melindungi dari bahaya asap dan gas dilakukan dengan memberi tekanan udara di dalam ruang tangga darurat. Berikut beberapa cara untuk memberikan tekanan ke dalam tangga darurat:

a. Sistem tanpa kompensasi

Udara untuk ruang tangga darurat diinjeksi dengan bantuan fan kecepatan tunggal, sehingga dapat menciptakan perbedaan tekanan dengan semua pintu yang ditutup perbedaan lain dengan satu pintu yang terbuka, dan seterusnya

b. Sistem dengan kompensasi

Sistem dengan kompensasi dapat mengatur tekanan udara dalam tangga darurat dengan kombinasi dari variasi pintu-pintu yang dibuka dan ditutup, dengan cara menjaga tekanan udara di dalam dan luar tangga darurat tetap positif. Laju aliran udara dapat diatur dengan sistem bypass damper yang dikendalikan oleh satu atau beberapa sensor yang mendeteksi perbedaan tekanan pada tangga darurat dan bangunan. Sistem kompensasi memungkinkan adanya kelebihan tekanan yang dapat diatasi dengan menyediakan damper pembuangan.



Gambar 2.95 Sistem kompensasi dengan bypass  
Sumber: SNI 03-6571 (2001,p.14)

Pada SNI 03-6571 2000, fan untuk menyediakan udara dibedakan menjadi 2 macam yakni fan propeller dan sistem injeksi. Berikut perbandingan dari kedua fan pemasok udara:

Tabel 2.22. Tipe Fan Penyedia Udara

Gambar	Jenis Fan	Kelebihan	Kekurangan
	Fan propeller	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tekanan relatif datar terhadap berbagai aliran</li> <li>- Cepat merespon perubahan aliran udara</li> <li>- Lebih ekonomis dalam hal biaya pemasangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memerlukan pelindung angin karena bekerja pada tekanan rendah dan cepat</li> <li>- Dapat terpengaruh oleh arah angin</li> </ul>
	Sistem injeksi tunggal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebih ekonomis dalam hal biaya dibandingkan dengan sistem injeksi jamak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat gagal jika pintu dekat titik injeksi dibuka yak akhirnya dapat gagal mempertahankan tekanan positif pada kedua sisi pintu tangga darurat, sehingga sistem fan injeksi tunggal tidak dapat diposisikan di lantai bawah</li> </ul>
	Sistem injeksi jamak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peletakan dari fan injeksi dapat dilektakan pada lantai atas atau bawah bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu menyediakan ducting untuk memasok udara</li> <li>- perlu memperhatikan peletakan ducting agar tindak mengurangi ketinggian dan lebar tangga darurat</li> </ul>

Sumber: SNI 03-3989 (2000,p.14-19)

## 2.6 Evakuasi Kebakaran pada Bangunan

Evakuasi kebakaran adalah proses pemindahan penghuni dari bangunan yang terbakar ke tempat yang aman yang berupa jalur evakuasi atau ke luar bangunan. Keberhasilan suatu sistem evakuasi kebakaran pada bangunan dipengaruhi beberapa faktor berikut:

### 1. Sistem proteksi aktif

Proteksi bahaya kebakaran yang memerlukan energy dalam pengoperasiannya disebut sistem proteksi aktif. Proteksi aktif meliputi utilitas bangunan di dalamnya. Fungsi utama sistem proteksi aktif dimulai dari mendeteksi kebakaran, memberi peringatan kebakaran kepada penghuni bangunan hingga pada proses pemadaman secara langsung pada saat proses evakuasi berlangsung.

### 2. Sistem proteksi pasif

Proteksi kebakaran yang menekankan pada aspek desain bangunan seperti pemilihan bahan bangunan yang tidak menghasilkan gas beracun, penerapan konstruksi yang tahan api, penyediaan jalur evakuasi yang mencukupi dan lain sebagainya.

### 3. Manajemen penyelamatan dari bahaya kebakaran

#### 2.6.1 Perilaku pengguna bangunan pada saat kebakaran

Perilaku pengguna bangunan ketika terjadi kebakaran terdiri dari dua tahap, yaitu reaksi pertama dan pengambilan keputusan

### 1. Reaksi pertama

Reaksi pertama orang pada saat terjadi kebakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat keseriusan bahaya kebakaran, kepribadian seseorang, latihan yang diterima, dan pengalaman lainnya.

### 2. Proses pengambilan keputusan

Proses pengambilan keputusan terdiri atas empat tahapan sebagai berikut:

#### a. Pengenalan /*recognition*

Meliputi pengenalan terhadap tanda-tanda kebakaran seperti mendengar alarm ataupun teriakan kebakaran, perilaku penghuni yang tidak biasa, penerangan padam, asap debu.

#### b. Pemastian/ *validation*

Setelah proses pengenalan akan terjadi proses penegasan akan adanya bahaya. Pada tahap ini akan muncul beberapa penafsiran pada pengguna bangunan akan tingkatan keseriusan bahaya.

c. Penentuan/*definition*

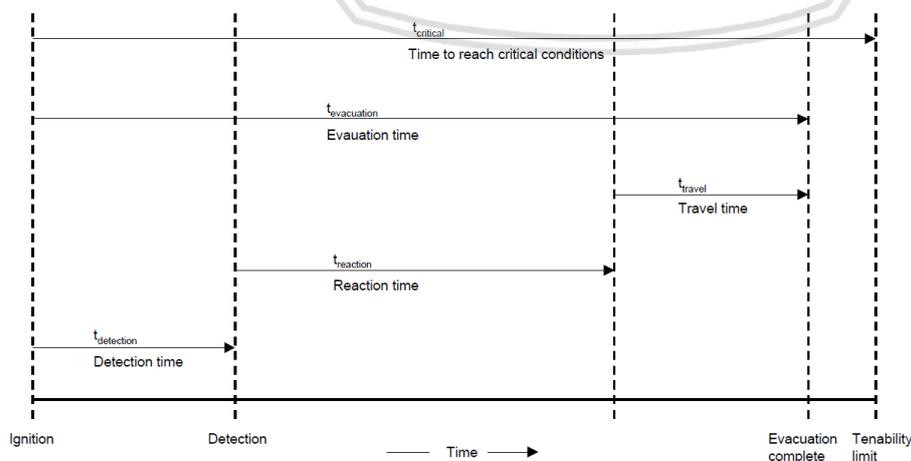
Pada individu pengguna bangunan yang dapat menentukan bahaya, maka akan mengevaluasi efeknya dan terdapat reaksi awal seperti menyelamatkan diri atau memadamkan api. Faktor yang mempengaruhi antara lain intensitas asap, intensitas nyala api, dan intensitas panas. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan posisi seseorang pada saat terjadi kebakaran.

d. Penilaian/*evaluation*

Proses evaluasi merupakan kegiatan yang dibutuhkan secara sadar untuk menanggapi ancaman bahaya, yang dapat berupa memadamkan api, ataupun mengabaikan tanda isyarat kebakaran.

### 2.6.2 Waktu evakuasi

Waktu evakuasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelamatkan penghuni dari sebuah bangunan. Proses evakuasi pada bangunan yang terbakar dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, evakuasi dari tiap lantai bangunan menuju daerah aman pada lantai yang sama berupa tangga kebakaran, ruang penyelamatan sementara, dan tangga kebakaran. Tahap kedua adalah proses evakuasi dari lantai atas bangunan (tangga kebakaran) ke luar bangunan.



Gambar 2.96. Tahapan Evakuasi

Sumber: Andresson, *Fire Safety Design of a Large Shopping Mall Using Extended Quantitative Risk Analysis*

## 2.7 Studi terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam penelitian:

### 1. Penelitian Tri Endangsih, tahun 2008

Judul penelitian: Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: bangunan pusat perbelanjaan Senayan City Jakarta
- b. Tujuan penelitian: mengidentifikasi keamanan bangunan untuk mengetahui tingkat keselamatan bangunan pusat perbelanjaan dan mengidentifikasi resiko kebakaran berdasarkan rancangan bangunan yang ada sehingga akan diketahui bahaya yang dapat timbul akibat produk kebakaran
- c. Metode penelitian: penelitian bersifat deskriptif eksperimental yang menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur tingkat keandalan bangunan dalam hal bahaya kebakaran. Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keandalan bangunan, digunakan standar dari NFPA , SNI, Kepmen PU. Untuk mempermudah proses penilaian keamanan dan keselamatan bangunan digunakan tabel penilaian yang berdasar dari NFPA, peraturan Kepmen PU, dan SNI
- d. Kesimpulan: penilaian kelayakan pada objek penelitian dinilai aman. Produk kebakaran berpengaruh besar terhadap kondisi, hal itu karena timbulnya panas, asap dan gas beracun yang bisa mengurangi kemampuan untuk menyelamatkan diri

### 2. Penelitian Rully Firmansyah, tahun 2008

Judul penelitian: Peranan Koridor Pada Bangunan Pusat Perbelanjaan Dalam Mengantisipasi Bahaya Kebakaran

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: bangunan pusat perbelanjaan Plaza Senayan dan Margo City
- b. Tujuan penelitian: menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan sebuah bangunan pusat perbelanjaan dari segi keamanan dan sejauh mana bangunan tersebut mempertimbangkan sarana pendukung keselamatan yang diterapkan pada bangunan tersebut
- c. Metode penelitian: melakukan studi kasus pada bangunan pusat perbelanjaan yang terdapat di kota Jakarta . Untuk mendukung proses studi kasus digunakan beberapa

teori dan peraturan yang berkaitan dengan pusat perbelanjaan dan keselamatan kebakaran yang kemudian dianalisis penerapannya pada bangunan

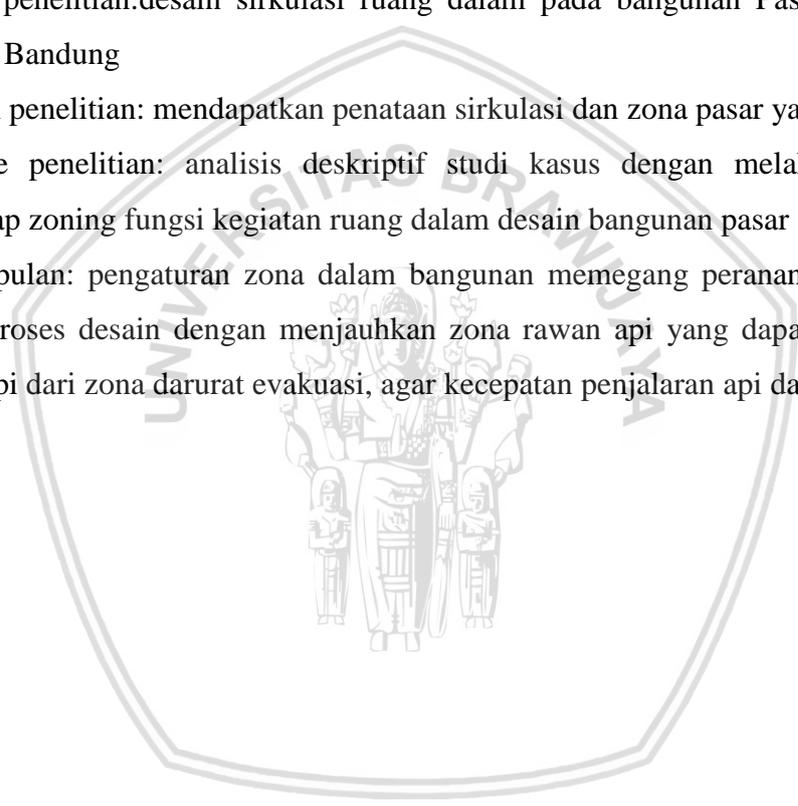
- d. Kesimpulan: perancangan bangunan pusat perbelanjaan harus memikirkan jalur evakuasi untuk para pengguna baik dari segi keamanan dan kenyamanan

3. Penelitian Rarasati Intan Widuri, tahun 2011

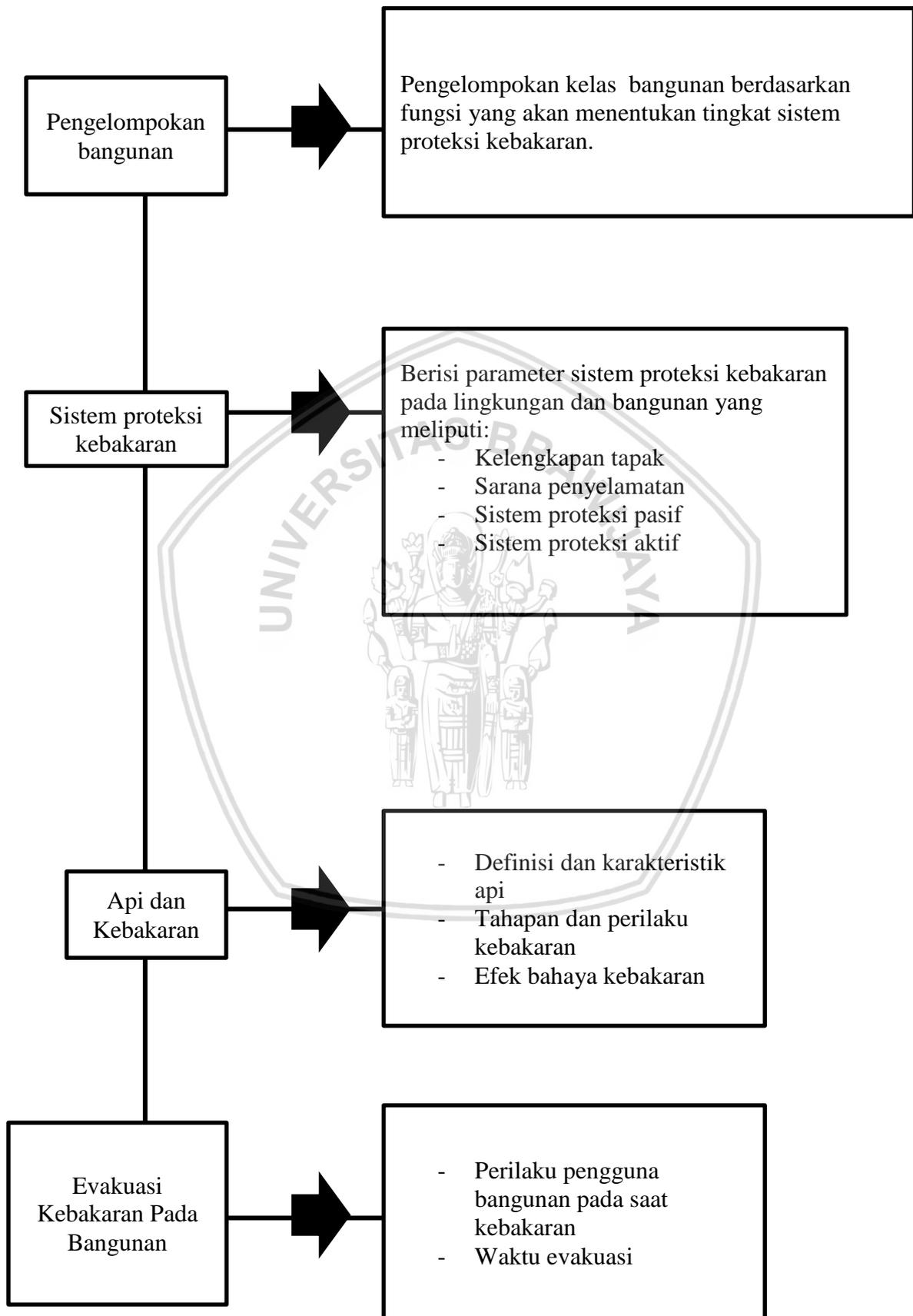
Judul penelitian: Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam Sebagai Sarana Evakuasi Pada Bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung

Deskripsi:

- a. Objek penelitian: desain sirkulasi ruang dalam pada bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung
- b. Tujuan penelitian: mendapatkan penataan sirkulasi dan zona pasar yang baik
- c. Metode penelitian: analisis deskriptif studi kasus dengan melakukan analisis terhadap zoning fungsi kegiatan ruang dalam desain bangunan pasar
- d. Kesimpulan: pengaturan zona dalam bangunan memegang peranan penting sejak awal proses desain dengan menjauhkan zona rawan api yang dapat menjadi titik awal api dari zona darurat evakuasi, agar kecepatan penjalaran api dapat dikurangi



### 2.8 Kerangka teori

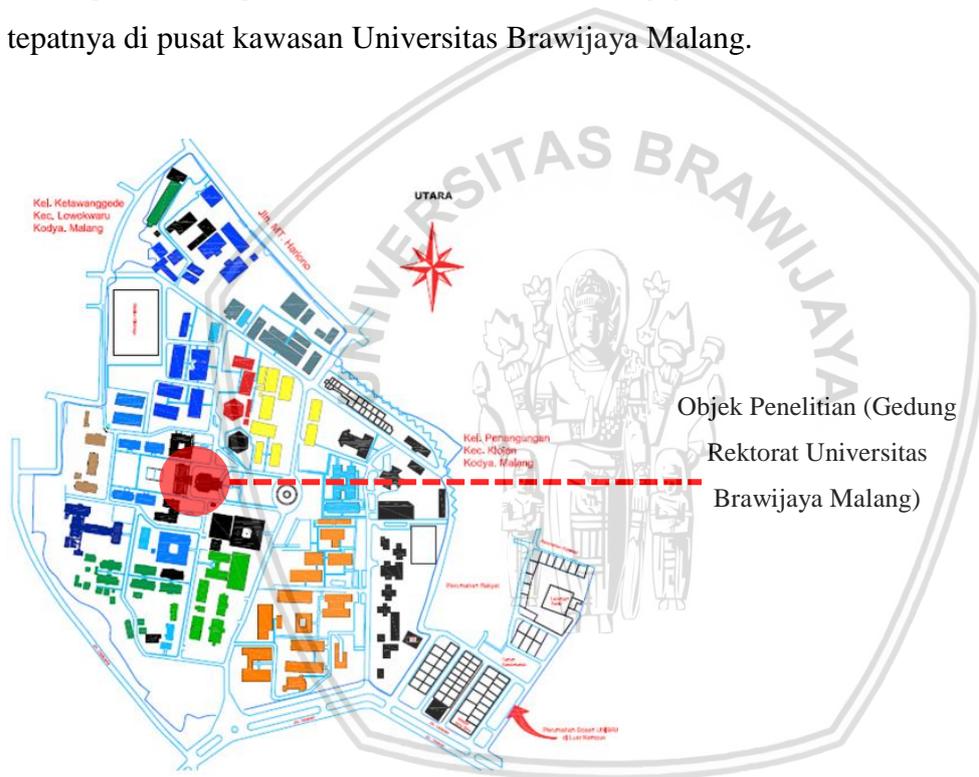




## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Ruang lingkup objek penelitian

Evaluasi sistem proteksi kebakaran akan dilakukan terhadap gedung yang tergolong ke dalam bangunan *high rise*. Bangunan yang dipilih sebagai objek evaluasi berada di kawasan Universitas Brawijaya Malang yakni Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang. Gedung Rektorat Universitas Brawijaya berada di Jalan Vetaran Malang, tepatnya di pusat kawasan Universitas Brawijaya Malang.



Gambar 3.1 Site plan Universitas Brawijaya Malang  
Sumber: dokumen Universitas Brawijaya



*Gambar 3.2* Tampak depan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya Malang  
Sumber: [www.ub.ac.id](http://www.ub.ac.id)

Alasan pemilihan pemilihan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya sebagai objek penelitian sebagai berikut:

1. Tergolong ke dalam bangunan *high rise* sehingga memerlukan sistem proteksi yang yang dapat memberikan keamanan bagi penghuninya
2. Merupakan bangunan yang rawan akan kebakaran karena di dalamnya terdapat aktifitas pelaku yang kompleks
3. Banyaknya komoditi yang mudah terbakar seperti alat elektronik sehingga penyebaran api akan semakin cepat.

### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data merupakan tahapan pengumpulan data-data yang bersumber dari kajian literatur dan pengamatan terhadap objek penelitian yakni Gedung Rektorat Brawijaya. Tujuan dilakukannya pengumpulan data yakni sebagai berikut:

1. Memperoleh kriteria-kriteria sistem proteksi kebakaran pada bangunan guna untuk mengevaluasi sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat Brawijaya
2. Memperoleh gambaran eksisting bangunan Gedung Rektorat Brawijaya dalam konteks sistem proteksi kebakaran yang selanjutnya akan di evaluasi berdasar kriteria dari hasil studi literatur.

Metode pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian bersifat deskriptif yakni dengan menggambarkan teori dan standar yang di jadikan acuan sebagai kriteria serta kondisi eksisting dari bangunan Gedung Rektorat Brawijaya. Berdasarkan jenis datanya, pengumpulan data dibedakan menjadi dua jenis yakni data sekunder dan data primer.

### 3.2.1 Data sekunder

Data sekunder bersumber dari literatur berupa teori-teori kebakaran dan peraturan bangunan berkaitan dengan sistem proteksi kebakaran. Bentuk literatur dapat berupa cetak maupun jurnal online. Proses pengumpulan data sekunder atau studi literatur menghasilkan kriteria-kriteria sistem proteksi kebakaran pada bangunan yang menjadi acuan dalam mengevaluasi sistem proteksi kebakaran Gedung Rektorat Brawijaya.

Berdasar studi literatur yang dilakukan dapat diidentifikasi variabel penelitian. Variabel ditentukan berdasarkan aspek arsitektural yang berpengaruh terhadap keamanan dan keselamatan dalam proses penyelamatan, pemadaman api dan evakuasi kebakaran berlangsung. Variabel yang digunakan terdapat dua jenis variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang memberi pengaruh pada hasil akhir penelitian Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dijadikan sebagai tujuan. Berikut tabulasi variabel dalam penelitian.

Tabel 3.1 *Variabel Penelitian*

	Variabel Bebas	Variabel Terikat
Sistem proteksi kebakaran pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak)	Jalan lingkungan	Keamanan dan keselamatan terhadap bahaya kebakaran
	Jarak antar bangunan`	
Sistem proteksi kebakaran pada bangunan	Akses petugas pemadam kebakaran ke lingkungan	
	Akses petugas pemadam kebakaran dari lingkungan ke bangunan	
	Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan	
	Sarana penyelamatan	
	Sistem proteksi pasif	
	Sistem proteksi aktif	

### 3.2.2 Data primer

Data primer merupakan data-data yang diperoleh dari eksisting bangunan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya. Data primer diperoleh melalui beberapa teknik berikut:

1. Wawancara

Proses wawancara dilakukan terhadap pihak pengelola Gedung Rektorat Universitas Brawijaya. Data yang akan diperoleh dari kegiatan wawancara berupa profil bangunan dan jumlah pengguna bangunan.

2. Pengamatan visual

Proses pengamatan visual dilakukan untuk memperoleh dokumentasi bangunan eksisting eksterior maupun interior. Selain itu juga mengamati kelengkapan sistem proteksi kebakaran di dalam dan luar bangunan.

3. Pengukuran lapangan

Proses pengukuran lapangan dilakukan untuk memperoleh dimensi penerapan sistem proteksi yang ada pada bangunan eksisting. Proses pengukuran dapat dilakukan langsung pada bangunan eksisting dan juga pada gambar kerja. Pengukuran lapangan contohnya dilakukan pada elemen sarana penyelamatan berupa tangga darurat yang berupa pengukuran lebar tangga, ketinggian dan lebar injakan. Alat ukur yang digunakan pada proses pengukuran langsung berupa meteran.

4. Tabel pengamatan

Untuk mempermudah proses pengambilan data di lapangan, pengamatan dilakukan dengan membuat tabulasi kelayakan berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Parameter sistem proteksi kebakaran mengacu pada tabel penilaian Pd-T-11-2005-C yang dikeluarkan oleh Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. Tabel penilaian tersebut bekerja sebagai sarana penilaian terhadap keandalan sistem keselamatan bangunan.

### 3.3 Metode Analisa Data

Metode analisis data menggunakan metode deskriptif dan kuantitatif berdasarkan data yang diperoleh dari bangunan dan lingkungan Gedung Rektorat Brawijaya serta bersumber dari kajian. Analisis deskriptif dilakukan dengan membandingkan keadaan eksisting dengan peraturan sistem proteksi kebakaran kemudian bila terdapat ketidaksesuaian antara

eksisting dengan peraturan maka diberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Berikut jabaran analisis yang akan dilakukan

1. Analisis sistem proteksi kebakaran pada lingkungan Gedung Rektorat

Analisis terhadap keandalan elemen sistem proteksi kebakaran yang berada pada tapak lingkungan Gedung Rektorat yang berkaitan dengan aspek akses ke bangunan oleh Petugas Pemadam Kebakaran, pengendalian kebakaran terhadap lingkungan Gedung Rektorat, dan sistem pemadaman api pada lingkungan luar bangunan

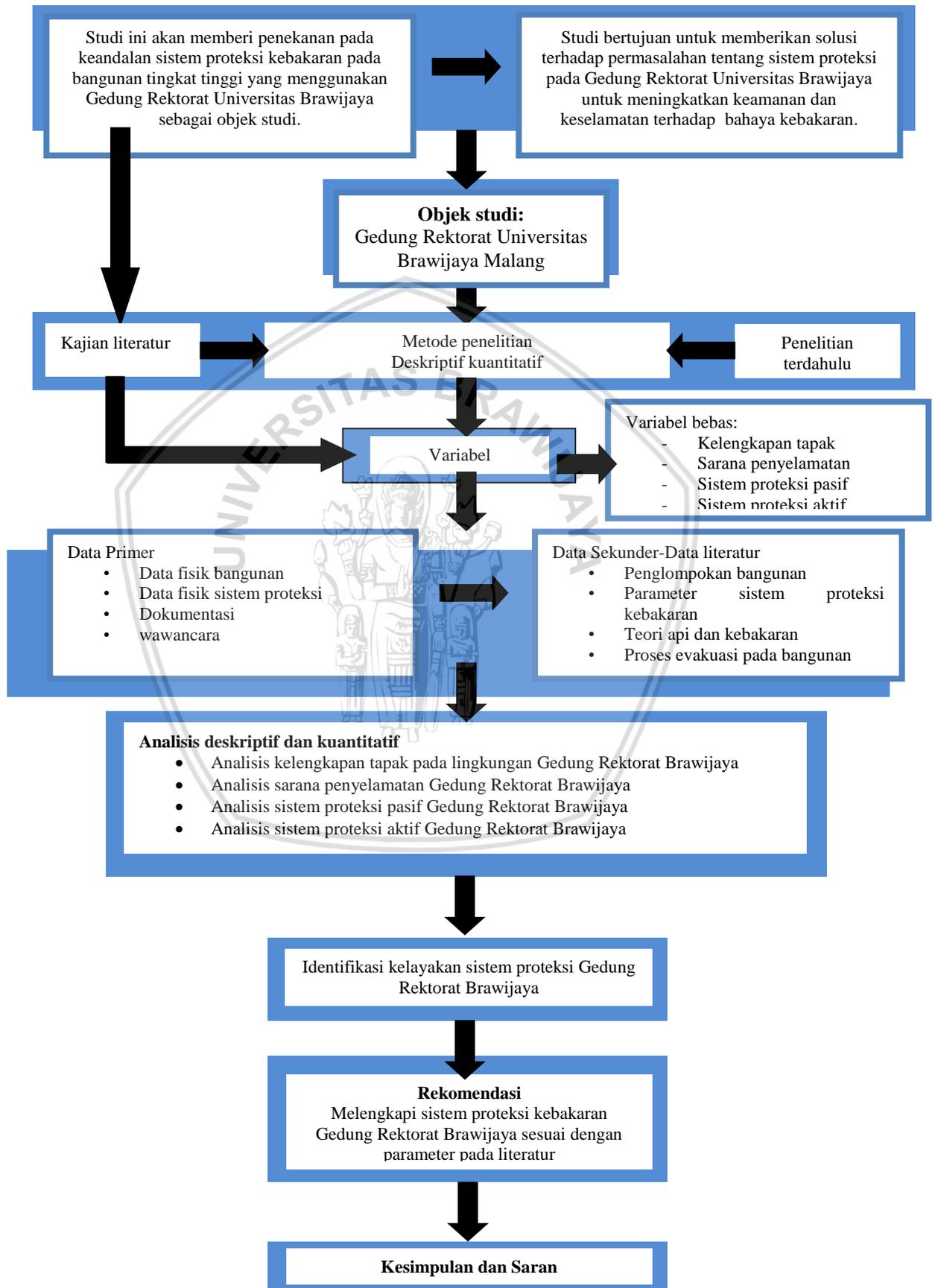
2. Analisis sistem proteksi kebakaran pada Gedung Rektorat

Analisis terhadap keandalan elemen-elemen sistem proteksi yang terdapat dalam Gedung Rektorat. Yang tercakup dalam analisis berupa elemen akses PMK ke dalam bangunan, sistem penyelamatan terhadap bahaya kebakaran yang didukung dengan sistem proteksi pasif dan aktif.

### **3.4 Rekomendasi sistem proteksi kebakaran**

Setelah tahapan analisis, akan terlihat kelayakan dan kelengkapan dari sistem proteksi pada lingkungan dan bangunan Gedung Rektorat Brawijaya. Pada elemen sistem proteksi yang belum memenuhi parameter dari peraturan perlu diberikan rekomendasi yang berupa melengkapi dan memperbaiki elemen tersebut sesuai dengan parameter pada kajian

### 3.5 Kerangka metode





## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Kondisi eksisting kampus universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya merupakan salah satu universitas terkemuka di Indonesia yang berlokasi di Kota Malang. Universitas Brawijaya berlokasi di Jalan Veteran Malang, Jawa Timur berjarak sekitar 85 KM dari kota Surabaya. Total luas area dari Universitas Brawijaya mencapai 2.203.948 m<sup>2</sup>.



Gambar 4.1 Site Plan Universitas Brawijaya

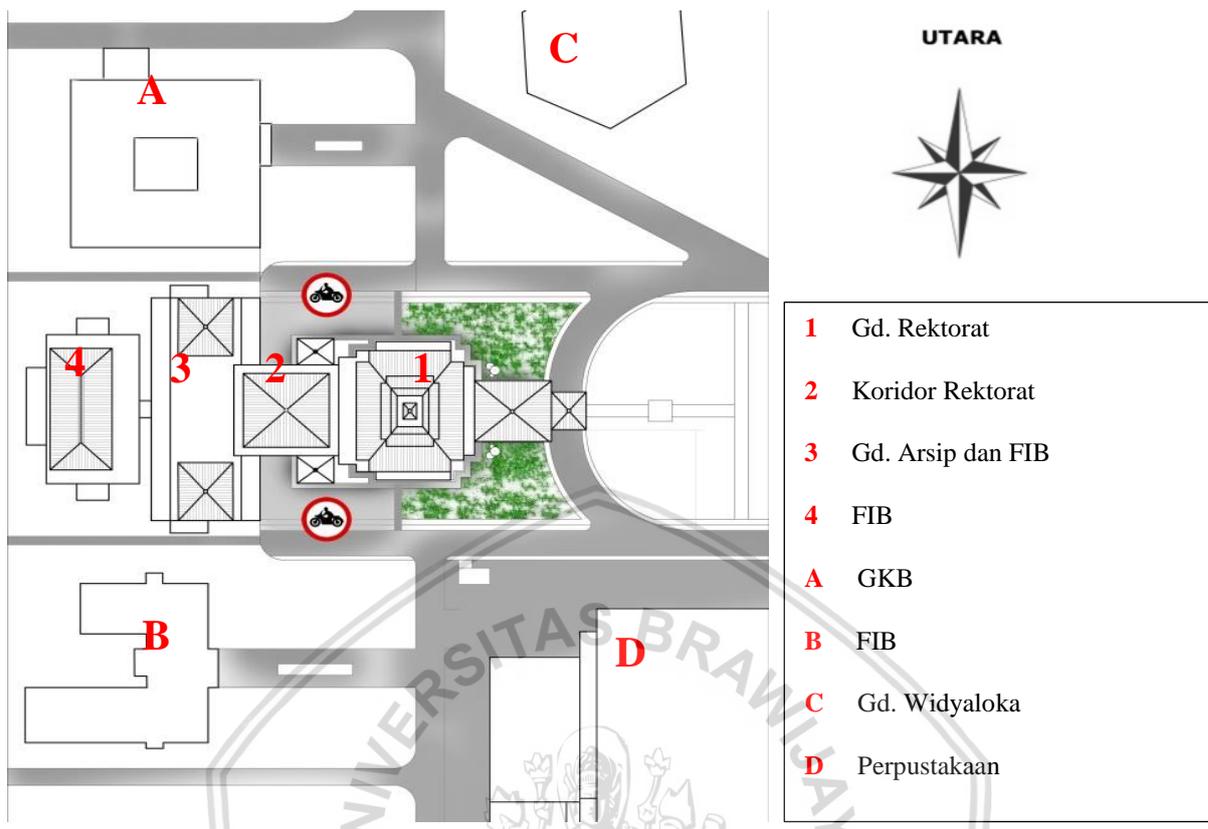
Universitas Brawijaya diresmikan sebagai universitas negeri semenjak 5 Januari 1963 yang ditetapkan sebagai hari lahir Universitas Brawijaya. Hingga tahun 2018 sudah terdapat 15 fakultas, 1 program pendidikan vokasi, 1 program pendidikan pascasarjana. Total proram studi yang ada sampai tahun 2016 berjumlah 148 program studi yang terdiri dari program D3, D4, S1, S2, S3, spesialis, dan profesi.

Gedung Rektorat Universitas Brawijaya berlokasi di pusat kawasan Universitas Brawijaya yang berada di Jalan Veteran Malang. Gedung Rektorat merupakan salah satu bangunan tinggi yang berada di Universitas Brawijaya, yakni dengan jumlah lantai sebanyak 9 lantai yang terdiri dari lantai 1 sampai 8 berfungsi sebagai perkantoran dan lantai 9 merupakan lantai servis. Gedung Rektorat berfungsi sebagai kantor bagi Rektor Universitas Brawijaya beserta staf-staf nya. Keberadaan dari Gedung Rektorat Brawijaya menjadi sangat penting bagi Universitas Brawijaya karena di dalamnya terdapat pusat data-data penting yang berkaitan dengan aktifitas pendidikan Universitas Brawijaya.

Gedung Rektorat dibangun pada tahun 1990 an yang kemudian di diperluas dengan penambahan gedung baru dengan ketinggian 6 lantai dan penggabungan dengan gedung kantor pusat lama (Gedung Arsip dan FIB) yang memiliki ketinggian 4 lantai.

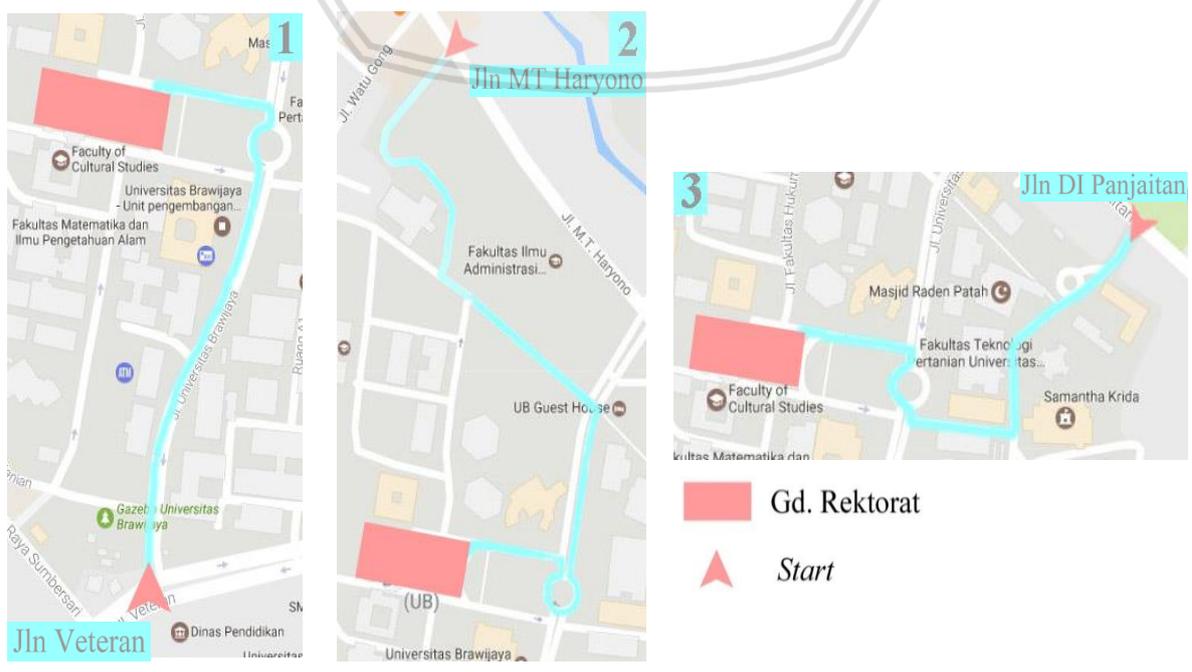
#### **4.1.1 Tata lingkungan**

Gedung Rektorat Brawijaya dikelilingi jalan lingkungan dan beberapa bangunan seperti Gedung Arsip, Gedung FIB, Gedung Kuliah Bersama, Gedung Widyaloka, dan perpustakaan. Selain bangunan dan jalan lingkungan, di sebelah Timur dari Gedung Rektorat terdapat area terbuka berupa lapangan Brawijaya yang menampung aktifitas outdoor mahasiswa. Jalan lingkungan yang berada di sekitar Gedung Rektorat memiliki lebar 6 hingga 7 m, jalan tersebut berfungsi sebagai jalur sirkulasi kendaraan roda empat, roda dua, dan terdapat ruas jalan Utara dan Selatan yang difungsikan sebagai area parkir sepeda motor.



Gambar 4.2 Lingkungan Sekitar Gedung Rektorat

Gedung Rektorat dapat dicapai kendaraan melalui Jalan Veteran(1), Jalan M.T. Haryono(2), dan Jalan Mayjend Panjaitan(3). Jalur pencapaian terjauh untuk menuju Gedung Rektorat melalui gerbang M.T. Haryono. Sedangkan jalur terdekat melalui gerbang Jalan Veteran.

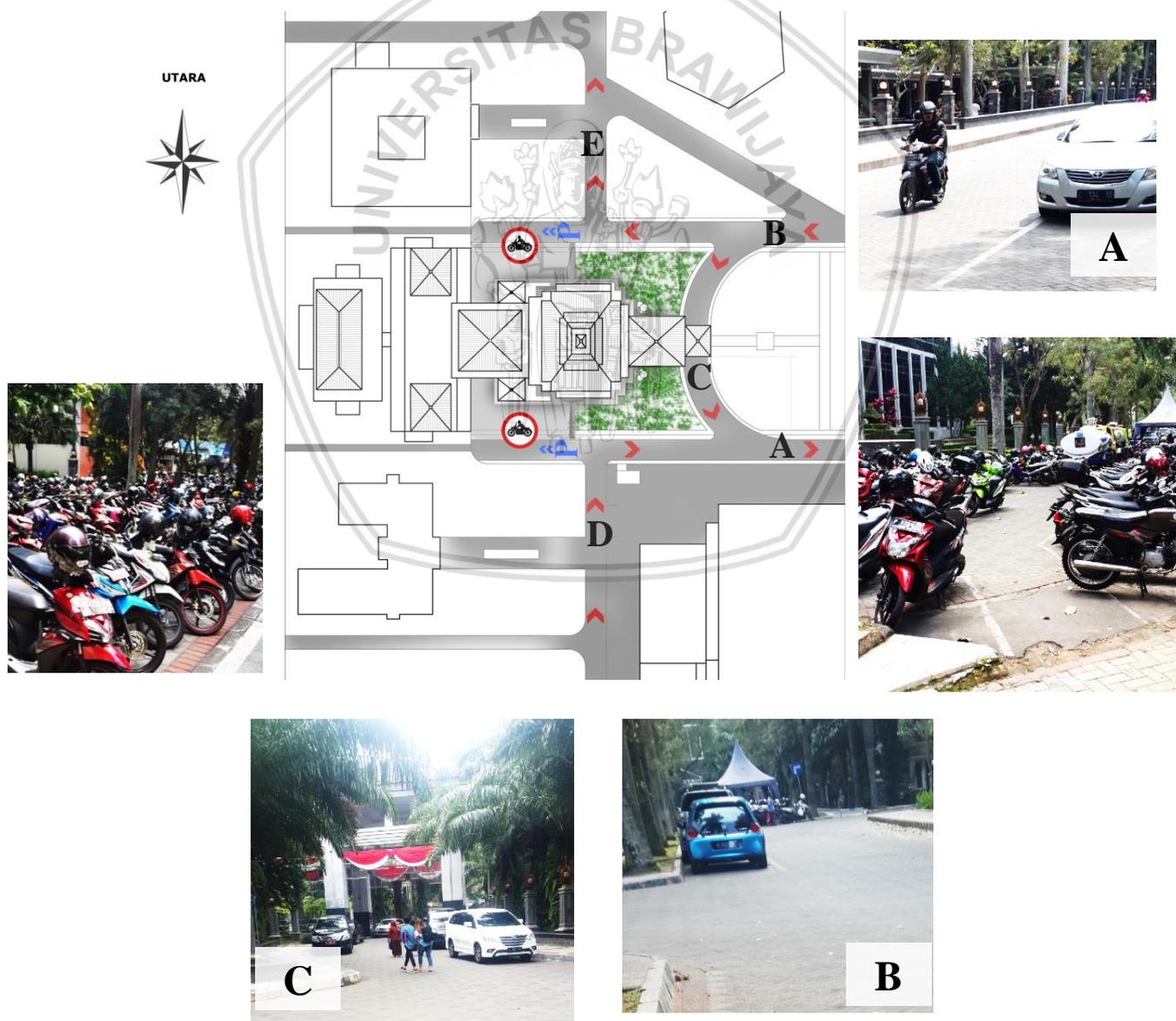


Gambar 4.3 Pencapaian Menuju Gedung Rektorat



Sirkulasi kendaraan di sekitar Gedung Rektorat melalui jalan lingkungan yang memiliki lebar 6-7 m. Pada ruas jalan A,B,C,D,E terdapat parkir *on street* dari kendaraan roda empat, sehingga ruas jalan efektif untuk sirkulasi kendaraan menjadi 5,5-4,5 m. Pada titik C merupakan area *drop off* untuk menurunkan perkerja maupun tamu yang selanjutnya masuk pintu utama ke Gedung Rektorat .

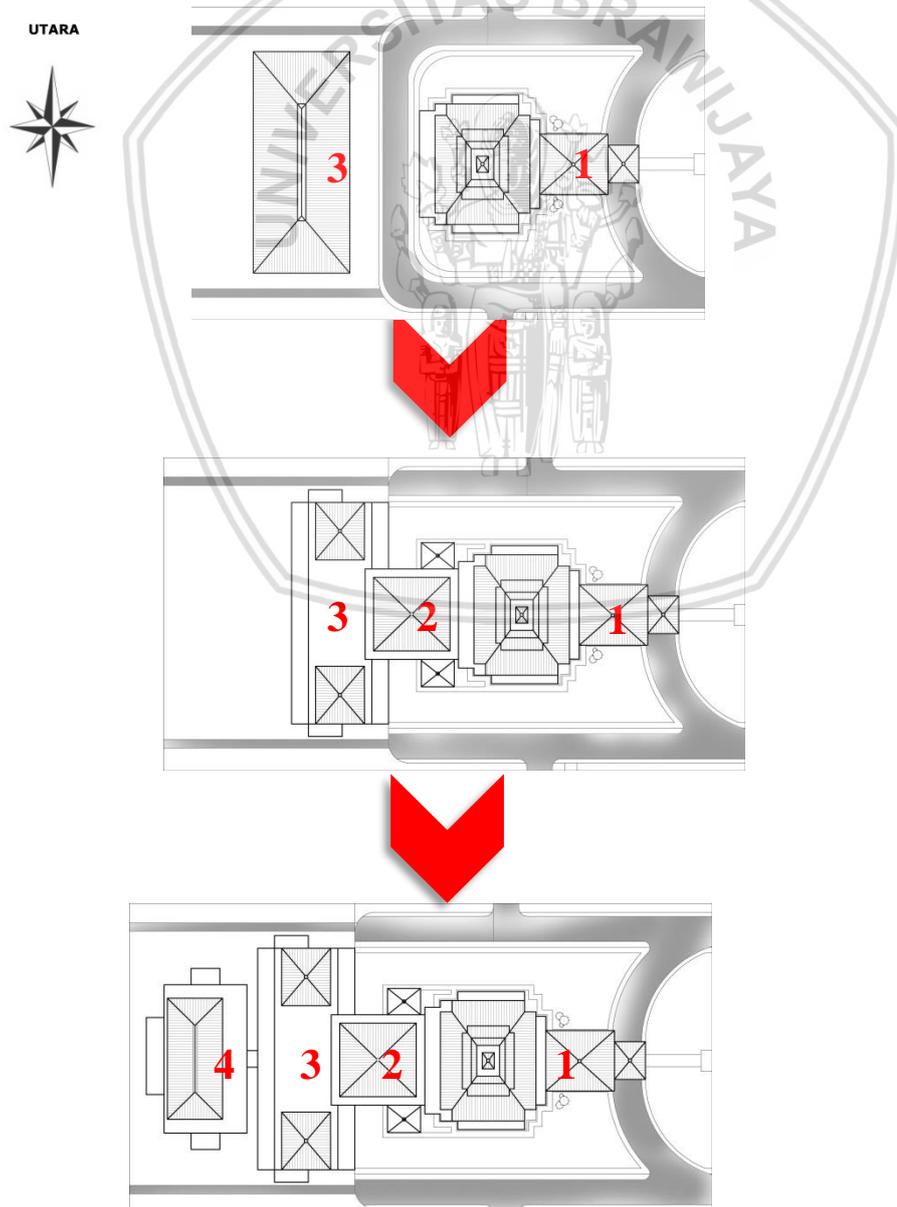
Pada bagian Utara dan Selatan dari Gedung Rektorat terdapat area parkir khusus untuk sepeda motor untuk pegawai, tamu, dan mahasiswa. Pada bagian Barat dari masing-masing parkir sepeda motor terdapat *pedestrian way* dengan lebar 1,2 m.



Gambar 4.4 Sirkulasi Sekitar Gedung Rektorat

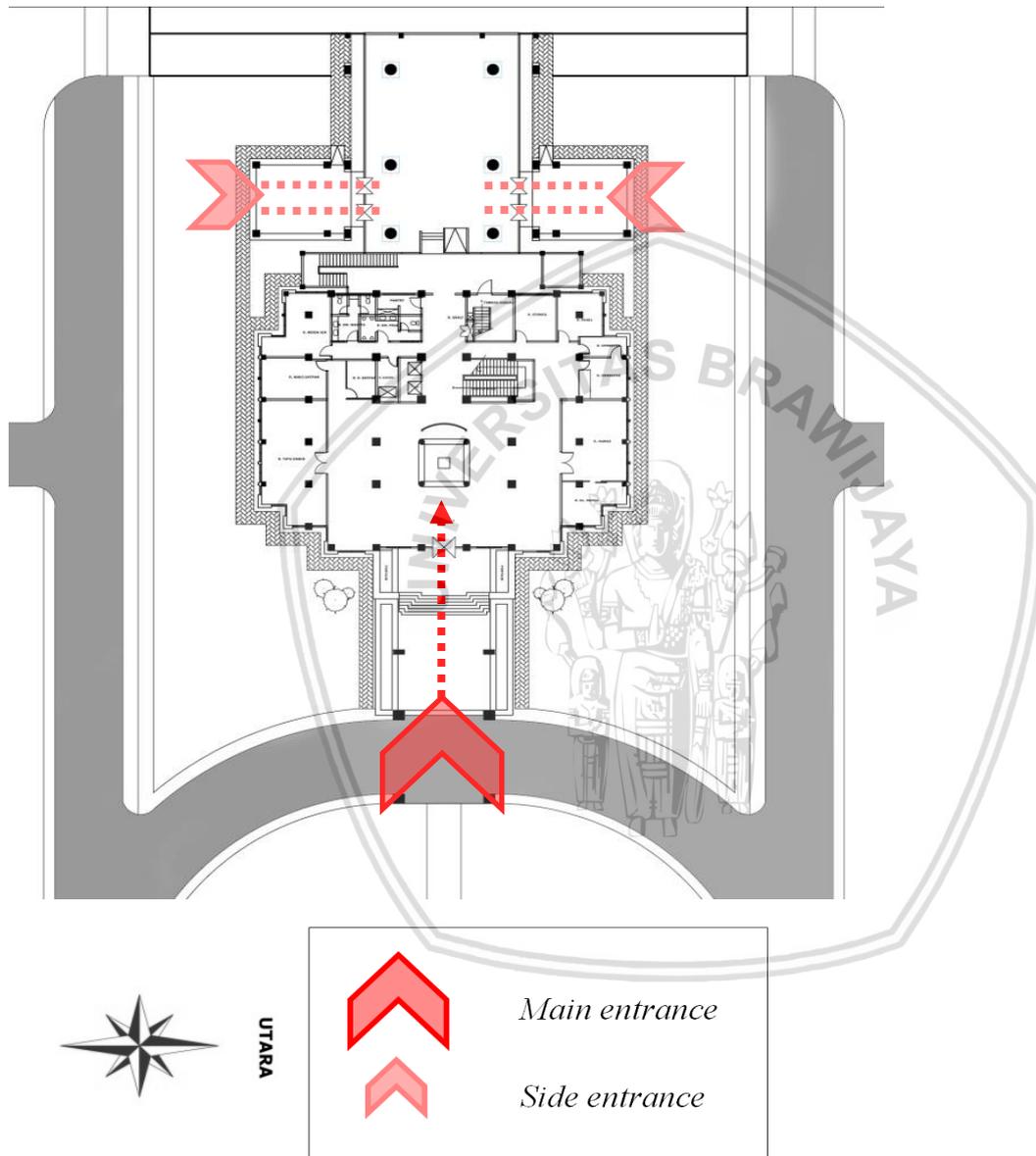
#### 4.1.2 Gedung Rektorat

Sebelum Gedung Rektorat didirikan, pusat dari kegiatan administrasi untuk Universitas Brawijaya berada pada Gedung Kantor Pusat yang sekarang berfungsi sebagai Gedung Arsip dan FIB (bangunan nomor 3). Pada tahun 1990 an, direncanakan dan dibangun gedung baru dengan ketinggian 8 lantai yang sekarang dikenal dengan Gedung Rektorat (bangunan nomor 1). Kemudian bangunan Gedung Rektorat diperluas pada sisi Barat dengan mendirikan Gedung Koridor Rektorat (bangunan nomor 2) dengan ketinggian 6 lantai. Gedung Koridor Rektorat ini berfungsi menghubungkan Gedung Rektorat dengan Gedung Arsip dan FIB. Setelah Gedung Koridor Rektorat, di bagian Barat dari Gedung Arsip dan FIB didirikan Gedung FIB (bangunan nomor 4) yang sebagian lantainya dihubungkan dengan Gedung Arsip dan FIB.



Gambar 4.5 Rekonstruksi Bangunan Sekitar Gedung Rektorat

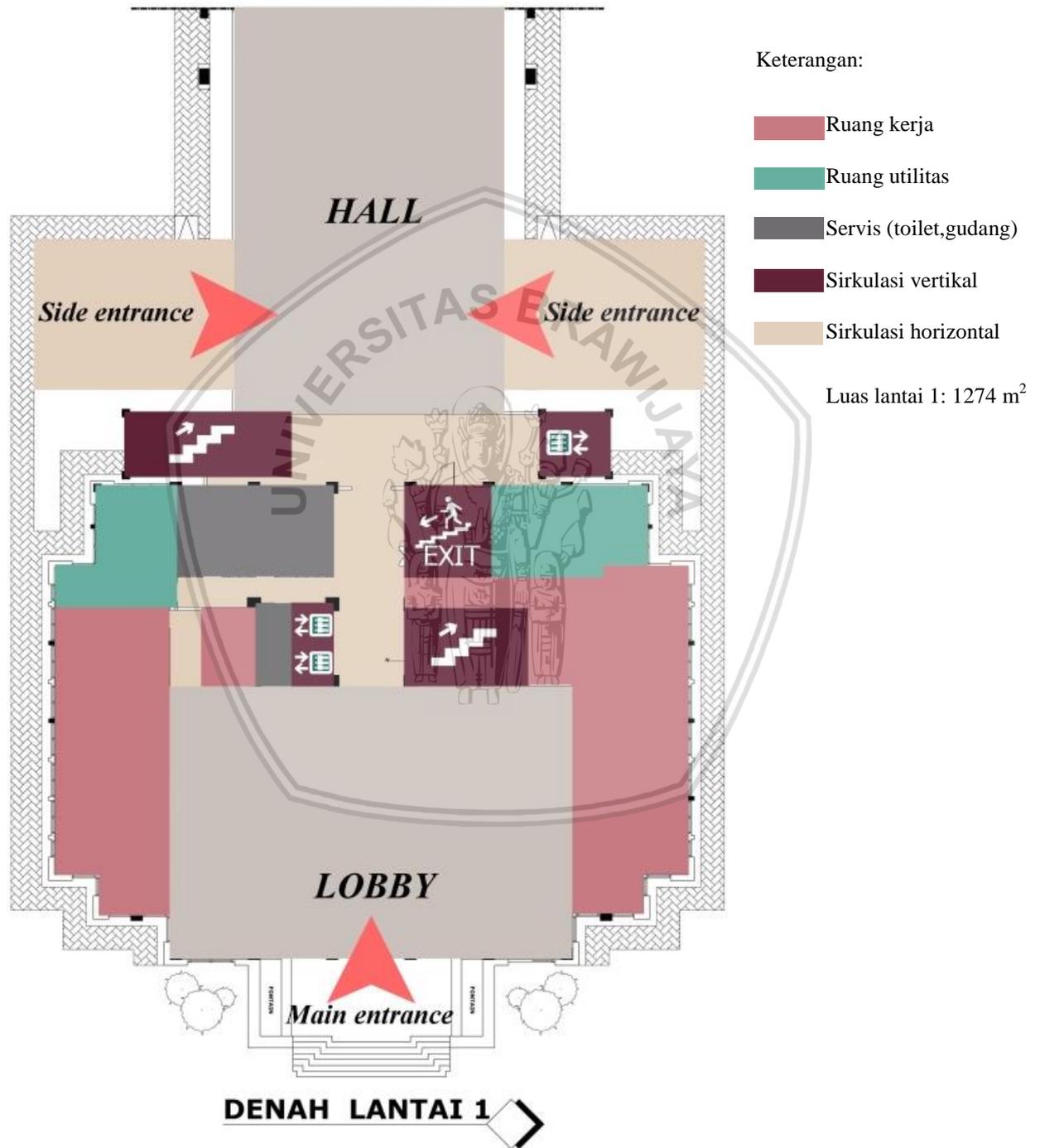
Untuk masuk ke Gedung Rektorat terdapat sebuah pintu utama yang dapat diakses dari area *drop off* dan *side entrance* yang ada pada sisi Utara dan Selatan bangunan. *Main entrance* bangunan memiliki lebar 2 m dan *side entrance* bangunan tersedia masing-masing dua buah pintu dengan lebar 1,5 m.



Gambar 4.6 Entrance ke Gedung Rektorat

Pada Gedung Rektorat Brawijaya terdapat berbagai kegiatan seperti kegiatan administrasi, pertemuan, jamuan, ibadah. Kegiatan yang paling dominan di dalam Gedung Rektorat Brawijaya merupakan kegiatan administrasi perkantoran yang melibatkan kegiatan catat-mencatat, pembukuan, pengetikan, dan sejenisnya.

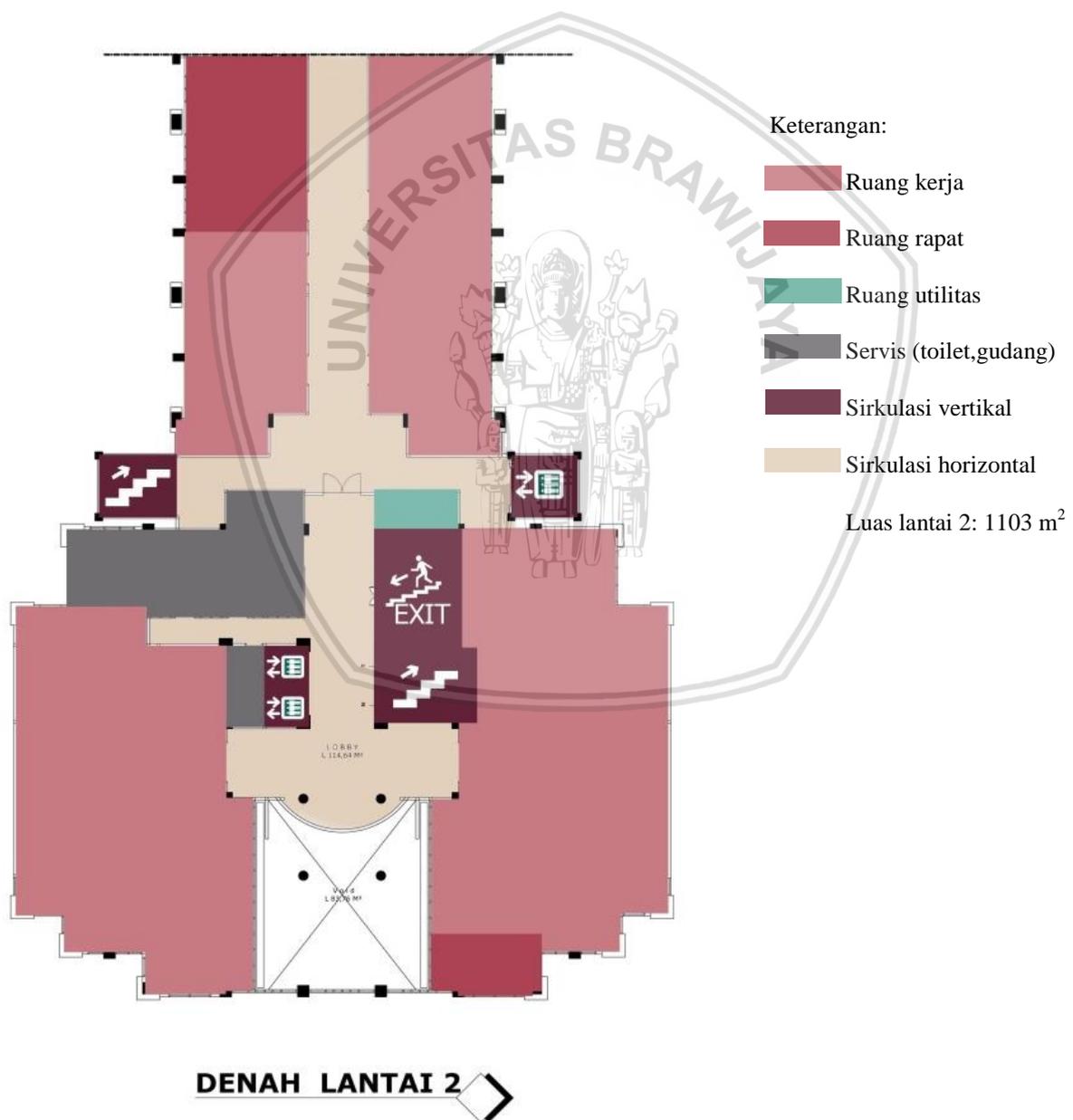
Lantai 1 pada Gedung Rektorat merupakan area kerja untuk staf Humas dan Tata Usaha. Pada lantai 1 juga terdapat hall serba guna dengan luas 280 m<sup>2</sup> yang dapat dimanfaatkan untuk acara mahasiswa, jamuan, pertemuan, dan sejenisnya. Luas lantai yang menampung fungsi dari lantai 1 sebesar 1274 m<sup>2</sup>.



Gambar 4.7 Pembagian fungsi ruang lantai 1

Pada lantai 2 merupakan bagian yang mengurus urusan akademik antara lain:

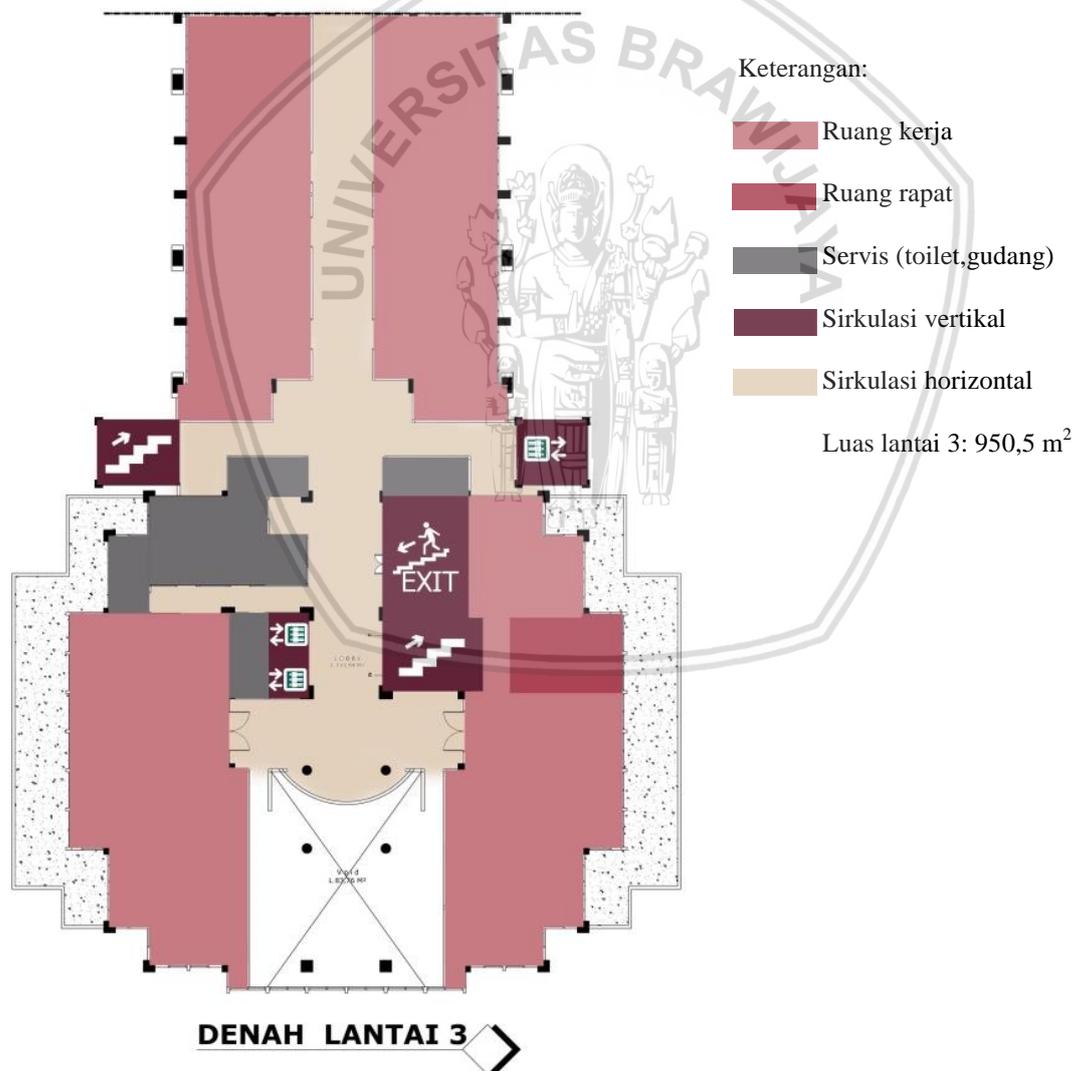
1. Biro Administrasi Akademik dan Kerjasama (BAKK)
2. Bagian Akademik dan Pembelajaran
3. Bagian Kerjasama
4. Pelayanan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM)
5. Ruang Senat
6. Peningkatan Publikasi Internasional Karya Ilmiah Dosen
7. Pusat Informasi, Dokumentasi dan Keluhan (PDK)



Gambar 4.8 Pembagian fungsi ruang lantai 2

Sama halnya dengan lantai 2, pada lantai 3 masih merupakan bagian dari urusan akademik anantara lain:

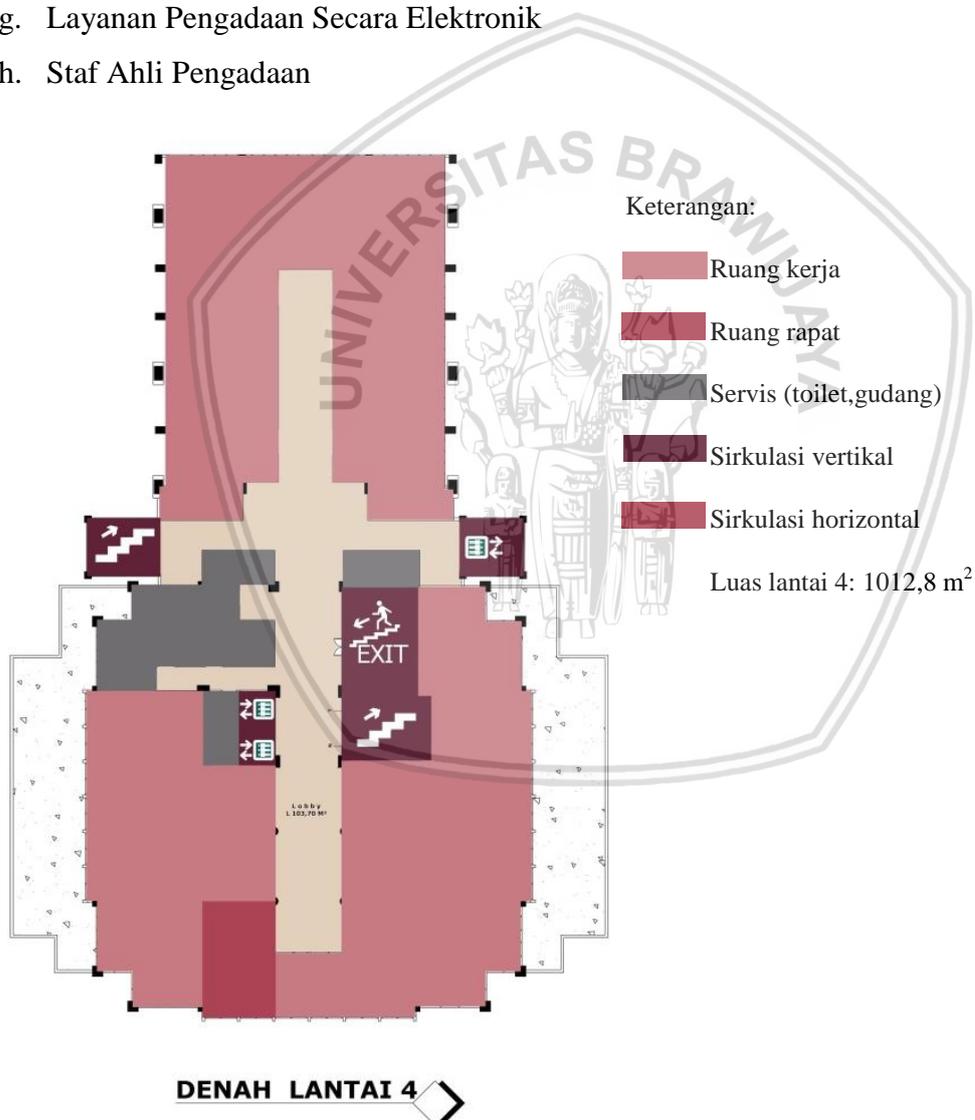
1. Biro Administrasi Akademik dan Kerjasama (BAKK)
2. Bagian Minat dan Bakat
3. Bagian Penalaran dan Ketrampilan Hidup
4. Bagian Kesejahteraan dan Alumni
5. Pusat Jaminan Mutu
6. UPT Mata Kuliah Umum (MKU)
7. Satuan Pengendali Internal (SPI)
8. Tim Program Hibah Kompetisi (TPHK)



Gambar 4.9 Pembagian fungsi ruang lantai 3

Pada lantai 4 berisi bagian yang berkaitan dengan hal umum, kepegawaian, dan rumah tangga dengan rincian berikut:

- a. Biro Administrasi Umum dan Kepegawaian
- b. Bagian Umum
- c. Sub Bagian Hukum dan Tata Laksana
- d. Bagian Sarana dan Prasarana
- e. Bagian Kepegawaian
- f. Ruang Sertifikasi Dosen
- g. Layanan Pengadaan Secara Elektronik
- h. Staf Ahli Pengadaan

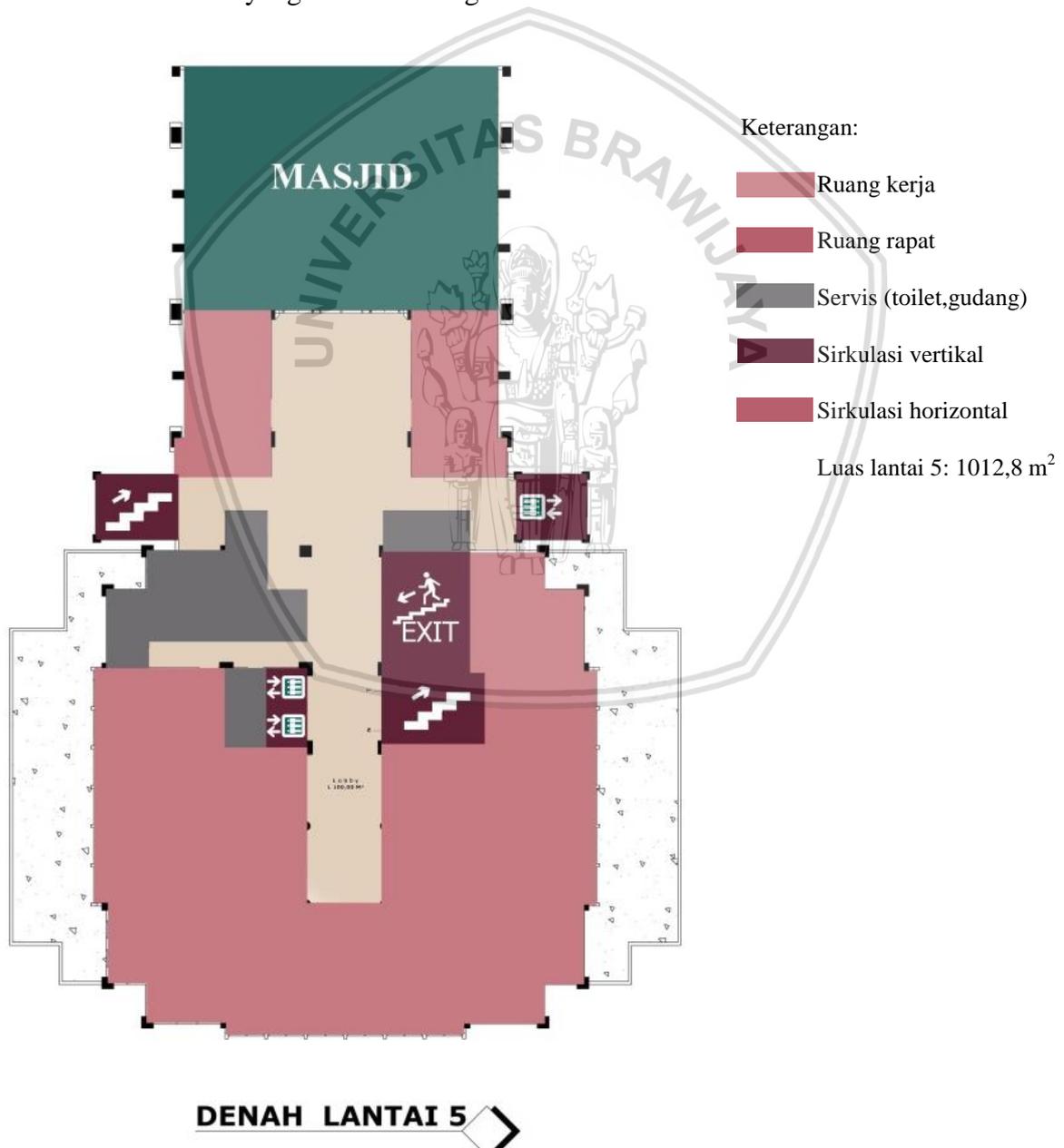


Gambar 4.10 Pembagian fungsi ruang lantai 4

Pada lantai 5 merupakan bagian yang mengurus hal-hal tentang keuangan dan keagamaan. Berikut bagian-bagian yang terdapat pada lantai 5:

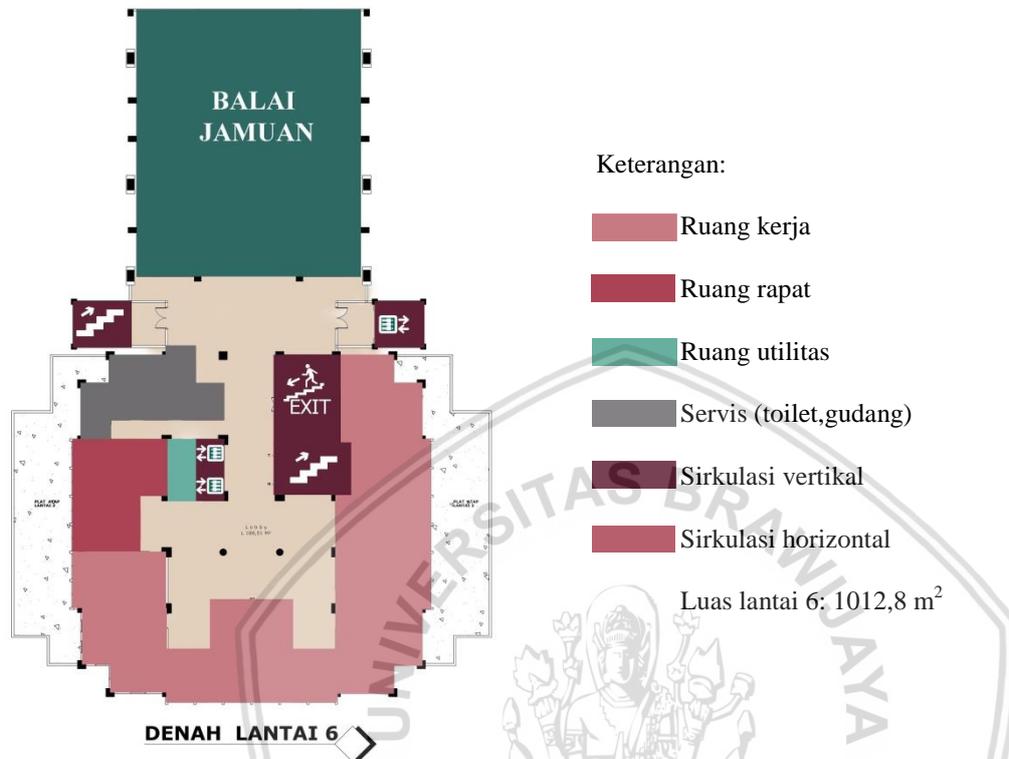
- Biro Administrasi Keuangan dan Perencanaan
- Bagian Anggaran dan Perbendaharaan
- Bagian Akuntansi
- Pusat Pembinaan Agama

Pada lantai 5 terdapat masjid yang memberikan fasilitas beribadah bagi staf pekerja, mahasiswa dan tamu yang ada di Gedung Rektorat.



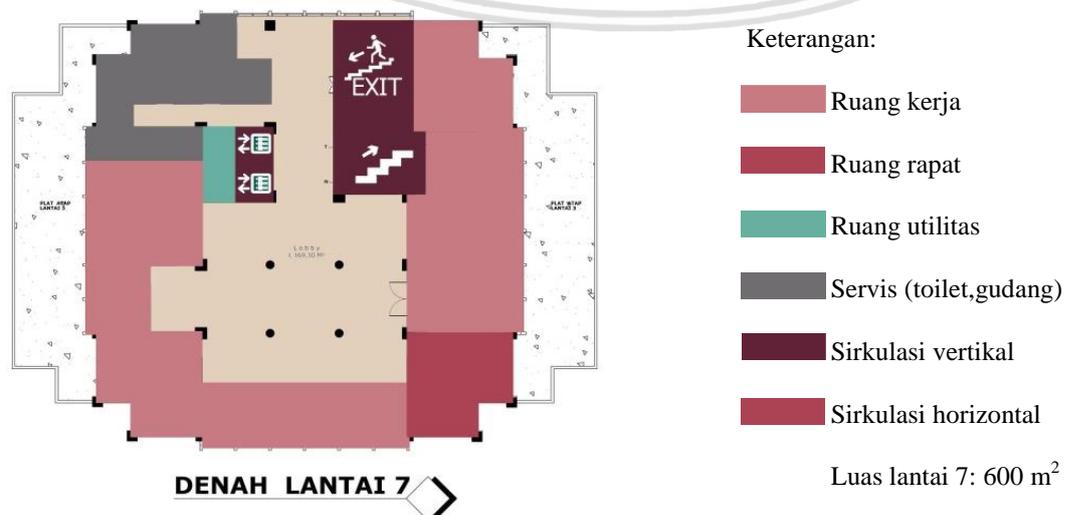
Gambar 4.11 Pembagian fungsi ruang lantai 5

Lantai 6 merupakan area kerja untuk Pembantu Rektor III beserta stafnya. Selain ruang kerja, pada lantai 6 terdapat fungsi jamuan dan ruang rapat bagi para pekerja dan tamu.



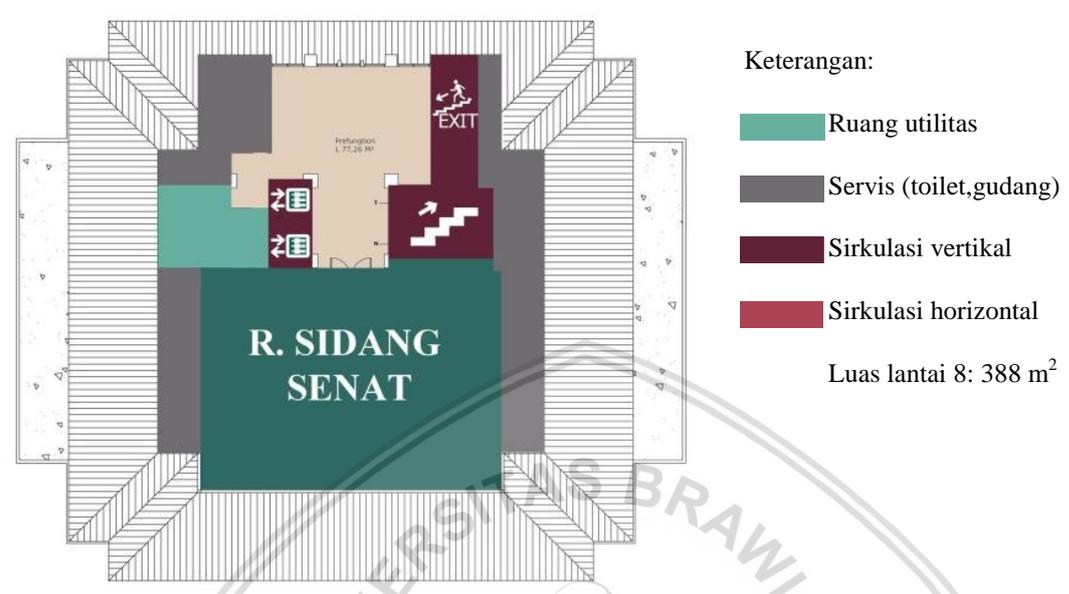
Gambar 4.12 Pembagian fungsi ruang lantai 6

Pada lantai 7 merupakan area kerja bagi Rektor, Pembantu Rektor I, Pembantu Rektor II, dan ruang kerja staf dari masing-masing bagian. Selain ruang kerja disediakan fasilitas ruang rapat rektor untuk berkoordinasi dengan para staf.



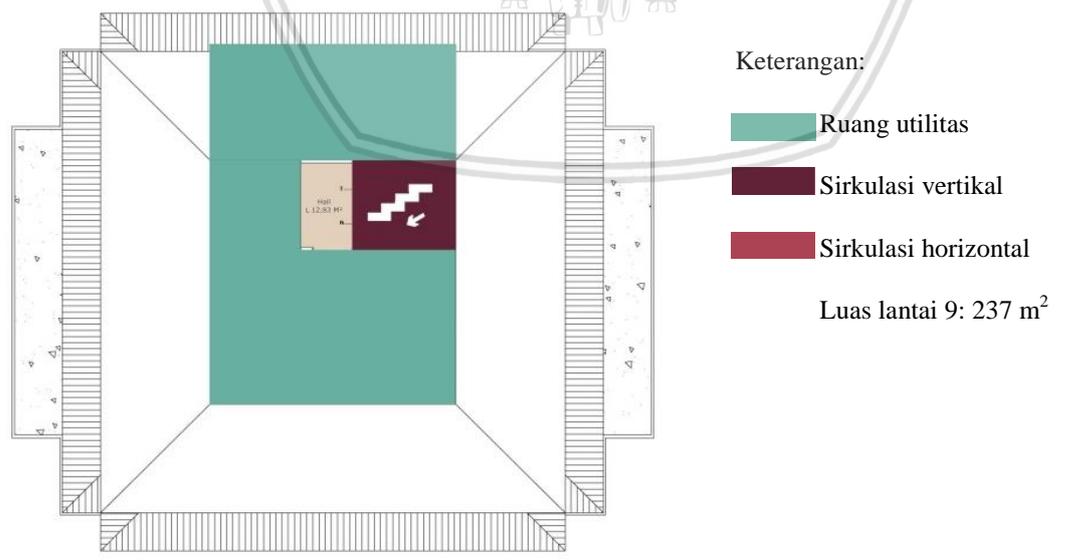
Gambar 4.13 Pembagian fungsi ruang lantai 7

Lantai 8 dari Gedung Rektorat berfungsi sebagai tempat sidang senat dengan luasan kurang lebih 164 m<sup>2</sup>.



Gambar 4.14 Pembagian fungsi ruang lantai 8

Terakhir terdapat lantai 9 yang berisi keperluan utilitas bangunan yang menyediakan keperluan utilitas bangunan seperti mesin lif, utilitas listrik, utilitas penghawaan, dan tendon air.



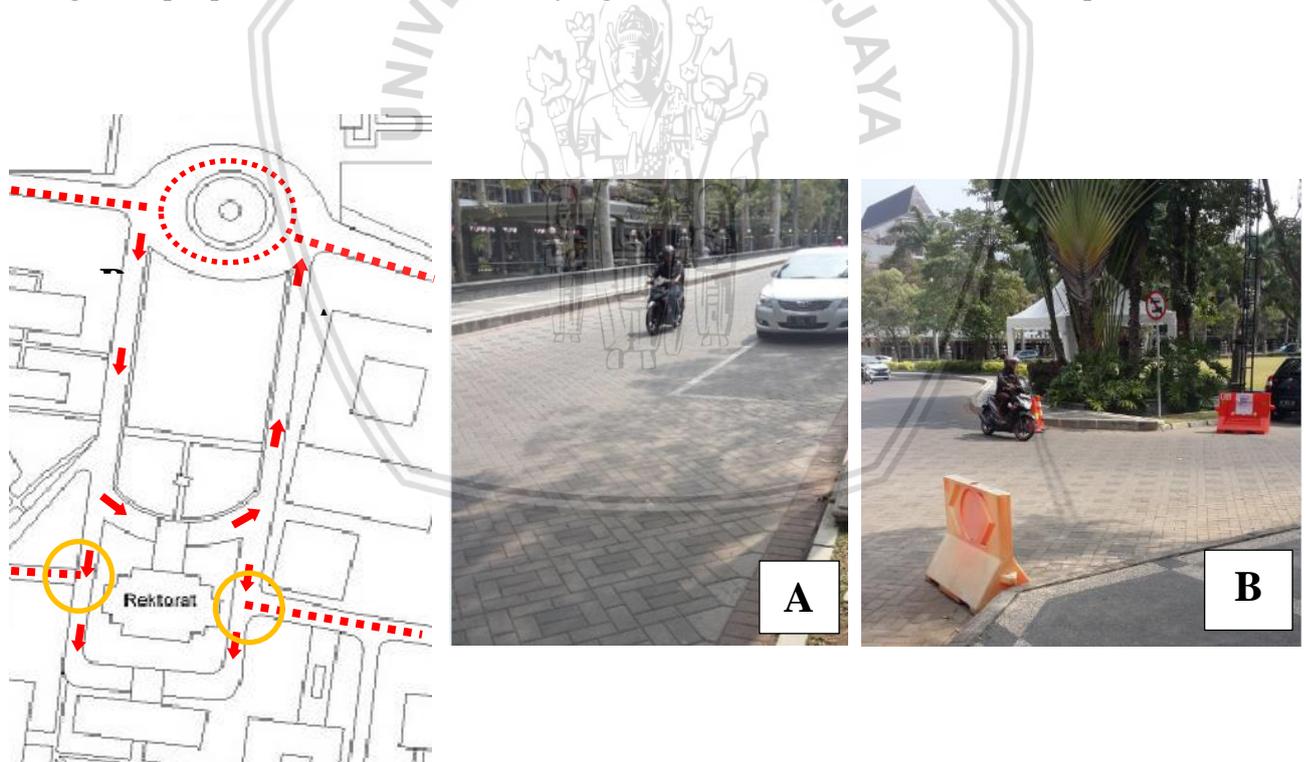
Gambar 4.15 Pembagian fungsi ruang lantai 9

## 4.2 Analisis sistem proteksi kebakaran pada lingkungan bangunan (kelengkapan tapak)

Analisis deskriptif kelengkapan tapak menggambarkan hasil pengamatan yang ada di lapangan berkaitan dengan kelengkapan sistem proteksi yang ada pada lingkungan gedung, akses petugas pemadam kebakaran ke lingkungan, dan akses petugas pemadam kebakaran pada bangunan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya.

### 4.2.1 Jalan lingkungan

Pada lingkungan Gedung Rektorat terdapat jalan lingkungan yang sehari-harinya digunakan sebagai area sirkulasi bagi kendaraan roda empat maupun kendaraan roda dua. Selain berfungsi sebagai jalur sirkulasi, jalan lingkungan tersebut juga dimanfaatkan sebagai tempat parkir kendaraan on street yang didominasi oleh kendaraan roda empat.



Gambar 4.16 Jalan lingkungan gedung rektorat

Perkerasan pada jalan lingkungan Gedung Rektorat yang menggunakan material *paving stone* sudah sesuai dengan kriteria Permen PU no 26 tahun 2008 sehingga layak untuk digunakan sebagai sirkulasi kendaraan pemadam kebakaran. Dengan penggunaan perkerasan *paving stone*, kondisi jalan lingkungan menjadi rata sehingga nyaman dan aman untuk digunakan kendaraan, terutama dalam hal ini kendaraan pemadam kebakaran. Kondisi jalan yang diberi perkerasan tersebut dapat mempercepat dan mempermudah pencapaian kendaraan pemadam kebakaran ke Gedung Rektorat ketika keadaan darurat terjadi.

Selain perkerasan jalan, layout jalan lingkungan yang sistemnya menerus memudahkan kendaraan pemadam kebakaran melakukan sirkulasi dan *maneuver* putar balik. Pada jalan menerus disediakan belokan (kuning), hal tersebut sudah tepat karena kondisi jalan tersebut yang buntu akan menyulitkan kendaraan PMK sehingga dengan adanya belokan maka akan membantu kendaraan PMK melakukan *maneuver* untuk berputar balik.

Jalan lingkungan yang ada di sekitar Gedung Rektorat memiliki lebar antara 6-7 m. Namun karena jalan lingkungan tersebut juga difungsikan sebagai parkir on street maka lebar jalan yang difungsikan sebagai jalur sirkulasi kendaraan sebesar 4-2 m, yang terdiri dari jalan A dan C yang memiliki lebar bersih untuk sirkulasi kendaraan sebesar 3,5 m serta jalan B yang memiliki lebar bersih 2 m dikarenakan parkir on street yang berada pada dua ruas jalan.



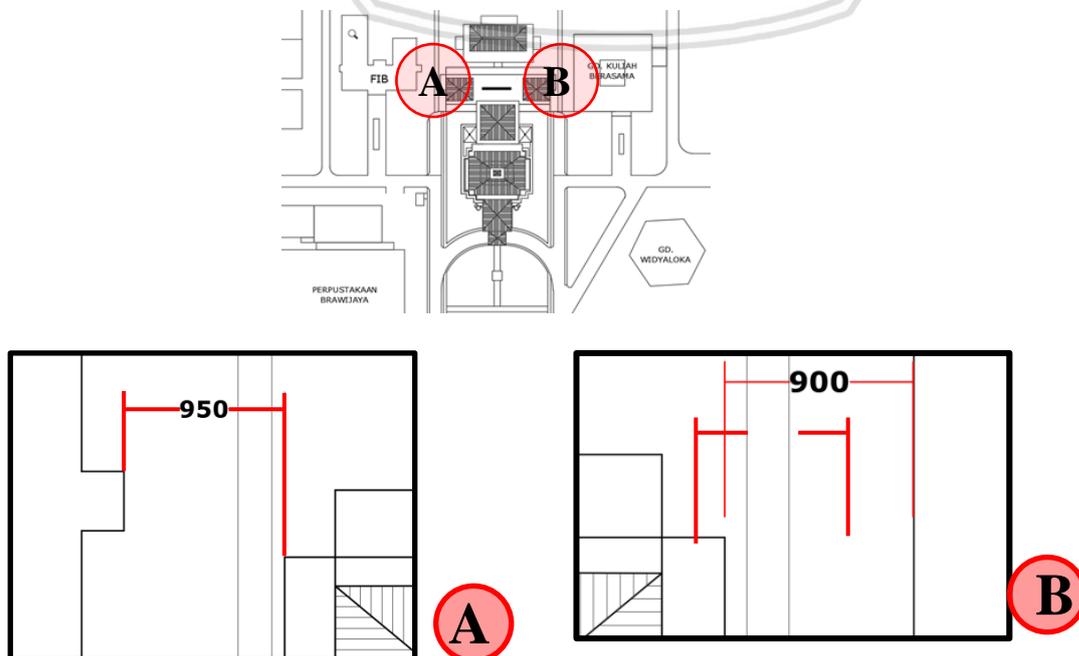
Gambar 4.17 Lebar jalan lingkungan gedung

Lebar jalan untuk sirkulasi tersebut masih kurang dari ketentuan Permen PU no 26 yang mewajibkan jalan lingkungan memiliki lebar 4 m. Kondisi lebar jalan sirkulasi yang masih belum memenuhi standar lebar dikhawatirkan akan dapat menyulitkan kendaraan PMK untuk mengakses jalan lingkungan dan melakukan manuver kendaraan yang dapat berujung pada terlambatnya penanganan bencana kebakaran oleh PMK.

Penyelesaian yang dapat diberikan pada permasalahan kurangnya dimensi lebar jalan yang akan digunakan kendaraan PMK adalah dengan cara menghilangkan fungsi parkir on street terutama pada ruas jalan A, B dan C karena merupakan jalan utama untuk mengakses Gedung Rektorat. Jika parkir on street pada jalan lingkungan Gedung Rektorat dihilangkan atau dipindahkan, maka lebar bersih jalan lingkungan Gedung Rektorat yang bisa digunakan untuk sirkulasi kendaraan PMK sebesar 6-7 m. Dengan lebar tersebut kendaraan PMK dapat dengan leluasa mengakses jalan sehingga dapat mempercepat proses pemadaman dan penyelamatan kebakaran.

#### 4.2.2 Jarak antar bangunan gedung

Salah satu langkah mencegah penyebaran api ke bangunan lain dilakukan dengan pemisahan jarak bangunan. Sesuai dengan Permen PU no 26 tahun 2008, bangunan yang memiliki ketinggian total lebih dari 40 meter harus berjarak lebih dari 8 meter dengan bangunan di sekelilingnya. Bangunan Gedung Rektorat memiliki ketinggian 55 meter, sehingga jarak bangunan Gedung Rektorat dengan bangunan di sekitarnya harus dipisahkan dengan jarak lebih dari 8 meter.



Gambar 4.18 Jarak gedung rektorat dengan bangunan

Bangunan yang berada di sekitar terdekat dengan Gedung Rektorat yakni Gedung Fakultas Ilmu dan Budaya (FIB) dan Gedung Kuliah Bersama. Jarak Gedung Rektorat dengan bangunan tersebut masing-masing 9,5 meter dan 9 meter. Jarak antar bangunan tersebut telah sesuai dengan Permen PU no 26 tahun 2008. Manfaat pemberian jarak pemisah tersebut untuk menghindari bahaya penyebaran api dari Gedung Rektorat ke bangunan sekitar maupun dari bangunan sekitar ke Gedung Rektorat ketika kebakaran terjadi.

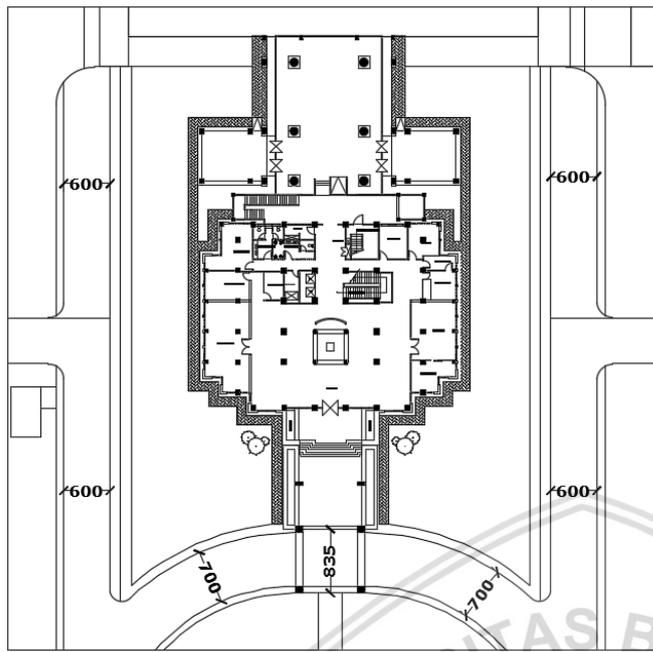
#### **4.2.3 Akses petugas pemadam kebakaran ke lingkungan**

##### **1. Lapis perkerasan dan jalur akses masuk**

Gedung Rektorat termasuk dalam kategori bangunan kelas 5 yakni perkantoran dan memiliki tinggi bangunan melebihi 10 meter sehingga berdasarkan Permen PU nomor 26 tahun 2008, lingkungan Gedung Rektorat harus terdapat lapisan perkerasan yang berfungsi menopang beban kendaraan pemadam kebakaran.

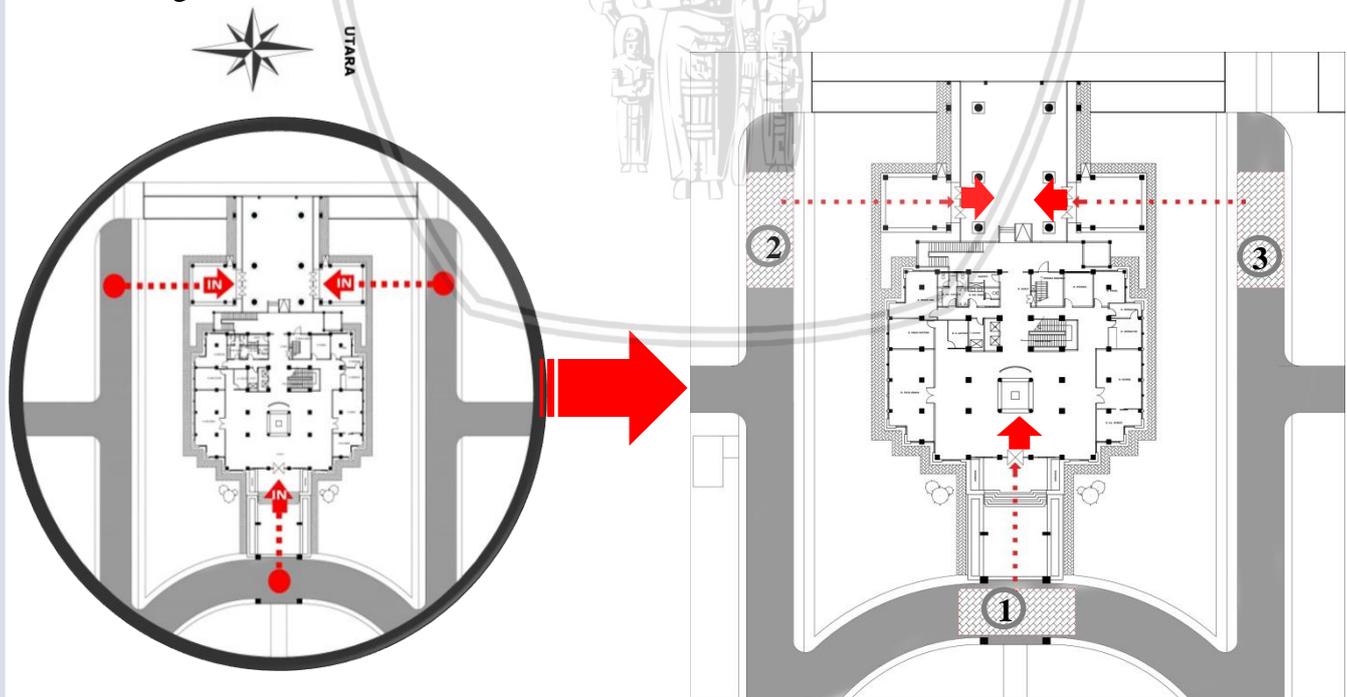
Pada lingkungan Gedung Rektorat belum terdapat area yang difungsikan sebagai lapis perkerasan. Pada Permen PU disebutkan bahwa jalan umum dapat digunakan sebagai lapis perkerasan asalkan memenuhi kriteria lapis perkerasan, sehingga jalan lingkungan Gedung Rektorat dapat dijadikan sebagai lapis perkerasan setelah memenuhi persyaratan lapis perkerasan yang telah dijabarkan.

Jalan lingkungan dengan material perkerasan paving blok yang ada di sekitar Gedung Rektorat memiliki lebar 6-7 meter dan kondisi jalan lingkungan tersebut relatif rata. Berdasarkan kondisi eksisting jalan lingkungan tersebut, maka jalan lingkungan yang berada di sekitar Gedung Rektorat dapat difungsikan sebagai lapis perkerasan untuk digunakan kendaraan pemadam kebakaran dalam kegiatan penyelamatan dan pemadaman api.



Gambar 4.19 Dimensi Jalan Lingkungan

Lapis perkerasan untuk Gedung Rektorat akan ditempatkan dekat dengan akses masuk ke bangunan dan akses masuk petugas pemadam kebakaran. Dari lapis perkerasan tersebut petugas pemadam kebakaran harus dapat langsung mengakses bangunan melalui akses masuk untuk umum.

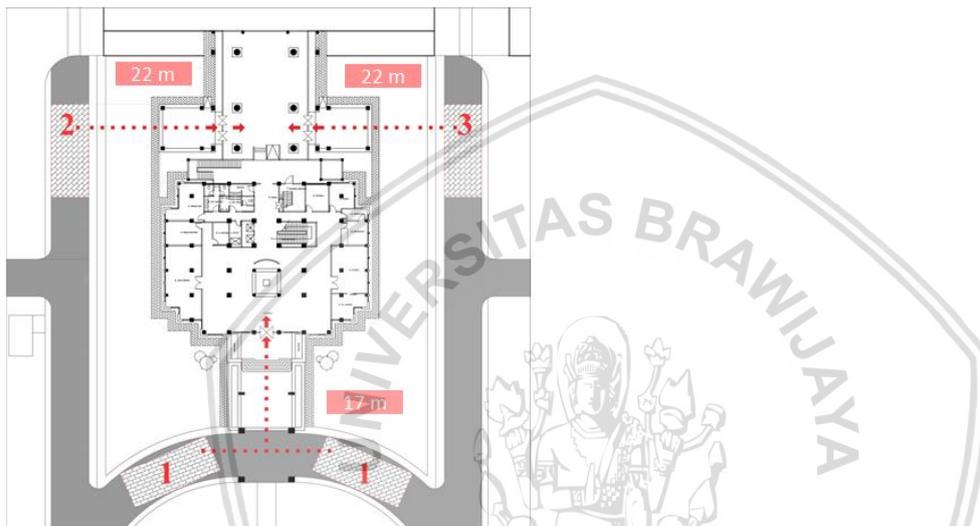


Area lapis perkerasan

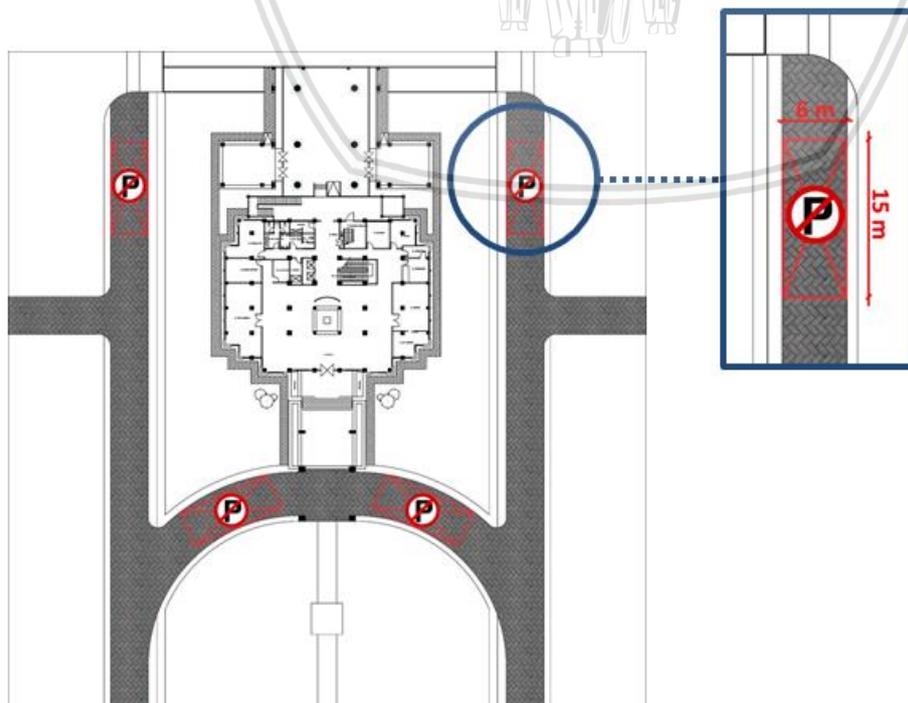
Gambar 4.20 Rencana Peletakan Lapis Perkerasan Gedung Rektorat



Akses masuk ke Gedung Rektorat terdapat 3 pintu masuk, maka area lapis perkerasan disediakan 3 buah. Peletakan lapis perkerasan dibuat sedemikian rupa sehingga petugas pemadam kebakaran dapat langsung mengakses Gedung Rektorat. Masing-masing lapis perkerasan berada pada jalan lingkungan dengan luas lapis perkerasan sebesar 6x15 meter persegi. Pada sekeliling lapis perkerasan di beri warna yang kontras dengan jalan lingkungan. Jarak antar lapis perkerasan dengan akses masuk bangunan sebesar 17 meter untuk lapis perkerasan 1 dan 22 meter untuk lapis perkerasan 2 dan 3.



Gambar 4.21 Jarak lapis perkerasan terhadap akses masuk bangunan



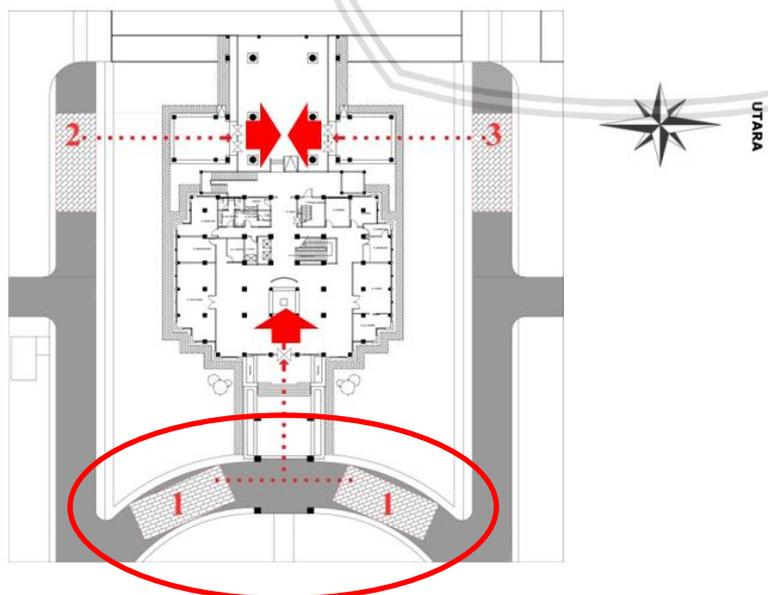
Gambar 4.22 Dimensi dan tampilan lapis perkerasan

Lapis perkerasan 1 berada pada area *drop off*, sehingga bagian atas dari lapis perkerasan 1 tertutup atap. Ketinggian ruang bebas pada lapis perkerasan 1 sebesar 4,5 meter, namun area drop off tidak dapat digunakan sebagai area kerja mobil pemadam kebakaran karena bagian atap akan menghalangi penggunaan tangga dari kendaraan pemadam kebakaran.



Gambar 4.23 Drop off gedung rektorat

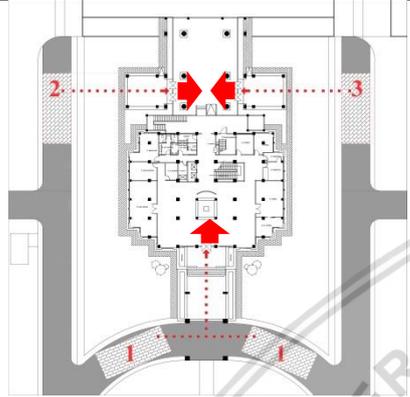
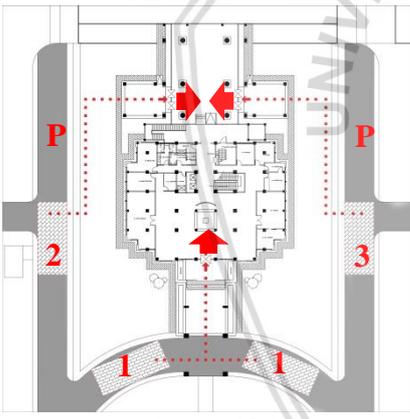
Lapis perkerasan 1 akan dipindah ke bagian area yang tidak terhalang namun masih dalam satu sisi jalan. Lapis perkerasan 1 dibagi menjadi dua bagian kanan dan kiri dari entrance masuk Timur, hal tersebut untuk mengantisipasi jika salah satu sisi lapis perkerasan tidak dapat diakses truk PMK.



Gambar 4.24 Rencana peletakan lapis perkerasan gedung rektorat

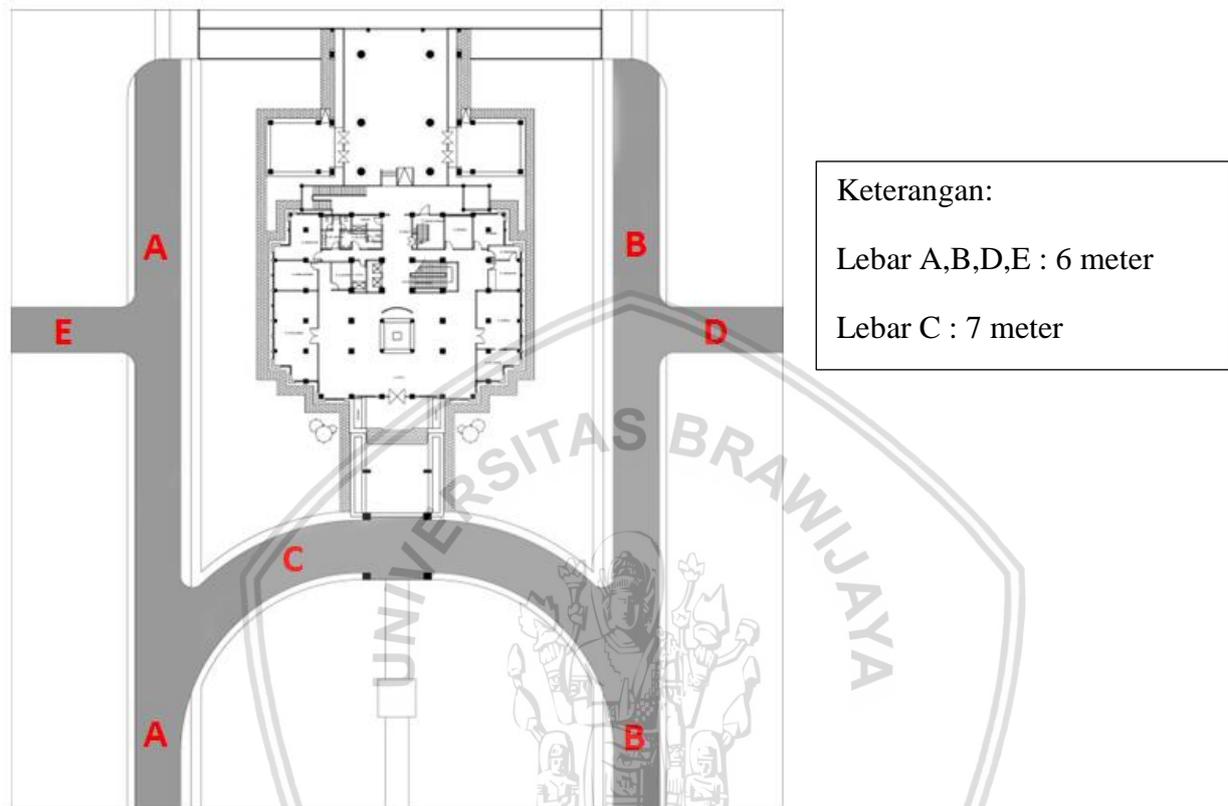
Pada lapis perkerasan 2 dan 3, area tersebut merupakan lahan parkir sepeda motor yang dapat menghalangi kendaraan pemadam kebakaran dan petugas pemadam kebakaran untuk megakses Gedung Rektorat. Melihat kondisi eksisting tersebut, terdapat alternative peletakan lapis perkerasan 2 dan 3 untuk Gedung Rektorat sebagai berikut:

Tabel 4.1 *Alternatif Peletakan Lapis Perkerasan*

Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
 <p>Alternatif A</p>	<p>Jarak petugas pemadam kebakaran mengakses lebih dekat yakni bangunan 22 meter</p>	<p>Area parkir pada area tersebut harus dipindahkan agar tidak menghalangi kendaraan dan petugas pemadam kebakaran</p>
 <p>Alternatif B</p>	<p>Area parkir eksisting dapat dipertahankan</p>	<p>Jarak yang ditempuh petugas pemadam kebakaran lebih jauh</p>

Alternatif rekomendasi yang dipilih adalah rekomendasi A. Alasan yang mendasari pemilihan tersebut dikarenakan pada rekomendasi A kendaraan PMK dapat langsung diparkir di depan entrance masuk 2 dan 3 hal tersebut menjadikan jarak tempuh ke entrance bangunan 2 dan 3 pada alternatif A lebih dekat jika di bandingkan dengan alternatif B, sehingga PMK dapat mengakses bangunan lebih cepat.

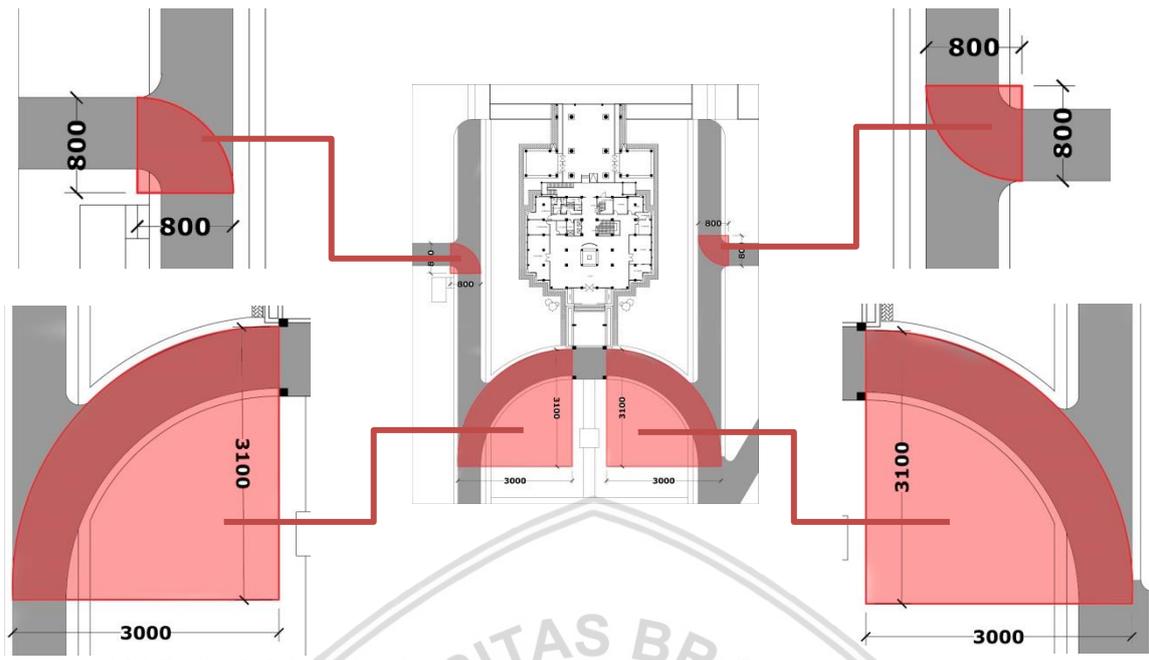
Jalur akses untuk kendaraan pemadam kebakaran pada eksisting memiliki lebar 6-7 meter. Dengan lebar tersebut kendaraan pemadam kebakaran dapat menggunakan jalan tersebut untuk mencapai ke Gedung Rektorat.



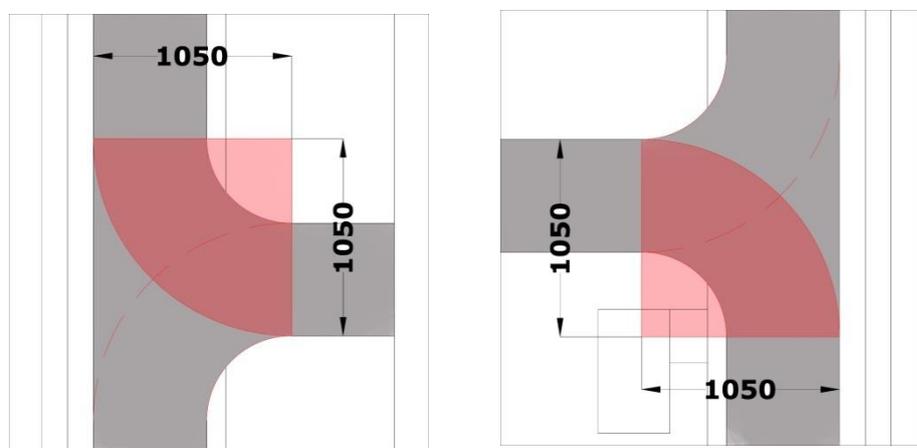
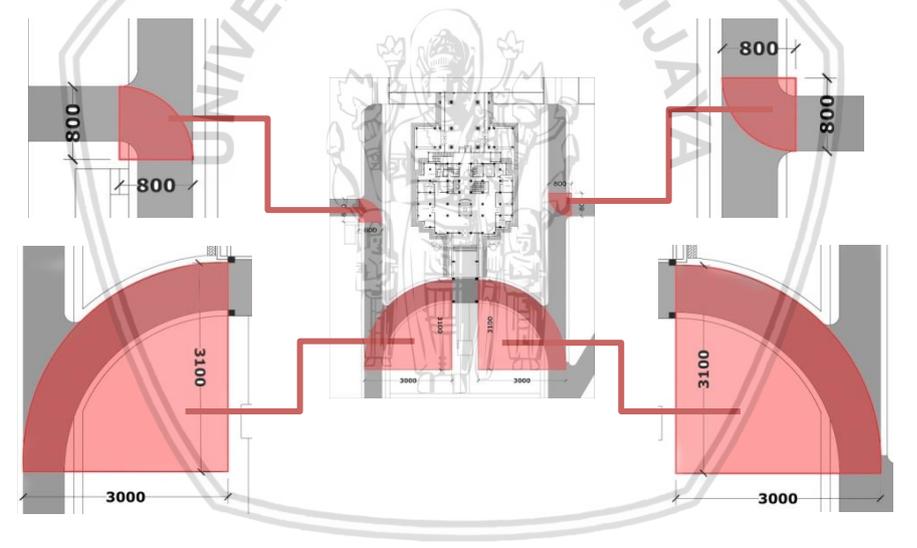
Gambar 4.25 Lebar jalur akses pemadam kebakaran ke gedung rektorat

Pada jalur akses kendaraan pemadam terdapat belokan yang harus memiliki radius minimal 10,5 meter agar dapat memuat manuver kendaraan pemadam kebakaran. Pada eksisting radius belokan pada jalur akses terdiri dari 8 meter dan 30 meter. Pada belokan dengan radius 8 meter akan menyulitkan kendaraan pemadam kebakaran melakukan belokan, karena radius yang diperlukan kendaraan pemadam kebakaran untuk melakukan belokan sebesar 9,5 meter. Sedangkan untuk belokan dengan radius 30 meter sudah memenuhi persyaratan manuver kendaraan pemadam kebakaran. Radius belokan yang sesuai dengan ketentuan akan memudahkan kendaraan pemadam kebakaran dan mempercepat proses pemadaman serta penyelamatan.

Radius belokan sebesar 8 m perlu diperbesar agar memudahkan kendaraan PMK melakukan sirkulasi pada kalan lingkungan. Sesuai dengan standar yang berlaku maka radius dari belokan tersebut akan di perbesar menjadi 10,5 m.



Gambar 4.26 Radius belokan jalur akses kenadaraan pemadam kebakaran

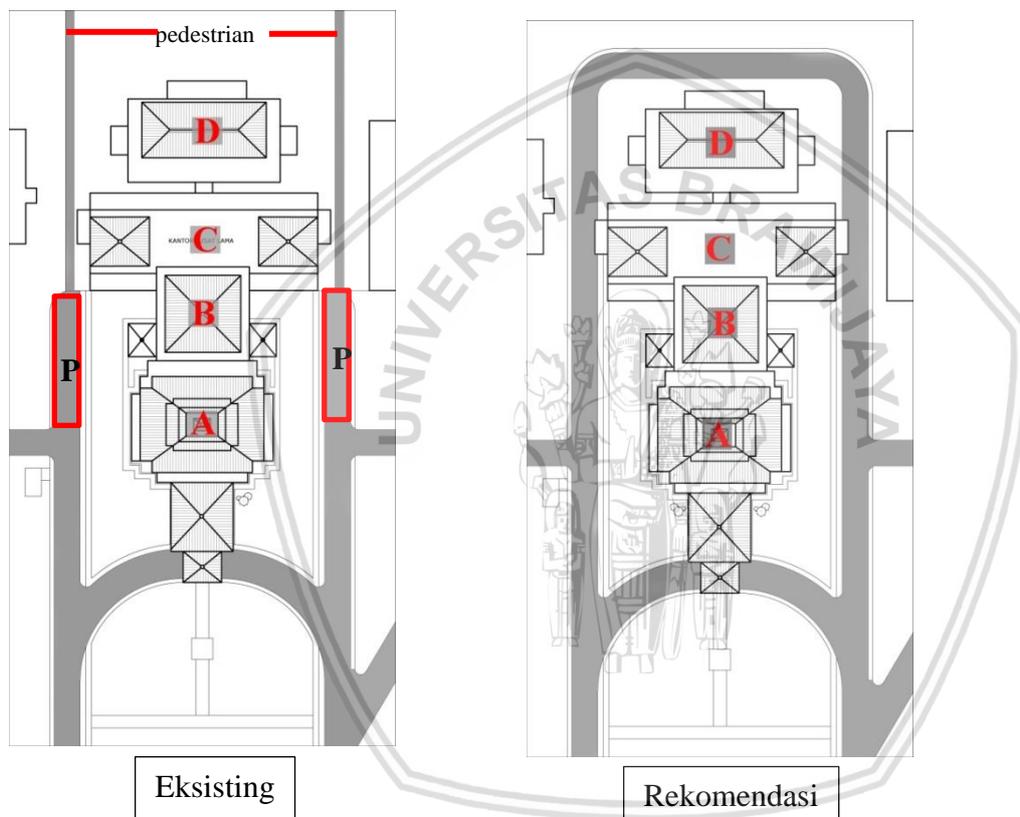


Gambar 4.27 Rekomendasi radius belokan jalur akses kenadaraan pemadam



Volume bangunan Gedung Rektorat bagian yang berlantai 8 melebihi  $113.600 \text{ m}^3$  yakni sekitar  $220.000 \text{ m}^3$ . Volume bangunan tersebut belum termasuk Gedung Rektorat bagian koridor dan kantor pusat lama. Dengan luasan yang melebihi  $113.600 \text{ m}^2$ , jalur akses kendaraan pemadam kebakaran harus mengelilingi seluruh sisi bangunan.

Pada eksisting jalur akses tidak mengelilingi seluruh sisi bangunan, hal tersebut akan menyulitkan petugas pemadam kebakaran mengakses seluruh bangunan yang akibatnya proses pemadaman api dapat terhambat.



Gambar 4.28 Rekomendasi jalur akses

Jalur akses kendaraan pada eksisting tidak dapat mencapai bangunan Kantor Pusat Lama (C) dan Gedung FIB (D). Jalur akses pemadam kebakaran akan diperpanjang sehingga kendaraan pemadam kebakaran dapat menjangkau bangunan C dan D. Perpanjangan jalur akses merupakan langkah untuk mengantisipasi terjadinya bahaya kebakaran pada setiap sisi bangunan. Dengan rekomendasi perpanjangan akses jalan ini maka parkir sepeda motor yang ada di sekeliling bangunan sebaiknya dipindahkan karena dapat menghalangi dan menghambat sirkulasi dari kendaraan pemadam kebakaran yang akibatnya dapat memperlambat proses penyelamatan dan pemadaman api.

## 2. Hidran halaman

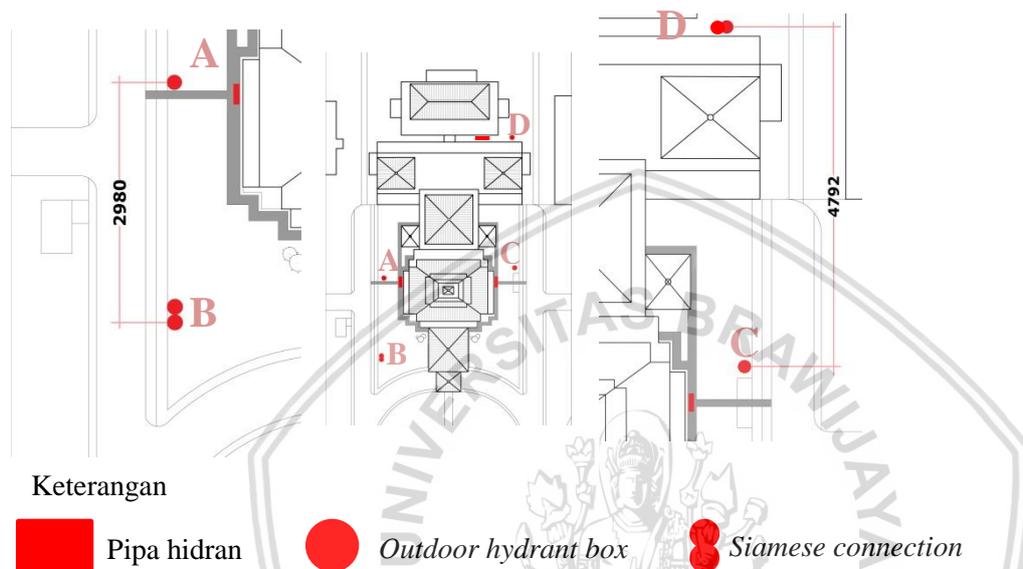
Hidran halaman pada lingkungan Gedung Rektorat tersedia di tiga lokasi yang belum merata untuk semua sisi bangunan. Selain pipa hidran, pada lingkungan Gedung Rektorat disediakan outdoor hydrant box pada dua sisi bangunan.



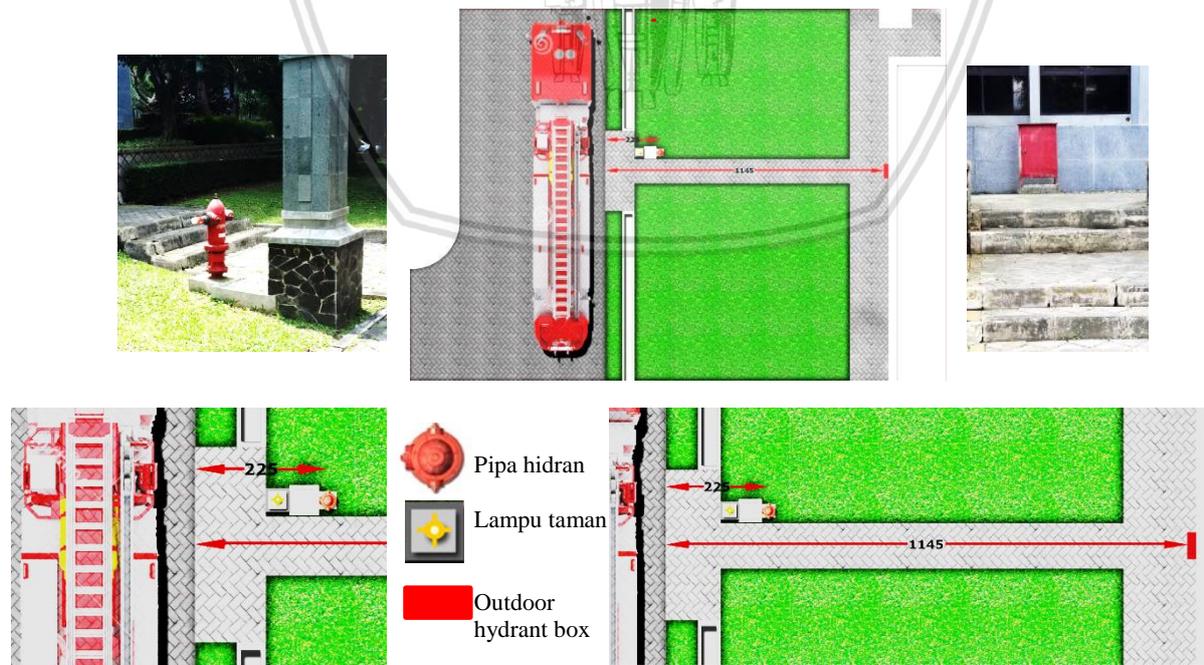
Gambar 4.29 Letak hidran halaman gedung rektorat UB

Penempatan hidran halaman A, B, dan C sudah berada pada jalur akses kendaraan pemadam kebakaran. Sedangkan untuk hidran D penempatannya tidak langsung ke jalur akses kendaraan pemadam kebakaran. Penempatan hidran D akan mempersulit petugas kebakaran mengakses hidran tersebut.

Jarak antar hidran mulai dari 30 meter sampai dengan 48 meter. Jumlah hidran halaman Gedung Rektorat masih belum mencukupi kriteria karena dengan jarak lebih dari 50 meter sepanjang jalur akses belum tersedia hidran. Sehingga perlu adanya penambahan jumlah hidran halaman sepanjang jalur akses untuk mengantisipasi kebakaran pada setiap sisi bangunan.

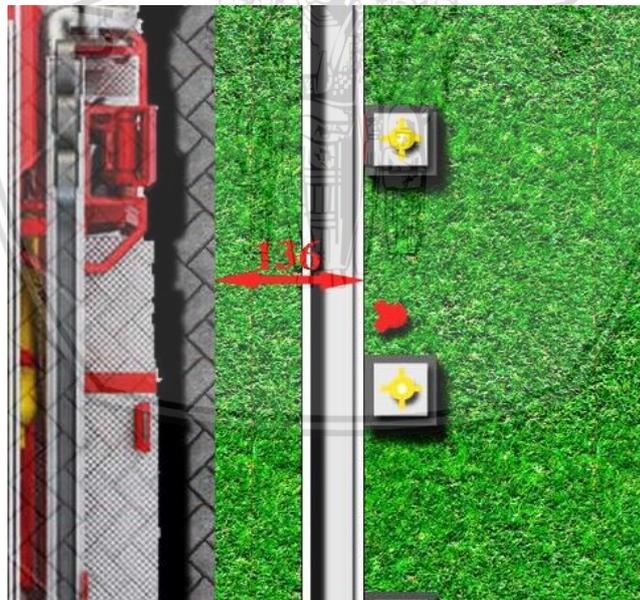


Gambar 4.30 Jarak antar hidran halaman eksisting



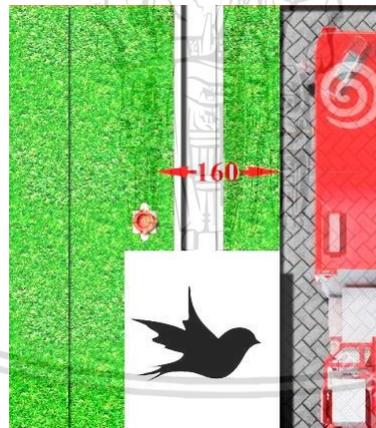
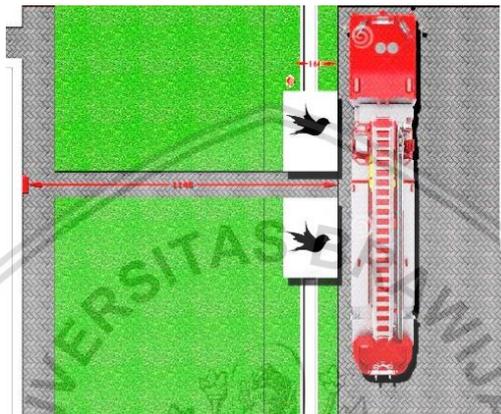
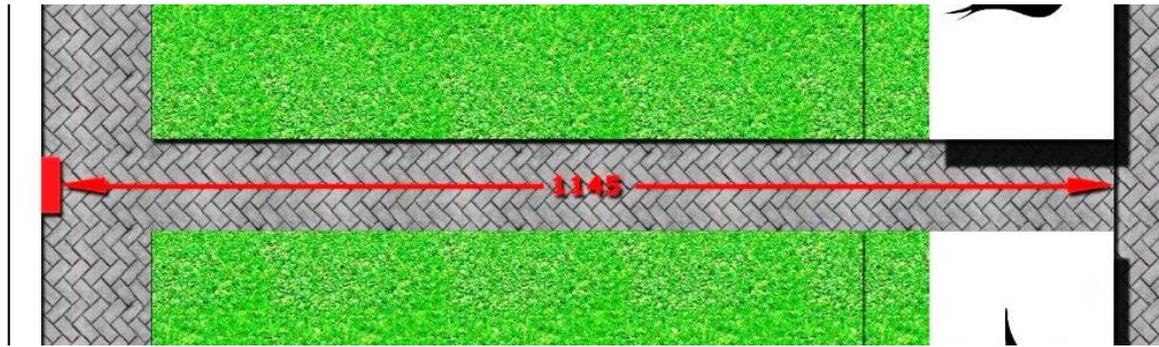
Gambar 4.31 Peletakan hidran A

Penempatan pipa hidran halaman A terhadap tepi jalan berjarak sekitar 2 meter dan jarak kotak hidran ke tepi bangunan sekitar 11 meter. Jarak pipa hidran A kurang dari 3 meter sehingga pipa hidran dalam jarak yang dapat diakses petugas pemadam kebakaran. Namun peletakan pipa hidran A terhalang lampu taman, peletakan hidran tersebut belum sesuai dengan kriteria pipa hidran halaman. Peletakan pipa hidran halaman yang terhalang oleh lampu taman akan mengakibatkan pipa hidran tersebut akan sulit untuk diakses petugas pemadam kebakaran.



Gambar 4.32 Peletakan *siamese connection* B

Pada titik B terdapat *siamese connection* yang direncanakan sebagai sambungan ke kendaraan PMK untuk menyediakan air bagi Gedung Rektorat ketika persediaan air pada bangunan tidak mencukupi untuk memadamkan kebakaran. Sambungan PMK tersebut berjarak sekitar 1,3m dari tepi jalan lingkungan. Pada kondisi eksisting tidak terlihat adanya penghalang yang berpotensi mengganggu akses PMK ke sambungan tersebut.

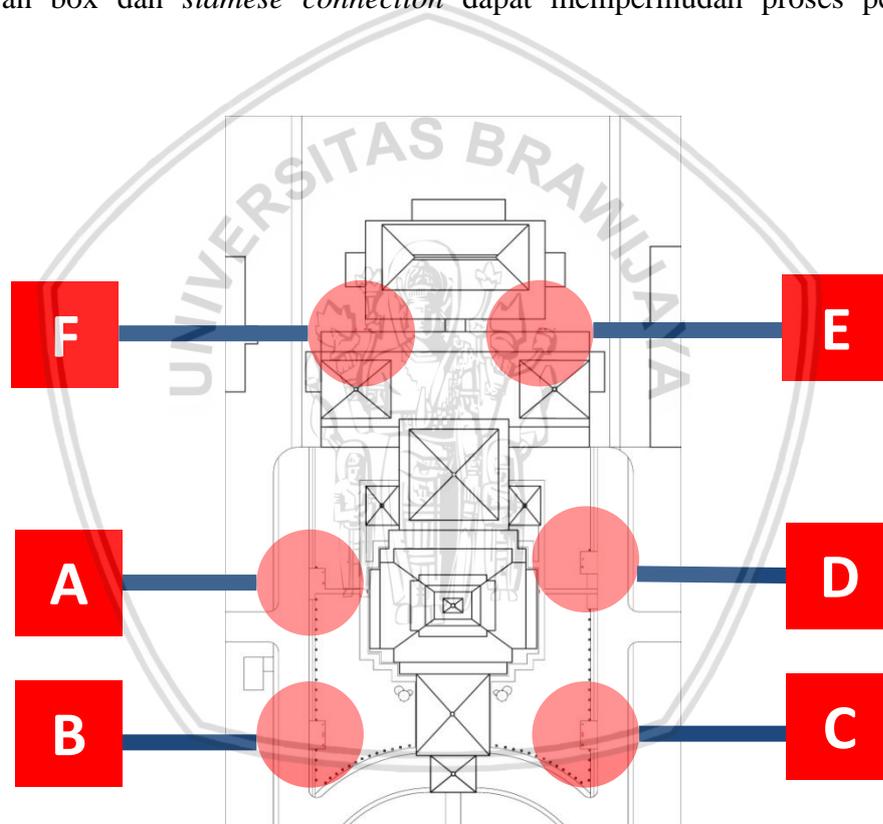


Gambar 4.33 Peletakan hidran C

Pipa hidran C berjarak kurang lebih 1,6 meter, jarak tersebut termasuk jarak yang masih dapat diakses petugas pemadam kebakaran. Namun peletakan dari pipa pipa hidran menjadi sulit diakses petugas pemadam kebakaran karena lokasi pipa hidran yang terhalang vegetasi. Pada titik C dilengkapi dengan kotak hidran luar yang berjarak kurang lebih 11 meter. Kondisi kotak hidran tidak terkunci namun tidak dilengkapi dengan peralatan pemadam kebakaran seperti rak slang, slang nozel, dan katup slang yang harusnya disediakan untuk proses pemadaman awal oleh pengguna bangunan.

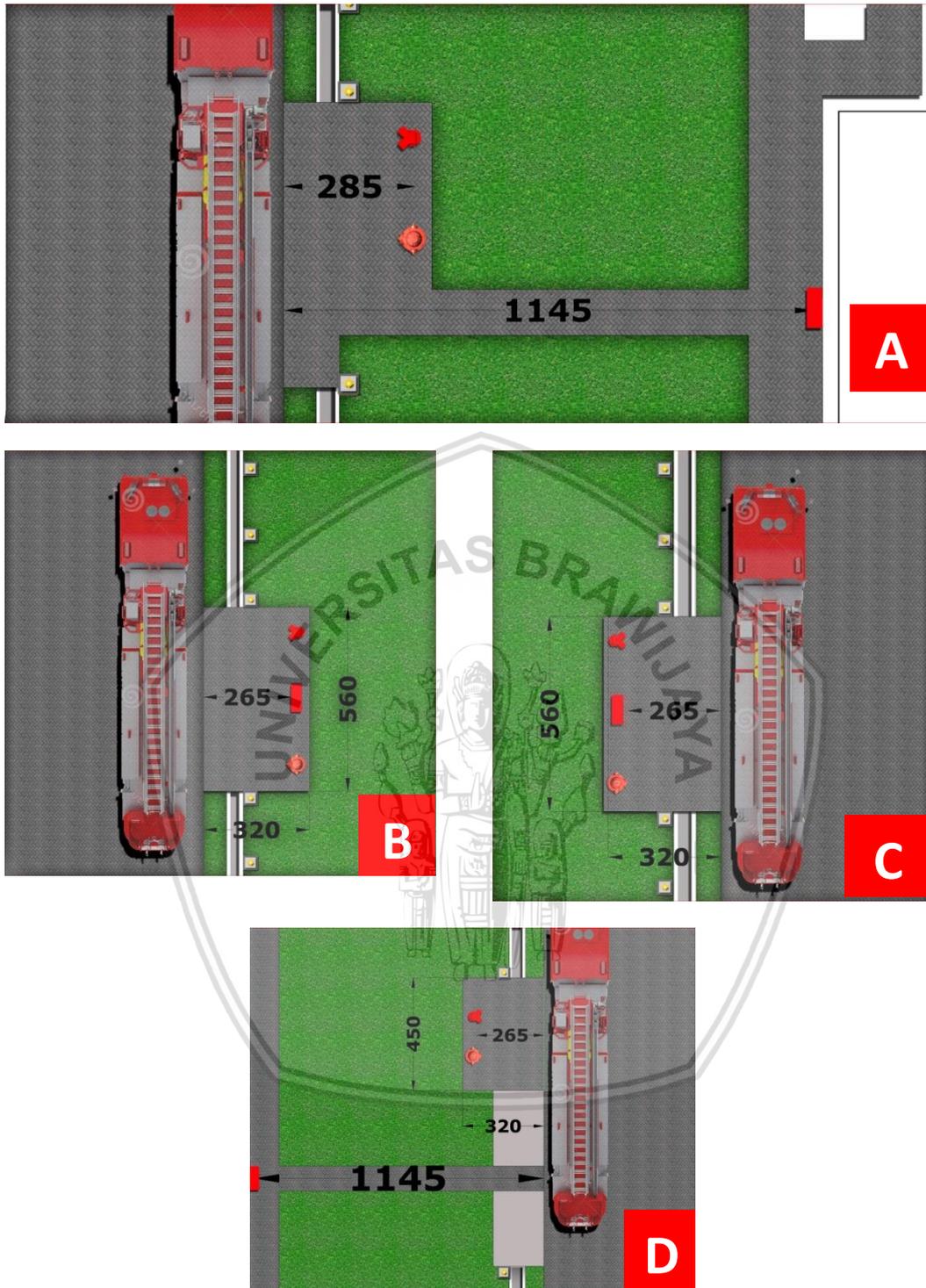
Berdasarkan jabaran analisa tersebut , masih terdapat kekurangan dari penerapan hidran halaman, sehingga perlu diterapkan beberapa solusi untuk meningkatkan fungsi dari hidran halaman untuk mencapai keselamatan dan keamanan.

Solusi yang dilakukan berupa reposisi, penambahan, dan melengkapi hidran halaman dengan hidran box serta *siamese connection*. Reposisi hidran halaman dilakukan agar peletakan hidran halaman merata di sekitar bangunan sehingga hidran-hidran tersebut dapat menjangkau segala sisi bangunan untuk memadamkan kebakaran. Selain itu dengan melengkapi hidran halaman. Selain reposisi, dengan memperlengkap hidran halaman dengan hidran box dan *siamese connection* dapat mempermudah proses pemadaman kebakaran.



Gambar 4.34 Rekomendasi titik hidran halaman

Pada rekomendasi jumlah dari hidran halaman bertambah menjadi 6 buah, penempatan titik-titik hidran tersebut berada pada tiap jarak maksimum 50m, sehingga pipa hidran tersebar merata di sekeliling bangunan yang memudahkan PMK ketika proses pemadaman kebakaran. Masing-masing pipa hidran dilengkapi dengan Siamese connection untuk mengantisipasi jika persediaan air pada bangunan habis, hidran halaman masih dapat berfungsi dengan pasokan air yg berasal dari kendaraan PMK.



Gambar 4.35 Rekomendasi penempatan hidran halaman

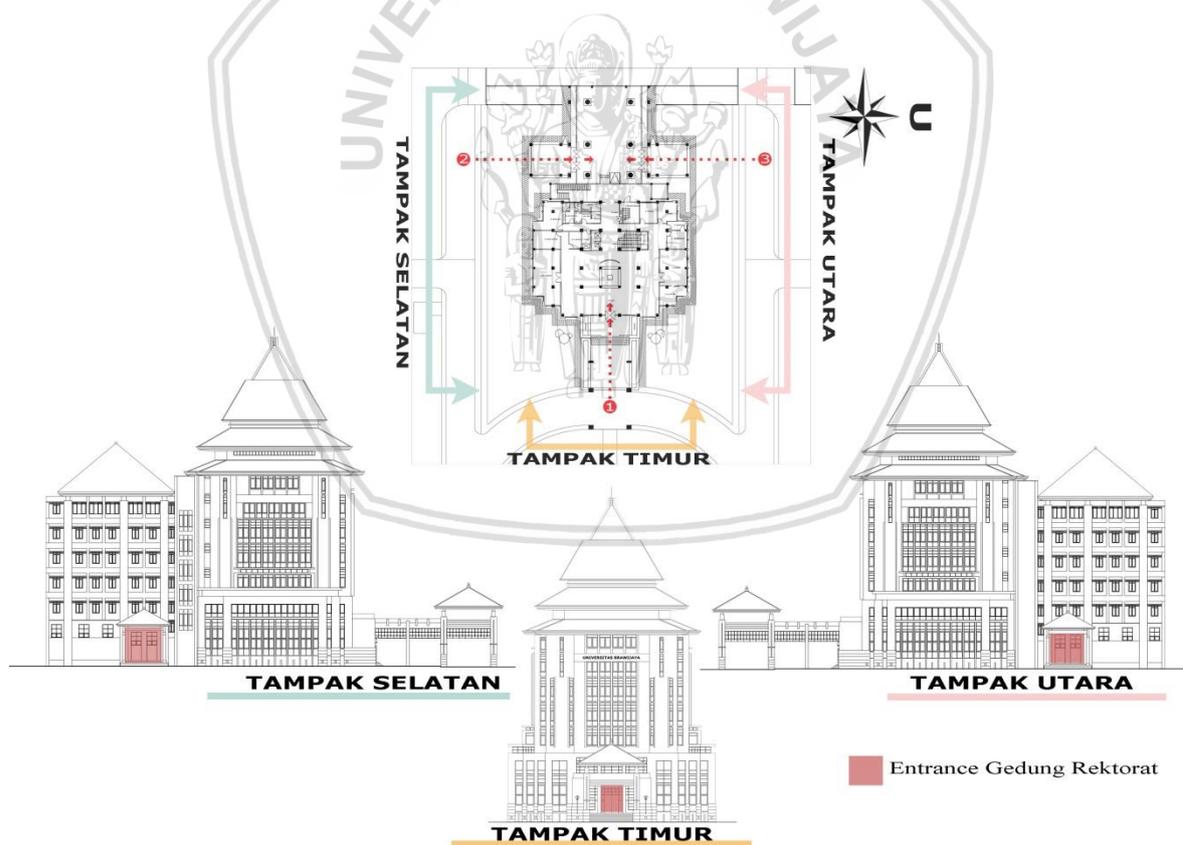
Setiap titik hidran diposisikan dekat dengan tepi jalan dan diberi perkerasan sehingga mudah untuk diakses dan mudah terlihat oleh PMK.

### 4.3 Analisis sistem proteksi kebakaran pada bangunan

#### 4.3.1 Akses petugas pemadam kebakaran dari lingkungan ke bangunan

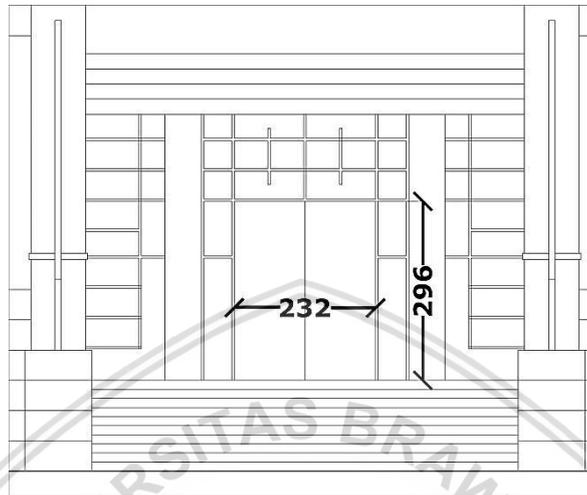
Gedung Rektorat dengan ketinggian 9 lantai atau sekitar 40 m memerlukan bukaan akses PMK karena dengan tersedianya bukaan akses yang layak untuk PMK seluruh bagian dari Gedung Rektorat terutama pada lantai-lantai di atas lantai pertama dapat dengan cepat diakses dari luar oleh PMK ketika suatu bencana terjadi terutama kebakaran.

Pada bangunan eksisting Gedung Rektorat, jika terjadi kebakaran, PMK dapat masuk ke dalam bangunan melalui pintu-pintu masuk yang ada pada lantai 1 dan bukaan berupa jendela-jendela yang berada pada setiap sisi gedung. Akses masuk ke bangunan melalui lantai 1 dapat melalui 5 buah pintu masuk yang dapat langsung diakses dari jalan lingkungan yang mengelilingi Gedung Rektorat.



Gambar 4.36 Entrance pada setiap tampak bangunan

*Entrance* pertama berada pada sisi bangunan yang menghadap ke arah Timur. PMK dapat mengakses *entrance* tersebut melalui area *drop off*, kemudian terdapat perbedaan ketinggian sebesar 1,5 m yang ditempuh menggunakan tangga. *Entrance* Timur yang merupakan *entrance* utama ke Gedung Rektorat memiliki lebar dan ketinggian sebesar 2,3 dan 2,9 m.



Gambar 4.37 Entrance sisi Timur

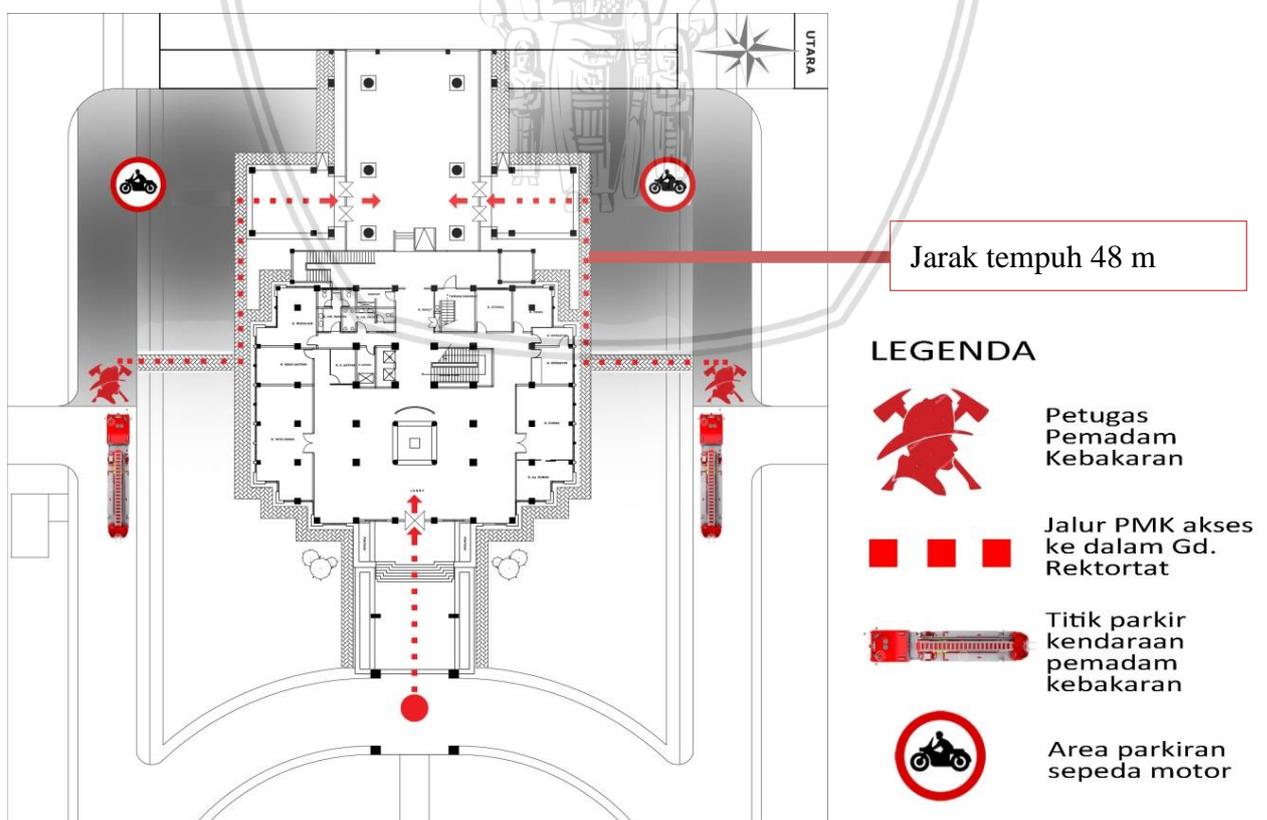
Keempat *entrance* berikutnya berada pada sisi bangunan yang menghadap ke arah Utara dan Selatan, dengan masing-masing sisi terdapat dua buah *entrance*. *Entrance* tersebut dapat diakses melalui jalan lingkungan kemudian naik ke teras bangunan dan masuk ke dalam Gedung Rektorat melalui *entrance* tersebut. Masing-masing keempat *entrance* tersebut memiliki lebar dan ketinggian yang sama yakni 1,6 dan 2,4 m.



Gambar 4.38 Entrance sisi Utara dan Selatan

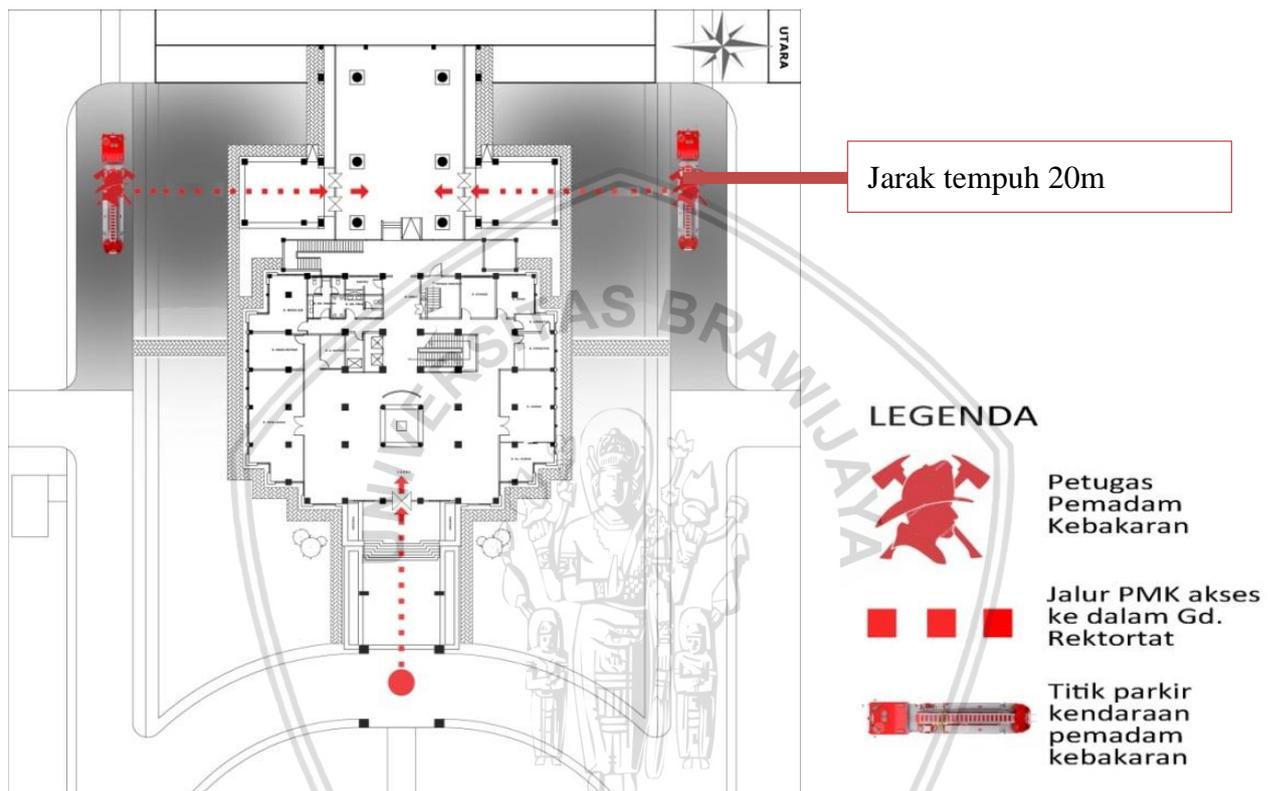
Lebar dari *entrance* masuk ke dalam Gedung Rektorat tersebut berkisar antara 1,6 - 2,3 m. Sedangkan ketinggiannya antara 2,4 – 2,9 m. Dimensi tersebut sudah sangat mencukupi untuk dilalui PMK untuk mengakses ke dalam bangunan. Posisi dari bukaan pintu pada lantai 1 sudah merata, karena *entrance* bangunan tersebut berada pada ketiga sisi bangunan, yakni sisi Utara, Timur, dan Selatan.

Kekurangan dari akses ke dalam bangunan terletak pada proses pencapaiannya, terutama pada *entrance* yang berada pada sisi Utara dan Selatan. Pada sisi Utara dan Selatan Gedung Rektorat terdapat area parkir sepeda motor yang menghalangi masuknya kendaraan pemadam kebakaran sehingga kendaraan pemadam kebakaran tidak bisa memarkir kendaraan dan menurunkan PMK di depan *entrance* Utara dan Selatan. Sehingga untuk mengakses *entrance* Utara dan Selatan, kendaraan PMK diparkir pada jarak 48 m dari *entrance* tersebut dan selanjutnya PMK mencapai *entrance* tersebut dengan berjalan kaki. Seharusnya parkir kendaraan yang berada pada kedua sisi bangunan tersebut ditiadakan, karena keberadaan dari parkir tersebut menghalangi sirkulasi dari kendaraan PMK yang mengakibatkan kendaraan PMK tidak dapat mengakses langsung bangunan Gedung Rektorat.



Gambar 4.39 Jarak tempuh PMK ke entrance eksisting

Berdasarkan permasalahan terhalangnya akses ke dalam bangunan yang disebabkan adanya parkir sepeda motor, maka sebaiknya area parkir sepeda motor dipindahkan agar PMK dapat langsung mengakses seluruh entrance ke Gedung Rektorat. Setelah parkir sepeda motor dipindahkan, maka jarak tempuh PMK ke entrance bangunan menjadi lebih kecil yakni sekitar 20 m, sehingga PMK akan lebih cepat mengakses bangunan.

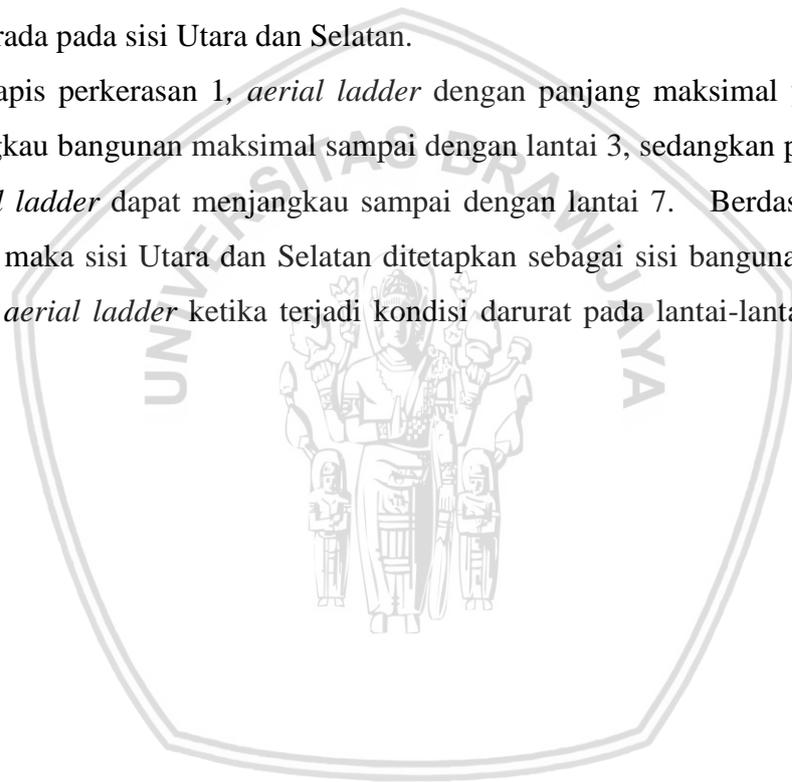


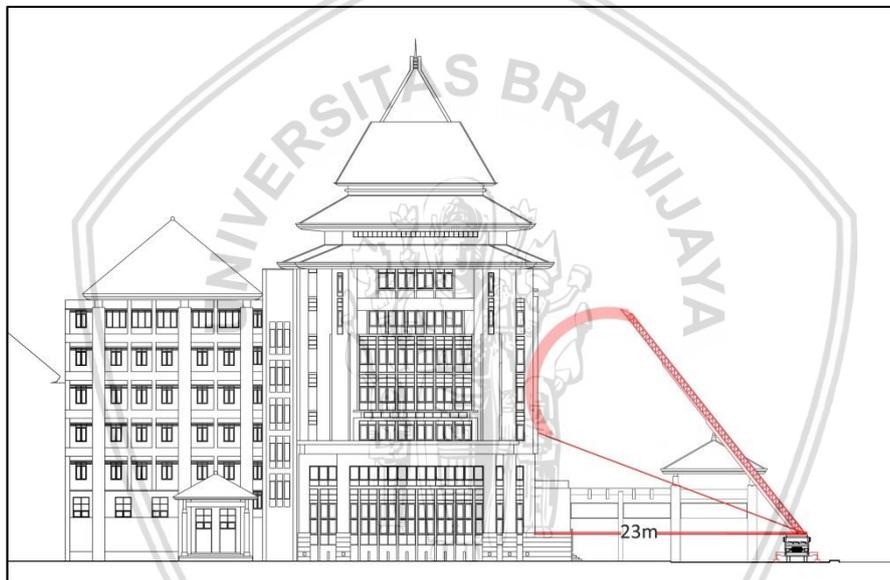
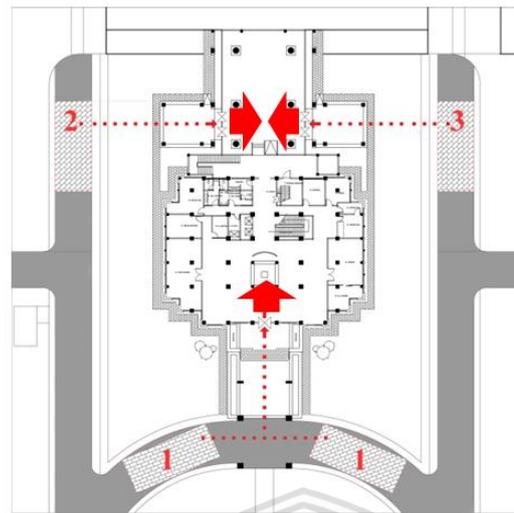
Gambar 4.40 Rekomendasi jarak PMK ke entrance

Entrance bangunan berupa pintu pada lantai 1 tidak efektif digunakan sebagai akses ke lantai-lantai yang cukup tinggi, karena PMK akan menggunakan fasilitas tangga di dalam bangunan yang akan memakan waktu yang memperlambat proses pemadaman api dan penyelamatan. Sehingga perlu adanya bukaan-bukaan lain untuk mengakses lantai-lantai di atas lantai 1 yang bisa diakses langsung dari luar, bukaan tersebut dapat berupa bukaan khusus untuk PMK ataupun material yang dapat dipecahkan seperti jendela. Jendela yang ada pada fasade bangunan Gedung Rektorat dapat dijadikan sebagai alternatif akses ke bangunan terutama akses bangunan ke lantai-lantai di atas lantai pertama, karena terdapat material kaca yang dapat dipecahkan namun dengan syarat jendela-jendela tersebut tidak terhalang dan memiliki dimensi yang mencukupi untuk diakses PMK.

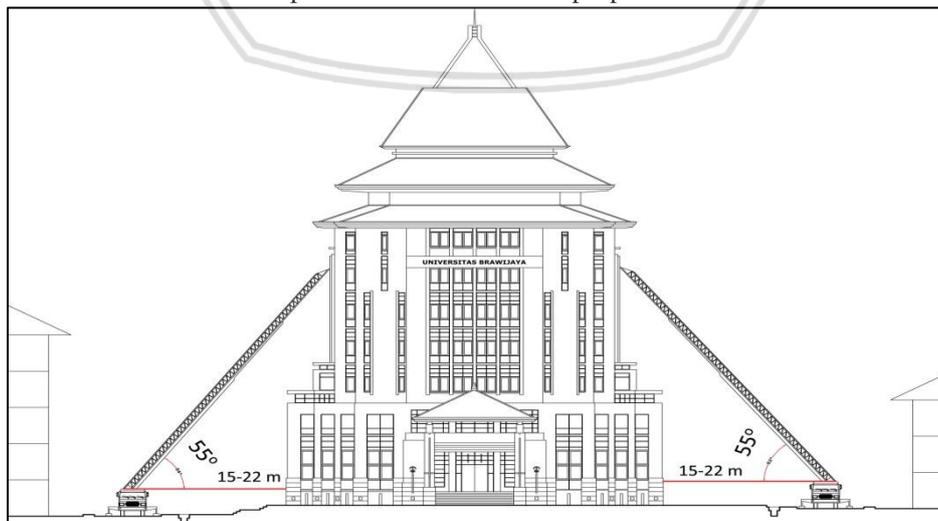
Sisi bangunan Gedung Rektorat yang dapat diakses PMK dari luar yakni sisi yang menghadap langsung ke jalan. Sisi tersebut antara lain sisi Utara, Selatan, dan Timur. Pada sisi bangunan tersebut terdapat bukaan berupa jendela-jendela dimana ketika terjadi suatu konsisi darurat seperti bahaya kebakaran, PMK dapat menggunakan bukaan tersebut sebagai alternatif untuk masuk ke dalam bangunan. Pemilihan sisi bangunan untuk diakses PMK melalui *aerial ladder* didasarkan pada analisis lapis perkerasan. Pada subbab akses PMK ke lingkungan terdapat rekomendasi 3 area lapis perkerasan, masing-masing terdapat pada sisi Timur, Utara dan Selatan bangunan. Dari ketiga area lapis perkerasan tersebut yang memungkinkan *aerial ladder* mencapai bangunan adalah lapis perkerasan 2 dan 3 yang berada pada sisi Utara dan Selatan.

Pada lapis perkerasan 1, *aerial ladder* dengan panjang maksimal yakni 30 meter dapat menjangkau bangunan maksimal sampai dengan lantai 3, sedangkan pada perkerasan 2 dan 3 *aerial ladder* dapat menjangkau sampai dengan lantai 7. Berdasar kemampuan *aerial ladder*, maka sisi Utara dan Selatan ditetapkan sebagai sisi bangunan yang diakses PMK melalui *aerial ladder* ketika terjadi kondisi darurat pada lantai-lantai di atas lantai dasar.





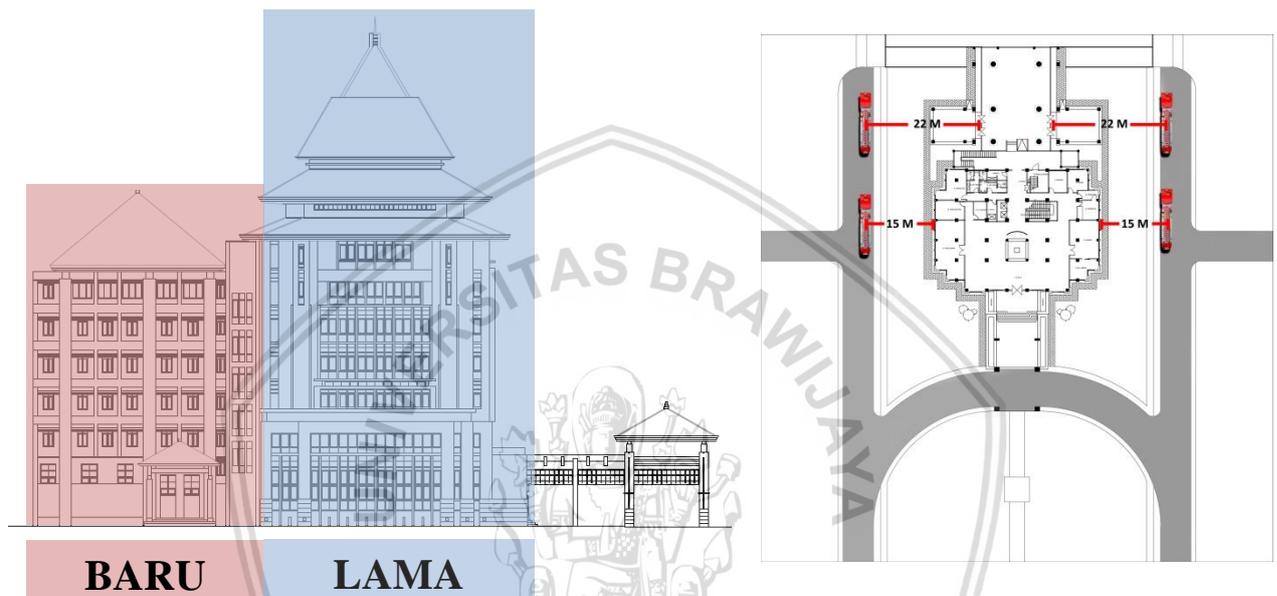
Pencapaian *aerial ladder* dari Lapis perkerasan 1



Pencapaian *aerial ladder* dari Lapis perkerasan 2 & 3

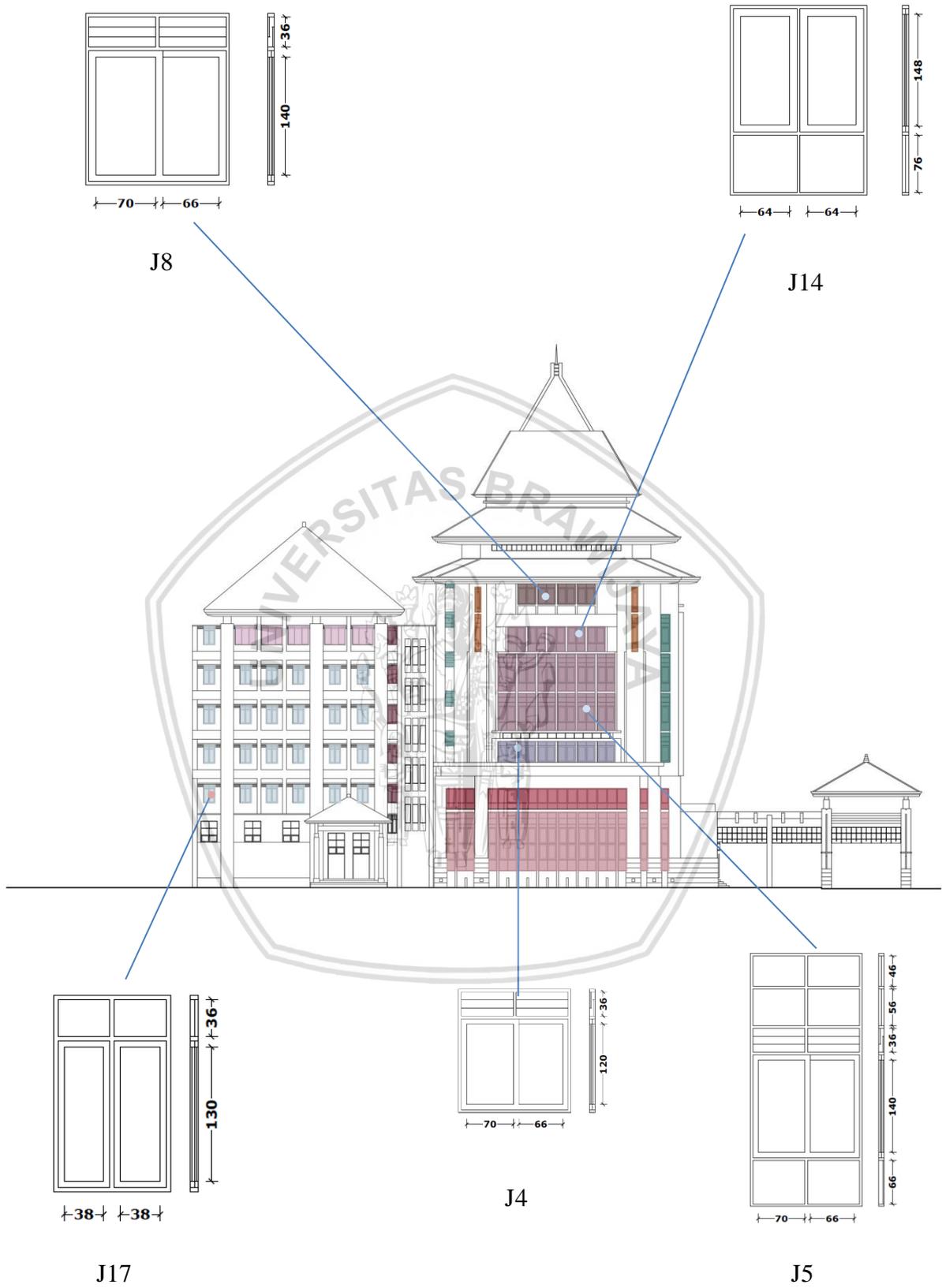
Gambar 4.41 Akses ke Bangunan dengan Aerial Ladder

Sisi bangunan Utara dan Selatan memiliki tampak yang identic dan terbagi menjadi 2 bagian yakni bangunan lama dan baru. Sisi bangunan lama berjarak 15-20 m dari kendaraan PMK, sehingga *aerial ladder* kendaraan PMK dengan panjang maksimum dapat mengakses lantai 7 sisi bangunan lama. Sedangkan sisi bangunan baru berjarak 22 m dari kendaraan PMK, sehingga *aerial ladder* hanya dapat mengakses maksimum sampai lantai 5 dari 6 lantai total.



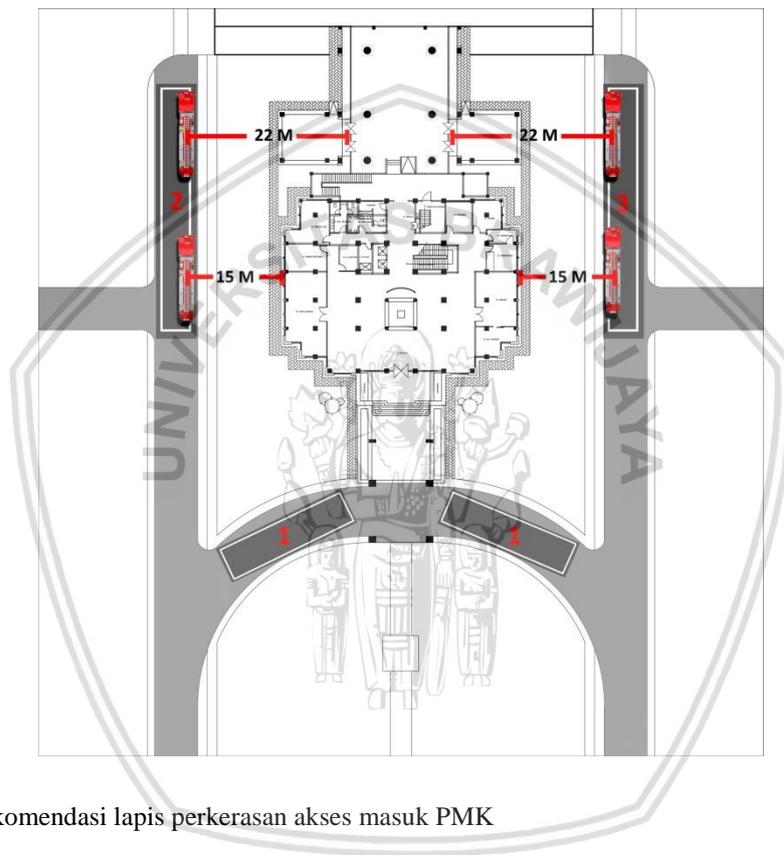
Gambar 4.42 Jarak Antar Sisi Bangunan dengan Kendaraan PMK

Terdapat 5 tipe bukaan/jendela pada fasade Utara dan Selatan yang dipilih sebagai akses masuk darurat ke dalam bangunan dengan cara dipecahkan. Kelima bukaan tersebut dipilih berdasarkan kemudahan akses dan letaknya yang mudah dijangkau PMK. Dari kelima bukaan, J17 tidak dapat dimanfaatkan sebagai akses masuk karena lebarnya yang hanya 38 cm terlalu sempit dijadikan akses masuk. Sehingga bukaan akses darurat hanya mengandalkan bukaan dari bangunan lama, dengan catatan perlu adanya sistem springkler otomatis pada bangunan sebagai sarana pemadaman api pertama. Keberadaan springkler otomatis tersebut diharapkan dapat memberikan waktu bagi PMK mengakses bangunan. Solusi akses bangunan tidak menambahkan bukaan khusus PMK karena keterbatasan ruang pada bangunan dan keberadaan jendela yang dapat dipecahkan sudah cukup sebagai akses masuk darurat ke bangunan.



Gambar 4.43 Bukaan Utara dan Selatan sebagai akses PMK

Pemilihan fasade Utara dan Selatan bangunan sebagai akses masuk ke bangunan, terutama pemilihan fasade bangunan lama sebagai akses masuk bangunan pada lantai-lantai di atas lantai dasar, memerlukan adanya penambahan panjang dari rekomendasi lapis perkerasan pada subbab sebelumnya. Lapis perkerasan pada sisi Utara dan Selatan awalnya memiliki dimensi  $15 \times 6 \text{ m}^2$  akan diperluas menjadi  $40 \times 6 \text{ m}^2$ , penambahan panjang sebesar 25m tersebut agar truk PMK dapat memarkir kendaraan di depan fasade lama dan menggunakan *aerial ladder* untuk mengakses bukaan pada fasade bangunan lama.

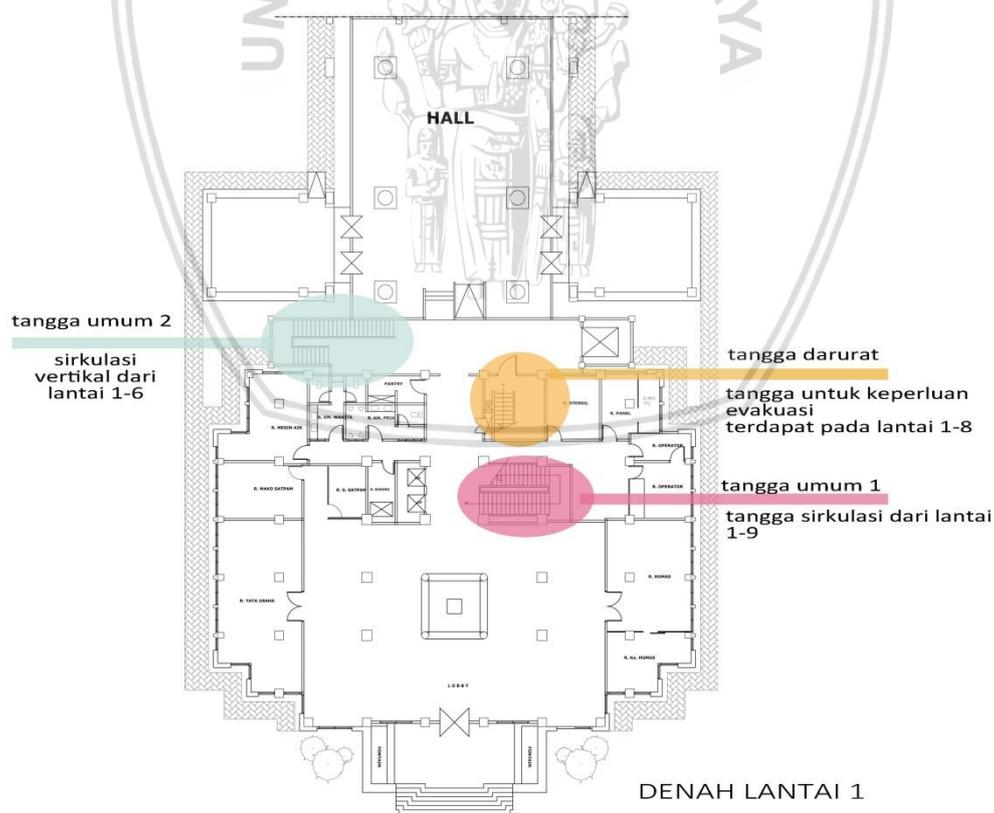


Gambar 4.44 Rekomendasi lapis perkerasan akses masuk PMK

### 4.3.2 Akses petugas pemadam kebakaran di dalam bangunan

Pada Gedung Rektorat, ketinggian dari lantai pertama sampai dengan lantai 9 mencapai 40 meter dari permukaan tanah. Dengan ketinggian tersebut, seharusnya pada Gedung Rektorat tersedia shaft PMK untuk membantu PMK dalam mempercepat proses penyelamatan dan pemadaman api jika kebakaran terjadi di atas lantai pertama bangunan.

Pada Gedung Rektorat belum terdapat fasilitas yang dikhususkan bagi petugas pemadam kebakaran seperti lift pemadam kebakaran, tangga dan lobi PMK yang merupakan bagian dari shaft PMK. Pada kondisi eksisting, petugas pemadam kebakaran hanya dapat mengandalkan fasilitas sirkulasi vertikal seperti tangga utama atau tangga umum untuk mengakses lantai-lantai di atas lantai pertama. Sedangkan tangga darurat tidak boleh digunakan PMK karena dapat mengganggu proses evakuasi yang dilakukan penghuni bangunan. Tangga-tangga umum pada eksisting dapat digunakan sebagai shaft akses PMK di dalam bangunan sehingga tidak perlu adanya shaft PMK tambahan.



Gambar 4.45 Transportasi vertikal pada Gedung Rektorat

### 4.3.3 Sarana penyelamatan

Pada subab ini akan membahas elemen-elemen bangunan yang berkaitan dengan proses evakuasi dan penyelamatan Gedung Rektorat Universitas Brawijaya.

#### 1. Akses eksit koridor

Ketika proses evakuasi berlangsung, koridor pada tiap lantai bangunan berfungsi menghubungkan dan mengarahkan penghuni ke eksit-eksit bangunan seperti tangga kebakaran serta eksit pelepasan. Koridor pada tiap lantai bangunan menggunakan konfigurasi linear, dimana tiap ruangan pada tiap lantai bangunan terhubung langsung dengan koridor.

Koridor lantai 1 terdiri dari 3 koridor (A,B,D) yang menyatu ke sebuah koridor utama yakni koridor C yang kemudian dari koridor C tersebut penghuni bangunan dapat menuju lobby atau hall yang kemudian menuju pintu keluar bangunan(eksit pelepasan). Sedangkan pada lantai 2 sampai 8, penghuni keluar dari tiap ruang lalu menuju ke koridor B yang selanjutnya masuk ke dalam tangga darurat yang berakhir di 1 koridor A. Dari sana penghuni melanjutkan keluar bangunan melalui eksit pelepasan yang berada pada hall ataupun lobby.



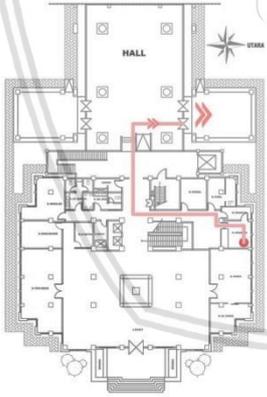
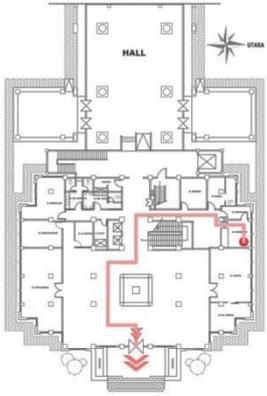
Gambar 4.46 Akses eksit koridor Gedung Rektorat

Terdapat beberapa indikator dalam penilaian akses eksit koridor Gedung Rektorat meliputi jarak tempuh ke eksit pelepasan, jarak ujung buntu, dimensi lebar dan ketinggian serta perabot pada area sirkulasi.

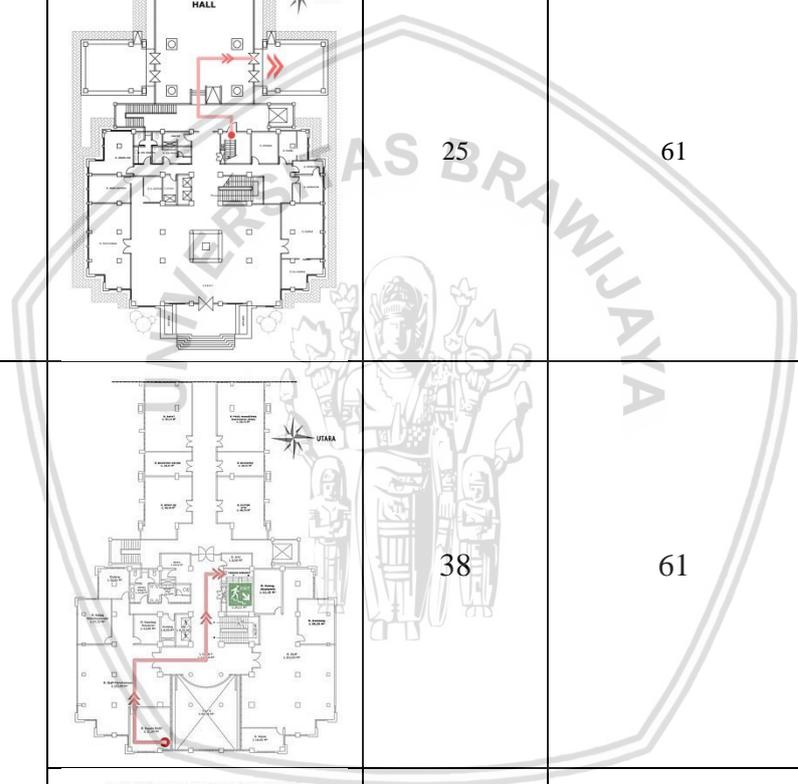
a. Jarak tempuh

Jarak tempuh ke eksit pada koridor lantai 1 diukur sepanjang jalur lintasan dimulai dari titik terjauh di lantai tersebut dan berakhir pada pertengahan pintu eksit pada lantai 1. Pintu eksit pada lantai 1 berada pada 3 sisi bangunan yakni sisi Timur, Utara dan Selatan, sehingga titik terjauh dari ketiga eksit tersebut berada pada pertengahan denah lantai 1 dan juga pada bagian hall yang berada pada lantai 1. Sedangkan pada lantai 2 sampai dengan 8 jarak tempuh ke eksit diukur sepanjang jalur lintasan dimulai dari titik terjauh dari eksit(tanga darurat). Berikut tabel pengukuran jarak tempuh

Tabel 4.2 Jarak Tempuh Akses Eksit Koridor Lantai 1-8

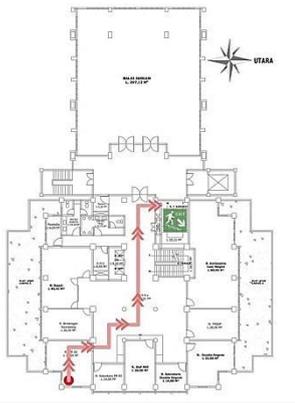
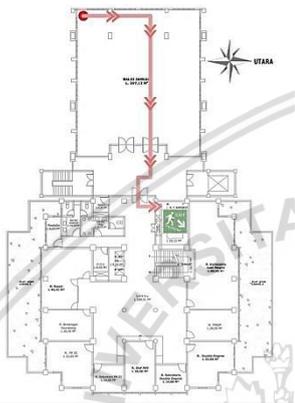
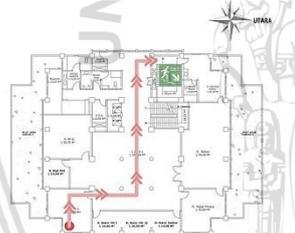
Lantai	Gambar	Jarak Tempuh (m)	Batas Jarak Maksimal (m)	Kondisi Eksisting
1		40	61	OK
		46	61	OK

		45	61	OK
		25	61	OK
2-3		38	61	OK
		34	61	OK





4		38	61	OK
		37	61	OK
5		42	61	OK
		34	61	OK

6		34	61	OK
		37	61	OK
7-8		34	61	OK

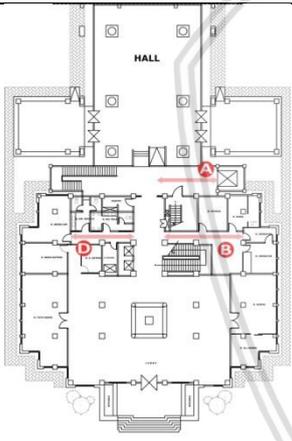
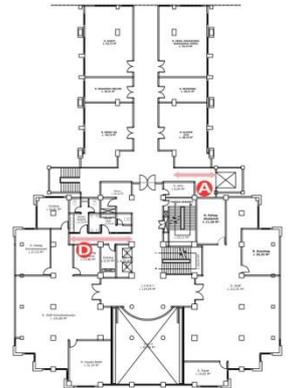
Tabel di atas menunjukkan bahwa jarak tempuh dari titik hunian terjauh lantai 1 sampai lantai 8 terhadap eksit bangunan yang berupa eksit pelepasan dan tangga kebakaran, berjarak maksimal 46 meter. Jarak tempuh ke eksit bangunan ternyata telah memenuhi peraturan Permen PU sehingga tidak memerlukan reposisi eksit bangunan.

Berdasarkan Permen PU no 26 tahun 2008, jarak 61 meter tersebut merupakan kriteria jarak tempuh maksimum untuk bangunan lama yang memiliki fungsi bisnis dan tidak terdapat sistem pemadaman api menggunakan sistem springkler. Sehingga berdasarkan kriteria jarak tempuh ke eksit, akses eksit koridor bangunan rektorat diperbolehkan untuk tidak menggunakan sistem proteksi aktif berupa sistem springkler.

## b. Ujung buntu

Pada koridor tiap lantai bangunan ditemukan beberapa ujung buntu yang berjumlah 1 sampai 3 buah. Ujung buntu pada tiap lantainya tidak terdapat adanya sistem proteksi aktif seperti sistem springkler. Bangunan eksisting tergolong bangunan lama karena di bangun sebelum Permen PU 2008 dibuat, namun dalam analisis kondisi eksisting ujung buntu dibandingkan dengan standar bangunan baru agar dapat memberikan perlindungan secara maksimal terhadap bahaya kebakaran. Berikut hasil pengukuran jarak tempuh ujung buntu beserta perbandingan dengan standar.

Tabel 4.3 Jarak Ujung Buntu Koridor Lantai 1-8

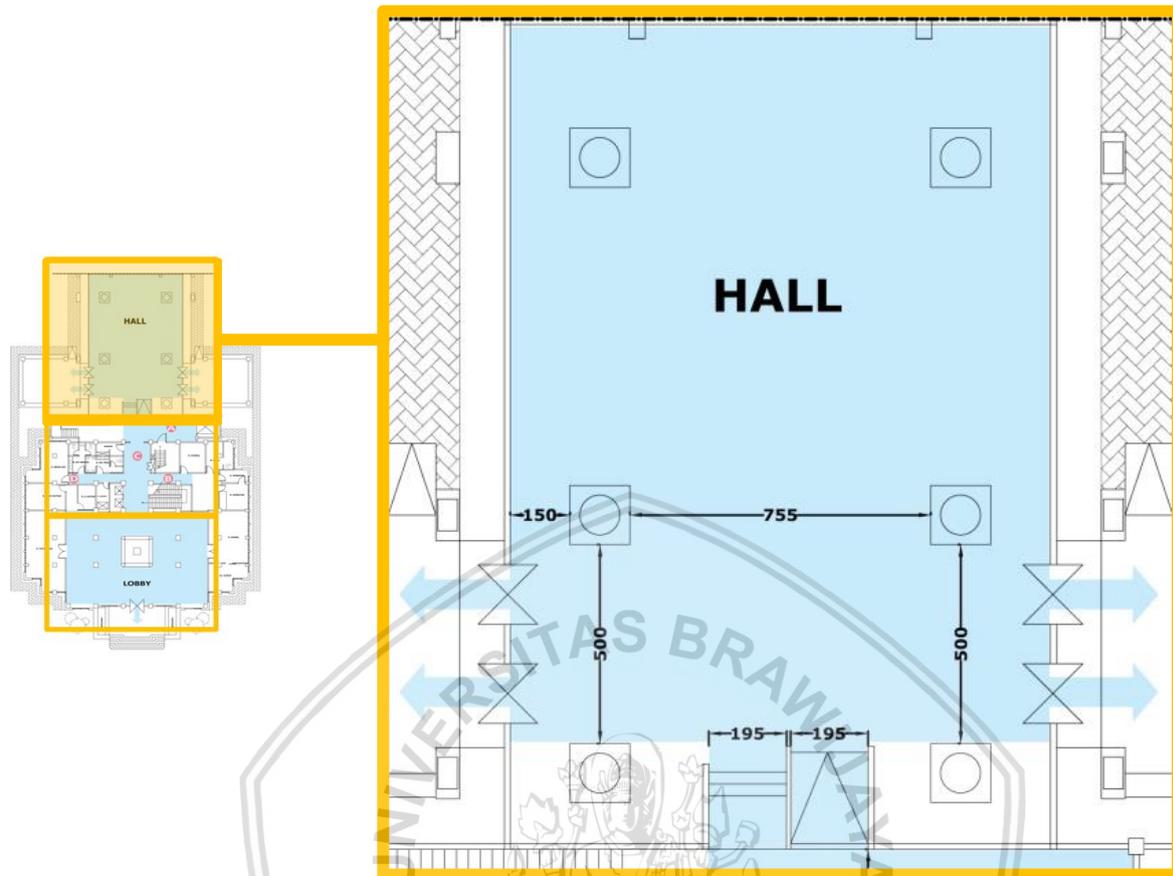
Gambar	Jarak Ujung Buntu (m)	Batas Ujung Buntu Tanpa Springkler (m)		Batas Ujung Buntu Berspringkler (m)	
		Standar	Kondisi	Standar	Kondisi
 <p>Lantai 1</p>	7,75 - 10	6,1	X	15	OK
 <p>Lantai 2-5</p>	5,5 - 8	6,1	X	15	OK

 <p>Lantai 6</p>	8	6,1	X	15	OK
 <p>Lantai 7</p>	8	6,1	X	15	OK

Berdasarkan tabel perbandingan tersebut jarak tempuh dari ujung buntu yang berkisar 5,5 -10 melebihi jarak maksimal ujung buntu tanpa springkler, namun memenuhi jarak maksimal ujung buntu berspringkler. Sehingga koridor bangunan eksisting tidak perlu dilakukan perubahan namun diberikan penambahan sistem proteksi tambahan berupa sistem springkler. Pemberian rekomendasi springkler akan dibahas lebih lanjut pada subbab sistem proteksi aktif.

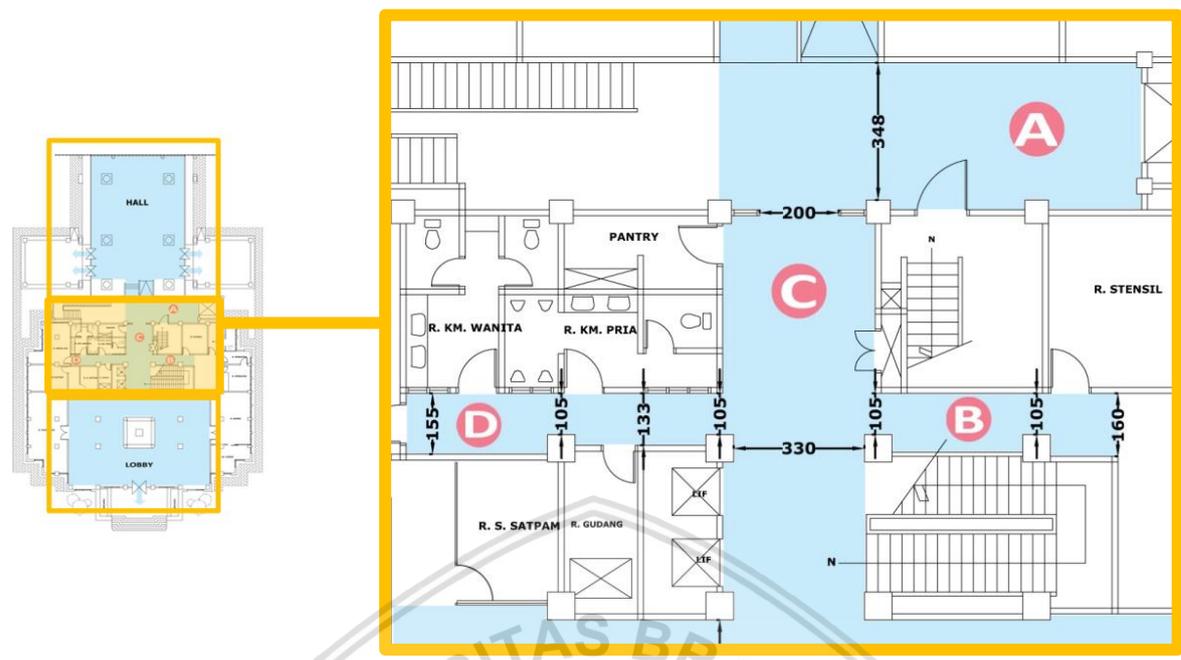
c. Dimensi lebar dan ketinggian

Jalur evakuasi pada lantai 1 dibagi menjadi 3 area, yakni area hall, area koridor dan area lobby dengan posisi eksit bangunan berada pada area hall dan lobby. Sirkulasi evakuasi penghuni bangunan dari area koridor ke area hall dihubungkan oleh tangga dan ram yang memiliki lebar masing-masing 1,95 m. Setelah melalui tangga ataupun ramp pada area hall penghuni dapat menuju pintu keluar bangunan yang berada di sisi kanan dan kiri hall. Pada area hall, lebar bersih untuk jalur evakuasi sebesar 7,5 m sampai dengan 1,5 m.



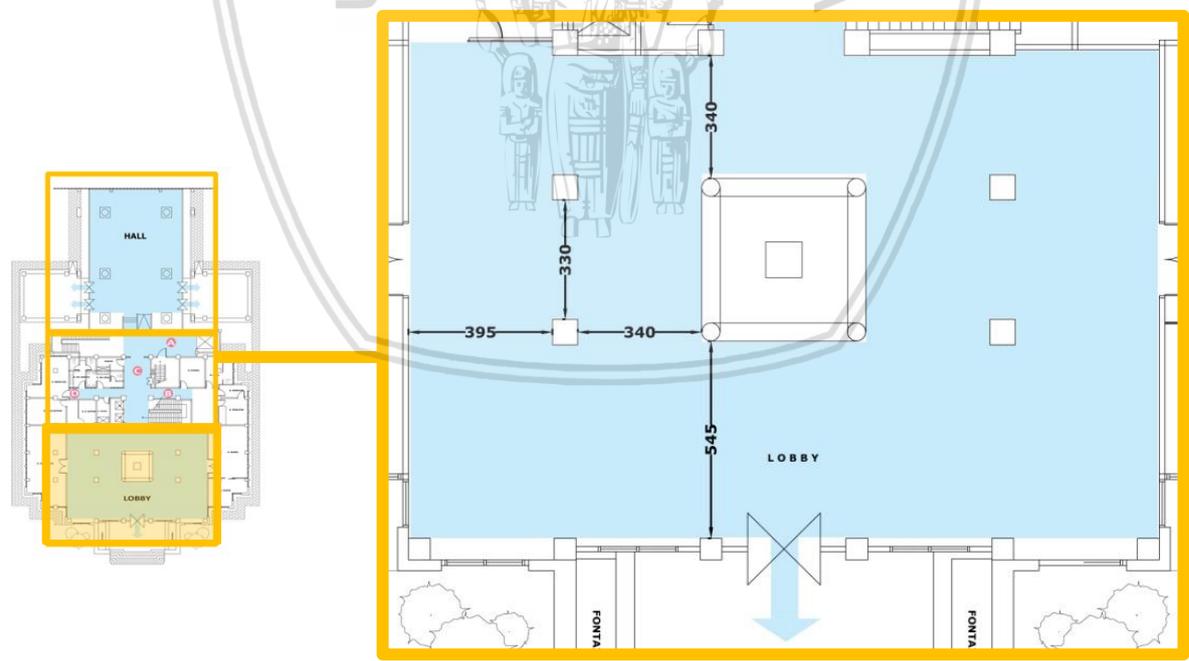
Gambar 4.47 Dimensi koridor hall lantai 1

Area koridor lantai 1 memiliki 4 buah koridor yang menghubungkan sirkulasi dari ruang-ruang di lantai 1 dengan area hall dan area lobby yang kemudian berakhir pada pintu keluar bangunan. Selain hal tersebut koridor pada lantai 1 merupakan pelepasan sirkulasi dari tangga darurat yang digunakan sebagai jalur evakuasi vertikal. Koridor pada lantai 1 memiliki lebar bersih untuk sirkulasi sebesar 1,05-3,48 m. Pada koridor A yang merupakan pelepasan sirkulasi dari tangga darurat, memiliki lebar bersih yang dapat digunakan sebagai sirkulasi sebesar 3,48 m. Pada koridor B jalur sirkulasi sebagian dikurangi dengan lebar kolom struktur yang menonjol ke koridor sehingga koridor B memiliki lebar bersih sebesar 1,05-1,6 m. Koridor C merupakan koridor yang menghubungkan ketiga koridor lainnya dengan hall dan lobby. Pada koridor C tersebut memiliki lebar bersih sebesar 2-3,3 m. Sama halnya dengan koridor B, pada koridor D lebarnya jalur sirkulasi dikurangi dengan lebar kolom yang menonjol ke koridor sehingga lebar bersih dari kolom D sebedar 1,05-1,55 m.



Gambar 4.48 Dimensi koridor tengah

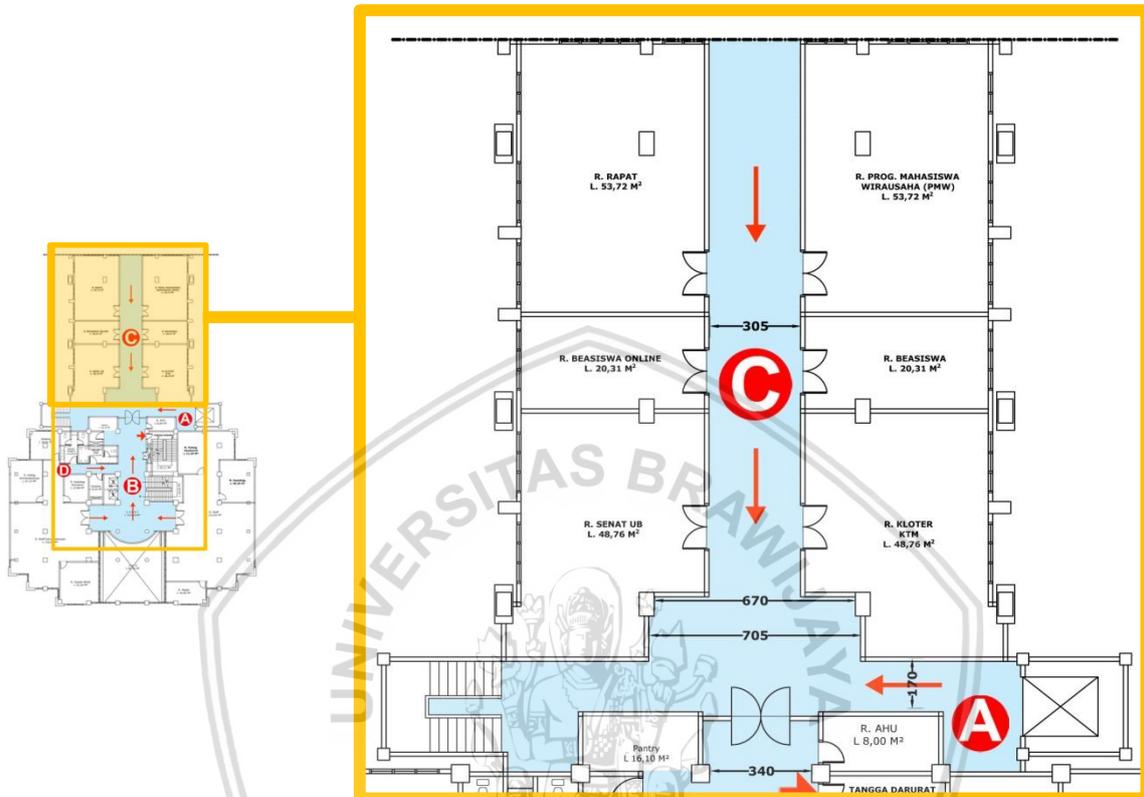
Pada area lobby ruang sirkulasi terbentuk dari kolom-kolom struktur yang ada. Ruang sirkulasi dari lobby cukup lebar yakni sebesar 3,30-3,5,45 m.



Gambar 4.49 Dimensi koridor lobby lantai 1

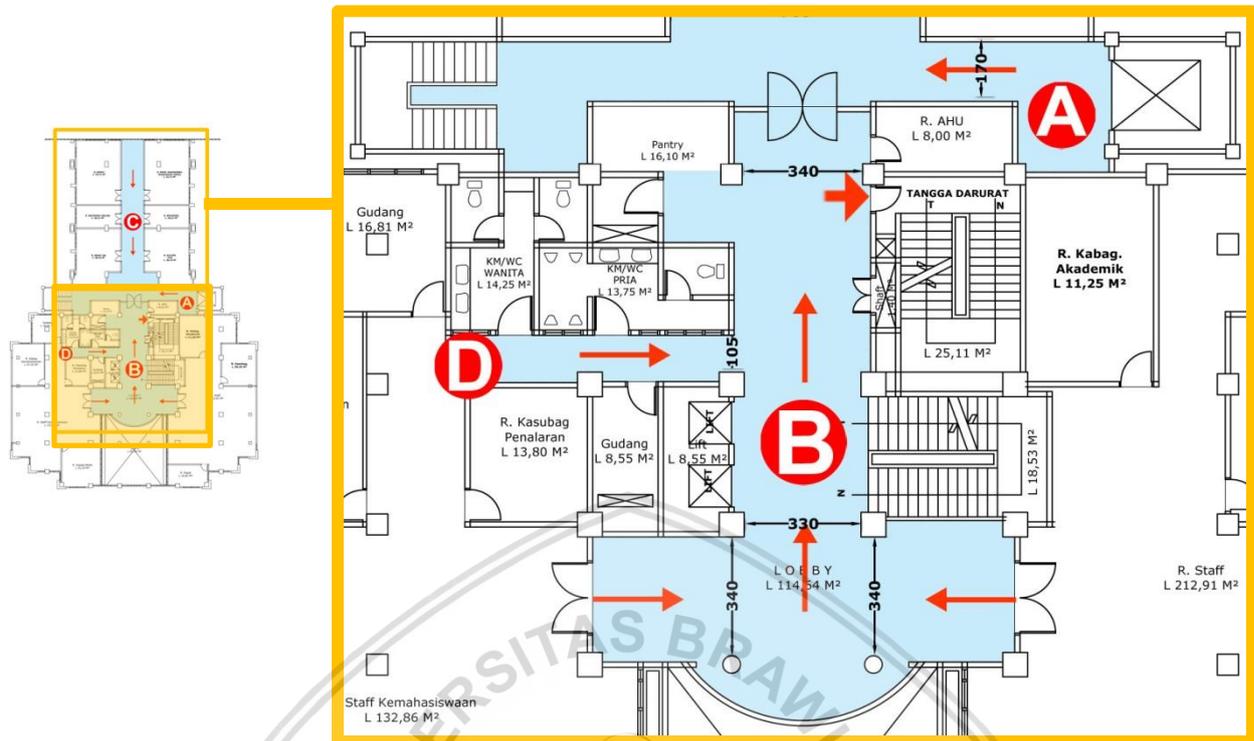


Koridor C yang merupakan koridor yang terdapat pada bagian gedung rektorat baru terdapat pada lantai 2 sampai lantai 6. Lebar bersih koridor C tersebut sebesar 3,05-7,05 meter.



Gambar 4.51 Zonasi koridor C lantai 2-8

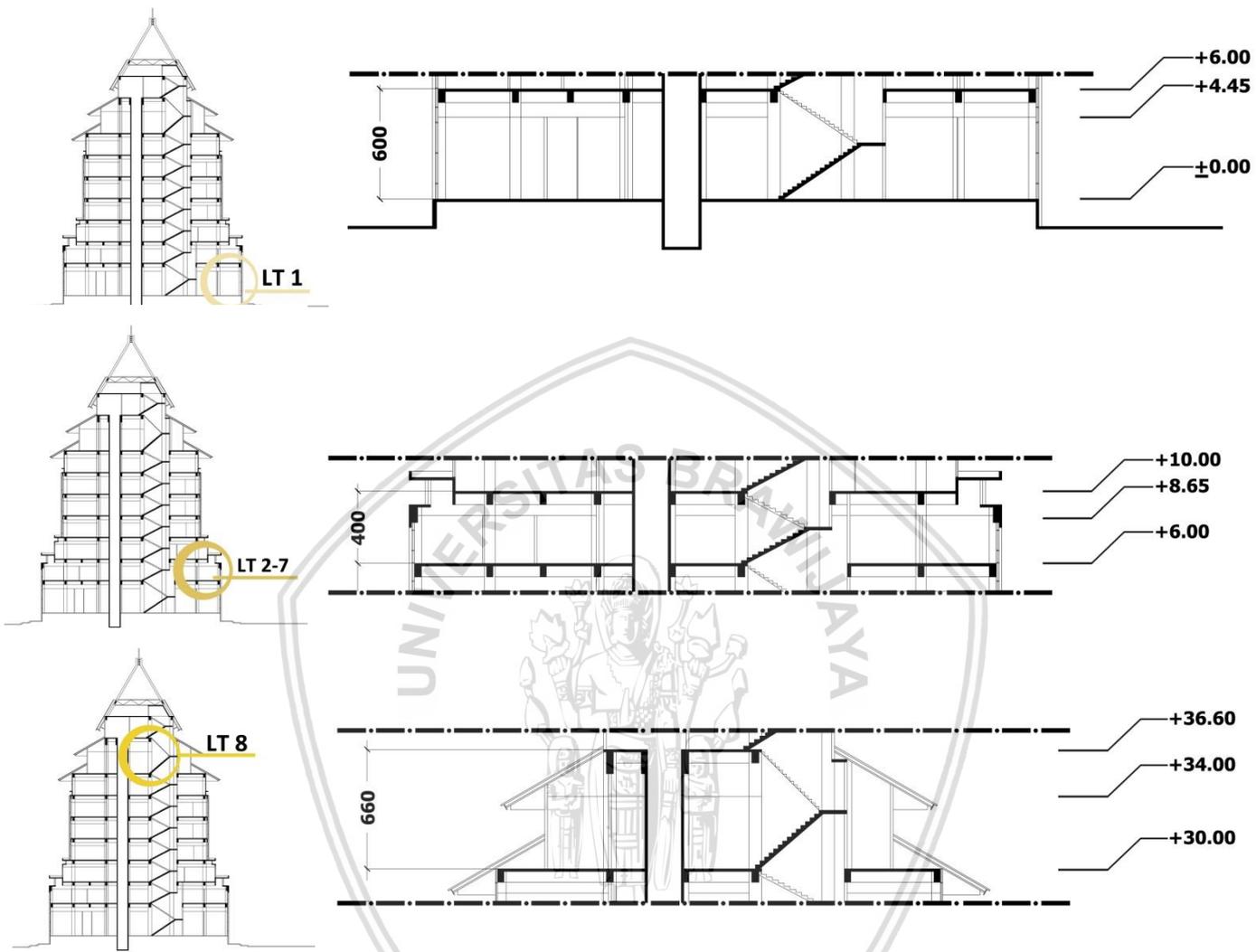
Koridor pada lantai 2 sampai 8 memiliki 1-2 ujung buntu yakni koridor A dan D dengan lebar 1,05-1,7 meter. Dan terakhir terdapat koridor B yang merupakan koridor dimana terdapat akses masuk ke tangga darurat sehingga seluruh sirkulasi dari koridor-koridor lain berakhir di koridor B. Lebar bersih dari koridor B berkisar antara 3,3-3,4 meter



Gambar 4.52 Zonasi koridor ABD lantai 2-8

Koridor pada lantai 2 sampai 8 memiliki lebar bersih 1,05 – 7,05 m yang sesuai dengan peraturan lebar minimal koridor sebesar 915mm (0,9m) sehingga koridor pada lantai 2-8 tidak memerlukan penambahan dimensi lebar.

Ketinggian koridor per lantai bangunan dibedakan menjadi 3 yakni lantai 1, lantai 2-7 dan lantai 8. Lantai 1 memiliki ketinggian antar lantai sebesar 6 meter dengan ketinggian lantai ke plafond pada koridor sebesar 4,45 meter. Pada lantai 2 sampai 7 memiliki ketinggian lantai ke lantai sebesar 4 meter dengan ketinggian koridor sebesar 2,65 meter. Sedangkan pada lantai 8 yang berfungsi sebagai ruang pertemuan memiliki ketinggian antar lantai 6,60 dengan ketinggian koridor sebesar 4 meter. Ketinggian koridor pada bangunan rektorat sebesar 2,65-4,45 meter sudah sesuai dengan peraturan yang ada sehingga tidak diperlukan adanya penambahan ketinggian ruang pada koridor.



Gambar 4.53 Ktingian koridor

d. Perabot pada area koridor

Pada jalur akses eksit lantai 1 sampai 7 terlihat beberapa perabotan dan dekorasi yang berada pada area koridor. Sebagian besar peletakan dari perabot dan dekorasi eksisting dapat mengakibatkan kemacetan ketika proses evakuasi karena dimensi dari jalur evakuasi yang mengecil. Contohnya dapat terlihat dari beberapa lantai yang menempatkan kursi tunggu, papan pengumuman, mesin absensi, vegetasi dan perabot dekorasi lainnya pada daerah koridor yang mengakibatkan berkurangnya dimensi lebar koridor. Selain penyempitan koridor, penempatan perabot dekorasi tersebut dapat membahayakan keselamatan penghuni ketika melakukan evakuasi, contohnya dapat menyebabkan penghuni tersandung dan tejatuh dikarenakan penghuni terburu-buru melakukan evakuasi.

Terdapat beberapa perabot dan dekorasi yang perletakkannya dapat berpotensi menghalangi sirkulasi evakuasi, seperti perabot partisi pada lantai 1 dan aquarium pada lantai 7 yang di letakkan tepat di tengah koridor. Selain berpotensi menghalangi proses evakuasi, penempatannya berpotensi menghalangi pandangan penghuni akan eksit bangunan dan tangga darurat. Hal tersebut akan mengakibatkan penghuni yang panik kesulitan dalam menemukan eksit pelepasan dan tangga darurat.

Penempatan perabot ada pula yang menutupi sistem proteksi aktif, contohnya dapat terlihat pada lantai 3 dan lantai 7. Penempatan perabot pada lantai 3 berupa papan pengumuman dan lantai 7 berupa aquarium, menghalangi pandangan penghuni akan letak sistem proteksi aktif berupa APAR. Hal tersebut dapat berpotensi menghambat proses pemadaman api jika terjadi kebakaran.

Tidak semua penempatan perabot pada eksisting berpotensi menimbulkan permasalahan. Pada lantai 7 terdapat area tunggu yang penempatannya tidak menghalangi sirkulasi. Sehingga penempatan perabot tersebut dapat dipertahankan.



Gambar 4.54 Perabot pada Koridor Lantai 1

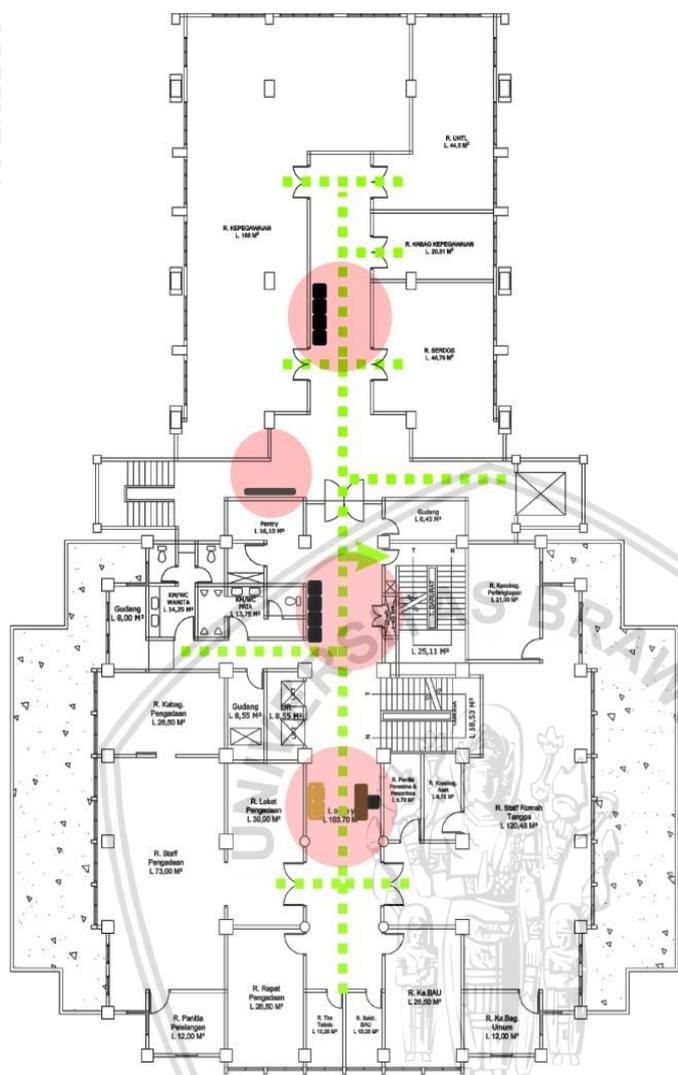


Gambar 4.55 Perabot pada Lantai 2





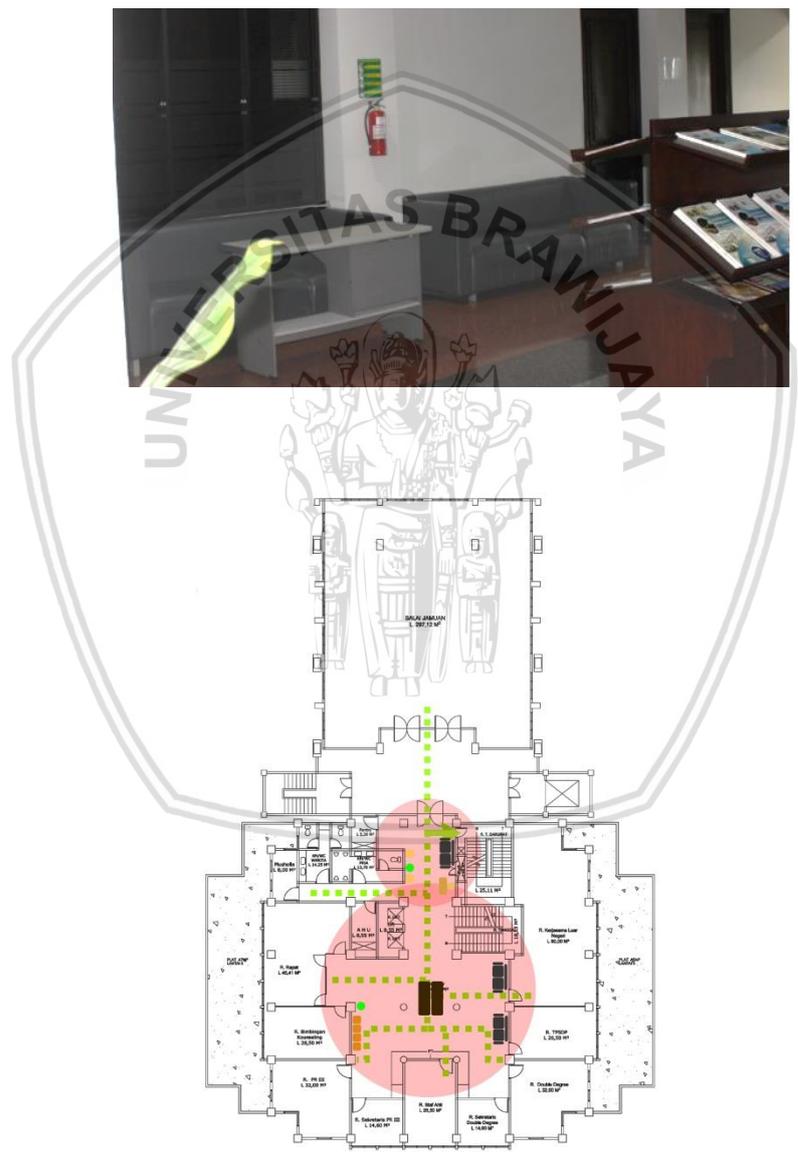
Gambar 4.56 Perabot pada Lantai 3



Gambar 4.57 Perabot pada Lantai 4







Gambar 4.59 Perabot pada Lantai 6





Gambar 4.60 Perabot pada Lantai 7

Penempatan perabot dan dekorasi pada koridor sebagai akses eksit eksisting tidak tepat karena dapat menimbulkan permasalahan pada proses evakuasi, sehingga perabot yang menimbulkan permasalahan pada area koridor sebaiknya dihilangkan.

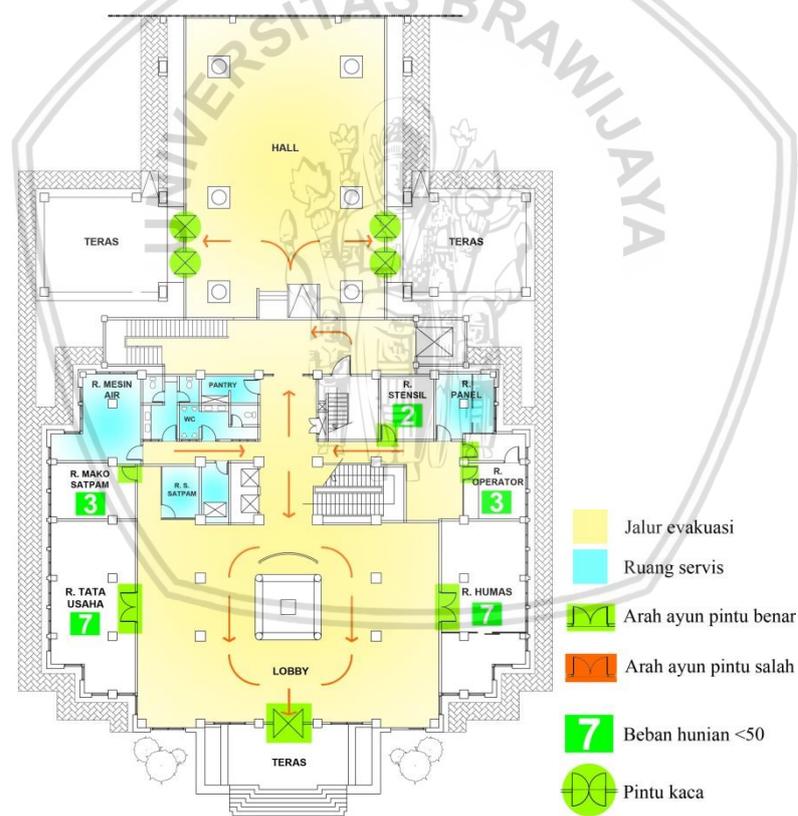
## 2. Pintu

Pada subbab ini akan dibahas elemen-elemen dari pintu yang ada pada Gedung Rektorat, terutama pintu-pintu yang berada pada jalur evakuasi sebelum masuk ke dalam ruang eksit terlindungi. Elemen-elemen pintu yang akan dibahas antara lain:

### a. Analisa arah buka pintu

Kriteria dari arah buka ayunan pintu ditentukan dari beban hunian ruangan dan tingkat bahaya kebakaran dari ruang tersebut. Analisa arah buka pintu tidak dilakukan terhadap pintu yang berada pada ruang-ruang servis, karena pada ruang-ruang dengan fungsi servis jarang digunakan oleh penghuni bangunan.

Pada lantai 1 Gedung Rektorat terdapat 16 buah pintu yang mengayun ke arah jalur evakuasi, diantaranya 5 merupakan pintu entrance dan eksit, 6 pintu pada ruang servis dan 5 pintu pada ruang dengan fungsi kantor. Pada ruang-ruang kantor pada lantai 1 tidak terdapat ruangan dengan tingkat bahaya tinggi dan beban hunian dari ruang-ruang tersebut kurang dari 50 sehingga pintu-pintu pada jalur evakuasi diperbolehkan untuk membuka ke dalam ruangan. Sedangkan pada pintu entrance bangunan diharuskan untuk dapat membuka ke arah luar bangunan karena pintu-pintu tersebut juga akan digunakan sebagai pintu eksit yang akan digunakan seluruh penghuni bangunan untuk keluar dari bangunan. Pada pintu entrance Gedung Rektorat dapat membuka ke arah dalam dan luar bangunan, sehingga pintu entrance tersebut juga dapat digunakan sebagai pintu eksit bangunan.



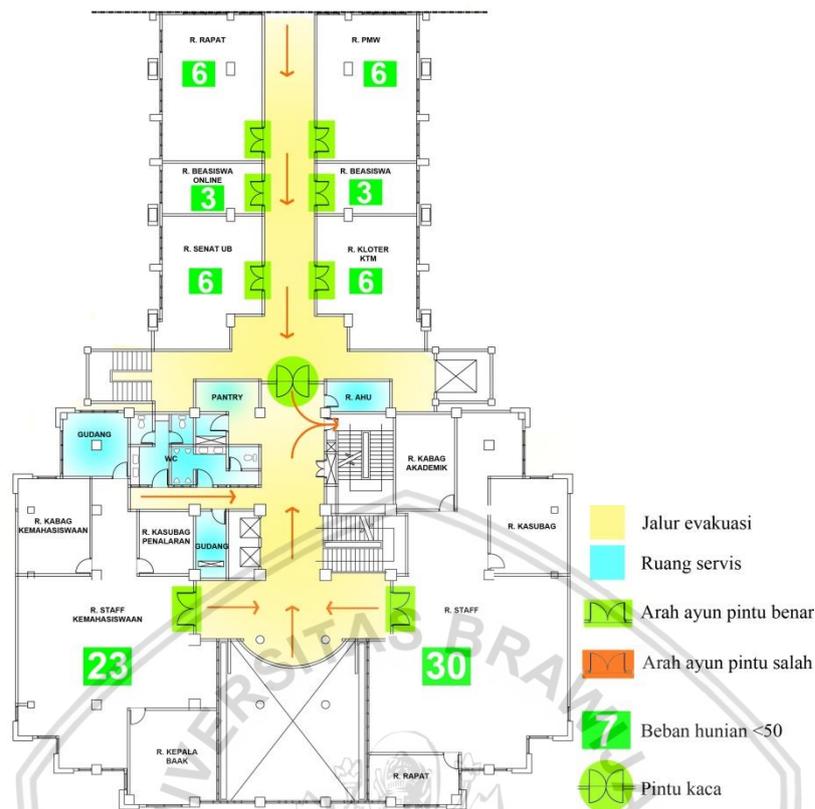
Gambar 4.61 Arah ayun pintu lantai 1

Pintu entrance yang juga sebagai eksit pelepasan bangunan tersebut ketika terbuka harus dapat menunjukkan jalan keluar dari bangunan. Jika jalan keluar bangunan tidak tampak jelas ketika pintu-pintu tersebut terbuka akan membingungkan penghuni bangunan

ketika proses evakuasi berlangsung. Pada eksisting, pintu-pintu eksit tersebut terbuka keluar dapat terlihat dengan jelas jalan keluar yang berada di luar bangunan. Keadaan tersebut akan mempermudah penghuni bangunan ketika melakukan evakuasi terutama untuk menemukan jalan keluar bangunan.

Pintu-pintu eksit yang berada pada lantai 1 selalu dalam keadaan tidak terkunci ketika bangunan sedang dihuni sehingga ketika tiba-tiba terjadi bahaya kebakaran penghuni bangunan dapat langsung menggunakan pintu tersebut untuk keluar bangunan. Selain itu keadaan pintu-pintu eksit bangunan yang tidak terkunci akan memudahkan PMK dalam melakukan proses penyelamatan karena PMK tidak perlu melakukan upaya-upaya tertentu untuk membuka pintu-pintu yang berakibat menghambat proses penyelamatan.

Ruang-ruang pada lantai 2 terdiri dari fungsi bisnis atau kantor dan fungsi servis. Pada jalur evakuasi lantai 2 terdapat 14 pintu yang terdiri dari 9 pintu berasal dari ruangan dengan fungsi kantor dan sisanya berasal dari ruangan dengan fungsi servis. Sama halnya dengan lantai 1, pada lantai 2 tidak ditemukan ruang-ruang dengan tingkat bahaya tinggi ataupun dengan beban hunian lebih dari 50, sehingga arah ayun pintu pada ruangan dengan fungsi bisnis diperbolehkan untuk membuka ke dalam ruangan. Dari 9 pintu yang terdapat pada jalur sirkulasi, 8 diantaranya mengayun satu arah ke dalam ruangan. Kondisi eksisting tersebut diperbolehkan karena kondisi ruang yang sesuai dengan kriteria tingkat kebakaran dan jumlah beban hunian.



Gambar 4.62 Arah ayun pintu lantai 1

Pada lantai 2 sampai 6 terdapat sebuah pintu kaca yang menghubungkan Gedung Rektorat bagian 6 lantai dengan Gedung Rektorat berlantai 8. Pintu kaca tersebut dapat membuka ke 2 arah, salah satunya dapat membuka searah dengan arah jalur evakuasi. Arah ayun dari pintu tersebut sudah benar, karena pintu kaca tersebut melayani seluruh penghuni bangunan dari Gedung Rektorat bagian 6 lantai untuk menuju ke eksit tangga darurat.

Ruang-ruang pada lantai 3 Gedung Rektorat digolongkan menjadi 2 fungsi yakni fungsi servis dan fungsi kantor atau bisnis. Pintu yang berada pada jalur evakuasi lantai 3 terdapat 16 pintu yang terbagi menjadi 10 pintu pada ruang dengan fungsi kantor dan sisanya pada ruangan dengan fungsi servis. Pada lantai 3 juga tidak terdapat ruang dengan tingkat bahaya kebakaran tinggi ataupun ruang yang memiliki beban hunian lebih dari 50. Dengan kondisi eksisting tersebut maka pintu-pintu yang berada pada jalur evakuasi diperbolehkan untuk mengayun ke dalam ruangan. Dari 10 pintu yang berada pada ruang dengan fungsi kantor, 9 pintu diantaranya mengayun ke dalam ruangan dan terdapat 1

pintu kaca di pertengahan lantai 3 yang dapat mengayun 2 arah. Sehingga kesimpulannya pada lantai 3, arah ayun dari pintu-pintu tersebut sudah sesuai dengan kriteria yang ada.



Gambar 4.63 Arah ayun pintu lantai 3

Pada lantai 4 Gedung Rektorat terdiri dari ruang-ruang dengan fungsi kantor dan servis. Pada jalur evakuasi lantai 4 terdapat 17 pintu, dengan 12 pintu diantaranya berada pada ruangan dengan fungsi kantor dan 5 pintu pada ruang dengan fungsi servis. Ruang-ruang pada lantai 4 tidak tergolong dalam bahaya kebakaran tingkat tinggi. Selain tingkat kebakaran, ruang-ruang pada lantai 4 tidak memiliki beban hunian yang mencapai 50 ataupun yang melebihi 50. Dengan kondisi tersebut maka pintu-pintu pada jalur evakuasi diperbolehkan mengayun ke dalam ruangan. Dari 12 pintu pada ruangan fungsi kantor, 11 pintu merupakan pintu ayun satu arah yang mengayun ke dalam ruangan dan terdapat sebuah pintu kaca yang dapat mengayun 2 arah. Pintu-pintu pada jalur evakuasi tersebut diperbolehkan untuk mengayun ke dalam ruangan. Pintu kaca dengan 2 arah ayun yang berada pada pertengahan lantai 4 sudah tepat, karena pintu tersebut digunakan penghuni bangunan untuk menuju ke tangga darurat sehingga memerlukan pintu yang dapat mengayun searah dengan jalur evakuasi.



Gambar 4.64 Arah ayun pintu lantai 4

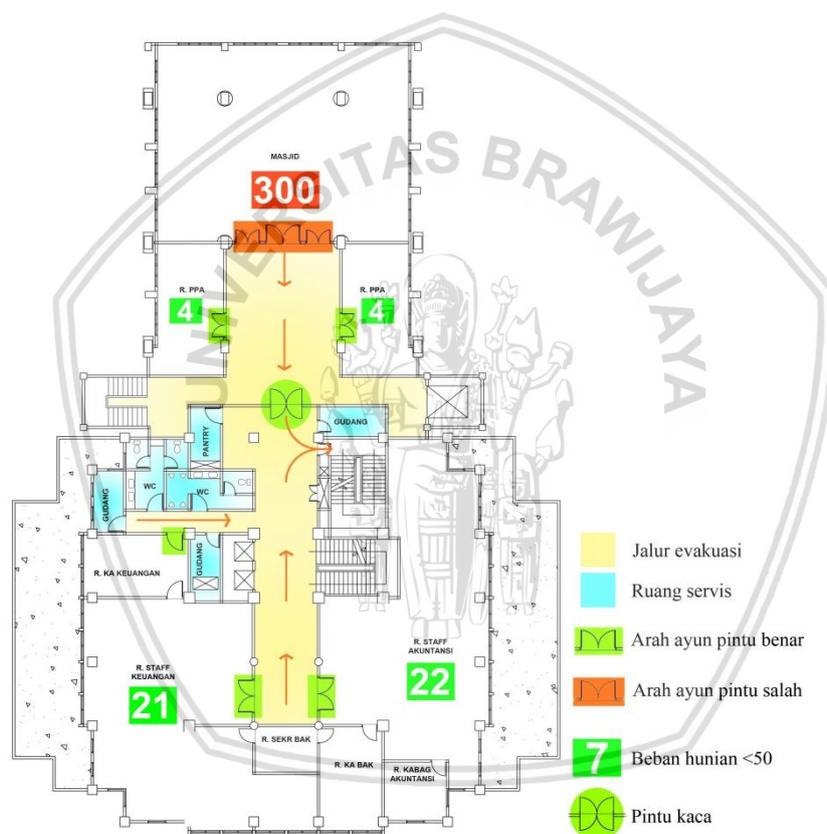
Dibandingkan dengan lantai-lantai sebelumnya terdapat penambahan fungsi ruang pada lantai 5. Selain fungsi ruang kantor dan servis, terdapat ruang yang difungsikan sebagai masjid, dimana ruangan tersebut digolongkan pada ruang dengan fungsi pertemuan. Jumlah pintu yang terdapat pada jalur evakuasi lantai 5 sebanyak 15 pintu, diantaranya terdapat 6 pintu pada ruang dengan fungsi kantor, 3 pintu pada Masjid dan 6 pintu pada ruang servis.

Tingkat bahaya kebakaran pada lantai 5 tidak tergolong tingkat tinggi. Untuk beban hunian lantai 5 terdapat ruang yang memiliki beban hunian lebih dari 50 yakni pada ruangan Masjid dimana memiliki beban hunian sebesar 300. Sedangkan ruangan dengan fungsi kantor seluruhnya memiliki beban hunian yang kurang dari 50.

Arah ayun pintu pada Masjid yang mengarah ke dalam ruang tidak tepat, karena dengan beban hunian yang mencapai 300 maka arah ayunan pintu seharusnya searah dengan jalur evakuasi. Penggunaan pintu dengan arah ayun pintu yang searah dengan jalur evakuasi masih memungkinkan dipakai pada pintu Masjid, karena dengan kondisi pintu

yang terbuka ke luar ruangan masih menyisakan lebih dari setengah lebar koridor. Dari analisa tersebut maka sebaiknya ruangan Masjid menggunakan pintu yang dapat mengayun dua arah atau minimal pintu yang dapat mengayun keluar ruangan.

Sedangkan untuk pintu lainnya sudah memiliki arah ayun pintu yang tepat yakni ke dalam ruangan untuk ruangan dengan beban hunian kurang dari 50. Penggunaan pintu kaca dengan 2 arah ayun pada pertengahan lantai 5 juga sudah tepat, karena pintu tersebut digunakan penghuni yang berasal dari gabungan beberapa ruang di lantai 5 sehingga memerlukan pintu yang dapat mengayun searah dengan jalur evakuasi.



Gambar 4.65 Arah ayun pintu lantai 5

Sama halnya dengan lantai 5, ruang-ruang pada lantai 6 digolongkan menjadi 3 fungsi yakni fungsi kantor, servis dan pertemuan. Total pintu yang terdapat pada jalur evakuasi lantai 6 sebanyak 19 pintu, yang terdiri dari 12 pintu pada ruangan fungsi kantor, 2 pintu pada ruang pertemuan dan 5 pintu pada ruang-ruang servis.



Gambar 4.66 Arah ayun pintu lantai 6

Beban hunian dari ruang-ruang dengan fungsi kantor masih tergolong kurang dari 50, sedangkan untuk ruang dengan fungsi pertemuan yakni ruang balai jamuan memiliki beban hunian yang melebihi 50. Untuk tingkat bahaya kebakaran dari ruang-ruang pada lantai 6 tergolong tingkat bahaya kebakaran ringan. Ruang-ruang pada lantai 6 yang memiliki beban hunian kurang dari 50 menggunakan pintu dengan arah ayun 1 arah yang mengayun ke dalam ruangan. Arah ayun pintu-pintu tersebut sudah tepat, karena sudah sesuai dengan kriteria arah ayun pintu yang telah disebutkan. Pada ruang balai jamuan menggunakan pintu kaca dengan arah ayun 2 arah yakni ke dalam ruang dan ke luar ruang yang searah dengan jalur evakuasi. Penggunaan pintu tersebut sudah tepat karena beban hunian dari ruangan balai jamuan yang melebihi 50 memerlukan pintu dengan arah ayun yang searah dengan arah evakuasi. Ketika terbuka keluar ke arah jalur evakuasi, pintu pada balai jamuan masih menyisakan lebih dari setengah lebar koridor sehingga tidak akan mengganggu sirkulasi ketika proses evakuasi berlangsung.

Pada lantai 7, ruang-ruangnya tergolong menjadi 2 fungsi yakni fungsi kantor dan fungsi servis. Jumlah pintu yang berada pada jalur evakuasi lantai 7 ada sebanyak 11 pintu yang terdiri dari 7 pintu pada ruang-ruang dengan fungsi kantor dan 4 pintu pada ruang-ruang dengan fungsi servis. Tingkat bahaya kebakaran dari lantai 7 tergolong bahaya ringan dan untuk beban hunian pada ruang-ruang lantai 7 kurang dari 50. Dengan keadaan eksisting tersebut maka pintu-pintu yang mengayun balik ke dalam ruang diperbolehkan.



Gambar 4.67 Arah ayun pintu lantai 7

Fungsi ruang pada lantai 8 terdiri dari fungsi pertemuan disertai dengan fungsi servis. Untuk tingkat bahaya kebakaran, sama dengan lantai lantai sebelumnya, ruang-ruang lantai 8 tergolong tingkat ringan. Untuk beban huniannya, ruang sidang senat memiliki beban hunian yang melebihi 50 yakni 118. Dengan beban hunian yang melebihi 50 maka pintu keluar dari ruangan tersebut ke arah jalur evakuasi harus mengayun searah dengan jalur evakuasi. Pada eksisting lantai 8 penggunaan pintu pada ruang sidang senat sudah tepat karena mengayun ke arah jalur evakuasi.

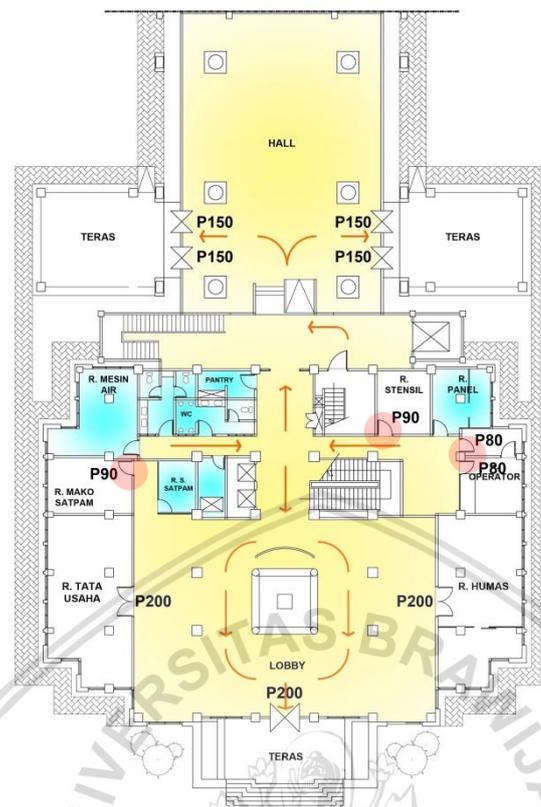


Gambar 4.68 Arah ayun pintu lantai 8

b. Analisa dimensi pintu

Dimensi dari pintu-pintu yang berada pada jalur evakuasi sebaiknya dapat diakses oleh manusia normal maupun kaum disabilitas. Mempertimbangkan hal tersebut maka lebar minimum bukaan dari pintu pada jalur sirkulasi sebesar 100 cm karena lebar tersebut untuk mengantisipasi jika ada penghuni yang menggunakan kursi roda. Sehingga dengan dimensi tersebut, pintu-pintu pada jalur evakuasi dapat digunakan pengguna kursi roda tanpa menyebabkan kemacetan sirkulasi. Selain lebar bukaan terdapat tinggi bukaan pintu yang harus dipenuhi yakni tinggi minimal tinggi bukaan pintu sebesar 200 cm.

Pada lantai 1 dimensi dari pintu-pintu yang berada pada jalur evakuasi sebesar 80 sampai 200 cm. Terdapat lebar bukaan pintu yang masih kurang dari 100 cm yakni sebesar 80 sampai 90 cm. Sebenarnya pintu dengan lebar bukaan 80 sampai 90 cm sudah dapat digunakan manusia normal bahkan oleh manusia pengguna kursi roda karena lebar dari pengguna kursi roda sekitar 81 cm dalam keadaan diam. Namun dimensi tersebut masih tidak tepat karena dapat menyebabkan kemacetan ketika pintu tersebut digunakan pengguna kursi roda dan juga akan menyulitkan pengguna kursi roda untuk bersirkulasi.



Gambar 4.69 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 1

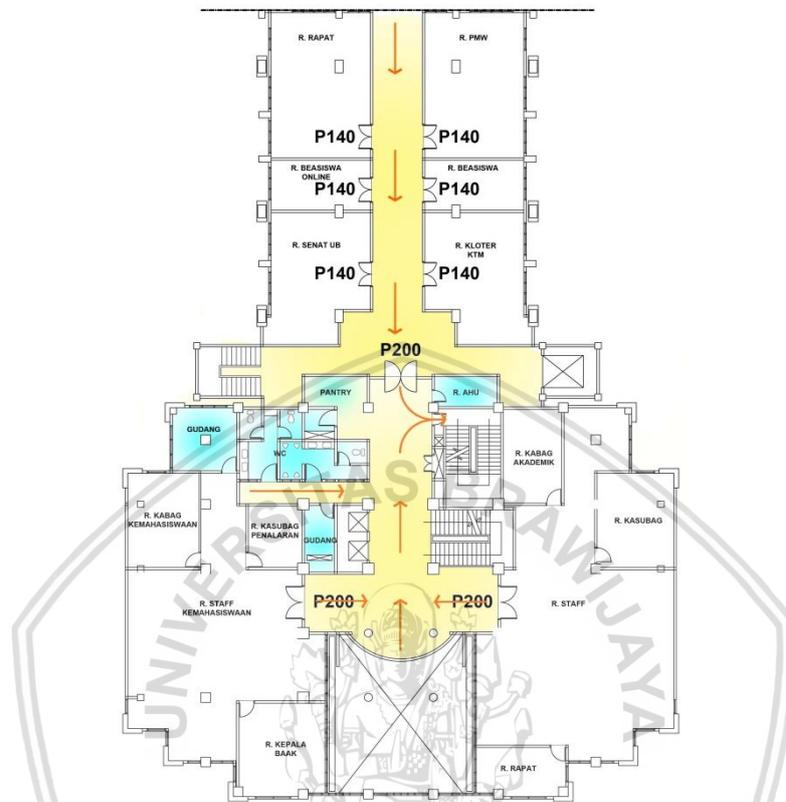
Pada lantai 1 terdapat 2 ruang yang menggunakan pintu dengan lebar bukaan sebesar 200 cm. Dimensi bukaan pintu tersebut sudah tepat karena pintu tersebut layak digunakan pengguna kursi roda untuk melakukan evakuasi dan dengan lebar tersebut dapat menghindari kemacetan sirkulasi sehingga proses evakuasi dapat berjalan dengan lancar.

Pintu-pintu yang akan digunakan sebagai eksit pelepasan memiliki lebar sekitar 150 sampai 200 cm. Pintu dengan lebar pelepasan 150-200 cm tersebut layak untuk digunakan sebagai pintu eksit pelepasan. Pintu dengan lebar yang mencukupi dapat menghindarkan dari keadaan penghuni bangunan yang berdesak-desakan dan mengantri ketika proses evakuasi berlangsung.

Untuk ketinggian pintu-pintu pada lantai 1 sudah memenuhi syarat, karena pintu-pintu pada lantai 1 memiliki ketinggian bukaan sekitar 200 cm.

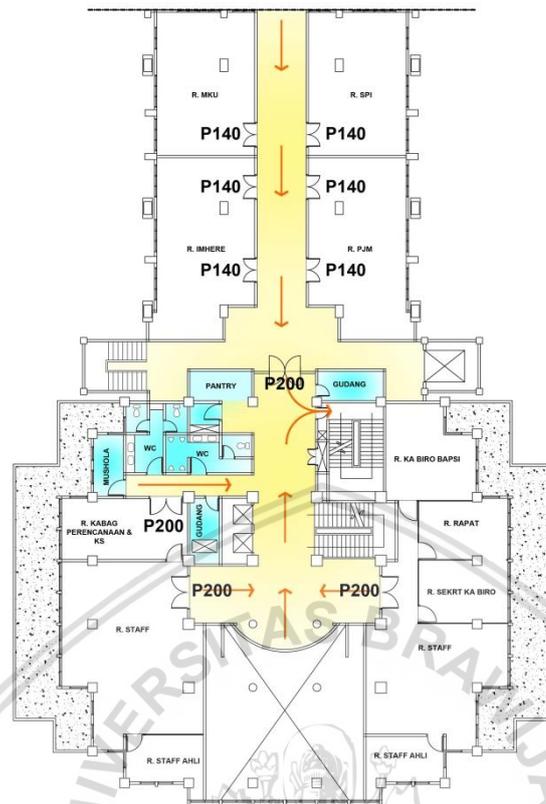
Pada lantai 2, dimensi dari pintu-pintu yang berada pada jalur evakuasi memiliki lebar bukaan sekitar 140 sampai dengan 200 cm dan tinggi bukaan pintu sebesar 200 cm.

Pintu dengan lebar dan tinggi bukaan tersebut dapat digunakan oleh manusia normal ataupun pengguna kursi roda untuk proses evakuasi dengan aman dan lancar.



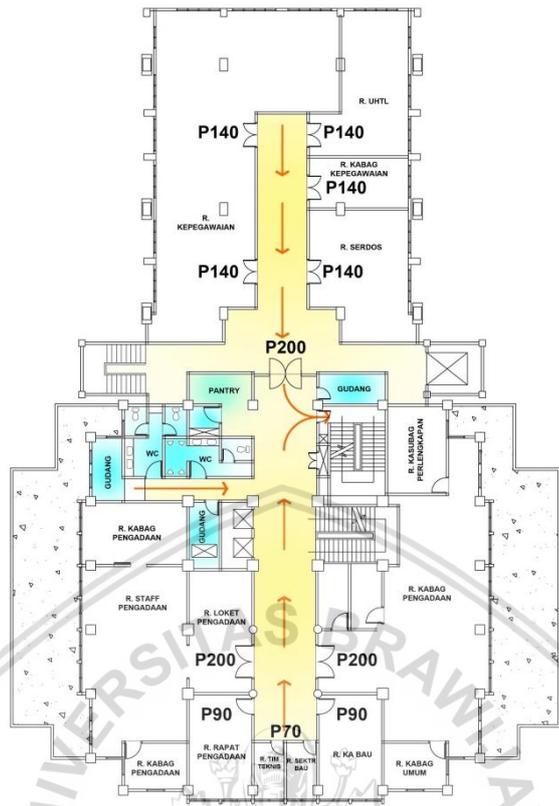
Gambar 4.70 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 2

Pada lantai 3 seluruh pintu yang berada pada ruang-ruang kantor terutama pintu-pintu yang mengarah ke jalur evakuasi menggunakan pintu dengan dua daun pintu yang memiliki lebar bukaan sebesar 140-200 cm serta ketinggian bukaan sekitar 200 cm. Lebar dan tinggi bukaan pintu pada lantai 3 sudah sesuai dengan kriteria dimensi bukaan pintu.



Gambar 4.71 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 3

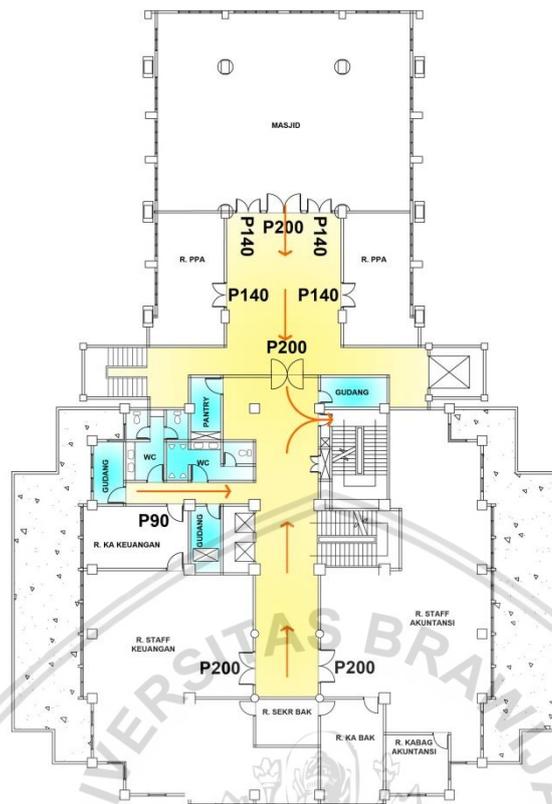
Pada lantai 4 pintu yang berda pada ruang-ruang kerja terutama pintu yang berada pada jalur evakuasi memiliki lebar bukaan sebesar 90 sampai dengan 200 cm dan tinggi bukaan sekitar 200 cm. Pintu pada jalur evakuasi yang memiliki lebar bukaan 90 cm sebaiknya menggunakan pintu dengan lebar bukaan 100 cm agar dapat dilalui penghuni bangunan yang menggunakan kursi roda secara aman. Selain itu juga untuk menghindari kemacetan sirkulasi ketika evakuasi berlangsung. Sedangkan untuk pintu-pintu lainnya yang memiliki lebar 140-200 cm dengan tinggi bukaan sebesar 200 cm sudah sesuai dengan kriteria.



Gambar 4.72 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 4

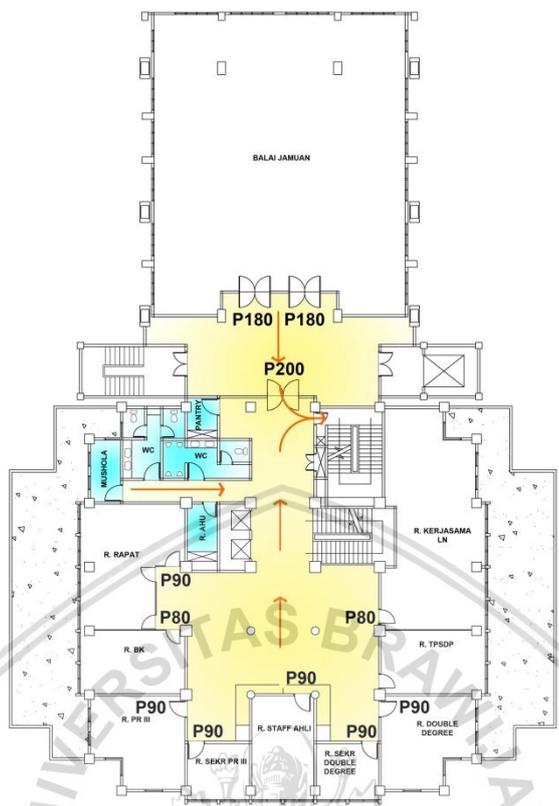
Pada lantai 5 lebar bukaan pintu-pintunya terdiri dari 90 sampai dengan 200 cm dan tinggi bukaan sekitar 200 cm. Lebar bukaan pintu pada ruang Ka. Keuangan masih diperbolehkan karena pada zona yang sama juga terdapat pintu yang memiliki lebar bukaan sebesar 200 cm. Untuk pintu-pintu lainnya dengan lebar 140 dan 200 cm serta ketinggian bukaan 200 cm sudah memenuhi kriteria.





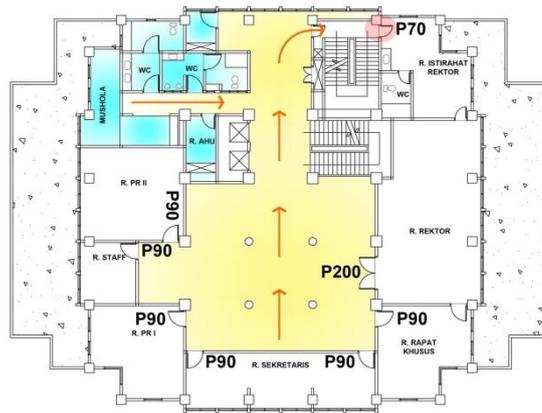
Gambar 4.73 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 5

Pintu-pintu pada lantai 6 memiliki lebar bukaan yang beragam mulai dari 80 sampai dengan 200 cm. Untuk ketinggian bukaannya masih sama dengan lantai-lantai sebelumnya yakni sebesar 200 cm. Pintu-pintu yang memiliki lebar bukaan 80-90 cm terutama ruang-ruang yang hanya memiliki satu pintu seperti ruang BK, ruang PRIII dan ruang lainnya, sebaiknya menggunakan pintu yang memiliki lebar bukaan sebesar 100 cm agar dapat digunakan penghuni dengan kursi roda serta untuk mengantisipasi kemacetan pada proses evakuasi.



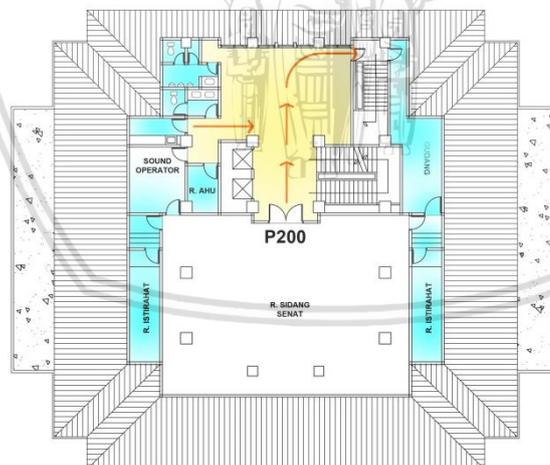
Gambar 4.74 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 6

Lebar bukaan untuk pintu lantai 7 terdiri dari 70 cm sampai dengan 200 cm. Sedangkan ketinggian bukaan masing-masing pintu sebesar 200 cm. Pada ruang istirahat rektor terdapat satu pintu yang mengarah ke tangga darurat, pintu tersebut memiliki lebar bukaan sebesar 70 cm. Lebar bukaan tersebut masih dibawah standar dari yang seharusnya. Sebaiknya lebar bukaan dari pintu tersebut minimal 84 cm, karena penghuni ruang istirahat rektor hanya 1 orang dan juga terdapat bukaan pintu pada zona yang sama dengan lebar bukaan 200 cm. Sama halnya untuk pintu-pintu lainnya pada lantai 7 yang memiliki dimensi lebar bukaan 90 cm, seharusnya menggunakan pintu dengan lebar bukaan 100 cm agar dapat digunakan pengguna kursi roda dan agar evakuasi berjalan lancar serta aman.



Gambar 4.75 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 7

Pada lantai hunian terakhir, terdapat 1 ruang dengan fungsi pertemuan yang memiliki pintu dengan lebar bukaan sebesar 200 cm. Lebar bukaan tersebut sudah benar, karena selain dapat digunakan pengguna kursi roda, dengan lebar 200 cm sudah sesuai ditempatkan pada ruang sidang senat yang berfungsi sebagai ruang pertemuan yang akan digunakan penghuni dalam jumlah banyak. Dengan lebar pintu yang cukup lebar, penghuni bangunan yang berada pada ruang tersebut tidak perlu mengantri dan berdesakan ketika evakuasi berlangsung.



Gambar 4.76 Dimensi pintu pada jalur evakuasi lantai 8

### 3. Eksit terlindung

Pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya sudah tersedia sarana evakuasi berupa sebuah ruang eksit terlindung yang di dalamnya terdapat tangga darurat yang menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 8. Ruang eksit terlindung yang berada pada Gedung Rektorat memiliki fungsi utama sebagai sarana jalan keluar bagi penghuni bangunan, terutama penghuni bangunan yang berada di lantai-lantai di atas lantai pelepasan.

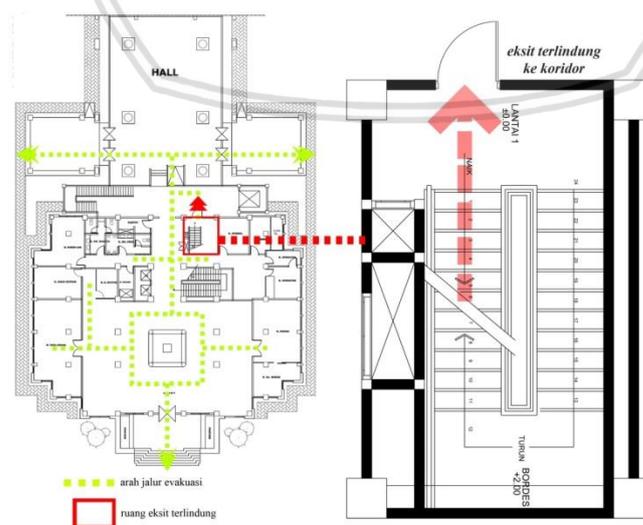
Pembahasan pada subbab eksit terlindung akan dibagi menjadi beberapa bahasan sebagai berikut:

#### a. Pintu pada ruang eksit terlindung

Setiap ruang eksit terlindung yang berada di Gedung Rektorat dapat diakses dari koridor dengan melalui sebuah pintu. Berikut kriteria-kriteria yang akan dibahas berkaitan dengan pintu pada ruang eksit terlindung:

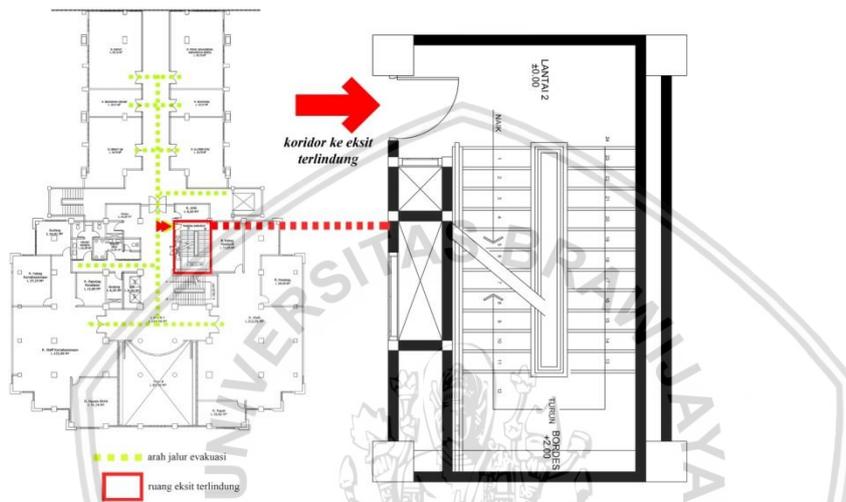
##### 1) Ayunan dan keandalan pintu

Pada lantai 1 yang merupakan lantai pelepasan dari proses evakuasi, memiliki arah sirkulasi penghuni yang mengarah ke pintu-pintu keluar bangunan. Untuk menyesuaikan dengan arah sirkulasi penghuni tersebut maka arah pintu eksit terlindung pada lantai 1 mengarah ke luar dari ruangan eksit terlindung.



Gambar 4.77 Arah ayun pintu pada eksit terlindung lantai 1

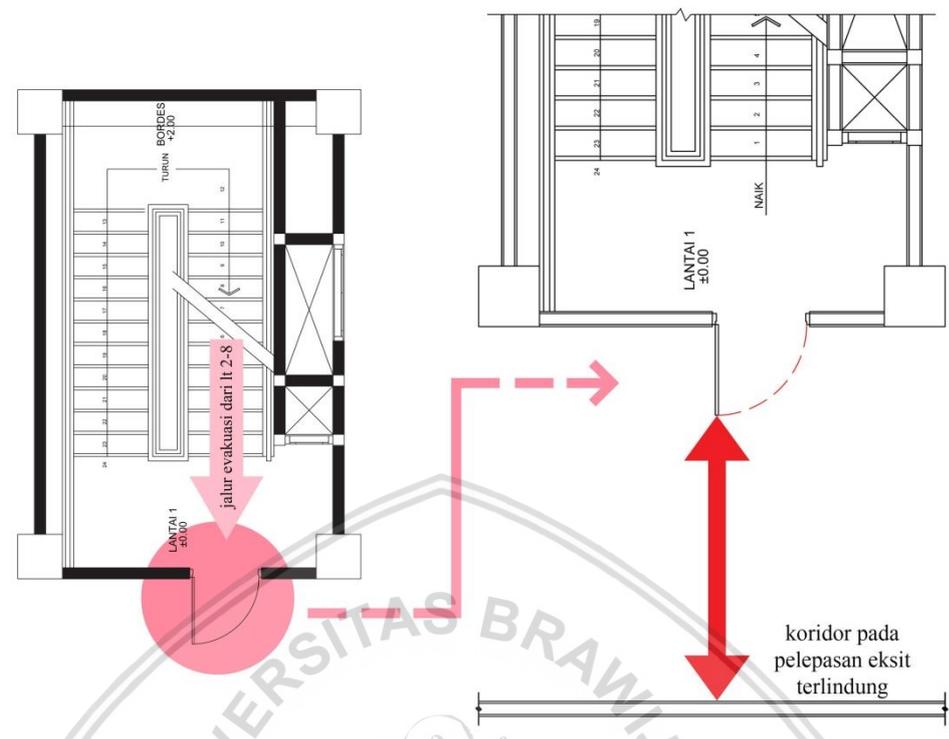
Sedangkan pada lantai 2 sampai dengan 8, arah sirkulasi penghuni bangunan ketika evakuasi berlangsung mengarah masuk ke ruangan eksit terlindung. Sama halnya dengan arah sirkulasi evakuasi tersebut, arah ayun pintu pada eksit terlindung yang berada pada lantai 2 sampai dengan lantai 8 mengayun ke arah dalam eksit terlindung.



Gambar 4.78 Arah ayun pintu pada eksit terlindung lantai 2-8

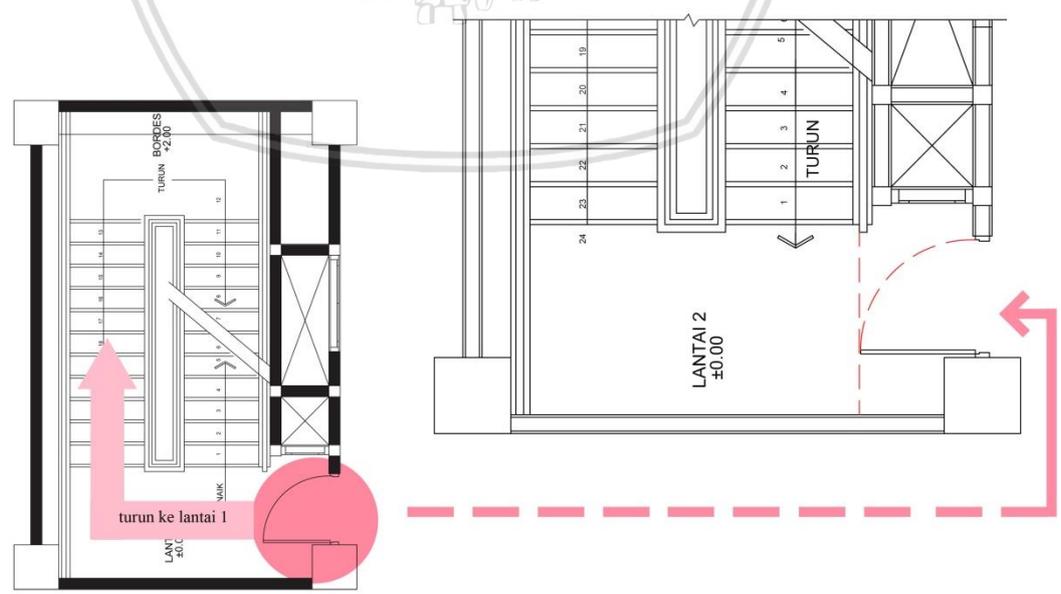
Arah ayunan daun pintu pada ruang eksit terlindung sudah sesuai dengan kriteria yakni mengayun searah dengan arah jalur evakuasi. Arah ayunan pintu yang searah dengan jalur evakuasi akan memudahkan penghuni bangunan dalam mengakses ruang eksit terlindung.

Selama mengayun, pintu eksit terlindung yang berada pada lantai 1 mengayun ke arah koridor dengan menyisihkan lebar koridor yang cukup untuk digunakan sirkulasi evakuasi. Hal tersebut dikarenakan lebar koridor yang mencapai 3 m, sehingga ketika pintu dengan lebar 90 cm mengayun ke arah koridor, masih tersisa lebih dari setengah lebar koridor tersebut.



Gambar 4.79 Pintu eksit terlindung lantai 1 dalam keadaan mengayun

Untuk eksit terlindung lantai 2 sampai 8, pintu-pintunya mengayun ke arah dalam eksit terlindung. Selama mengayun, arah ayunan pintu tidak berpotongan dengan arah sirkulasi evakuasi dari tangga darurat sehingga proses evakuasi tidak terganggu oleh ayunan pintu.



Gambar 4.80 Pintu eksit terlindung lantai 2-8 dalam keadaan mengayun

Arah ayunan pintu eksit terlindung yang ada pada lantai 1 sampai lantai 8 telah sesuai dengan kriteria yang ada. Kesesuaian tersebut dapat terlihat ketika pintu eksit terlindung dalam keadaan mengayun, dimana pintu-pintu tersebut masih menyisihkan setengah dari lebar sarana jalan keluar seperti koridor dan bordes, sehingga ayunan dari pintu pada eksit terlindung tidak menghambat proses evakuasi.

## 2) Penguncian pintu

Setiap pintu yang ada pada ruang eksit terlindung Gedung Rektorat dapat dibuka secara langsung dari sarana jalur evakuasi seperti koridor tanpa memerlukan upaya-upaya tertentu. Kondisi pintu-pintu tersebut selalu dalam keadaan tidak terkunci sehingga dapat diakses setiap saat oleh penghuni bangunan. Keadaan eksisting tersebut telah memenuhi kriteria yang berlaku sehingga proses untuk mengakses ruang eksit terlindung tidak terhambat.

Pintu pada eksit terlindung yang ada di Gedung Rektorat masih memiliki kekurangan dari kelengkapannya yakni pintu-pintu yang berada pada eksit terlindung tidak dilengkapi dengan engsel penutup pintu yang berfungsi menutup pintu kembali setelah pintu dibuka. Akibatnya jika terjadi bencana kebakaran pada Gedung Rektorat, efek kebakaran seperti asap, panas, dan gas beracun dapat dengan mudah masuk ke dalam ruangan eksit terlindung yang dapat mengancam keselamatan dan keamanan penghuni bangunan. Sehingga berdasar pertimbangan akan keselamatan dan keamanan penghuni bangunan, sebaiknya pintu pada eksit terlindung menggunakan engsel yang dapat menutup pintu setelah pintu dibuka (*door closer*).

Pintu pada eksit terlindung Gedung Rektorat menggunakan pengunci pintu dengan jenis lever handle. Penggunaan lever handle untuk membuka pintu eksit terlindung dinilai kurang efektif dan beresiko mengalami kerusakan, terutama ketika terjadi bencana kebakaran yang menyebabkan kepanikan bagi penghuni bangunan.

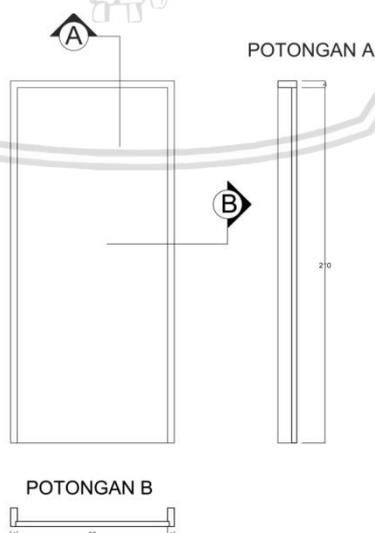


Gambar 4.81 Pengunci pintu eksit terlindung Gedung Rektorat

Penggunaan handle lever perlu dilengkapi dengan tuas atau tangkai pintu (*panic bar*) yang berfungsi membantu penghuni bangunan untuk membuka pintu eksit terlindung dengan cara mendorong tuas tersebut. Agar dapat berfungsi secara maksimal, pemasangan tuas pintu menyesuaikan dengan arah evakuasi Gedung Rektorat yakni pada bagian dalam ruang eksit terlindung lantai 1 dan pada bagian luar eksit terlindung lantai 2-8.

### 3) Dimensi pintu

Setiap pintu pada ruang eksit terlindung Gedung Rektorat memiliki dimensi lebar bukaan dan tinggi bukaan yang sama yakni 90 cm dan 210 cm.



Gambar 4.82 Dimensi pintu ruang eksit terlindung

Lebar setiap pintu eksit yang ada pada Gedung Rektorat ditentukan dari luas setiap lantainya, kepadatan hunian, dan kapasitas dari ruang eksit terlindung.

Berikut lebar minimum dari pintu eksit terlindung dari lantai 1 sampai lantai 8:

Tabel 4.4 *Lebar Pintu Eksit Berdasar Kapasitas*

Lantai	A(sqft)	c	d	W (unit)	Lebar Pintu Eksit(inch)	Lebar Pintu Eksit(cm)
1	12227.8	60	100	2	44	112
2	11872.59	60	100	2	44	112
3	10231.1	60	100	2	44	112
4	10893.9	60	100	2	44	112
5	10893.9	60	100	2	44	112
6	10893.9	60	100	2	44	112
7	6458.4	60	100	1	22	56
8	4176.4	60	100	1	22	56

Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa lebar minimal yang diperlukan dari pintu eksit terlindung yang ada di Gedung Rektorat berkisar antara 56 cm sampai dengan 112 cm.

Bangunan Gedung Rektorat merupakan bangunan umum yang bisa diakses siapa saja, baik oleh manusia normal dan kaum disable. Berdasarkan alasan tersebut, maka sebaiknya pintu pada akses terlindung juga mempertimbangkan aksesibilitas pengguna kursi roda. Untuk dapat dilewati pengguna kursi roda, maka bukaan pintu eksit terlindung pada Gedung Rektorat memiliki lebar minimal sebesar 100 cm.

Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, maka lebar pintu eksit pada ruang terlindung Gedung Rektorat yang memiliki lebar 90 cm belum memenuhi kriteria lebar pintu eksit terlindung. Hal tersebut dikarenakan dimensi pintu eksit terlindung Gedung Rektorat yang masih kurang dari 100 cm.

Sedangkan untuk ketinggian bukaan pintu eksit terlindung Gedung Rektorat sebesar 210 cm telah sesuai dengan kriteria ketinggian bukaan pintu untuk eksit terlindung.

#### 4) Tampilan pintu eksit terlindung dan *signage*

Pada eksit terlindung Gedung Rektorat, masing-masing dari pintunya dicat dengan warna yang kontras yakni warna merah yang menjadikan pintu eksit mudah untuk dikenali terutama ketika proses evakuasi.



Gambar 4.83 Warna pintu ruang eksit terlindung

Selain tampilan warna pintu, ruang eksit terlindung lantai 2-8 diperjelas dengan signage yang dipasang pada pintu seperti gambar berikut.



Gambar 4.84 Signage pada pintu eksit terlindung

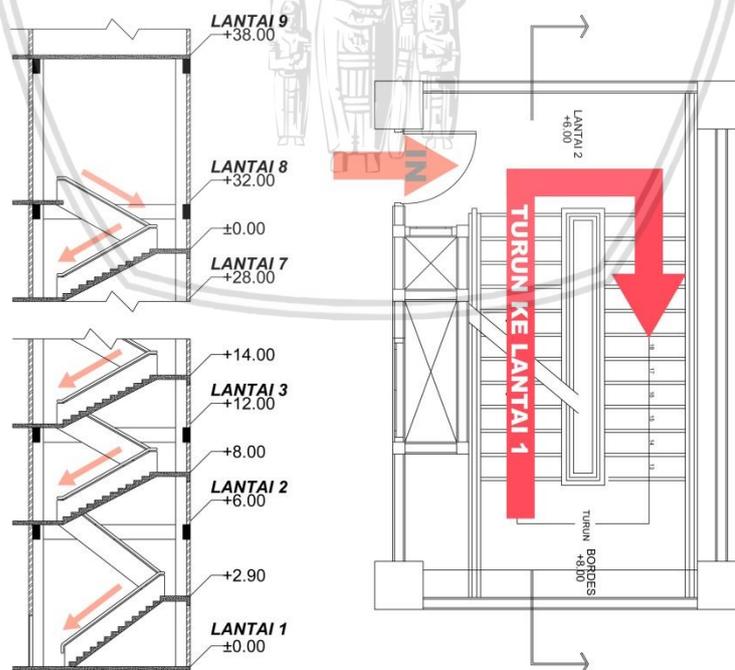
Penggunaan *signage* bertuliskan tangga darurat (1) tidak tepat digunakan karena *signage* tersebut tidak disertai dengan pencahayaan internal sehingga ketika asap dari kebakaran memenuhi koridor bangunan signage tersebut menjadi tidak terlihat oleh penghuni bangunan. *Signage* eksit atau tangga darurat yang tidak terlihat dapat menyulitkan penghuni bangunan terutama

penghuni yang masih asing dengan Gedung Rektorat untuk menemukan ruang eksit terlindung.

Pada bagian pintu dari eksit terlindung terdapat *signage* yang berfungsi untuk memperingatkan penghuni bangunan agar menggunakan tangga darurat ketika kebakaran terjadi. *Signage* tersebut dipasang pada daun pintu bagian luar eksit terlindung yang juga berada pada bagian koridor dengan maksud agar penghuni yang melintasi koridor dapat melihat peringatan tersebut. Namun peringatan dari *signage* tersebut kurang terlihat dikarenakan ukuran huruf yang kecil.

Selain dari dua *signage* yang telah disebutkan, pada pintu eksit terlindung perlu dilengkapi dengan *signage* lain yakni *signage* yang berisi larangan untuk menutupi pintu eksit terlindung dengan perabot atau barang-barang lainnya yang dapat menghalangi penghuni bangunan ketika masuk dan keluar dari ruang eksit terlindung.

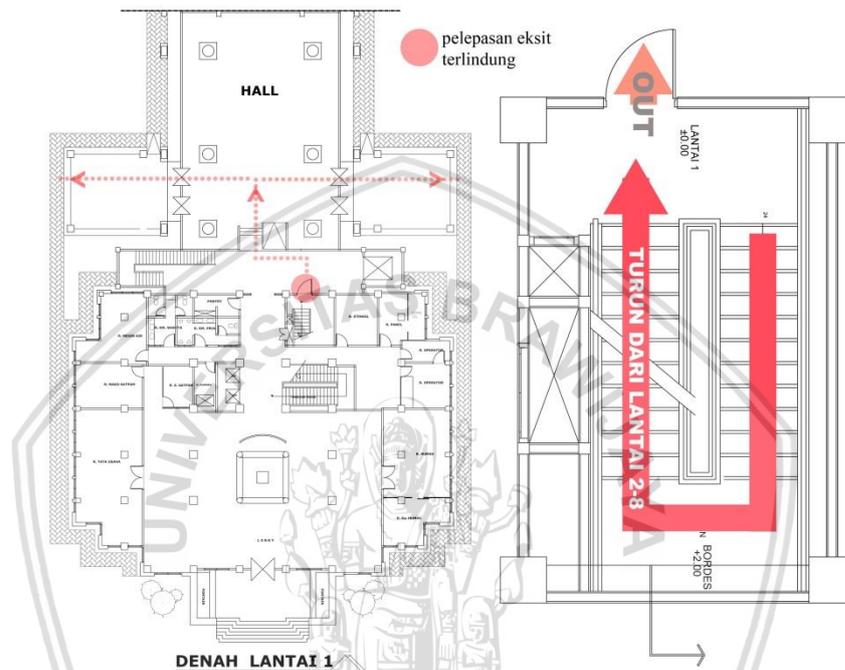
- b. Jalur evakuasi pada ruang eksit terlindung, jalan terusan eksit dan pelepasan eksit  
Jalur lintasan pada ruang terlindung Gedung Rektorat berupa jalur tangga yang menerus dari lantai 8 dengan eksit pelepasan berada pada lantai 1.



Gambar 4.85 Alur sirkulasi evakuasi manusia dalam ruang eksit terlindung

Pelepasan dari eksit terlindung Gedung Rektorat tidak langsung ke luar bangunan melainkan keluar ke arah koridor sehingga penghuni bangunan harus

menempuh jarak tertentu untuk ke pintu eksit keluar bangunan. Lintasan yang ditempuh penghuni bangunan Rektorat sekluarnya dari ruang eksit terlindung untuk menuju pintu keluar bangunan inilah yang dijadikan sebagai jalan terusan eksit. Kekurangan dari jalan terusan eksit tersebut tidak ditemukannya adanya sistem proteksi aktif seperti springkler yang perlu diaplikasikan demi keamanan dan keselamatan penghuni bangunan ketika evakuasi.



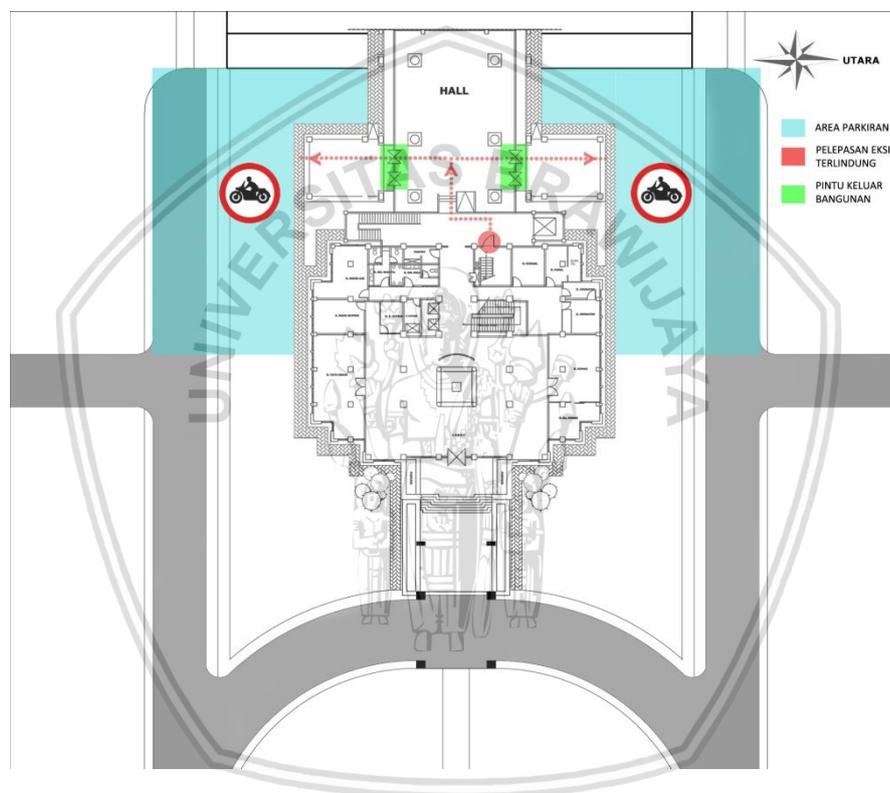
Gambar 4.86 Pelepasan akhir dari eksit terlindung

Akhir dari perjalanan eksit terlindung dan jalan terusan eksit berupa pintu keluar bangunan yang terdapat pada tiga sisi bangunan yakni sisi Utara, Selatan, dan Timur.

Kedua pintu keluar tersebut terbuka ke arah teras bangunan yang berhubungan langsung dengan parkiran sepeda motor. Dari kedua pintu keluar tersebut dapat terlihat langsung ruangan terbuka yang berada di luar bangunan seperti jalan raya dan parkiran sepeda motor, dengan kata lain tidak ditemukannya penghalang permanen maupun non permanen yang menghalangi pandangan penghuni ke ruang-ruang terbuka di luar bangunan. Sama halnya dengan pintu keluar yang berada pada sisi sebelah Timur, dari pintu keluar tersebut penghuni dapat dengan langsung melihat ruang terbuka berupa jalan lingkungan dan lapangan terbuka. Hal-hal tersebut dapat

memperlancar proses evakuasi penghuni karena membantu mempercepat penghuni bangunan untuk mencapai ruang terbuka di luar bangunan yang berperan sebagai lokasi aman dari ancaman kebakaran.

Namun masih terdapat hal yang perlu dipertimbangkan kembali berkaitan dengan pelepasan eksit pada pintu sisi Utara dan Selatan. Pada kedua sisi tersebut terdapat parkir sepeda motor yang cukup padat yang dikhawatirkan dapat menghambat proses evakuasi penghuni menuju ke ruang-ruang terbuka atau titik kumpul terdekat.



Gambar 4.87 Pelepasan akhir dari eksit terlindung

c. Area tangga yang difungsikan

Selain berfungsi sebagai sarana evakuasi, eksit terlindung pada Gedung Rektorat digunakan sebagai ruang penyimpanan barang dan perangkat utilitas serta sebagai ruang istirahat bagi pekerja. Fungsi tersebut dapat terlihat pada bagian anak tangga dan bordes yang ada dalam ruang terlindung eksit dimana banyak ditemukan barang-barang seperti kursi, lemari, berkas arsip, dan lain sebagainya seperti yang terlihat pada hasil dokumentasi berikut.

Tabel 4.5 Peralihan Fungsi Tangga Darurat

Gambar	Keterangan
	<p>Bordes tangga darurat yang difungsikan sebagai ruang penyimpanan barang-barang yang sudah tidak terpakai seperti kardus dan kursi</p>
	<p>Pada bordes tangga darurat ditemukan lemari yang digunakan sebagai tempat penyimpanan berkas arsip</p>
	<p>Pada anak tangga darurat terdapat barang-barang seperti kardus dan berkas arsip</p>



Bahkan pada lantai 5 bordes dari tangga daruratnya dipakai seluruhnya sebagai tempat penyimpanan berkas-berkas arsip tanpa menyisakan ruang untuk sirkulasi manusia sehingga bordes tersebut tidak dapat dilewati penghuni bangunan.



Gambar 4.88 Kotak penyimpanan arsip yang memblokir jalur eksit terlindung

Selain barang-barang, ditemukan beberapa unsur utilitas seperti kabel-kabel elektronik yang menggantung dan panel utilitas yang dipasang pada ruang eksit terlindung Gedung Rektorat.



Gambar 4.89 Sistem utilitas pada ruang eksit terlindung

Fungsi-fungsi yang seharusnya tidak berada dalam ruang eksit terlindung seperti fungsi penyimpanan dan ruang istirahat, disebabkan oleh keterbatasan ruang yang dimiliki dari Gedung Rektorat, seperti kurangnya ruang arsip, shaft dan ruang utilitas, gudang, serta ruang istirahat pekerja

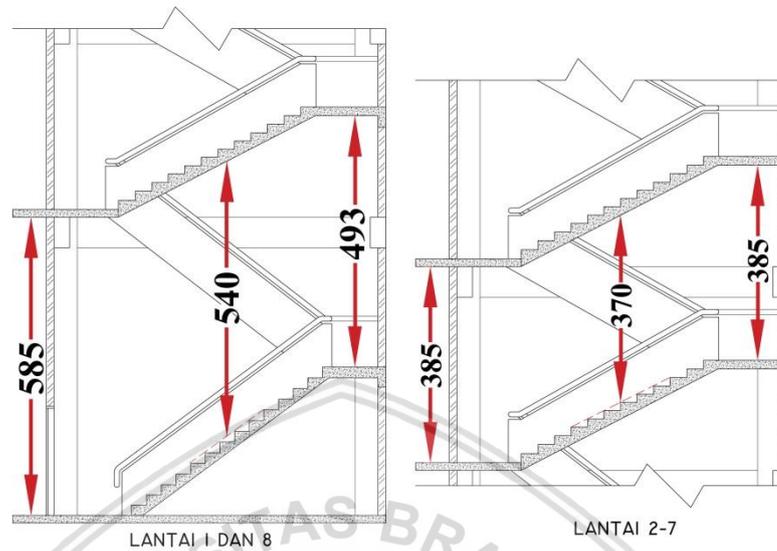
Barang-barang dan utilitas tersebut seharusnya tidak berada pada ruangan eksit terlindung karena keberadaannya dapat mengganggu proses evakuasi dan membahayakan keselamatan serta keamanan penghuni bangunan ketika menggunakan eksit terlindung.

d. Tangga darurat dalam ruang eksit terlindung

1) Ketinggian ruang

Ketinggian antar lantai pada Gedung Rektorat dapat dikelompokkan menjadi dua yakni ketinggian antar lantai sebesar 6 m dan 4 m. Pada lantai 1 dan 8 Gedung Rektorat yang memiliki ketinggian antar lantai 6 m, memiliki ketinggian ruang bebas pada tangga daruratnya sebesar 5-5,85 m. Sedangkan pada lantai 2 sampai lantai 7 dengan ketinggian antar lantai 4m, pada tangga daruratnya memiliki ketinggian ruang 3,7-3,85 m. Ketinggian

ruang bebas pada tangga darurat tersebut telah sesuai dengan standart minimal ketinggian sebesar 2,3 m.



Gambar 4.90 Ketinggian ruang dalam eksit terlindung

Namun pada bagian tangga darurat yang menuju ke lantai 8 ditemukan tonjolan pada bagian langit-langit bordesnya, sehingga ketinggian dari bagian tersebut tidak lagi sebesar 3,85 m, namun menjadi sebesar 1,80 m. Besaran tersebut masih kurang dari kriteria yang seharusnya. Meskipun tangga darurat tersebut masih dapat dilalui penghuni untuk proses evakuasi, namun keberadaan tonjolan tersebut dapat mengganggu kenyamanan penghuni yang melalui bagian tersebut.

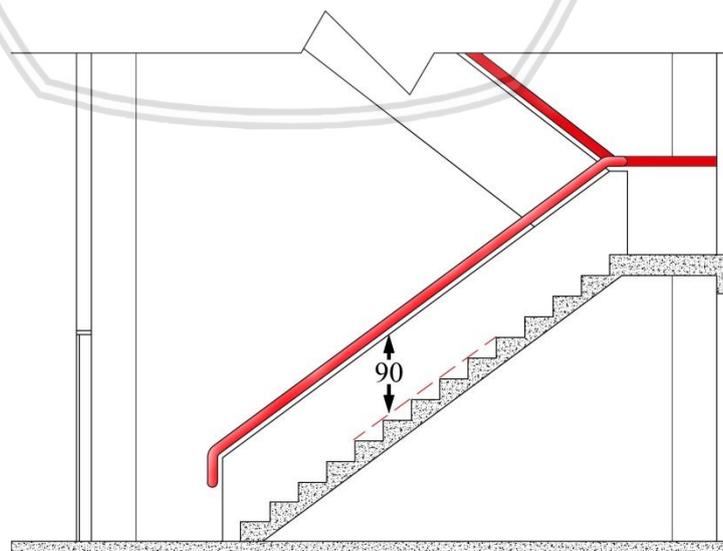


Gambar 4.91 Tonjolan balok lantai pada bordes tangga darurat

## 2) Pagar pengaman tangga darurat

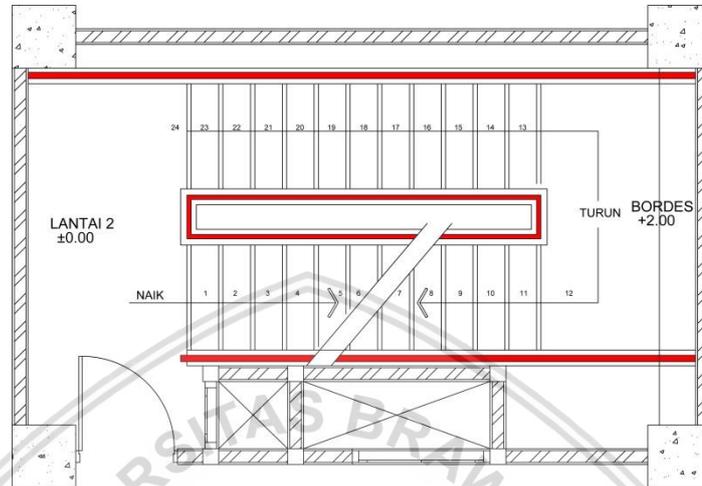
Tangga darurat pada Gedung Rektorat menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 8 di dalam ruang eksit terlindung. Tangga darurat tersebut dilengkapi dengan pagar pengaman dengan ketinggian rel pegangan tangan sebesar 90 cm. Ketinggian pagar pengaman tangga darurat tersebut telah sesuai dengan kriteria yang sebesar 86-96 cm. Dengan adanya pagar pengaman tersebut dapat membantu penghuni bangunan untuk melakukan proses evakuasi dengan aman dan selamat keluar dari bangunan.

Material yang digunakan pada elemen pagar pengaman berupa dinding bata yang disertai dengan rel pegangan besi yang dicat dengan warna merah. Penggunaan material tersebut menjadikan pagar pengaman kokoh sehingga aman untuk digunakan.



Gambar 4.92 Material dan finishing tangga darurat

Pada ruang eksit terlindung Gedung Rektorat, railing dari pagar pengaman tangga darurat dipasang pada kedua sisi tangga dan dibuat menerus sampai ke bagian bordes tangga. Peletakan railing tangga tersebut telah sesuai dengan kriteria railing tangga pada ruang eksit terlindung.



Gambar 4.93 Railing pada tangga darurat

### 3) Dimensi tangga darurat

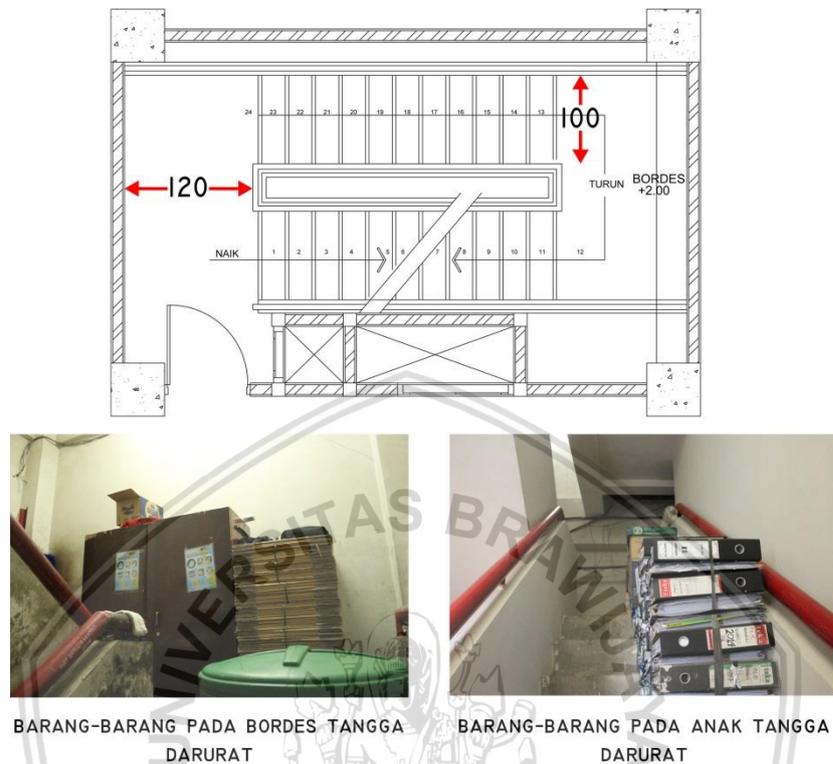
Pada tangga darurat Gedung Rektorat, terdapat beberapa elemen dimensi yang sudah memenuhi kriteria namun juga ditemukan beberapa elemen dimensi tangga darurat yang belum sesuai dengan aturan yang berlaku. Berikut tabel dimensi dari tangga darurat Gedung Rektorat.

Tabel 4.6 Dimensi Tangga Darurat Eksisting

Elemen Tangga Darurat	Dimensi Eksisting
Lebar tangga	100 cm
Lebar bordes	120 cm
Tinggi anak tangga	15-22 cm
Kedalaman anak tangga	28-30 cm

Lebar tangga dan bordes yang disediakan sebagai jalur evakuasi sebesar 100 cm dan 120 cm. Lebar dari tangga kebakaran Gedung Rektorat belum memenuhi standar yang berlaku karena lebar tersebut kurang dari lebar standar tangga kebakaran kelas A yang sebesar 110 cm. Sedangkan untuk lebar dari bordes tangga sudah memenuhi kriteria yang ada. Seperti yang telah dibahas pada subbab sebelumnya, tangga kebakaran pada Gedung Rektorat digunakan juga sebagai tempat penyimpanan barang. Penempatan barang-barang pada bordes dan anak tangga darurat

mengakibatkan lebar bersih tangga dan bordes berkurang dan menyempit sehingga tidak lagi sesuai dengan kriteria yang berlaku.

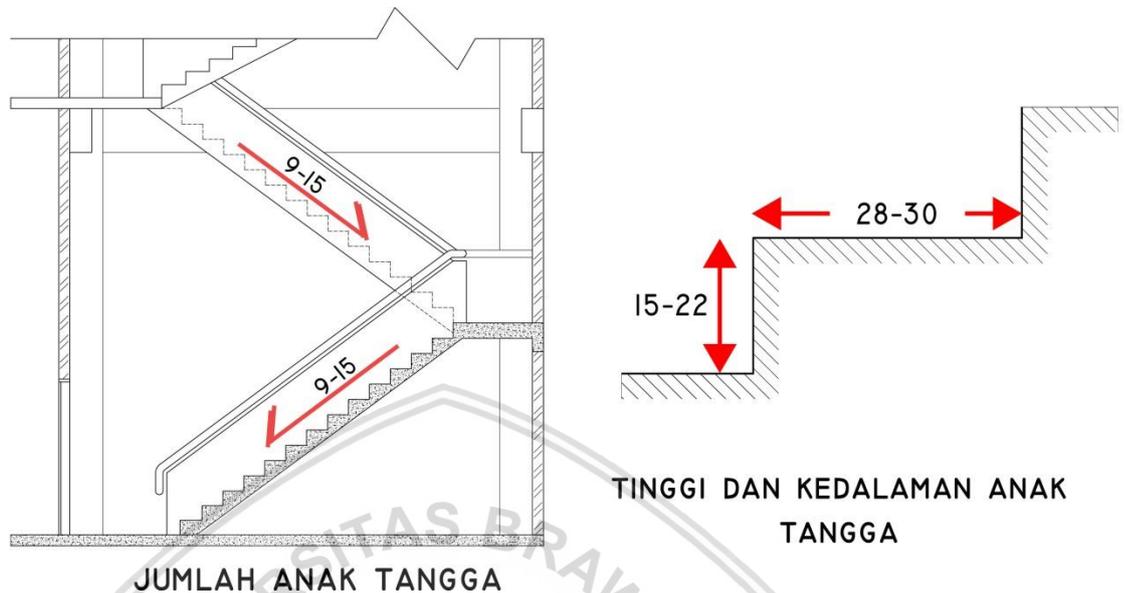


Gambar 4.94 Perabot pada jalur tangga darurat

Penempatan barang-barang yang tidak pada tempatnya tersebut dapat mengganggu proses evakuasi melalui tangga darurat karena dapat mengurangi kapasitas pengguna dari tangga darurat yang akhirnya dapat memperlambat proses evakuasi.

Anak tangga pada ruangan eksit terlindung Gedung Rektorat memiliki dimensi ketinggian dan jumlah yang berbeda, hal tersebut dikarenakan ketinggian antar lantai pada Gedung Rektorat yang berbeda. Secara keseluruhan anak tangga pada eksit terlindung Gedung Rektorat memiliki ketinggian yang beragam mulai dari 15 sampai dengan 22 cm. Anak tangga dengan ketinggian 15-18 cm dan dengan jumlah anak tangga 24 terdapat pada tangga darurat lantai 2. Sedangkan anak tangga dengan ketinggian 20-22 cm dan dengan jumlah anak tangga 18-28 terdapat pada lantai 1 dan lantai 3 sampai dengan 8. Selain ketinggian dan jumlah, anak

tangga pada ruang eksit terlindung Gedung Rektorat memiliki kedalaman injakan sebesar 28-30 cm.



Gambar 4.95 Kedalaman dan jumlah anak tangga

Ketinggian anak tangga pada ruang eksit terlindung eksisting ada yang sudah memenuhi kriteria peraturan yang berlaku, namun masih terdapat ketinggian yang melebihi standar yang ada. Ketidaksesuaian terhadap kriteria dapat terlihat pada anak tangga pada lantai 1,3 sampai dengan lantai 8 yang memiliki ketinggian anak tangga sebesar 20-22 cm, yang mana ketinggian tersebut melebihi dari standar yang berlaku. Tinggi anak tangga yang melebihi tinggi standarnya 19 cm akan menyebabkan penghuni bangunan menjadi cepat lelah ketika menuruni tangga dan juga akan memperlambat penghuni bangunan ketika proses evakuasi.

Kedalaman injakan anak tangga eksisting yang sebesar 28-30 cm telah memenuhi standar minimal kedalaman anak tangga sehingga tangga kebakaran aman untuk digunakan penghuni bangunan ketika proses evakuasi.

#### 4) penerangan darurat

Pada setiap bordes pada ruangan eksit terlindung Gedung Rektorat terpasang lampu-lampu TL yang bertujuan untuk memberikan pencahayaan buatan pada tangga darurat. Lampu-lampu penerangan tersebut tidak semuanya berfungsi dengan baik, terdapat beberapa lampu yang tidak

dihidupkan dan terdapat pula lampu penerangan yang kondisinya sudah tidak terawat. Hal tersebut menjadikan penerangan di dalam ruangan di ruang eksit terlindung tidak merata dan bahkan minim akan pencahayaan. Sehingga lampu-lampu pada eksit tangga yang sudah tidak berfungsi perlu dilakukan penggantian.



*Gambar 4.96* Pencahayaan dalam ruang eksit terlindung

5) Penanda jalur tangga

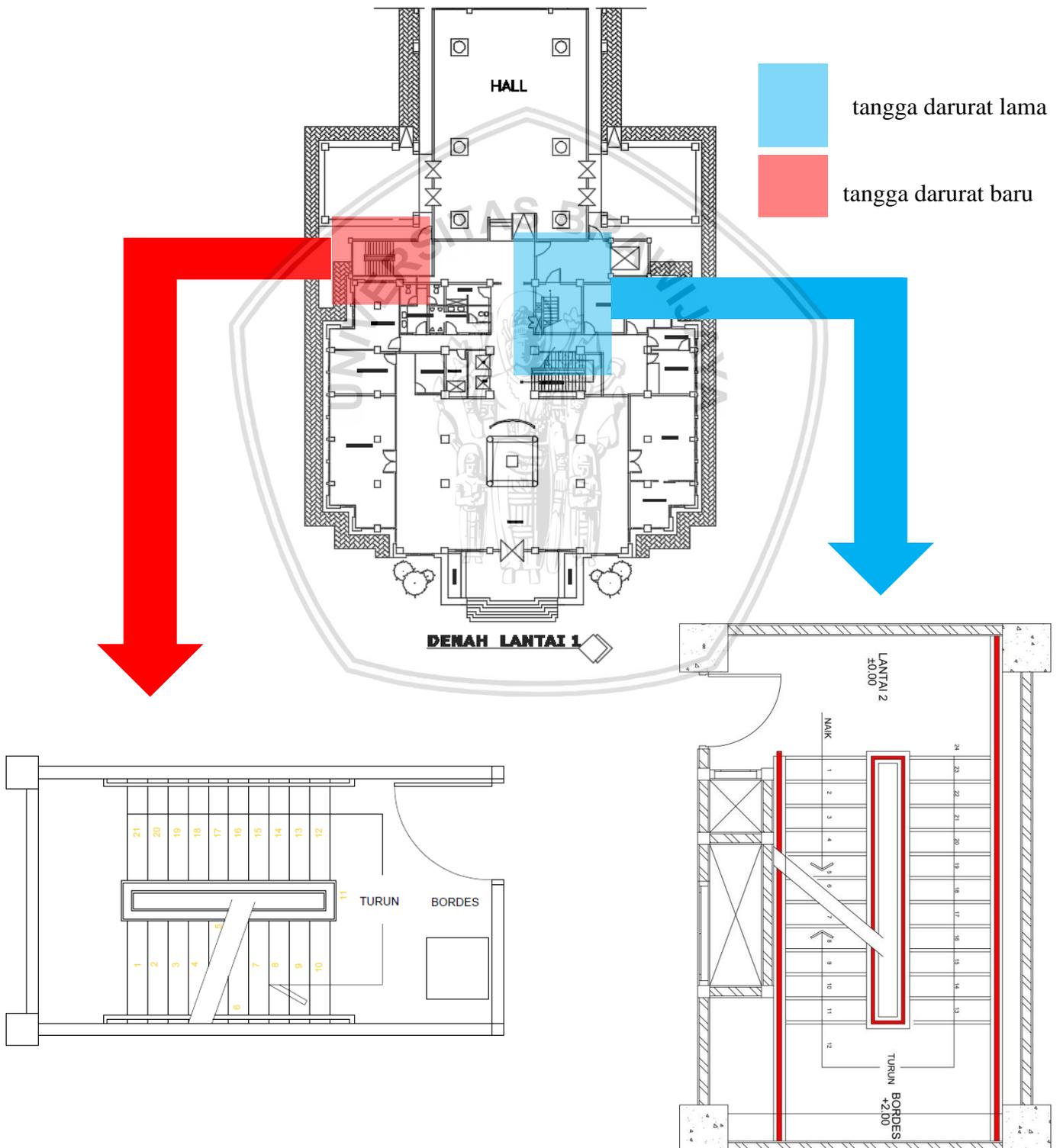
Pada eksisting ruang eksit terlindung Gedung Rektorat tidak ditemukan adanya penandaan pada jalur tangga daruratnya. Pada jalur tangga darurat perlu diberikan penandaan yang menginformasikan tingkatan lantai untuk membantu penghuni bangunan mengetahui posisinya pada bangunan dan seberapa jauh lokasi eksit pelepasan.

e. Jumlah sarana jalan keluar

Total jumlah sarana sirkulasi vertikal yang berupa tangga pada Gedung Rektorat berjumlah 2 buah, dimana hanya satu diantaranya yang dapat berfungsi sebagai eksit terlindung. Jumlah eksit terlindung tersebut dinilai masih belum memenuhi standar. Gedung Rektorat Universitas Brawijaya yang tergolong dalam bangunan perkantoran dengan jumlah lantai sebanyak 8 lantai dan dengan beban hunian per lantai kurang dari 500 seharusnya menyediakan 2 buah ruang eksit terlindung untuk keperluan evakuasi.

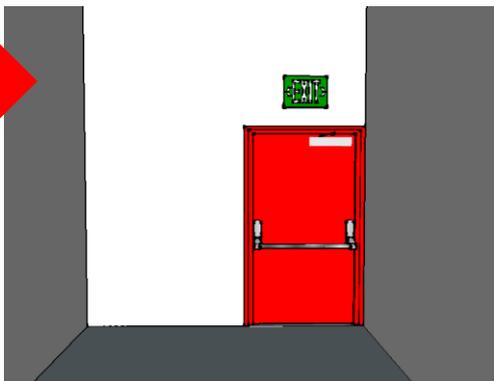
## f. Rekomendasi tangga darurat

Solusi yang diberikan pada elemen ruang eksit atau tangga darurat adalah menambah sebuah tangga darurat untuk menyesuaikan dengan kapasitas penghuni Gedung Rektorat. Sedangkan pada tangga darurat lama akan dilakukan terlebih dahulu pengembalian fungsinya dari gudang menjadi fungsi awalnya yakni sebagai tangga darurat.



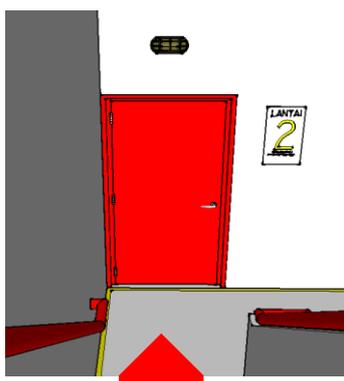
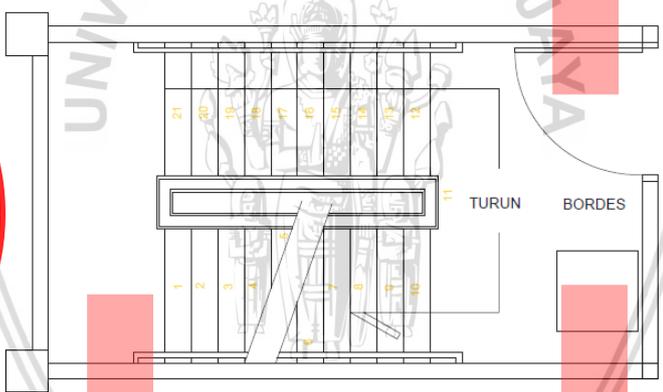
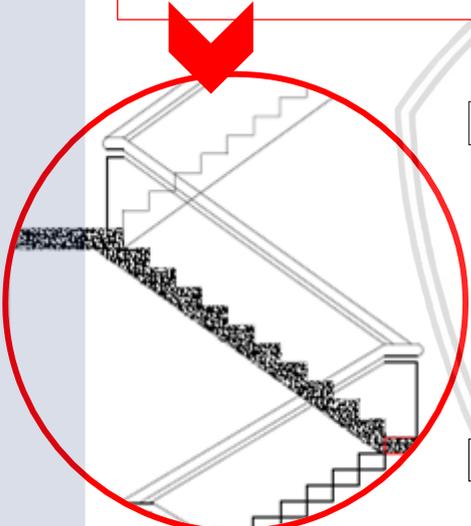
Gambar 4.97 Rekomendasi sarana eksit

Penggunaan pintu tahan api yang dilengkapi dengan panic bar yang memudahkan penghuni untuk mengakses tangga darurat. Lebar pintu 120 cm, agar dapat diakses disable

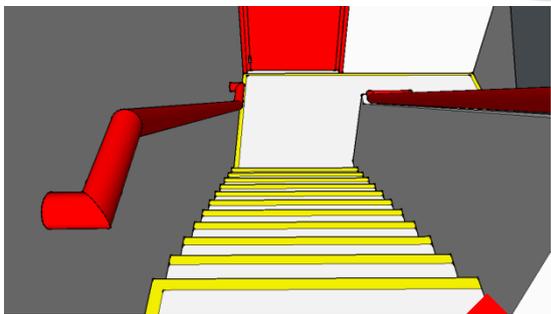


Penggunaan engsel penutup untuk mencegah masuknya asap

Lebar anak tangga : 110 cm  
Ketinggian anak tangga : 15-18 cm  
Lebar bordesk : 110 cm  
Lebar bordesk disable : 110+90 cm  
Ketinggian railing 90 cm



Pada tiap bordesk terdapat signage yang menunjukkan keberadaan penghuni dan keberadaan eksit pelepasan dan emergency light sebagai sumber cahaya serta petunjuk jalan ketika evakuasi



pemberian lapisan yang dapat menyala dalam keadaan gelap, dengan tujuan untuk menuntun penghuni ke eksit pelepasan



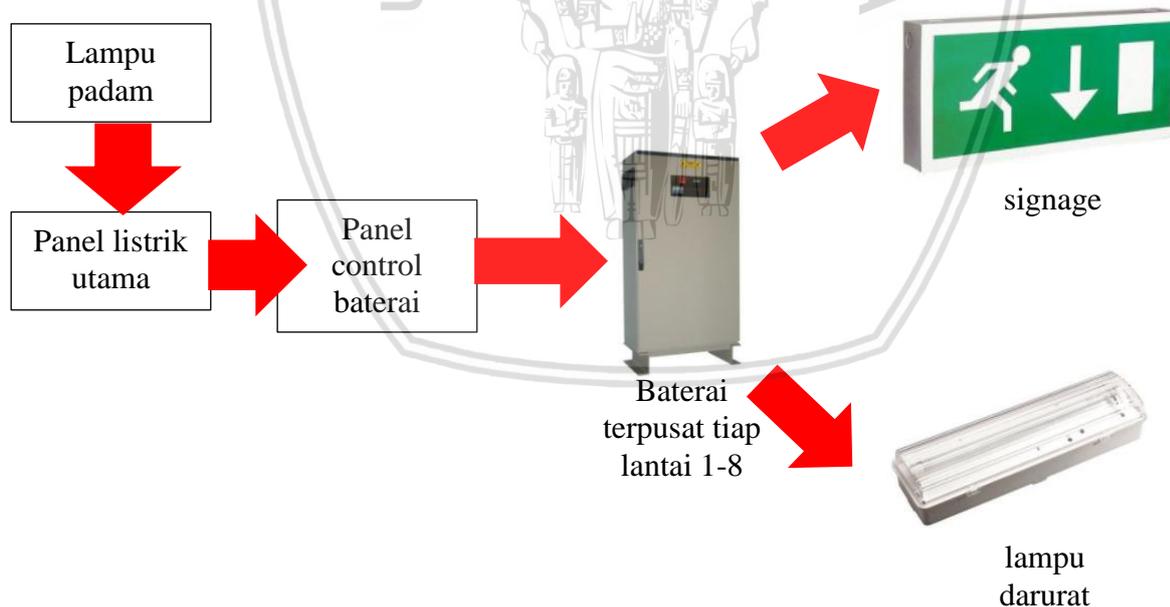
Waiting area bagi disable, sampai PMK datang mengevakuasi

Gambar 4.98 Konsep eksit tangga darurat

#### 4. Signage dan pencahayaan darurat

Signage pada eksisting ditempatkan pada jalur sirkulasi dengan tujuan agar mudah dilihat penghuni bangunan ketika evakuasi bangunan. Pemasangan signage dengan cara ditempelkan pada dinding bangunan. Sedangkan tampilannya berupa papan signage berwarna merah yang tampilannya kontras dengan sekitar sehingga mudah dikenali. Penggunaan signage yang ditempel pada dinding tersebut dinilai kurang karena ketika keadaan kebakaran di mana asap telah memenuhi bangunan maka signage tersebut menjadi susah terlihat sehingga memerlukan signage yang dapat bercahaya ketika gelap

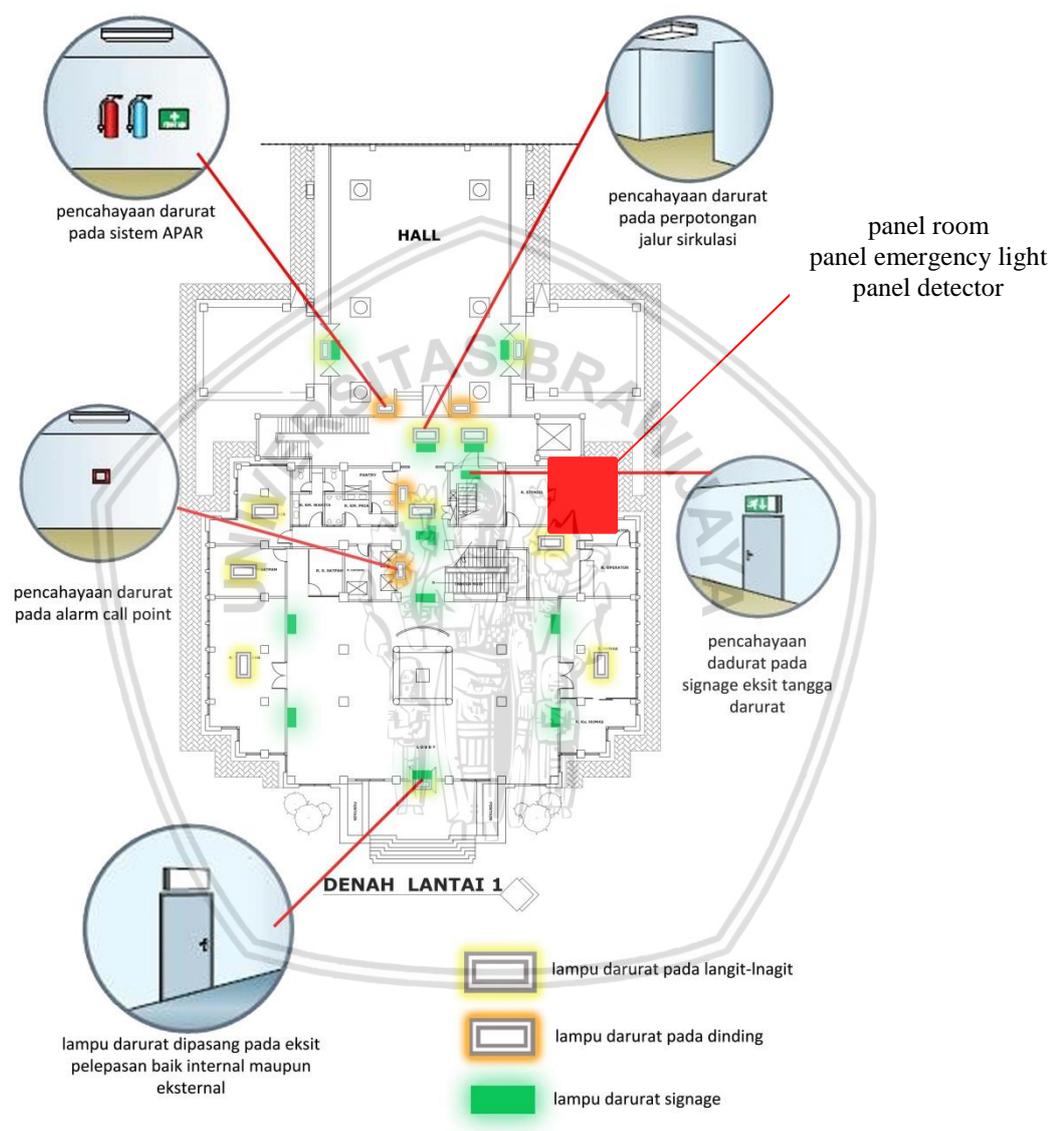
Pada bangunan eksisting belum tersedia sistem pencahayaan darurat yang otomatis menyala ketika terjadi bencana terutama bencana kebakaran. Rekomendasi yang diberikan berupa penambahan lampu-lampu darurat yang menggunakan sistem baterai terpusat. Lampu-lampu darurat tersebut akan menyala secara otomatis ketika lampu didalam bangunan padam. Lampu darurat berikut dapat bertahan selama 3 jam.



Gambar 4.99 Sistem Pencahayaan darurat dengan baterai terpusat

Rekomendasi lampu darurat akan diberikan pada tiap-tiap ruangan pada tiap lantai. Pencahayaan darurat juga diberikan pada jalur evakuasi yang akan dilalui penghuni untuk membantu penghuni bangunan menemukan eksit bangunan. Perlengkapan-

perlengkapan sistem pemadam kebakaran seperti tombol alarm kebakaran dan APAR perlu di beri pencahayaan darurat untuk mengantisipasi jika ruangan gelap karena dipenuhi asap, perlengkapan-perengkapan tersebut masih dapat terlihat penghuni.



Gambar 4.100 Rekomendasi pencahayaan darurat dan signage



#### 4.3.4 Sistem proteksi pasif

##### 1. Ketahanan api dan stabilitas

Gedung Rektorat tergolong ke dalam bangunan perkantoran dengan jumlah lantai lebih dari 4 sehingga tipe konstruksi yang wajib digunakan adalah tipe A yakni konstruksi yang tahan api. Berikut kondisi eksisting konstruksi pada eksisting bangunan.

Tabel 4.7 *Elemen Pasif Bangunan*

Elemen Bangunan		Deskripsi Jenis Bahan	Tingkat Mutu	TKA
Lantai		Finishing keramik	M1	4 jam
Dinding luar		Konstruksi beton tidak bertulang atau konstruksi pasangan dapat berupa pasangan bata merah, batu cetak, hollow block yang di plester dengan adukan semen dan finishing berupa cat dan batu alam	M1	>3 jam
Dinding dalam	Saf tahan api pada lift dan tangga eksit	Menggunakan konstruksi beton tak bertulang seperti pasangan bata/batu cetak/hollow block yang dalam pemasangannya menggunakan adukan semen sebagai mortar	M1	>3 jam
	Pembatas koridor umum			
	Pembatas atas ruang			
	Shaft utilitas			
Kolom luar		Beton bertulang yang di finishing dengan cat dan batu alam	M1	>3 jam
Elemen penopang beban		Beton bertulang yang di finishing dengan cat	M1	>3 jam
Atap		Rangka pada atap menggunakan rangka baja dan penutup atap menggunakan genteng keramik	M1	2-4 jam

Tabulasi tersebut menunjukkan bahwa material pada eksisting memiliki Tingkat Ketahanan Api antara 2-4 jam hal tersebut telah sesuai dengan peraturan yang berlaku yakni bangunan dengan tipe konstruksi A disyaratkan memiliki TKA 120 menit atau 2 jam. Dikarenakan konstruksi pada eksisting telah sesuai dengan konstruksi tipe A, maka tidak diperlukan adanya perubahan material.

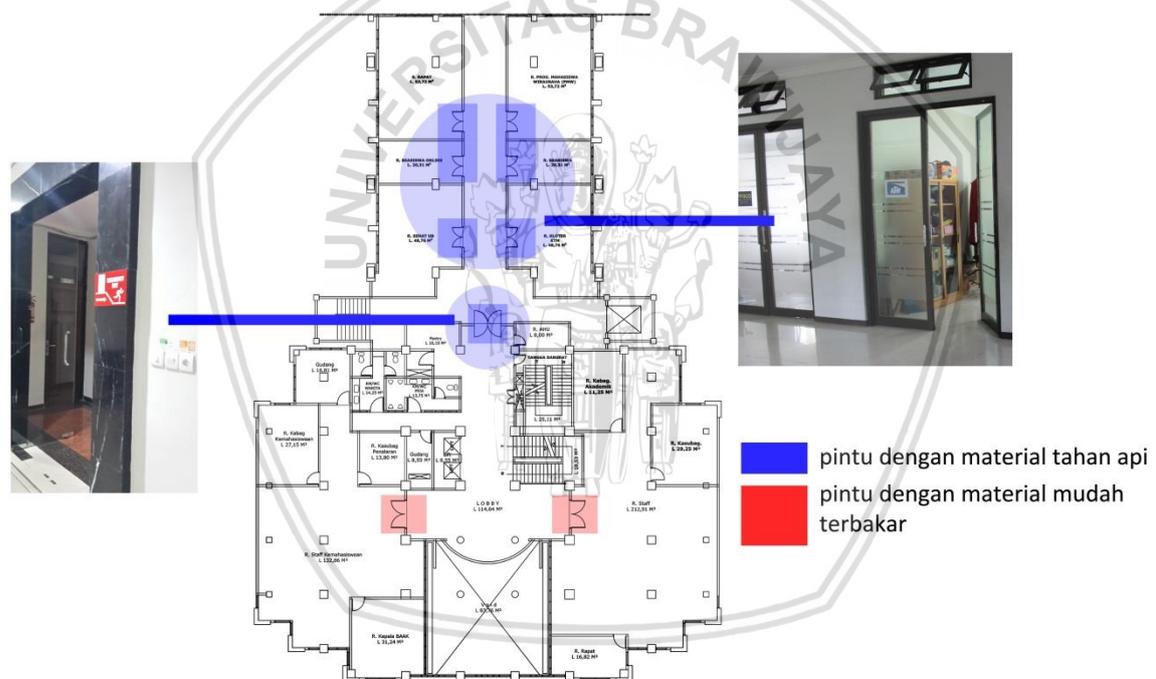
##### 2. Kompartemenisasi dan pemisahan

Gedung Rektorat memiliki total luasan lantai sebesar  $7591\text{m}^2$  dan volume bangunan sebesar  $36883\text{ m}^3$ . Sehingga dengan luas dan volume tersebut bangunan sudah memenuhi kriteria batasan luasan volume kompartemenisasi. Luas dan volume dari bangunan eksisting tidak melebihi batas aman yakni  $18.000\text{m}^2$  dan  $108.000\text{m}^3$ , sehingga dalam konteks batasan luasan kompartemenisasi bangunan eksisting tidak di

wajibkan untuk menggunakan sistem springkler. Namun terdapat lift dalam bangunan yang menghubungkan lantai 1-8, sehingga perlu ada nya sistem springkler pada bangunan. Hal tersebut dikarenakan shaft lift merupakan void yang dapat mempercepat penyebaran bahaya kebakaran.

### 3. Perlindungan terhadap bukaan

Bukaan pada bangunan eksisting selain bukaan pada tangga eksit menggunakan material kayu, alumunium dan kaca. Bukaan-bukaan tersebut tidak dilindungi dengan penyetop api namun ada beberapa bukaan yang menggunakan bahan yang tidak terbakar seperti aluminium dan kaca.

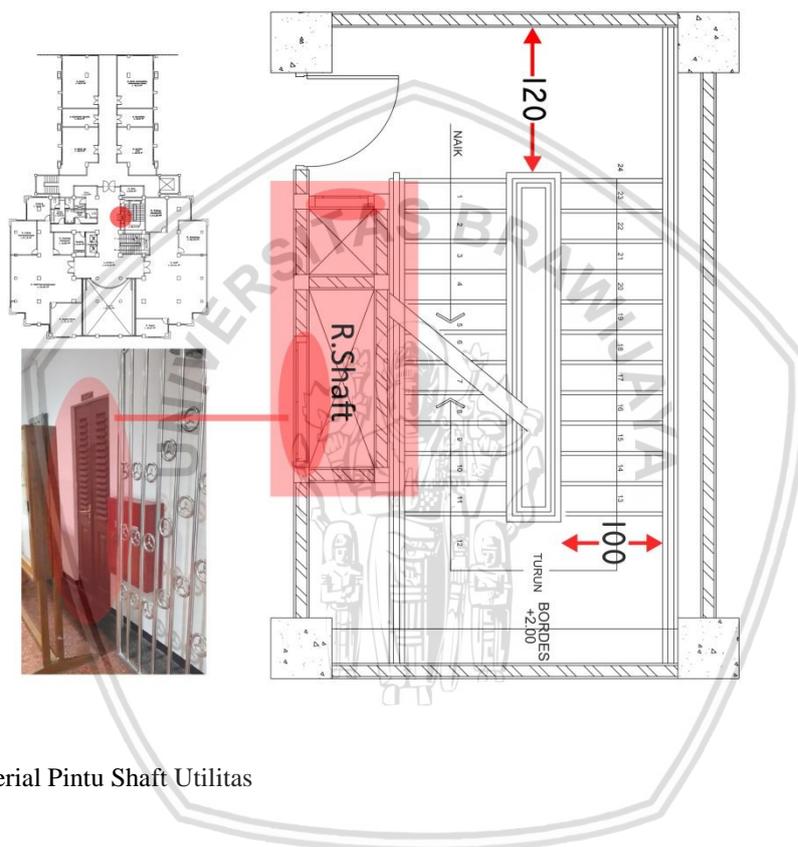


Gambar 4.101 Material pada Pintu Ruang Hunian

Bukaan bermaterial kaca dan aluminium akan tetap dipergunakan karena berdasar tabel Spesifikasi Bahan Bangunan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung halaman 15 dan 23, kedua material tersebut tergolong material tingkat M1 yakni material yang tidak mudah terbakar. Sedangkan bukaan bermaterial kayu yang tergolong tingkat mutu M5 (Spesifikasi Bahan Bangunan untuk Pencegahan Bahaya

Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung; 30-34), sebaiknya di ganti dengan bahan aluminium dan kaca agar memiliki ketahanan akan api.

Pada eksisting terdapat shaft utilitas listrik yang memiliki bukaan pintu dengan material kayu. Penggunaan material kayu pada ruang yang rawan menjadi sumber api tidaklah tepat sehingga material pada bukaan ruang shaft listrik diganti dengan penggunaan bukaan dengan bahan besi tahan api yang memiliki TKA 2 jam.



Gambar 4.102 Material Pintu Shaft Utilitas

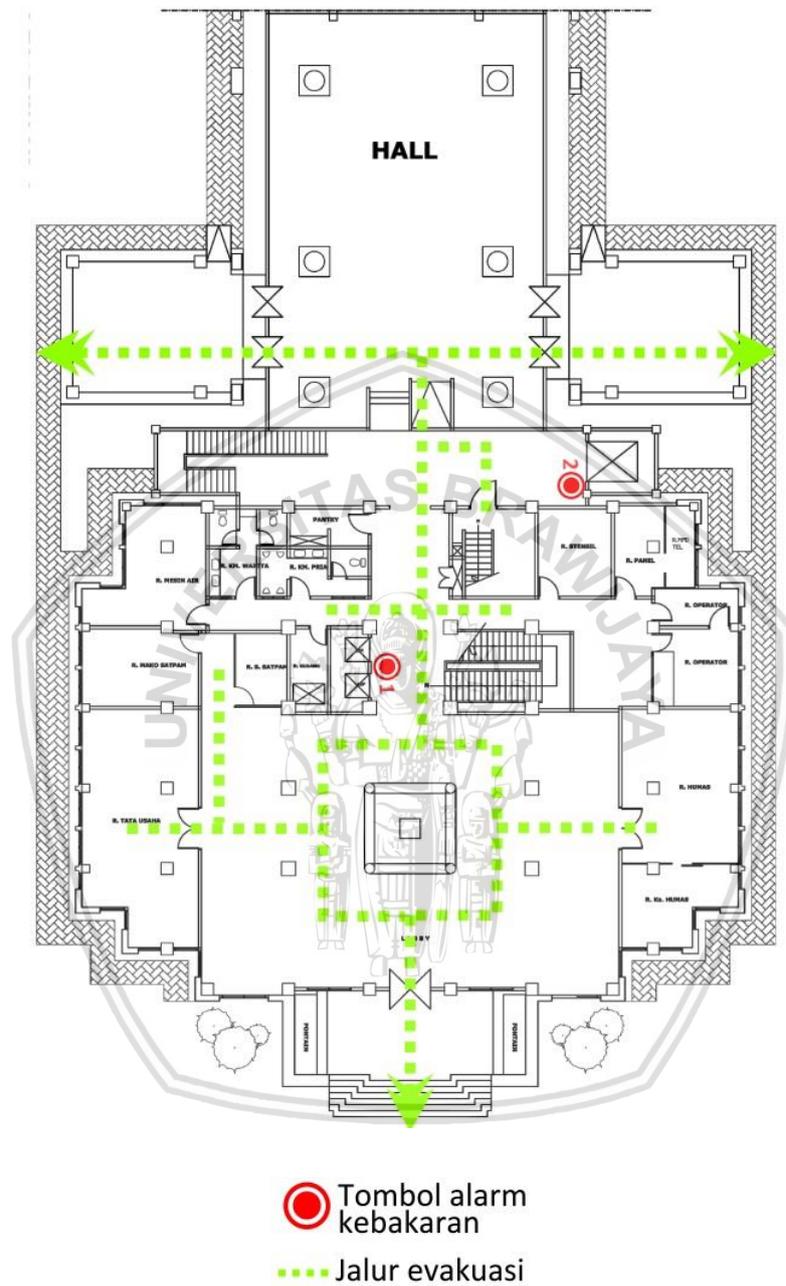
#### 4.3.5 Sistem proteksi aktif

##### 1. Sistem deteksi dan alarm kebakaran

Sistem deteksi dan peringatan dini akan adanya bahaya kebakaran sangat diperlukan di dalam Gedung Rektorat karena semakin cepat penghuni bangunan mengetahui adanya bahaya kebakaran maka proses evakuasi akan cepat dilakukan sehingga tingkat keselamatan manusia akan lebih terjamin.

Pada eksisting Gedung Rektorat hanya tersedia sistem deteksi dan alarm yang bekerja secara manual. Sedangkan berdasarkan Permen PU nomor 26 tahun 2008, bangunan kantor dengan jumlah lantai lebih dari 4 wajib menyediakan sistem deteksi

dan alarm kebakaran yang bekerja secara otomatis. Sehingga sistem deteksi dan alarm yang ada pada Gedung Rektorat belum memenuhi peraturan yang ada.



Gambar 4.103 Manual Call Point (MCP) pada Gedung Rektorat

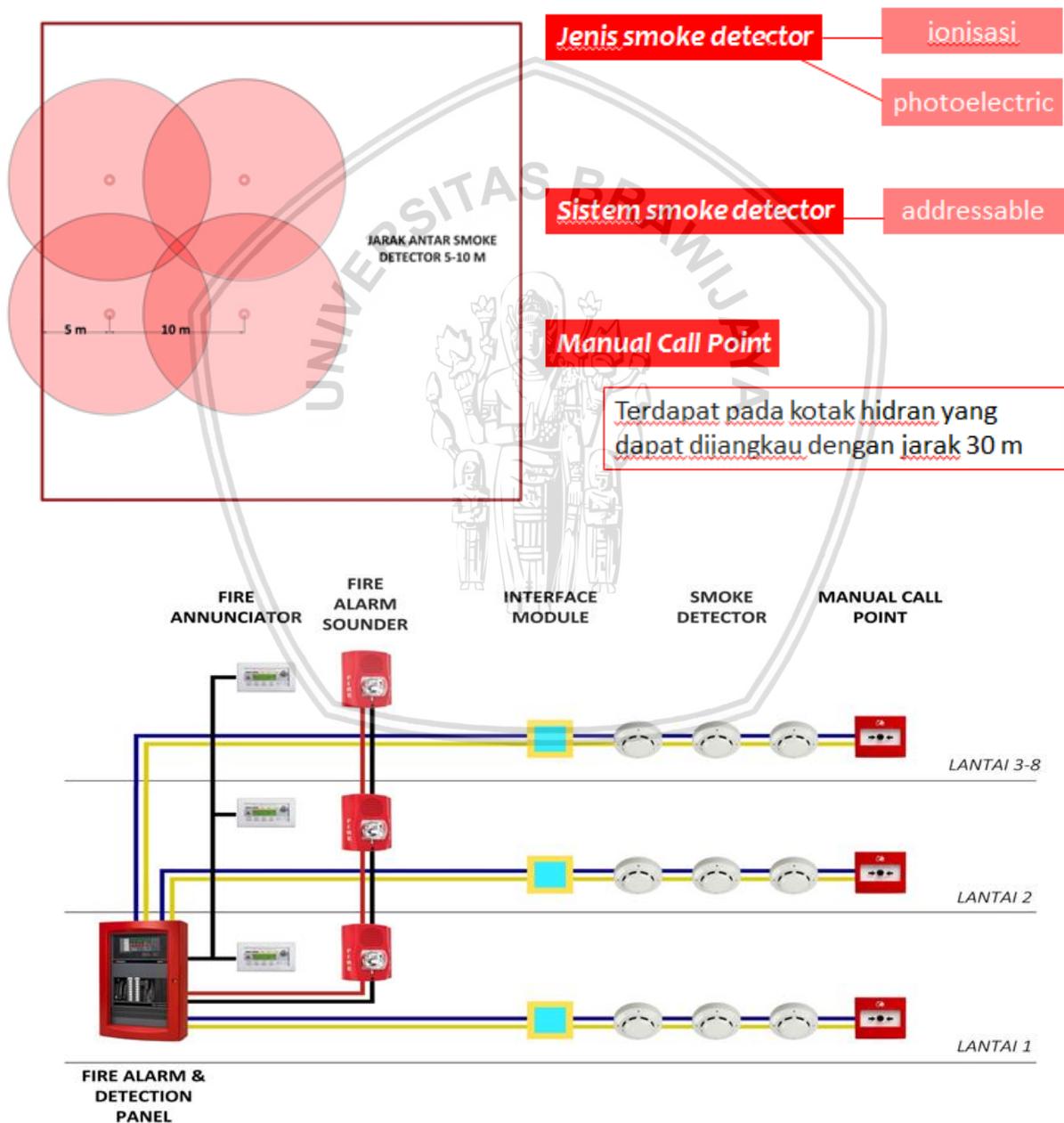
Pada Gedung Rektorat dari lantai 1 sampai dengan lantai 6 terdapat 2 Manual Call Point dan untuk lantai 7 sampai 8 terdapat 1 Manual Call Point. Masing-masing saklar alarm tersebut berada pada dinding dari pintu masuk ke lift



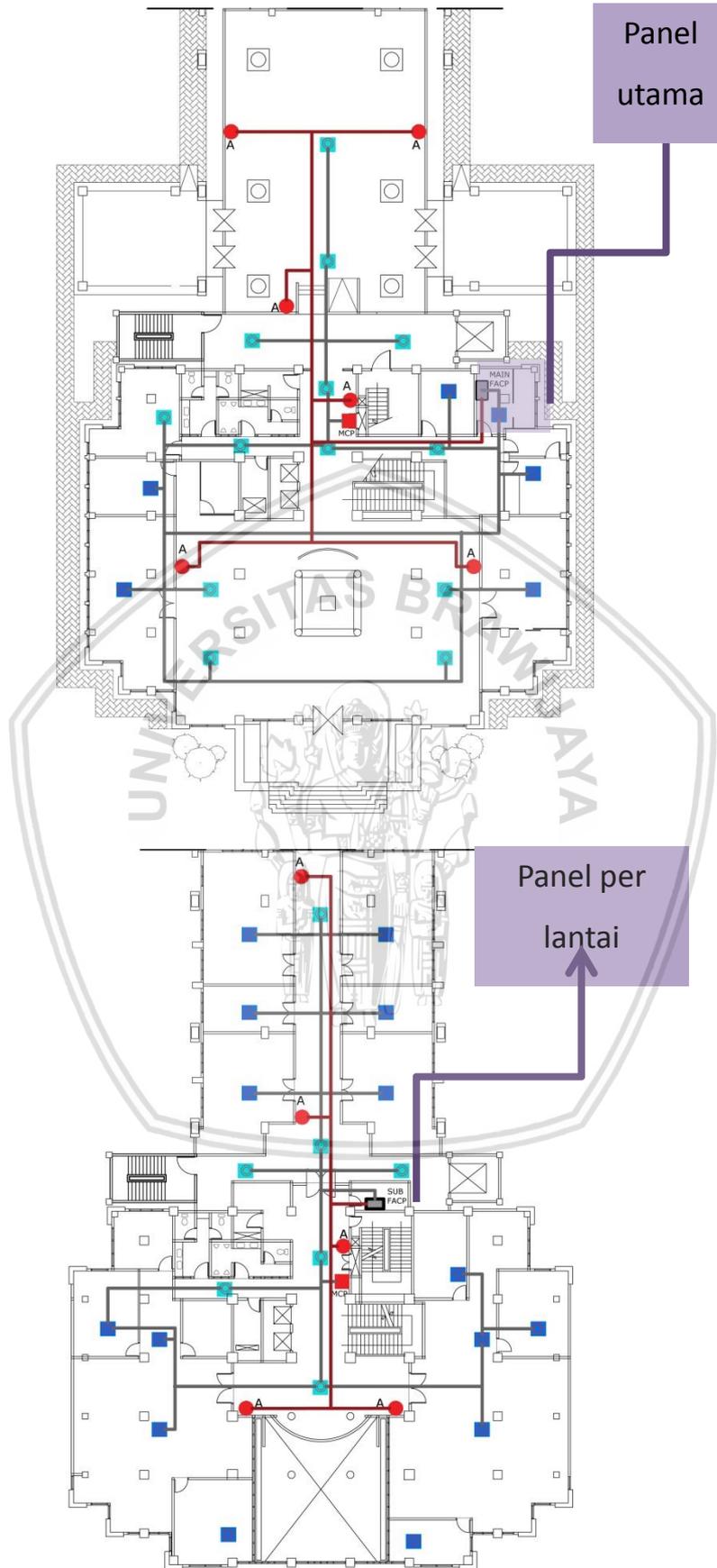
Gambar 4.104 MCP pada area lift

Cara kerja sistem deteksi dan alarm yang ada pada Gedung Rektorat masih mengandalkan kemampuan manusia. Dengan sistem manual tersebut manusia dalam Gedung Rektorat berperan sebagai detektor terhadap bahaya kebakaran seperti api, bau dan asap kemudian akan mengaktifkan tombol alarm kebakaran untuk memberi peringatan kepada seluruh penghuni bangunan akan adanya kebakaran. Namun cara tersebut belum efektif untuk diterapkan dalam Gedung Rektorat karena di dalam bangunan terdapat banyak ruangan dan tidak dari semua ruang-ruang tersebut dihuni manusia secara tetap. Manusia yang berfungsi sebagai detektor tidak dapat selalu berada pada titik awal kebakaran, hal tersebut dapat mengakibatkan keterlambatan dalam mendeteksi kebakaran dimana api sudah menyebar dan membesar. Kondisi kebakaran yang telah membesar akan mempersulit proses pemadaman api yang dapat pula mengancam keselamatan penghuni bangunan.

Berdasarkan gambaran tersebut maka pada Gedung Rektorat perlu menggunakan sistem deteksi dan alarm kebakaran dengan sistem otomatis. Sistem deteksi akan menggunakan sistem deteksi asap dengan jenis ionisasi dan fotoelektrik. Deteksi asap ionisasi akan diaplikasikan pada ruang-ruang koridor untuk menghindari adanya kesalahan deteksi, sedangkan sistem fotoelektrik yang lebih sensitif akan diaplikasikan pada ruang-ruang kantor. Sedangkan untuk sistem deteksi menggunakan sistem addressable untuk mempermudah mengetahui titik asal api.



Gambar 4.105 Konsep rekomendasi sistem deteksi asap



Gambar 4.106 Rencana sistem deteksi asap

## 2. Sistem pemadam kebakaran

Sistem pemadam kebakaran pada Gedung Rektorat menggunakan sistem pemadam kebakaran manual yang terdiri dari APAR dan hidran indoor. Sedangkan sistem pemadam kebakaran otomatis belum tersedia pada eksisting.

### a. Sistem pemadam kebakaran ringan

Penggunaan APAR pada Gedung Rektorat perlu mempertimbangkan tingkat dan tipe kebakaran pada bangunan, penempatan, pencapaian, sistem pemeliharaan perawatannya serta terdapat instruksi instruksi penggunaannya.

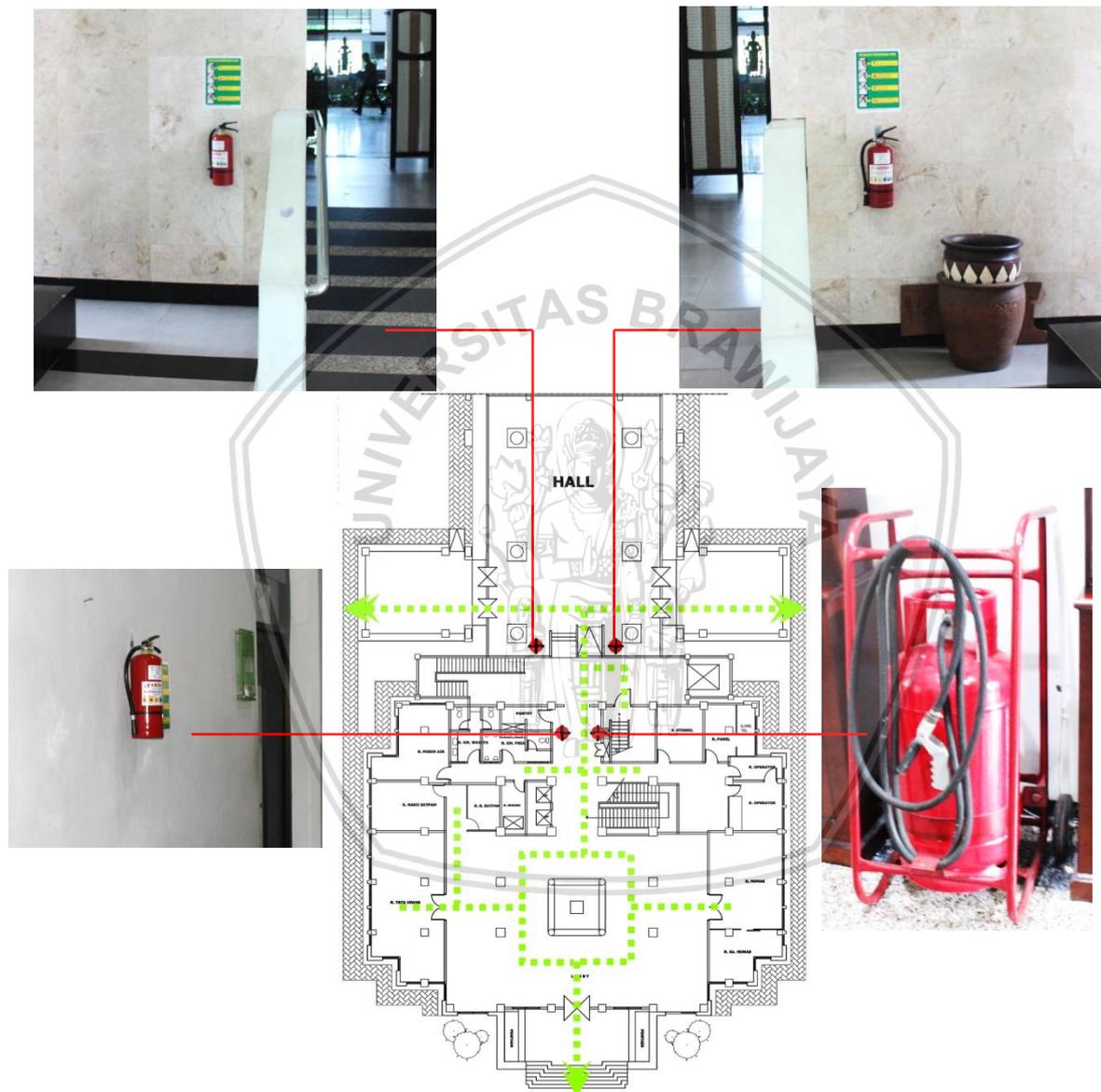
Kebakaran pada bangunan perkantoran seperti Gedung Rektorat termasuk dalam tipe kebakaran umum dan kebakaran perlengkapan elektrik. Hal tersebut dapat terlihat dari isi bangunan Gedung Rektorat yang dominan akan material kertas, kayu, kain, plastik atau material lainnya yang dapat dipadamkan dengan air serta terdapat pula perlengkapan elektrik terlihat dari banyaknya instalasi listrik yang ada di dalam bangunan. Berdasarkan 2 tipe kebakaran yang ada di dalam Gedung Rektorat, maka Gedung Rektorat dapat digolongkan ke dalam kebakaran kelas A dan C.

Pada eksisting jenis APAR yang digunakan sudah tepat yakni APAR dengan daya pemadam 1A, 3B, C. Daya pemadam APAR tersebut sudah tepat digunakan pada Gedung Rektorat karena diperuntukan bagi kelas kebakaran A, B, C.



Gambar 4.107 APAR tipe 1A, 3B, C pada bangunan eksisting

Pada Gedung Rektorat terdapat APAR dengan 2 ukuran yakni APAR *multi purpose dry powder* dengan berat 3 kg yang berjumlah 24 tabung dan 20 kg yang berjumlah 1 tabung. APAR *dry powder* dengan berat 3 kg lebih dominan digunakan pada seluruh lantai dari Gedung Rektorat. Sedangkan APAR beroda dengan berat 20 kg terdapat satu buah yakni pada lantai 1.



Gambar 4.108 Jenis APAR pada Gedung Rektorat

Setiap tabung APAR yang ada di dalam Gedung Rektorat kondisinya layak dan siap untuk dipakai setiap saat karena telah diisi ulang. Pengisian ulang terakhir dari setiap tabung APAR yang ada di Gedung Rektorat pada bulan September 2016 dan pengisian ulang berikutnya pada September 2019.

Pada tiap tabung APAR terdapat instruksi penggunaan ketika terjadi kebakaran. Instruksi tersebut dibuat dalam bentuk lisan yang disertai ilustrasi, namun keberadaan instruksi tersebut kurang jelas karena ukurannya yang kecil. Untuk mengantisipasi hal tersebut pada eksisting bangunan telah disediakan instruksi tambahan yang ditempel pada dinding berdekatan dengan tabung APAR. Namun intruksi tersebut tidak tersebar merata pada seluruh APAR. Seperti pada lantai 3, 5, 7 dan 8 yang tidak menyertakan instruksi penggunaan APAR. Terdapat instruksi yang penempatannya tidak tepat sehingga tidak dapat dibaca pengguna bangunan. Seperti yang terdapat pada lantai 5, intruksi penggunaan APAR tertutup oleh perabot berupa lemari. Sehingga solusi yang dapat diberikan berupa melengkapi beberapa APAR dengan instruksi meskipun pada tabung APAR sudah terdapat instruksi.

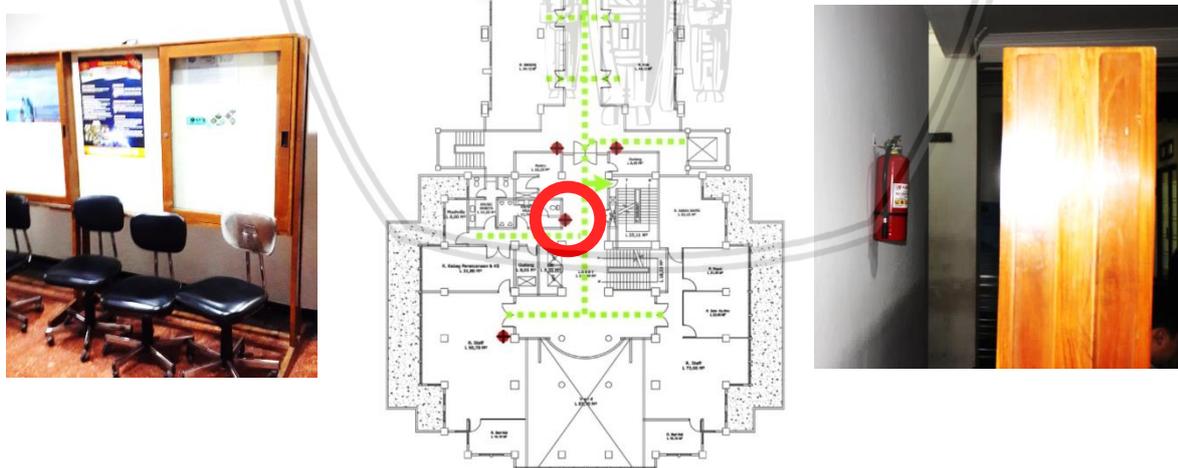


Gambar 4.109 Instruksi Penggunaan APAR

Pada eksisting, sudah terdapat beberapa tabung APAR yang sudah memenuhi kriteria dalam elemen penempatan dan pemasangan. Sebagian besar dari tabung APAR

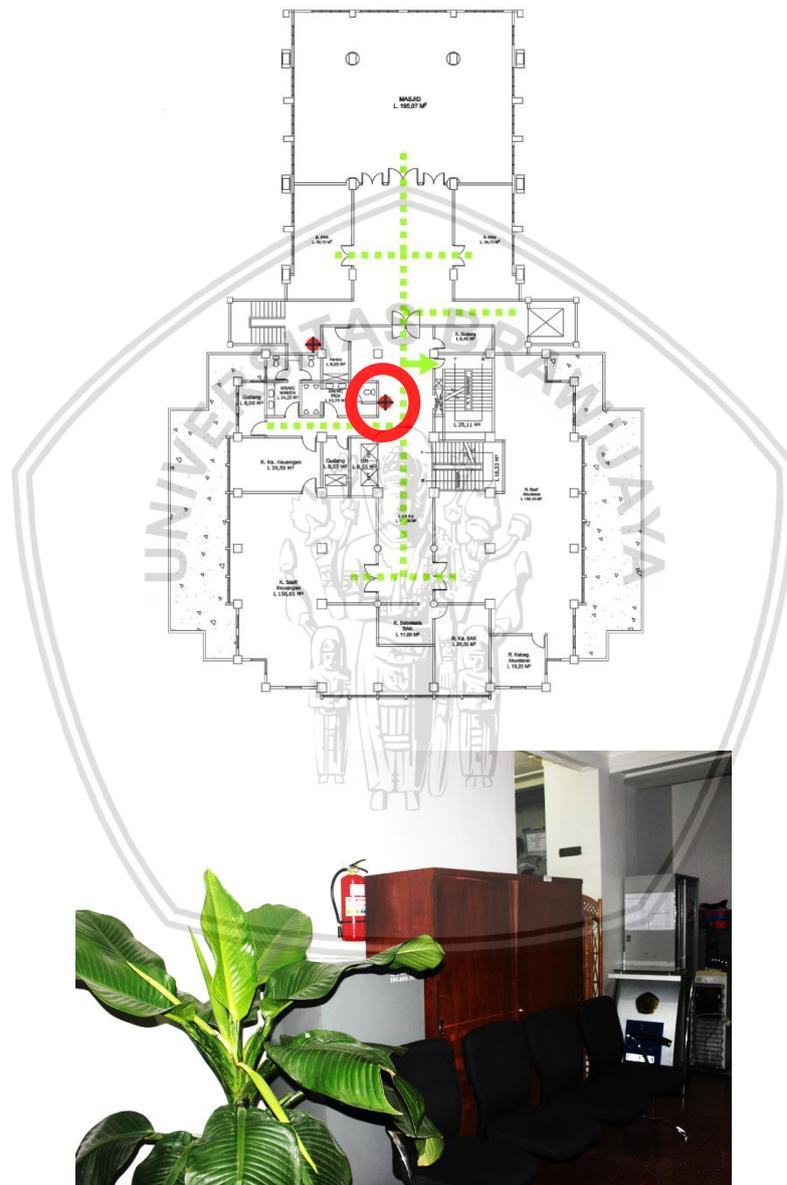
yang ada di dalam Gedung Rektorat penempatannya berada pada area sirkulasi bersama seperti koridor sehingga tabung-tabung APAR tersebut mudah terlihat dan diakses penghuni bangunan. Untuk pemasangannya, terdapat tabung APAR dengan berat 20 kg yang menggunakan roda dan dengan cara digantung pada tabung APAR 3 kg. Sebagian besar dari tabung APAR 3 kg yang ada dalam Gedung Rektorat dipasang kokoh menggantung pada dinding dengan rata-rata ketinggian 1-1,5 m diatas lantai, dimana cara pemasangan tersebut sudah sesuai dengan kriteria. Penempatan dan pemasangan tabung APAR tersebut akan menjadikan tabung APAR mudah dalam pencapaian dan mudah terlihat serta dikenali oleh penghuni bangunan.

Namun masih terdapat pula beberapa tabung APAR yang belum memenuhi kriteria seperti beberapa tabung APAR yang letaknya tersembunyi. Pada lantai 3 terdapat tabung APAR yang tertutupi oleh perabot berupa papan pengumuman dan beberapa kursi di depannya. Kondisi tersebut menjadikan tabung APAR tersembunyi.



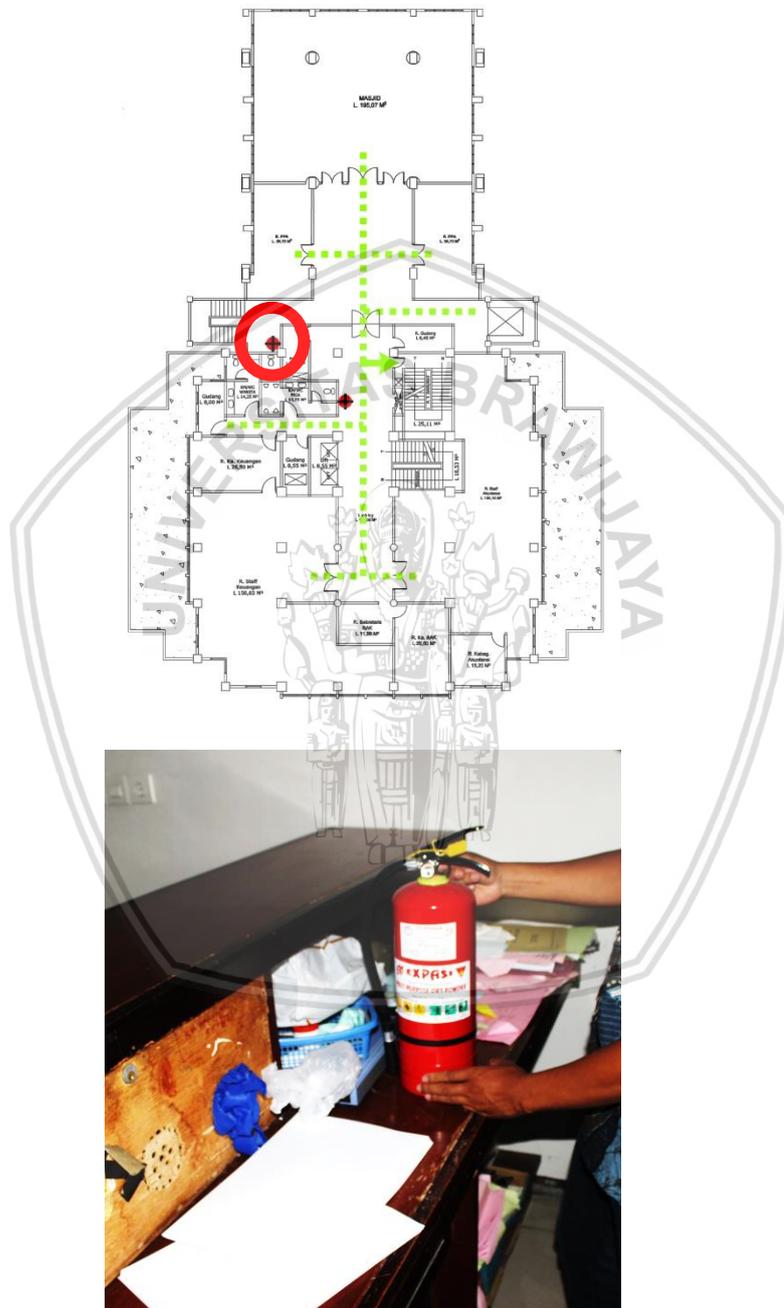
Gambar 4.110 Tabung APAR lantai 3 tertutup papan pengumuman

Penempatan tabung APAR yang tersembunyi juga ditemukan pada lantai 5 dan lantai 7. Pada lantai 5 juga terdapat dua buah tabung APAR yang penempatannya tersembunyi dan terhalangi oleh perabot-perabot yang ada pada area sirkulasi. Pada tabung pertama, APAR masih dapat terlihat dari koridor sirkulasi namun pada posisi tersebut APAR terhalangi oleh beberapa perabot seperti lemari dan bangku.



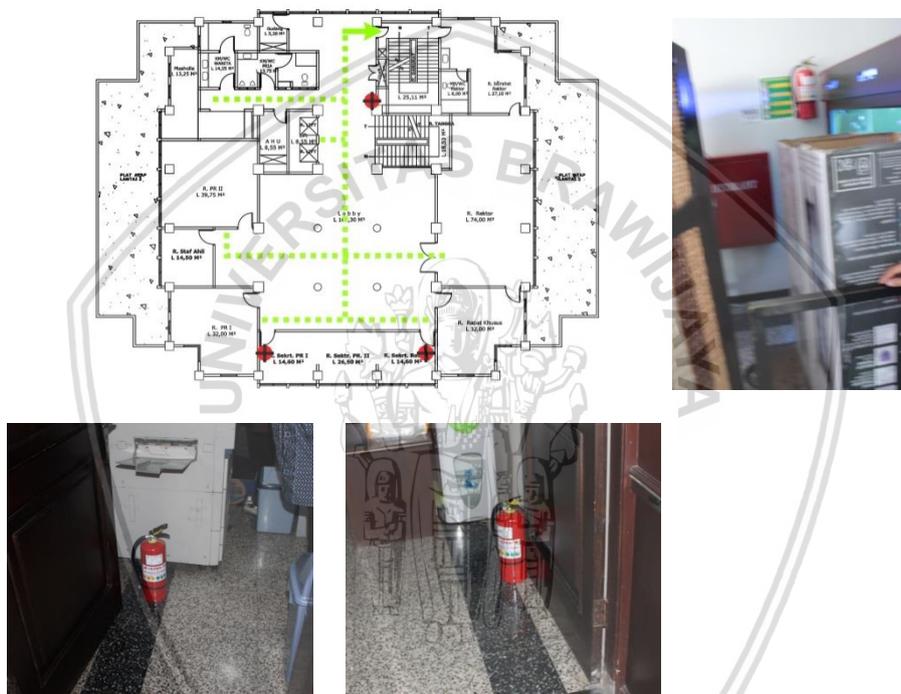
Gambar 4.111 Tabung APAR lantai 5 terhalang oleh perabot

Pada tabung kedua letaknya berada dekat dengan tangga servis dimana peletakan dari tabung APAR ini tersembunyi di bawah meja. Kondisi dari tabung APAR tersebut sudah diisi ulang namun dalam penempatan dan pemasangannya belum tepat karena tidak terlihat oleh penghuni bangunan terutama dari jalur sirkulasi.



Gambar 4.112 Penempatan tabung APAR lantai 5 di bawah meja

Pada lantai 7 terdapat sebuah tabung APAR yang penempatannya tertutupi oleh beberapa perabot yang ada di koridor lantai 7 seperti aquarium dan kursi. Untuk mengakses tabung APAR tersebut akan menyulitkan dan memakan waktu karena penempatannya yang tertutupi oleh perabot sehingga penghuni bangunan perlu menyingkirkan terlebih dahulu perabot-perabot tersebut sebelum dapat mengakses APAR. Pada lantai yang sama juga ditemukan 2 tabung APAR pada ruang sekretariat yang diletakkan pada lantai dekat dengan pintu masuk ruangan. Penempatan tersebut tidak tepat karena berada pada titik yang susah terlihat mata.



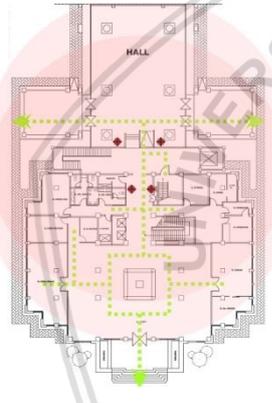
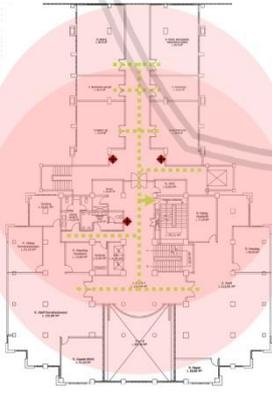
Gambar 4.113 Penempatan APAR lantai 7 yang tersembunyi

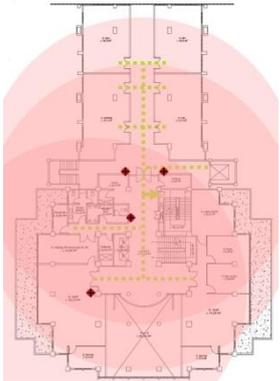
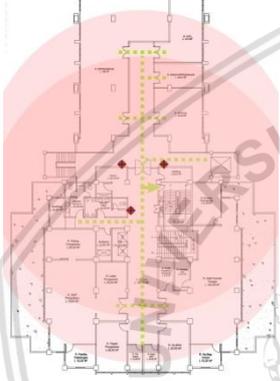
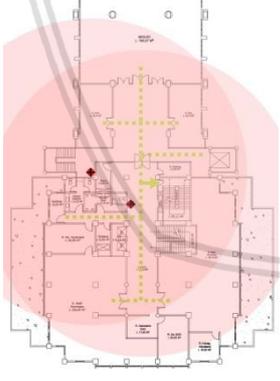
Dari beberapa kondisi APAR yang telah disebutkan, terdapat APAR dengan berat 3 kg dengan lokasi penempatan pemasangannya sudah tepat yakni pada daerah koridor dan dipasang secara kokoh dengan cara digantung, namun terdapat kekurangannya yakni terdapat perabot-perabot yang menghalangi bahkan sampai menutupi tabung APAR. Penempatan tabung APAR yang tersembunyi dan terhalangi dapat mengakibatkan terhambatnya proses pemadaman kebakaran karena APAR yang terhalangi proses pencapaiannya dan tersembunyi akan membutuhkan waktu dalam proses mencari dan mengakses APAR. Terlebih lagi Gedung Rektorat merupakan bangunan umum dimana tidak semua penghuni bangunan familiar dengan letak-letak dari APAR. Sehingga

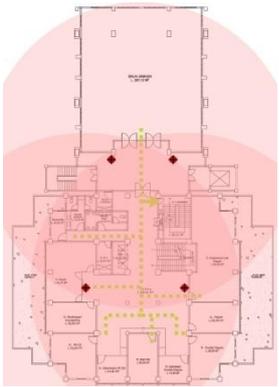
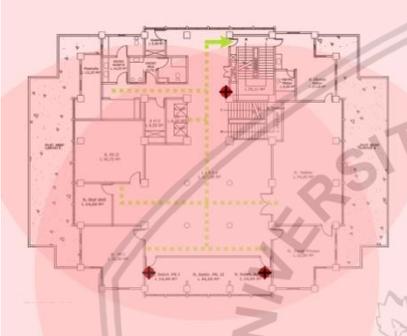
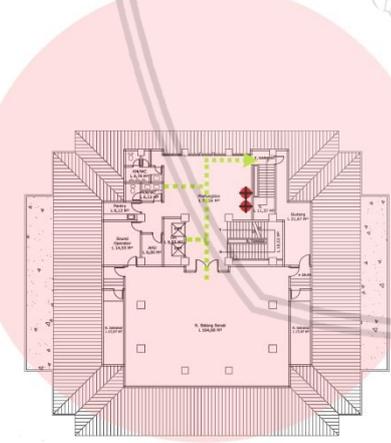
sebaiknya APAR dipindahkan ke lokasi-lokasi yang menjadikan APAR terlihat jelas dan tidak terhalang dalam proses pencapaiannya. Selain cara tersebut dapat dilakukan pemindahan perabot-perabot yang menghalangi dan menutupi APAR. Diharapkan dengan cara tersebut APAR dapat secara langsung digunakan penghuni Gedung Rektorat ketika bahaya kebakaran terjadi.

Pada bangunan eksisting, setiap tabung APAR yang ada dapat dicapai dengan jarak 23 m dari titik terjauh dari lantai. Hal tersebut sudah sesuai dengan kriteria yang ada, sehingga tidak memerlukan penambahan jumlah APAR maupun pemindahan titik APAR.

Tabel 4.7 *Jarak Pencapaian ke Titik APAR*

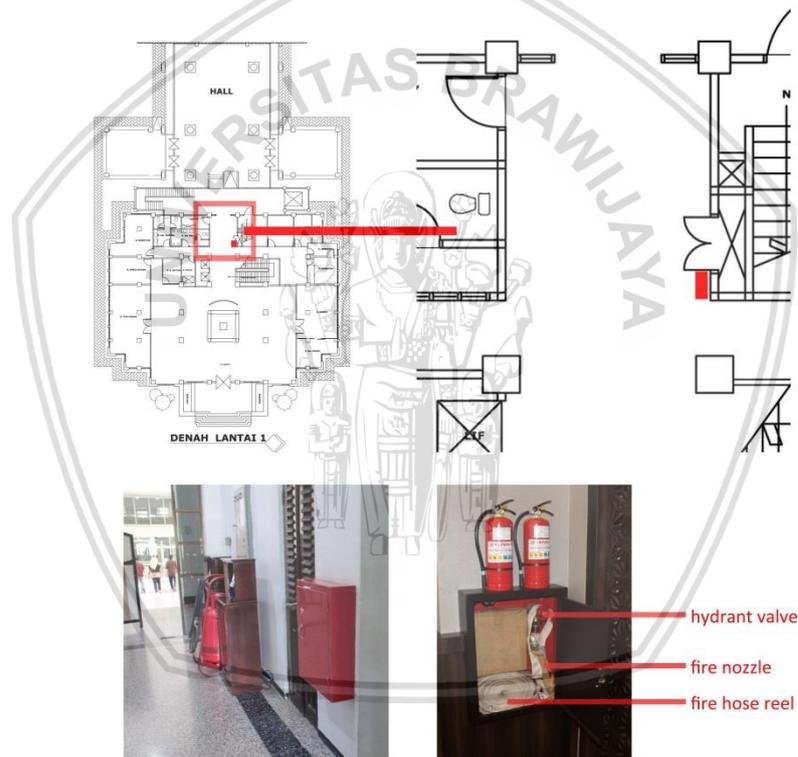
Gambar	Kondisi Pencapaian APAR
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>

	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>

	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>
	<p>Jarak tempuh sesuai kriteria</p>

b. Sistem pemadam kebakaran hidran indoor

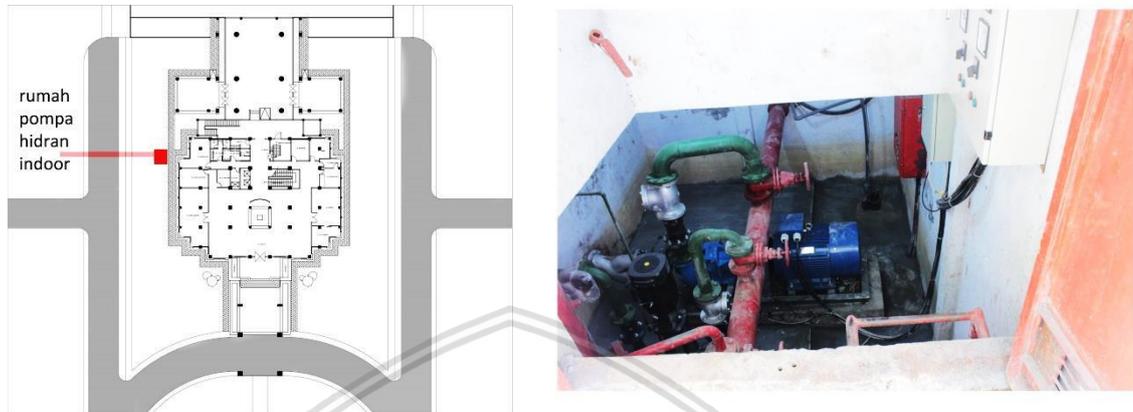
Selain APAR, terdapat sistem pemadam kebakaran manual berupa hidran indoor. Hidran indoor terdapat pada lantai 1-8 pada posisi yang sama yakni jakur sirkulasi yang memudahkan untuk diakses. Tampilan dari kotak hidran menggunakan finishing cat berwarna merah pada lantai 1-7 dan hitam pada lantai 8. Penggunaan warna merah terlihat kontras dengan dinding sehingga hidran box mudah diidentifikasi. Sedangkan warna hitam, kurang identic dengan perlengkapan sistem kebakaran sehingga perlu adanya penambahan signage HYDRANT pada box. Pada kotak hidran tersebut terdapat beberapa perlengkapan pemadaman kebakaran yakni *fire hose reel*, *fire nozzle* dan *hydrant valve*.



Gambar 4.114 Hidran indoor pada Gedung Rektorat

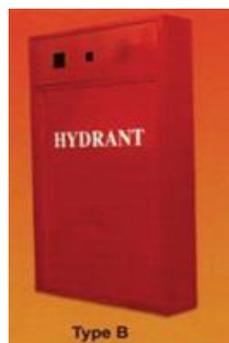
Cara kerja dari hidran indoor secara manual yakni dengan bantuan tenaga manusia. Ketika terjadi kebakaran, petugas bangunan yang terlatih atau PMK akan mengakses hidran box, membawa fire hose ke sumber api dan memutar hydrant valve untuk menyalakan air.

Hidran indoor dioperasikan oleh pompa yang berada di luar bangunan. Pada bulan September 2016 telah dilakukan uji coba dari penggunaan hidran indoor, hidran indoor dan pompa masih dapat berfungsi dengan baik.



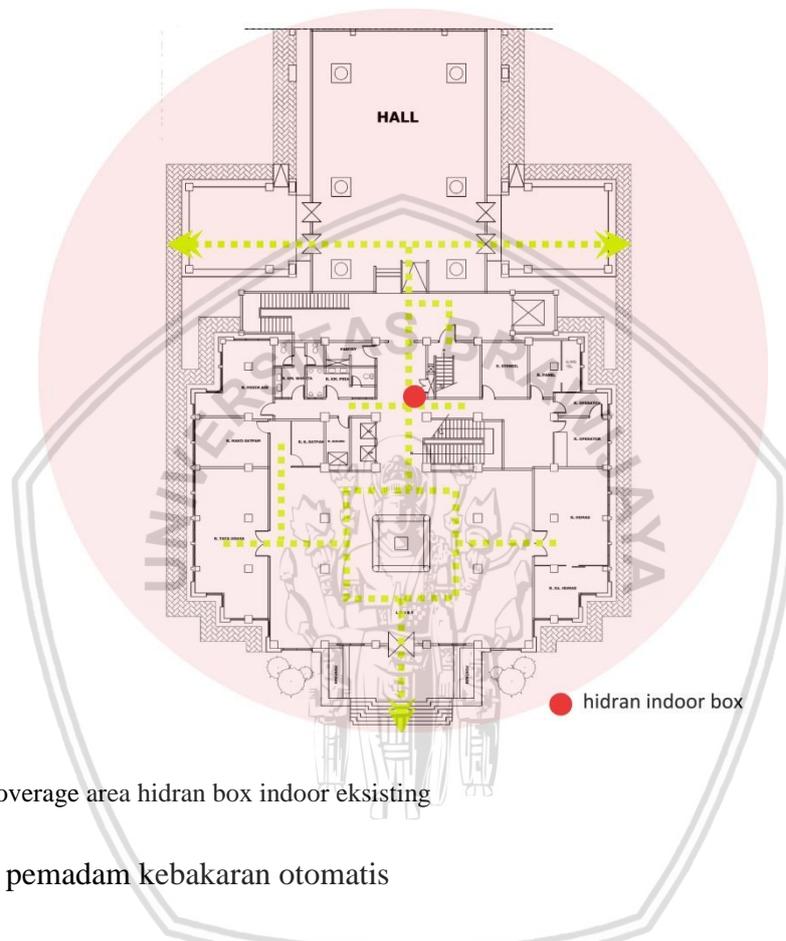
Gambar 4.115 Pompa hidran indoor

Kondisi kotak hidran tersebut jika tidak digunakan selalu dalam kondisi terkunci, sehingga tidak semua penghuni bangunan dapat mengakses dan menggunakan hidran tersebut. Kondisi kotak hidran yang dikunci tersebut dikarenakan faktor keamanan agar isi dari kotak hidran tidak disalahgunakan, namun kondisi tersebut dapat berakibat fatal jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran. Ketika bencana kebakaran terjadi penghuni bangunan yang panic akan fokus kepada evakuasi untuk menyelamatkan diri masing-masing, hal tersebut juga akan terjadi pada petugas pengelola bangunan yang membawa kunci kotak hidran tersebut, sehingga terlewatkan untuk membuka kotak hidran. Sehingga sebaiknya menggunakan kotak hidran indoor yang tidak dikunci atau yang dapat dipecahkan. Hidran box indoor eksisting akan diganti dengan hidran box tipe B yang dilengkapi dengan tombol alarm.



Gambar 4.116 Hidran box tipe B

Dengan panjang maksimum dari fire hose 30 meter, seluruh bagian dari bangunan dapat terjangkau. Sehingga posisi hidran box indoor sudah tepat, tidak memerlukan penambahan hidran box ataupun reposisi. Posisi hidran box tersebut juga berada pada sirkulasi yang mudah diakses dan terlihat, sehingga untuk mencapai dan mengenali keberadaan hidran box dapat dilakukan dengan mudah.

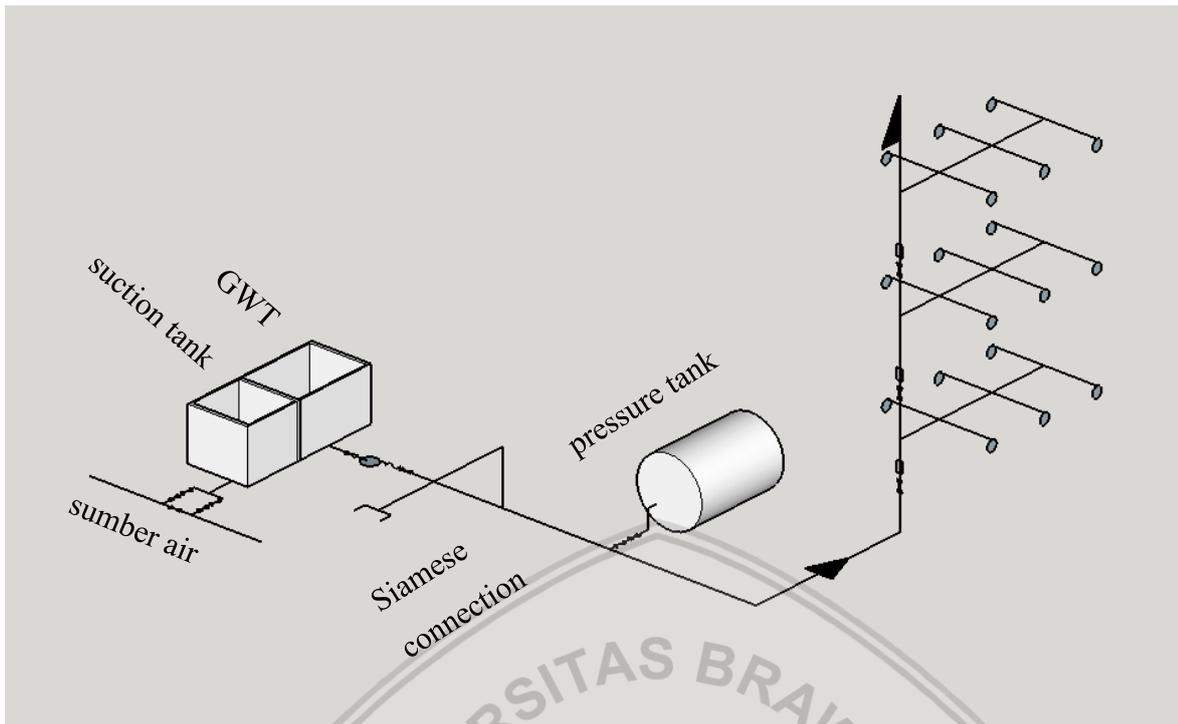


Gambar 4.117 Coverage area hidran box indoor eksisting

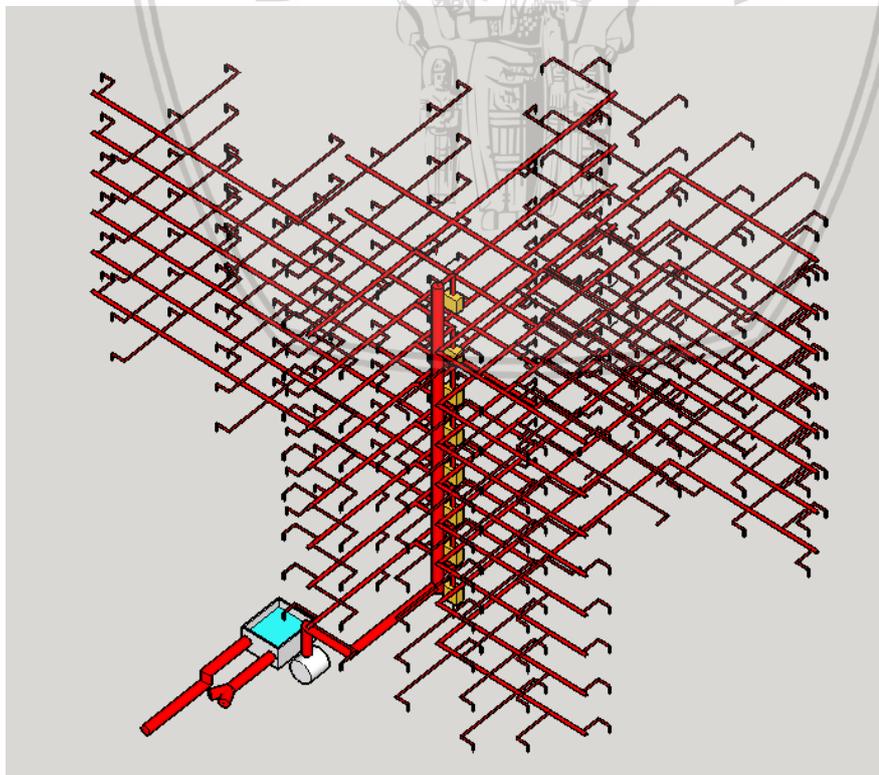
c. Sistem pemadam kebakaran otomatis

Pada bangunan eksisting tidak terdapat adanya sistem springkler otomatis. Pada analisis subbab sebelumnya terdapat beberapa poin yang mengharuskan rekomendasi springkler pada bangunan, sehingga pada Gedung Rektorat akan ditambahkan penambahan sistem springkler otomatis.

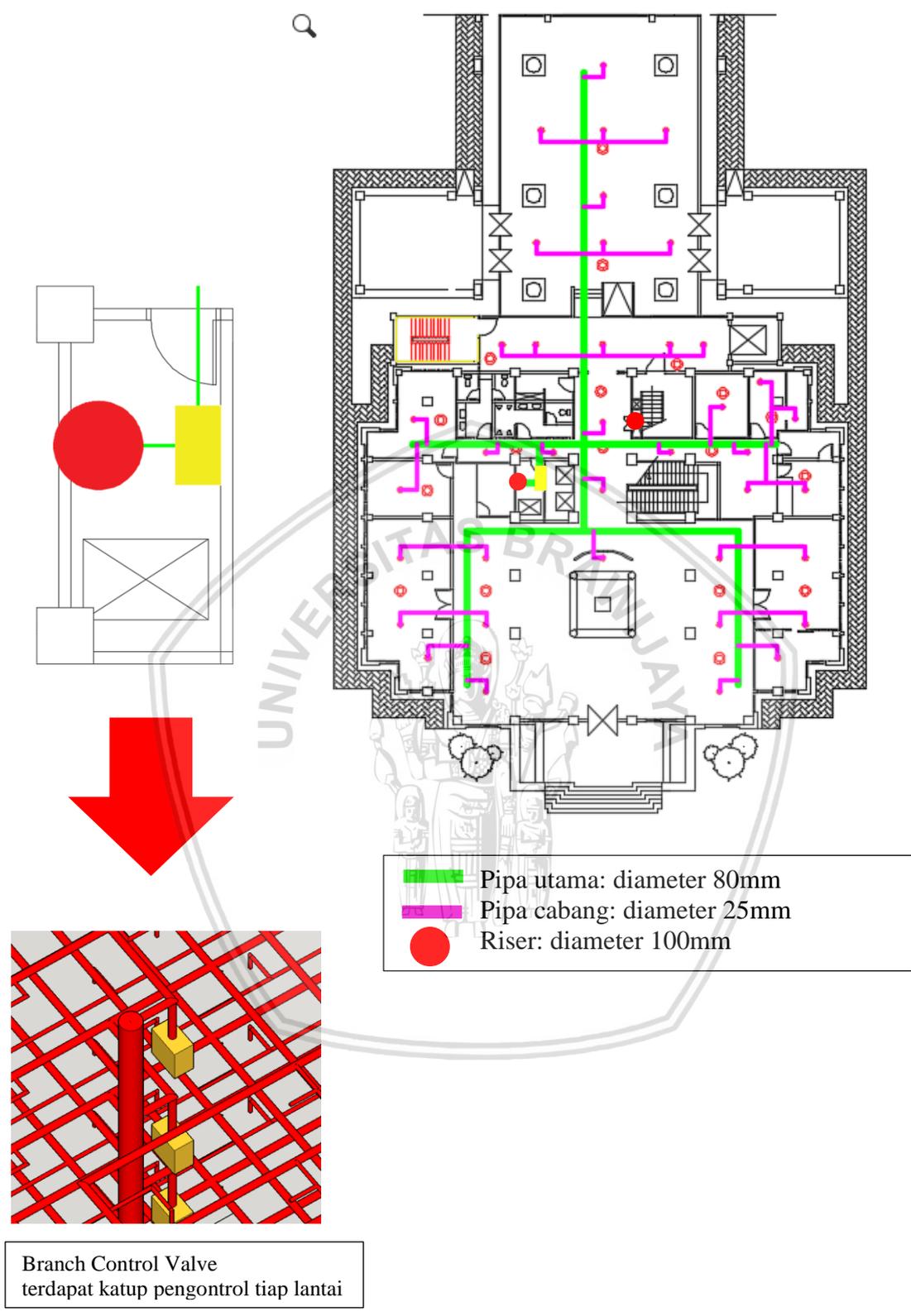
Jenis springkler yang akan digunakan adalah sistem basah hal tersebut karena iklim Indonesia yang memungkinkan dalam penggunaannya, sehingga tidak akan terjadi masalah seperti bekunya air di dalam sistem pipa springkler.



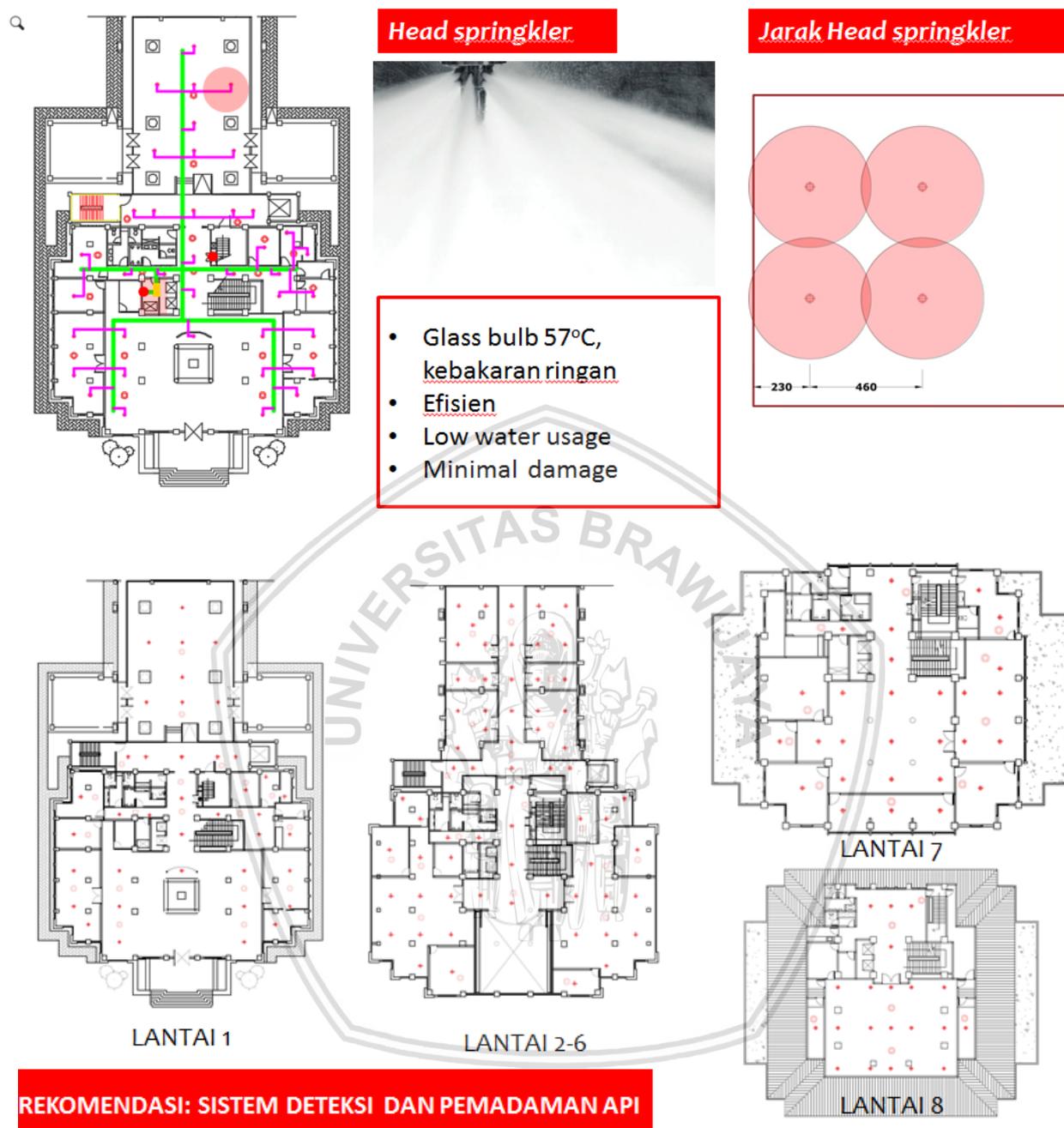
Sistem penyediaan air untuk springkler berasal dari air PDAM dan sumur yang di tamping dalam Ground Water Tank, Air dari GWT ini kemudian di pompa dengan tank bertekanan ke tiap-tiap springkler.



Gambar 4.118 Konsep penyediaan air sistem springkler otomatis



Gambar 4.119 Rencana distribusi perlantai sistem sprinkler otomatis



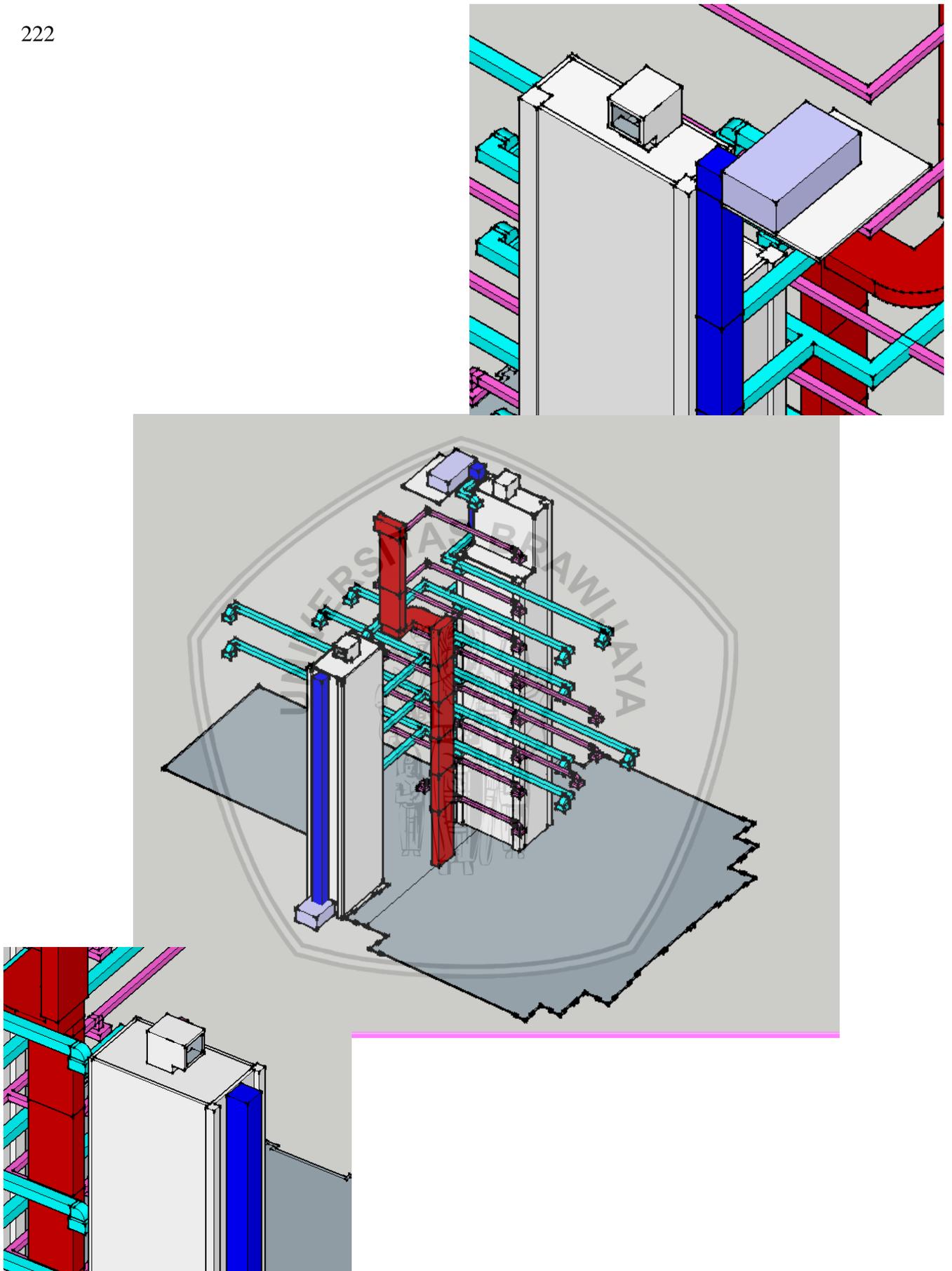
Gambar 4.120 Rencana penempatan head springkler

Penggunaan head springkler dengan pancaran *water mist* , mempertimbangkan keberadaan peralatan elektronik seperti komputer yang dapat mengalami kerusakan jika menggunakan springkler biasa. Springkler water mist akan memancarkan air yang berupa butiran embun yang dapat meminimalisir kerusakan peralatan elektronik. Penggunaan springkler water mist juga dapat menghemat penggunaan air.

### 3. Sistem pengendalian asap

Sistem pengendalian asap, gas beracun, dan panas dalam Gedung Rektorat hanya mengandalkan ventilasi dinding yang berupa bukaan jendela. Ketika terjadi kebakaran dalam Gedung Rektorat, asap, gas beracun, dan panas dari hasil pembakaran akan dikeluarkan melalui bukaan-bukaan dinding yang sedang terbuka pada saat kejadian. Sistem pengendalian tersebut dinilai belum efektif dikarenakan ventilasi berupa jendela-jendela tersebut dioperasikan secara manual dimana ketika kebakaran terjadi penghuni bangunan akan lebih fokus untuk melakukan evakuasi dibandingkan membuka ventilasi sehingga dikhawatirkan produk-produk pembakaran tidak dapat keluar dari bangunan dengan baik. Produk-produk pembakaran yang tidak bisa keluar dari Gedung Rektorat akan memenuhi ruang-ruang sirkulasi seperti koridor yang berakibat membahayakan karena dapat mengganggu proses evakuasi maupun proses pemadaman api. Untuk mencegah akibat-akibat yang berasal dari asap, gas beracun, dan panas dari bencana kebakaran diperlukan sistem tata udara yang dapat membantu mengurangi produk pembakaran tersebut.

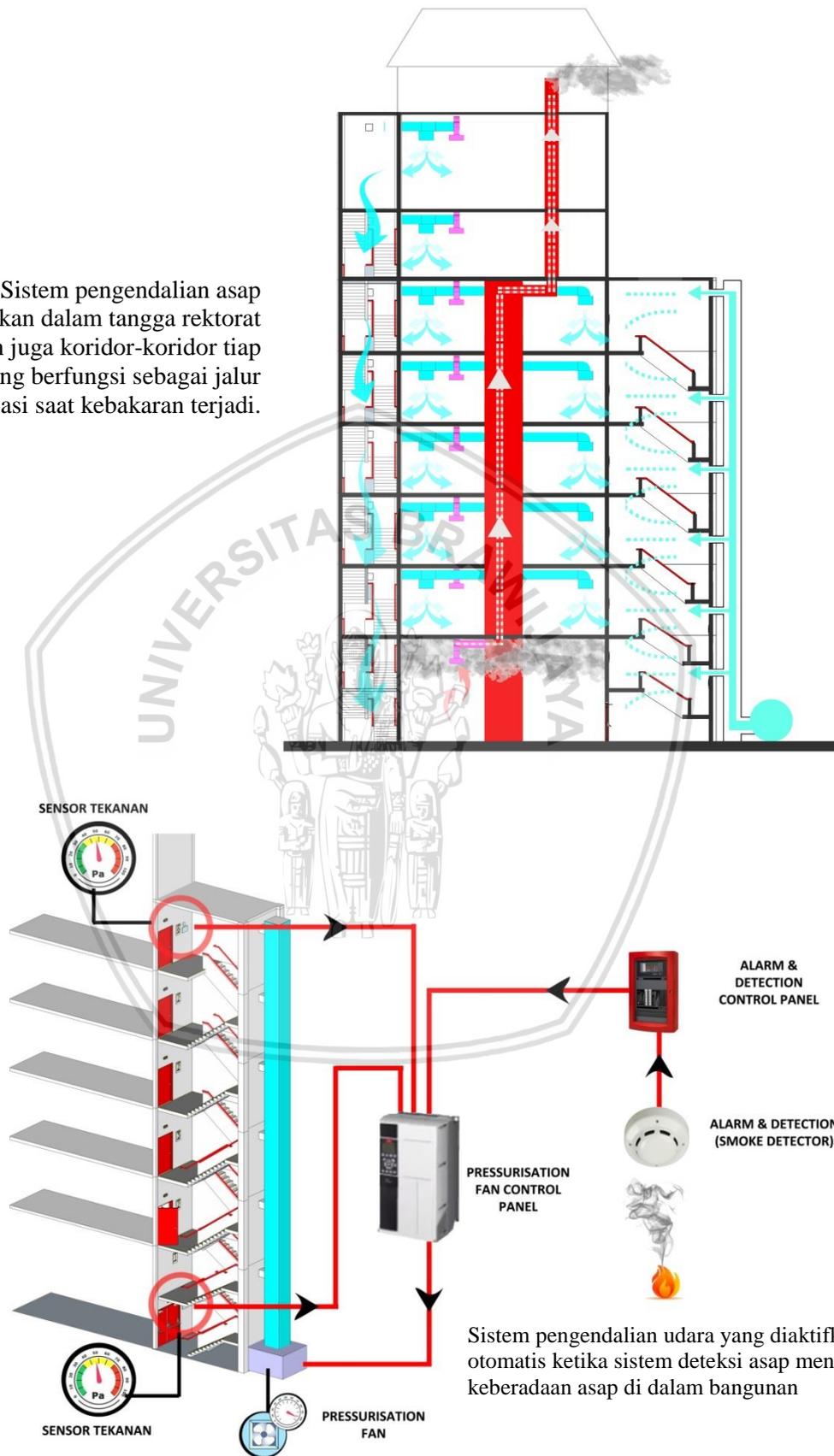
Penerapan sistem pengendalian asap berintegrasi dengan sistem deteksi asap dan alarm kebakaran. Ketika sistem deteksi mendeteksi adanya asap sistem pengendali asap otomatis diaktifkan. Pada ruang tangga darurat terdapat sistem pengendalian asap yakni dengan memberikan tekanan ke dalam ruang tangga darurat sehingga asap dari luar ruangan tidak dapat masuk ke dalam ruangan ketika pintu dibuka. Selain pada tangga darurat, sistem tata udara di berikan pada area koridor. Ketika sistem deteksi mendeteksi keberadaan asap, maka sistem tata udara pada koridor akan diaktifkan. Sistem tata udara pada koridor akan menyediakan udara bersih ke dalam bangunan yang juga berfungsi untuk mendorong asap untuk masuk ke dalam shaft pembuangan asap yang akan disediakan pada setiap lantai bangunan. Dengan keberadaan sistem tata udara tersebut diharapkan tidak terdapat asap pada bangunan yang berpotensi menghambat proses evakuasi di dalam Gedung Rektorat.



Gambar 4.121 Konsep sistem pengendalian asap

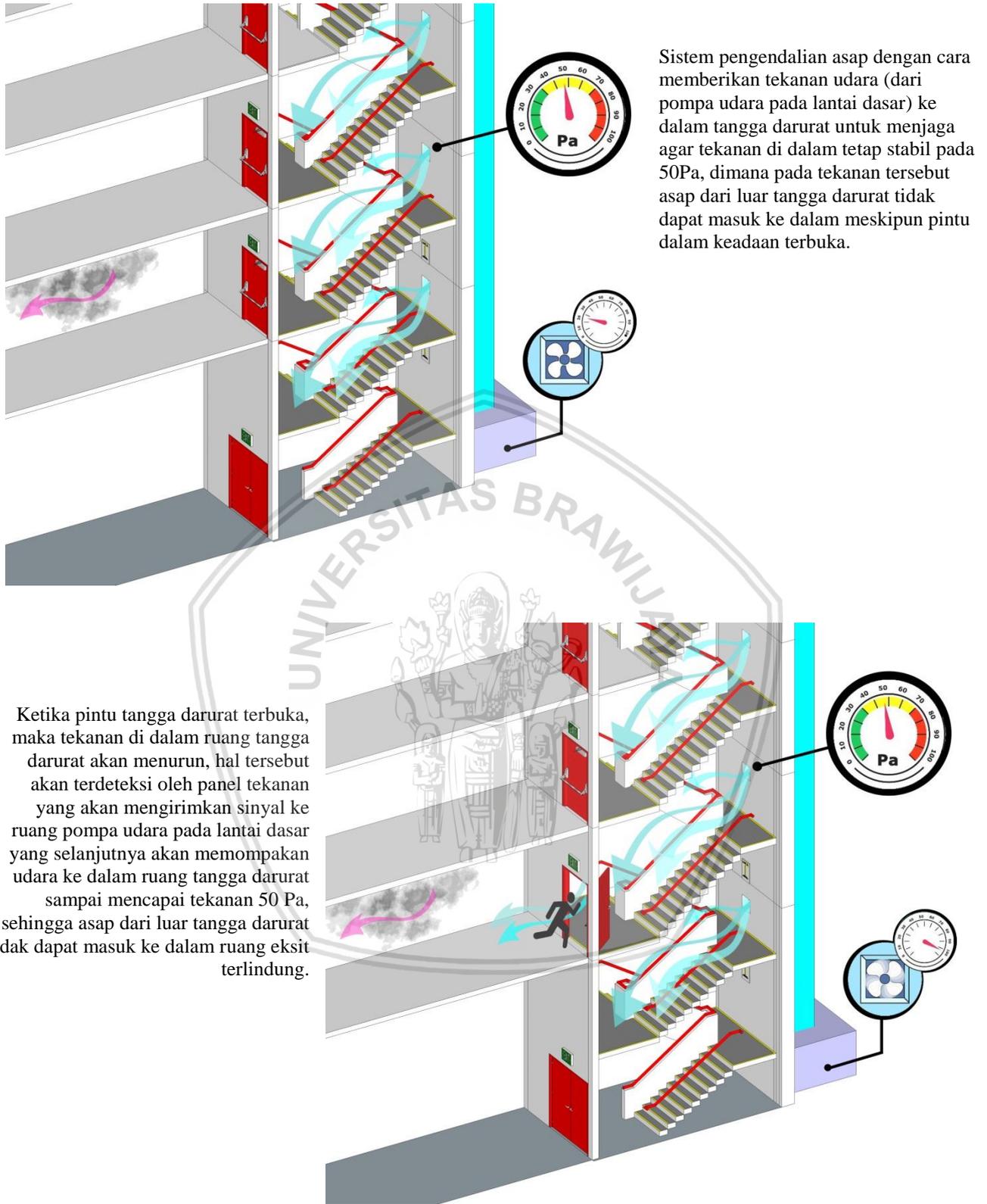


Sistem pengendalian asap diterapkan dalam tangga rektorat dan juga koridor-koridor tiap lantai yang berfungsi sebagai jalur evakuasi saat kebakaran terjadi.



Sistem pengendalian udara yang diaktifkan secara otomatis ketika sistem deteksi asap mendeteksi keberadaan asap di dalam bangunan

Gambar 4.122 Konsep sistem pengendalian asap 2



Gambar 4.123 Konsep sistem pengendalian asap otomatis pada ruang tangga darurat

#### 4.4 Rangkuman hasil analisis

Gedung Rektorat Universitas Brawijaya pada eksisting bangunannya sudah mengaplikasikan sistem proteksi kebakaran pada lingkungan dan dalam bangunan. Terdapat kelebihan dan kekurangan dari sistem proteksi kebakaran eksisting ketika dibandingkan dengan peraturan yang berlaku. Berikut beberapa kelebihan dan kekurangan yang ditemukan pada sistem proteksi kebakaran Gedung Rektorat.



<b>Sistem Proteksi Kebakaran Lingkungan</b>			
<b>Elemen sistem proteksi</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Permasalahan</b>	
		<b>Kekurangan</b>	<b>Solusi</b>
Jalan lingkungan	Dimensi 6-7 m sehingga dapat diakses kendaraan PMK	Parkir on-street yang memperkecil jalan lingkungan	Sebaiknya parkiran on-street dihilangkan atau di pindahkan ke bangunan khusus untuk parkir
	Material perkerasan paving stone		
	Layout jalan menerus		
Jarak antar bangunan	Jarak 9-9,5 meter		-
Akses PMK Ke lingkungan		Belum area khusus lapis perkerasan yang berfungsi menopang beban kendaraan PMK	Penambahan lapis perkerasan pada sekitar jalan lingkungan yang berjumlah 4 dengan dimensi 15x6 meter
	Dimensi jalan yang berkisar 6-7 meter dapat dijadikan sirkulasi bagi truk PMK		-
		Jalan kendaraan PMK terhalang parkir sepeda motor sehingga tidak dapat mengakses bangunan sekitar	Parkiran sepeda motor pada sisi Utara dan Selatan dipindahkan ke area khusus parkir kendaraan sehingga kendaraan PMK dapat mengakses gedung-gedung yang berada pada bagian Barat dri Gedung Rektorat

Sistem Proteksi Kebakaran Bangunan			
Elemen sistem proteksi	Kelebihan	Permasalahan	
		Kekurangan	Solusi
Akses PMK dari lingkungan ke bangunan		Akses kendaraan PMK ke entrance bangunan terhalang adanya parkir kendaraan sepeda motor, sehingga jarak tempuh PMK dari kendaraan sebesar 48 m	Parkir sepeda motor dipindahkan sehingga jarak tempuh PMK dari kendaraan menjadi 22 m
	Entrance masuk ke bangunan memiliki dimensi yang memenuhi standar untuk di lalui PMK		-
	Sisi bangunan Utara dan Selatan dapat diakses aerial ladder maksimum sampai dengan lantai 7		-
	Terdapat bukaan jendela (pada sisi Utara dan Selatan) dengan dimensi yang cukup untuk diakses PMK melalui aerial ladder		-
		Perlu penambahan sistem springkler otomatis untuk memberi waktu bagi PMK mengakses bangunan	Penambahan sistem springkler otomatis yang menggunakan sistem basah dan mist springkler
Akses PMK di dalam bangunan	Tangga-tangga umum pada bangunan dapat digunakan sebagai		

		shaft PMK		
Akses eksit koridor	Jarak tempuh ke eksit	Jarak tempuh ke eksit pelepasan maupun ke eksit tangga darurat sudah sesuai dengan standar		-
	Ujung buntu		Jarak ujung buntu pada eksisting melebihi ketentuan pada standar sebagai bangunan tanpa springkler namun masih memenuhi jarak maksimum bangunan berspringkler	Penambahan sistem springkler otomatis yang menggunakan sistem basah dan mist springkler
	Dimensi	Dimensi dari lebar sudah diatas dari standar lebar koridor sebesar 0,9m Ketinggian ruang berkisar 2,65-4,45 yang dapat diakses oleh manusia untuk kegiatan evakuasi.		-
	Perabot		Ditemukan perabot-perabot yang berada pada jalur evakuasi yang keberadaannya mengganggu proses evakuasi, menghalangi pandangan penghuni terhadap eksit bangunan dan menghalangi pencapaian ke perlengkapan pemadam kebakaran seperti APAR	Jalur evakuasi perlu dibersihkan dari perabot-perabot
Pintu	Arah buka	Sebagian besar arah buka pintu pada ruang-	Terdapat salah satu ruang pada lantai 5 dengan fungsi masjid yang	Seharusnya pintu pada masjid tersebut membuka ke arah luar luangan, dikarenakan beban hunian

		ruang telah sesuai dengan kapasitas beban hunian dari ruang-ruang tersebut	membuka ke arah dalam	pada ruang tersebut sebesar 300.
	Dimensi	Dimensi pintu berkisar 80-200 cm. Pada ruang-ruang yang berhubungan langsung ke jalur sirkulasi memiliki dimensi 140-200 cm, sehingga penghuni dapat keluar ruangan tanpa berdesakan. Dimensi tersebut dapat diakses oleh pengguna kursi roda		-
Eksit terlindung	Pintu	Pintu eksit lantai 1 membuka ke luar ruangan tangga darurat Pintu pada eksit lantai 2-8 membuka ke arah dalam tangga kebakaran. Keadaan tersebut telah sesuai dengan aturan		
			Pintu pada eksit terlindung tidak disertai dengan engsel penutup pintu sehingga efek-efek kebakaran dapat masuk ke dalam ruang terlindung	Penambahan engsel penutup pintu

			Handle pintu menggunakan laver handle yang tidak cocok digunakan pada pintu eksit darurat	Penggantian laver handle dengan panic bar
			Dimensi pintu 90cm	Diperlebar menjadi 112 cm
			Warna pintu menggunakan warna merah yang kontras sehingga mudah dikenali sebagai eksit terlindung	
			Signage tidak dapat menyala pada kondisi gelap	Penggantian signage eksit dengan signage yang memiliki kemampuan bercahaya dalam kondisi gelap
	Ruang difungsikan		Banyak ditemukan perabot-perabot pada ruang eksit terlindung	Memindahkan perabot tersebut
	Pencahayaan darurat		Tidak menggunakan pencahayaan darurat, terdapat banyak lampu yang sudah tidak layak pakai	Penggantian lampu-lampu pada eksit terlindung dengan jenis lampu darurat sistem baterai terpusat
Signage dan pencahayaan darurat			Tidak terdapat sistem pencahayaan darurat Signage menggunakan signage temple yang tidak dapat menyala saat kondisi gelap	Penggantian lampu-lampu pada eksit terlindung dengan jenis lampu darurat sistem baterai terpusat Penambahan signage yang mampu bercahaya dalam kondisi gelap yang mengandalkan sistem pencahayaan darurat
Sistem proteksi pasif		Sudah menggunakan konstruksi A yang mampu bertahan dalam kondisi kebakaran		
Sistem proteksi aktif	Sistem deteksi dan alarm		Mengandalkan manusia sebagai sistem deteksi dan terdapat tombol alarm sebagai peringatan bahaya	Perlu adanya sistem proteksi aktif yang terintegrasi satu sama lain

			kebakaran	
	Sistem pemadam kebakaran	Terdapat sistem pemadam manual seperti springkler dan hidran indoor yang masih berfungsi dengan baik	Belum terdapat sistem pemadam kebakaran otomatis	
	Sistem pengendalian asap		Tidak terdapat sistem pengendalian asap	



## DAFTAR PUSATAKA

DPU.(2000). *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*. SNI 03-1746-2000. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit PU.

Endangsih,T.(2008).*Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran Studi Kasus Senayan City*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.

Juwana, J. (2008). *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*.Jakarta:Erlangga.

Pynkywati, T. (2011). *Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam sebagai Sarana Evakuasi pada Kondisi Bahaya Kebakaran di Bandung Supermal dan Trans Studio Bandung*.Jurnal Teknik Arsitektur FTSP-Itenas Bandung.

Wahadamaputera,S.(2011).*Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam Sebagai Sarana Ruang Evakuasi Pada Bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung*.Jurnal Arsitektur Bandar Lampung.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bangunan Gedung Rektorat menerapkan sistem proteksi kebakaran baik pada lingkungan bangunan dan di dalam bangunannya. Pada proses analisis dan pembahasan ditemukan kelebihan dan kekurangan pada masing-masing aspek sistem proteksi kebakarannya.

Lingkungan dari bangunan Gedung Rektorat sudah mempertimbangkan beberapa aspek dari sistem proteksi kebakaran seperti jalan lingkungan, jarak antara bangunan dan akses PMK ke lingkungan bangunan. Permasalahan yang ada pada sistem proteksi pada lingkungan sebagian besar disebabkan oleh adanya sistem manajemen yang kurang baik. Contohnya parkir kendaraan on street yang tidak di beri ketegasan sehingga mengurangi lebar dari jalan lingkungan. Contoh lainnya juga dapat terlihat dari kondisi hidran halaman yang kurang diperhatikan segi perawatannya sehingga tidak dapat berfungsi secara maksimal.

Sistem proteksi dalam bangunan Gedung Rektorat pada sudah disediakan, hanya beberapa sistem proteksi aktif terutama yang bersifat otomatis tidak diterapkan pada bangunan. Sama halnya dengan sistem proteksi pada lingkungan, permasalahan-permasalahan yang ada disebabkan oleh manajemen bangunan yang kurang diperhatikan. Hal yang paling nampak pada bagian eksit terlindung bangunan yang kondisinya sudah beralih fungsi sehingga tidak layak dijadikan sebagai jalur evakuasi.

Nilai positif dari sistem proteksi ditemukan pada sistem proteksi pasif bangunan yang memenuhi standar ketahanan api.

Secara umum rekomendasi yang diberikan dengan cara melengkapi elemen yang masih kurang atau belum ada. Contohnya dengan melengkapi sistem proteksi aktif yang belum ada seperti springkler, sistem deteksi dan sistem pengendali asap.

Berdasar analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan terhadap bahaya kebakaran dapat diterapkan beberapa sistem proteksi kebakaran sebagai berikut:

1. Relayout tapak lingkungan Gedung Rektorat
2. Reposisi dan penambahan hidran outdoor
3. Mengembalikan fungsi tangga darurat
4. Perbaikan pintu tangga darurat berkaitan dengan dimensi, material dan kelengkapannya
5. Menambah jumlah tangga kebakaran
6. Memberikan ruang penyelamatan bagi disable
7. Melengkapi jalur evakuasi dengan signage dan pencahayaan darurat
8. Penggantian material rawan terbakar dengan material tahan api
9. Otomatisasi sistem deteksi kebakaran pada gedung
10. Penambahan sistem pemadam otomatis berupa springkler
11. Penambahan sistem pengendalian asap pada jalur evakuasi

## **5.2 Saran**

Saran yang diberikan terbagi menjadi 2 yakni bagi manajemen bangunan dan penelitian selanjutnya.

### **5.2.1 Manajemen bangunan**

Sebagian besar permasalahan yang ditemui pada eksisting diakibatkan kurangnya sistem manajemen pada bangunan. Sehingga berikut saran bagi pengelola bangunan berkaitan dengan manajemen sistem proteksi kebakaran.

- a. melakukan simulasi tanggap darurat secara berkala untuk meningkatkan kesiapsiagaan dari penghuni bangunan akan bahaya kebakaran yang dapat terjadi sewaktu-waktu
- b. melengkapi dan melakukan perbaikan berkala pada elemen-elemen sistem proteksi kebakaran berdasarkan rekomendasi yang telah dibuat
- c. melakukan perawatan dan pemeliharaan secara berkala terhadap elemen sistem proteksi kebakaran
- d. melakukan pemeriksaan berkala pada sistem proteksi yang ada

### 5.2.2 Bagi penelitian selanjutnya

Peneliti selanjutnya dapat mengalisis sistem manajemen kebakaran pada Gedung Rektorat Brawijaya serta memberi usulan yang mendetail terhadap sistem manajemen kebakaran Gedung Rektorat.



## DAFTAR PUSATAKA

- Denny. (2017). *Hochiki Europe Pamerkan Produk Baru di Ecobuild 2017*. [https://www.indosecuritysystem.com/read/fire\\_alarm/2017/03/07/1579/hochiki-europe-pamerkan-produk-baru-di-ecobuild-2017](https://www.indosecuritysystem.com/read/fire_alarm/2017/03/07/1579/hochiki-europe-pamerkan-produk-baru-di-ecobuild-2017). (diakses 19 April 2017).
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Spesifikasi Bahan Bangunan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung*. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit PU.
- Egan, M. D. (1978). *Concepts in Building Firesafety*. NewYork: John Wiley&Sons.
- Endangsih,T. (2008). Keselamatan Bangunan Pusat Perbelanjaan Terhadap Bahaya Kebakaran Studi Kasus Senayan City. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.
- Hall, F. & Greeno, R. (2011). *Building Services Handbook Sixth Edition*. Oxford:Elsevier.
- Juwana, J. (2008). *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*. Jakarta:Erlangga.
- Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum. (2000). Kepmen PU Nomor 10/KPTS/2000 tentang *Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum. (2000). Kepmen PU Nomor 11/KPTS/2000 tentang *Ketentuan Teknis Manajemen Penanggulangan Kebakaran di Perkotaan*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2008). Permen PU Nomor 25/PRT/M/2008 tentang *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Induksistem Proteksi Kebakaran*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2008). Permen PU Nomor 26/PRT/M/2008 tentang *Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Pynkywati, T. (2011). *Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam sebagai Sarana Evakuasi pada Kondisi Bahaya Kebakaran di Bandung Supermal dan Trans Studio Bandung*.Jurnal Teknik Arsitektur FTSP-Itenas Bandung.
- Standar Nasional Indonesia.(2000). *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar untuk Penyelamatan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*. SNI 03-1746-2000. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia.(2000). SNI 03-3989-2000 tentang *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Springkler Otomatik untuk Pencegahan Bahayana Kebakaran pada Bangunan Gedung*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia.(2000). SNI 03-1735-2000 tentang *Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung*. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit PU.

Standar Nasional Indonesia.(2000). SNI 03-1745-2000 tentang *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung*. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit PU.

Standar Nasional Indonesia.(2000). SNI 03-6571-2001 tentang *Sistem Pengendalian Asap Kebakaran pada Bangunan Gedung*. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit PU.

Sukron. (2016). *Mengenal Sistem Fire Alarm*.  
[https://www.indosecuritysystem.com/read/fire\\_alarm/2016/05/31/475/mengenal-sistem-fire-alarm](https://www.indosecuritysystem.com/read/fire_alarm/2016/05/31/475/mengenal-sistem-fire-alarm). (diakses 19 April 2017).

Tanya Alarm dan CCTV. (2010). *Anatomi Fire Alarm Addressable*.  
<http://www.tanyaalarm.com/2010/07/anatomi-fire-alarm-addressable.html>. (diakses 20 April 2017).

Wahadamaputera,S. (2011). *Kajian Desain Sirkulasi Ruang Dalam Sebagai Sarana Ruang Evakuasi pada Bangunan Pasar Baru Trade Centre Bandung*. Jurnal Arsitektur Bandar Lampung.

