

SKRIPSI

**PERANCANGAN DESAIN SISTEM DETEKSI KEBAKARAN
DAN GAS SUPPRESSION PADA COMPUTER CONTROL
BUILDING DI PLTGU MUARA TAWAR**



Disusun oleh :

ALI IMRON HANAFI (NIM: 1518619032)

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

TAHUN 2026

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Perancangan Desain Sistem Deteksi Kebakaran dan
Gas Suppression pada Computer Control
Building di PLTGU Muara Tawar
Penyusun : Ali Imron Hanafi
NIM : 1518619032
Tanggal Ujian : 7 Januari 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Pratomio Setyadi, S.T., M.T.
NIP 198102222006041001



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP 197102232006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II,



Dr. Himawan Hadi Sutrisno, MT
NIP 198105052008121002



Dr. Ir. Triyono, M.Eng.
NIP 197508162009121001



Ilman Arpi, MT
199608242025061005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Perancangan Desain Sistem Deteksi Kebakaran dan
Gas Suppression pada Computer Control
Building di PLTGU Muara Tawar
Penyusun : Ali Imron Hanafi
NIM : 1518619032
Tanggal Ujian : 7 Januari 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Pratomio Setyadi, S.T., M.T.
NIP 198102222006041001

Pembimbing II,



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP 197102232006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,



Dr. Himawan Hadi Sutrisno, MT
NIP 198105052008121002

Anggota Penguji I



Dr. Ir. Triyono, M.Eng.
NIP 197508162009121001

Anggota Penguji II,



Ilman Arpi, MT
199608242025061005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D
NIP 197102232006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 20 Januari 2026...

Ali Imron Hanafi



No. Reg. 1518619032



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ali Imron Hanafi
NIM : 1518619032
Fakultas/Prodi : Teknik / Rekayasa Keselamatan Kebakaran S1
Alamat email : dliimronhanafi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Perancangan Desain sistem Deteksi Kebakaran dan Gas Suppression pada
Computer Control Building

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 22 Januari 2026

Penulis

(Ali Imron Hanafi)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya ” dan tidak lupa Shalawat beserta salam semoga terlimpahkan pada Nabi Besar Kita Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyusun laporan skripsi in dengan judul “ **PERANCANGAN DESAIN SISTEM FIRE ALARM PADA COMPUTER CONTROL BUILDING DI PLTGU MUARA TAWAR**”.

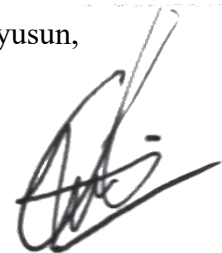
Laporan skripsi disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik di Universitas Negeri Jakarta. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat berguna bagi penelitian selanjutnya dan bagi masyarakat dalam bidang sistem proteksi kebakaran.

Tidak lupa dengan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang terkait dalam membantu saya menyusun laporan skripsi ini, doa dan harapan kebaikan penulis panjatkan kepada Allah SWT. Berbagai pihak saya berterimakasih yaitu :

1. Orang tua yang selalu memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materi.
2. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi S1 Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
3. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T dan Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D , selaku Dosen Pembimbing
4. Para dosen beserta jajaran dan staff Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

Jakarta, 22 Januari 2026

Penyusun,



Ali Imron Hanafi

NIM 1518619032

Perancangan Desain Sistem Deteksi Kebakaran dan Gas Suppression pada Computer Control Building di PLTGU Muara Tawar

Ali Imron Hanafi

Dosen Pembimbing : Pratomo Setyadi, S.T.,M.T.

Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D

ABSTRAK

Gedung Computer Control Building (CCB) PLTGU Muara Tawar merupakan fasilitas vital yang menampung peralatan elektronik penting seperti server, sistem SCADA, panel kontrol, dan UPS, sehingga memiliki potensi risiko kebakaran yang tinggi. Kepadatan peralatan dan instalasi kabel pada area ruangan utama, raised floor, dan above ceiling menuntut penerapan sistem proteksi kebakaran yang andal dan tidak merusak peralatan sensitif.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi kebakaran dan sistem pemadaman kebakaran menggunakan clean agent IG-55 pada Gedung CCB PLTGU Muara Tawar berdasarkan standar NFPA 72 dan NFPA 2001. Metode yang digunakan adalah metode campuran dengan analisis kualitatif melalui studi literatur dan evaluasi kondisi eksisting, serta analisis kuantitatif melalui perhitungan kebutuhan detektor, volume enclosure, jumlah silinder IG-55, flow rate, dan nozzle.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem deteksi kebakaran menggunakan kombinasi smoke detector, heat detector, dan photo-thermal detector yang dipasang pada area utama, raised floor, dan above ceiling. Sistem pemadaman kebakaran IG-55 dirancang sesuai karakteristik dan volume masing-masing ruangan, sehingga mampu memberikan deteksi dini dan pemadaman efektif tanpa menimbulkan kerusakan pada peralatan elektronik.

Kata Kunci : Gas Suppression, Detector, NFPA.

Design of Fire Detection and Gas Suppression System on Computer Control Building at Muara Tawar PLTGU

Dosen Pembimbing : Pratomo Setyadi, S.T.,M.T.

Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D

ABSTRACT

The Computer Control Building (CCB) of PLTGU Muara Tawar is a vital facility that houses critical electronic equipment such as servers, SCADA systems, control panels, and uninterruptible power supplies (UPS), which results in a high potential fire risk. The high density of equipment and cable installations in the main room area, raised floor, and above-ceiling spaces requires the implementation of a reliable fire protection system that does not damage sensitive equipment.

This study aims to design a fire detection system and a fire suppression system using the clean agent IG-55 for the CCB Building of PLTGU Muara Tawar based on NFPA 72 and NFPA 2001 standards. The research employs a mixed-method approach, consisting of qualitative analysis through literature review and evaluation of existing conditions, as well as quantitative analysis through calculations of detector requirements, enclosure volume, number of IG-55 cylinders, flow rate, and nozzle configuration.

The design results indicate that the fire detection system utilizes a combination of smoke detectors, heat detectors, and photo-thermal detectors installed in the main area, raised floor, and above-ceiling spaces. The IG-55 fire suppression system is designed according to the characteristics and volume of each room, enabling early fire detection and effective fire suppression without causing damage to electronic equipment.

Key Words: Gas Suppression, Detector, NFPA.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Perumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1. Teori Dasar Kebakaran	7
2.1.1. Definisi Kebakaran	7
2.1.2. Teori Api.....	7
2.1.3. Tahapan Perkembangan Kebakaran.....	9
2.1.4. Klasifikasi Kebakaran	11
2.2. Computer Control Building	12
2.3. Kebakaran pada Mekanisme Listrik	13
2.4. Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran	15
2.5. Sistem Pendukung Detektor Kebakaran	24

2.6.	Sistem Gas Suppression.....	27
2.7.	Media Pemadam.....	28
2.8.	Penentuan Konsentrasi Operasional Media Pemadam Clean Agent.....	33
2.9.	Metode Pemadaman.....	34
2.10.	Jenis Sistem <i>Fire Suppression</i>	35
2.11.	Discharge Nozzle	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	39
3.2.	Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.3.	Alur penelitian	40
3.3.1.	Tahap Studi Pustaka dan Pengumpulan Data	40
3.3.2.	Analisis Kebutuhan Proteksi dan Deteksi Kebakaran.....	41
3.3.3.	Pemilihan Jenis Detektor, Peletakkan Detektor dan Menentukan Jumlah Detektor.....	45
3.3.4.	Pemetaan dan perancangan sistem alarm dan control panel	45
3.3.5.	Menentukan metode pemadaman dan jenis media pemadam sesuai kebutuhan	46
3.3.6.	Perencanaan Instalasi Sistem Fire Supression	48
3.3.7.	Perencanaan Aktivasi Sistem Fire Suppression dan Deteksi Kebakaran.....	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		52
4.1.	Deskripsi Data.....	52
4.1.1.	Data Ruangan dan Lantai Gedung CCB	53
4.2.	Hasil Penelitian	64
4.2.1.	Analisis Kebutuhan Proteksi dan Deteksi Kebakaran.....	64
4.2.2.	Pemilihan Jenis Detektor, Peletakkan Detektor dan Menentukan Jumlah Detektor.....	82
4.2.3.	Menentukan metode pemadaman dan jenis media pemadam sesuai kebutuhan	89
4.2.4.	Perhitungan Kebutuhan Media Pemadam.....	91

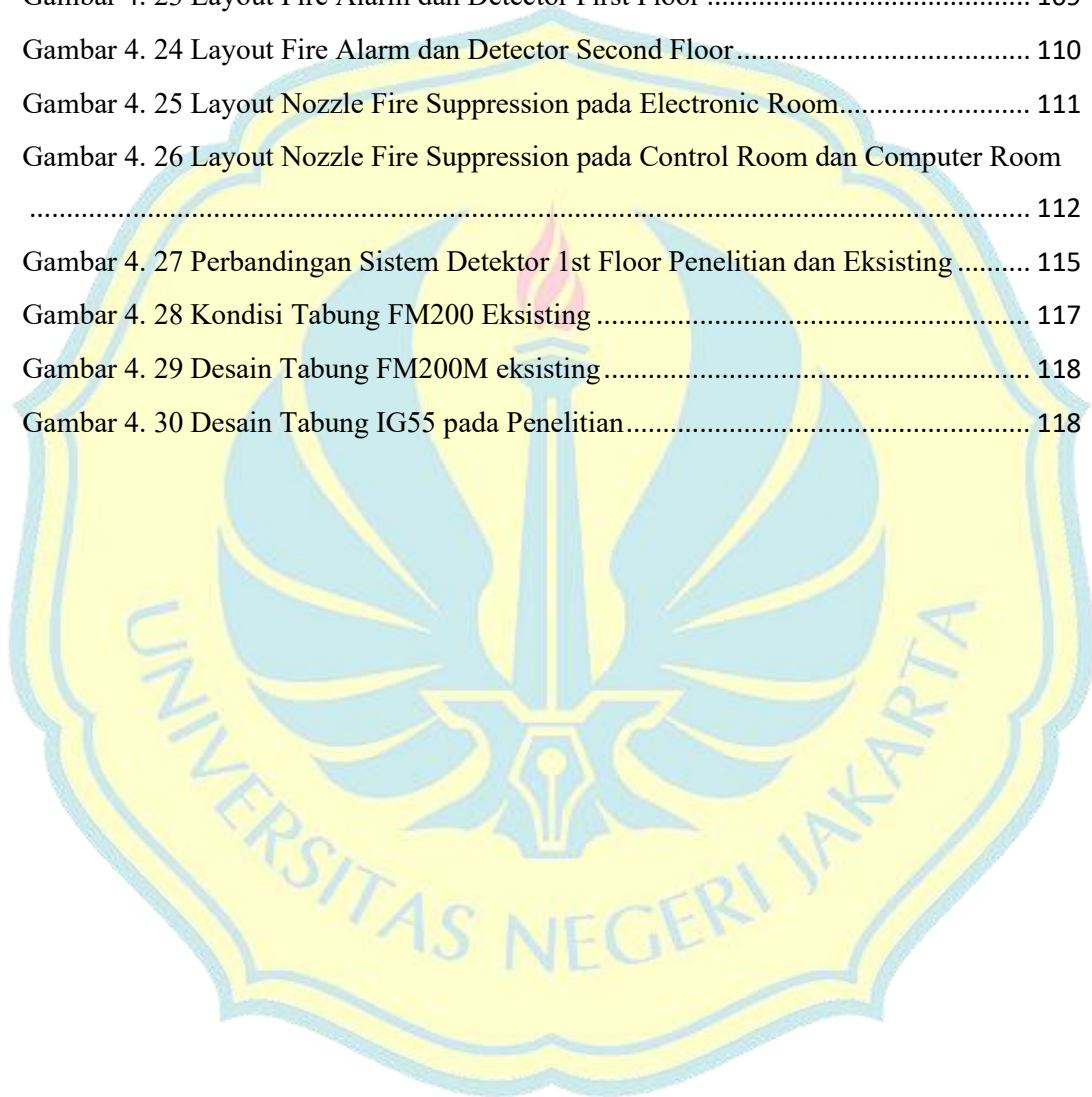
4.2.5.	Pemilihan Jenis <i>Nozzle</i>	100
4.2.6.	Aktivasi Sistem Fire Supression dan Fire Alarm.....	103
4.2.7.	Perencanaan Desain Instalasi <i>Fire Alarm</i> dan <i>Gas Suppression</i>	107
4.2.8.	Testing dan Commissioning	113
4.2.9.	Pembahasan Perbedaan Sistem Perancangan dengan Sistem Eksisting.....	113
BAB 5 KESIMPULAN		119
5.1.	Kesimpulan	119
5.2.	Saran	120
DAFTAR PUSTAKA.....		122
LAMPIRAN.....		124



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Api.....	8
Gambar 2. 2 Tetrahedron Api	9
Gambar 2. 3 Tahapan perkembangan api.....	10
Gambar 2. 4 Heat Detector	17
Gambar 2. 5 Smoke Detector	17
Gambar 2. 6 Flame Detector	18
Gambar 2. 7 Denah penempatan jarak	21
Gambar 2. 8 Fire Alarm Control Panel	25
Gambar 2. 9 Manual Break Glass	26
Gambar 2. 10 Fire Alarm Bell	26
Gambar 2. 11 Sounder Beacon	27
Gambar 2. 12 Discharge Nozzle variasi 180°	37
Gambar 2. 13 Discharge Nozzle variasi 360°	38
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	40
Gambar 3. 2 Tabel Risk Matrix	43
Gambar 4. 1 Gedung Computer Control Building.....	52
Gambar 4. 2 Pusat pengatur suhu ruangan.....	53
Gambar 4. 3 Lorong lantai dasar gedung CCB	54
Gambar 4. 4 Ruangan Chief Operator	55
Gambar 4. 5 Ruangan Operator	56
Gambar 4. 6 Break Room	56
Gambar 4. 7 Conference Room.....	57
Gambar 4. 8 Locker Room.....	58
Gambar 4. 9 Document Room	59
Gambar 4. 10 Pray Room.....	59
Gambar 4. 11 Clean Gas Room	60
Gambar 4. 12 Electronic Room.....	61
Gambar 4. 13 Storage Room.....	61
Gambar 4. 14 Clean Gas Room	62
Gambar 4. 15 Control Room.....	63
Gambar 4. 16 Computer Room	63

Gambar 4. 17 Plant Manager Room.....	64
Gambar 4. 18 Spesifikasi Discharge Nozzle Honeywell tipe 360°.....	100
Gambar 4. 19 Cara Kerja Sistem Aktivasi dengan Deteksi Otomatis.....	105
Gambar 4. 20 Cara Kerja Sistem Aktivasi dengan Manual Release.....	106
Gambar 4. 21 Cara Kerja Sistem Aktivasi Pneumatik.....	107
Gambar 4. 22 Layout Fire Alarm dan Detector Ground Floor	109
Gambar 4. 23 Layout Fire Alarm dan Detector First Floor	109
Gambar 4. 24 Layout Fire Alarm dan Detector Second Floor.....	110
Gambar 4. 25 Layout Nozzle Fire Suppression pada Electronic Room.....	111
Gambar 4. 26 Layout Nozzle Fire Suppression pada Control Room dan Computer Room	112
Gambar 4. 27 Perbandingan Sistem Detektor 1st Floor Penelitian dan Eksisting	115
Gambar 4. 28 Kondisi Tabung FM200 Eksisting	117
Gambar 4. 29 Desain Tabung FM200M eksisting.....	118
Gambar 4. 30 Desain Tabung IG55 pada Penelitian.....	118



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel jarak Heat Detector Berdasarkan Ketinggian Plafon	22
Tabel 2. 2 Tabel Desain Konsentrasi Minimum Clean Agent	34
Tabel 3. 1 Tabel Penilaian Likelihood	43
Tabel 3. 2 Tabel Penilaian Severity	43
Tabel 3. 3 Total Flooding Quantity	47
Tabel 4. 1 Analisis Resiko Ruang Pendukung Non Teknis	65
Tabel 4. 2 Analisis Resiko Ruang Operasional dan Administratif	66
Tabel 4. 3 Analisis Resiko Ruang Teknologi dan Sistem Kontrol	67
Tabel 4. 4 Analisis Resiko Ruang Istirahat dan Konsumsi	68
Tabel 4. 5 Penilaian Resiko terhadap Manusia pada Ruangan Pendukung Non Teknis...	70
Tabel 4. 6 Penilaian Resiko terhadap Material pada Ruangan Pendukung Non Teknis ...	71
Tabel 4. 7 Penilaian Resiko terhadap Manusia pada Ruangan Operasional dan Administratif	72
Tabel 4. 8 Penilaian Resiko terhadap Material pada Ruangan Operasional dan Administratif	73
Tabel 4. 9 Penilaian Resiko terhadap Material pada Ruangan Teknologi dan Sistem Kontrol	76
Tabel 4. 10 Penilaian Resiko terhadap Manusia pada Ruangan Istirahat dan Konsumsi .	77
Tabel 4. 11 Penilaian Resiko terhadap Material pada Ruangan Istirahat dan Konsumsi..	79
Tabel 4. 12 Determining Control dalam Bidang Engineering Control untuk Proteksi Kebakaran	80
Tabel 4. 13 Karakteristik Ruangan Teknologi dan Sistem Kontrol	90
Tabel 4. 14 Minimum Design Concentration	94
Tabel 4. 15 Jenis Ukuran Tabung Clean Agent IG-55	96
Tabel 4. 16 Tabel Discharge Time for Inert Gases	101
Tabel 4. 17 Jenis Detektor dan Jumlah Detektor pada Setiap Ruangan	107
Tabel 4. 18 Hasil Keseluruhan Kebutuhan Fire Suppression	110
Tabel 4. 19 Perbandingan Sistem Deteksi Penelitian dengan Eksisting	114
Tabel 4. 20 Tabel Perbandingan IG-55 vs FM-200 (HFC-227ea)	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Sheet Gas IG-55 Merk Honeywell.....	124
Lampiran 2 Data Sheet Discharge Nozzle Honeywell.....	126
Lampiran 3 Data Sheet Smoke Detector FSP-851.....	127
Lampiran 4 Data Sheet Heat Detector FST-851	128
Lampiran 5 Data Sheet Air Sampling Detector	129
Lampiran 6 Layout Fire Alarm dan Detector Ground Floor.....	132
Lampiran 7 Layout Fire Alarm dan Detector 1st Floor	132
Lampiran 8 Layout Detector Electronic Room Above Ceiling	133
Lampiran 9 Layout Detector Electronic Room Raised Floor	133
Lampiran 10 Layout Fire Alarm dan Detector 2nd Floor.....	134
Lampiran 11 Layout Detector Control dan Computer Room Above Ceiling.....	134
Lampiran 12 Layout Detector Control dan Computer Room Raised Floor.....	135
Lampiran 13 Layout Gas Suppression Electronic Room.....	135
Lampiran 14 Layout Gas Suppression Electronic Room Above Ceiling.....	136
Lampiran 15 Layout Gas Suppression Electronic Room Raised Floor	136
Lampiran 16 Layout Gas Suppression Control dan Computer Room	137
Lampiran 17 Layout Gas Suppression Control dan Computer Room Above Ceiling	137
Lampiran 18 Layout Gas Suppression Control dan Computer Room Raised Floor	138
Lampiran 19 Layout P&ID	138
Lampiran 20 Layout Detail IG-55 Seamless Cylinder.....	140