



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN GAS
DENGAN TEKNOLOGI ULTRASONIK DI AREA MIKE-MIKE
PLATFORM PERTAMINA HULU ENERGI
OFFSHORE NORTH WEST JAVA (ONWJ)**

SKRIPSI

**IHIN SOLIHIN
0806 365 923**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI, 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN GAS
DENGAN TEKNOLOGI ULTRASONIK DI AREA MIKE-MIKE
PLATFORM PERTAMINA HULU ENERGI
OFFSHORE NORTH WEST JAVA (ONWJ)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**IHIN SOLIHIN
0806 365 923**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI, 2010**

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ihin Solihin
NPM : 0806365923
Tanda Tangan : 
Tanggal : 24 Jun 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ihin Solihin
NPM : 0806365923
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Peringatan Dini Kebocoran Gas
dengan Teknologi Ultrasonik di Area Mike-Mike Platform
Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (ONWJ)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : .Dr. Abdul Halim M.Eng (.....)
Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan MT (.....)
Penguji : Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng (.....)

Ditetapkan di : Ruang MULTIMEDIA A Lt. 2 DTE FT UI Depok

Tanggal : 24 Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang karena berkat karunia dan hidayah – Nya Tugas Akhir yang berjudul PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN GAS DENGAN TEKNOLOGI ULTRASONIK DI AREA MIKE-MIKE PLATFORM PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA (ONWJ) ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Hal ini akibat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Penulis mengharap kritik dan saran untuk memperbaiki Tugas Akhir ini pada khususnya dan kemampuan penulis pada umumnya.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya.

Jakarta, Juni 2010

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penulis mengerjakan tugas akhir ini dan selama mengarungi kehidupan di Universitas Indonesia, banyak pihak yang telah berperan serta membantu baik dari segi moril dan spirituil. Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih ini kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang Tua, Hj. Unasih dan H. Rasta yang selalu penuh kasih sayang. Doa Bapak dan Ibu adalah kekokohan penulis untuk terus berusaha dan berusaha. Semoga penulis diberi kemampuan dan kesempatan oleh Allah untuk bisa membalas segala yang telah Bapak dan Ibu berikan. Amiin....
3. Istriku Putri Khoirusnisa, dan kakak adikku yang ihin sayangi: Kak Bahri, Kak Hasan, Kak Odhi, Kak Ashari, Ceu Amah, Ceu Ipah, Ceu Yayah, Ceu Eli, Ceu Iah, Ka Iman, dan adikku Nunung atas doa dan dukungannya secara moril dan materiil.
4. Bapak Dr. Abdul Halim M.Eng, selaku dosen pembimbing I atas segala bantuan baik berupa bimbingan, diskusi dan arahan yang telah diberikan kepada saya dan Bapak Mefredi, selaku pembimbing II dan bapak Iman Budi Hartawan selaku pembimbing III, yang telah memberikan bimbingan, buku – buku, dukungan, nasehat kepada saya.
5. Semua Staf Pertamina Hulu Energi ONWJ, khususnya bagian Operation Availability dan OIM area Mike Mike flow station : Bapak Heri Haruman, Bapak Harry Widiyanto, Bapak I Nyoman Hartanu, Bapak Budi Reva, atas segala keramahannya dalam mensupport data dan informasi selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Benny Nuryadi selaku Operations Availability Manager yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk bisa mengadakan penelitian di PT Pertamina Hulu Energi ONWJ.
7. Keponakan-keponakanku, de Arie, de Tia, de Fajar, de Lucky, de Adit, de Abel, de Saroh, de Numan Faruk, de Rifa, de Asep, de Nur, de Alda, de Raga dan de Ima yang lucu dan cantik – cantik yang selalu menghibur saya

dikala sedih dan senang. Pesan saya, Jangan lupa Sholat, nurut pada Orang Tua dan Belajar yang rajin juga ya.. ...

8. Teman-teman di Kelas S1 Elektro UI 2008 yang baik hati dan murah senyum atas segala canda tawanya dan pengalaman yang sangat berharga.
9. Seluruh Dosen dan Karyawan Universitas Indonesia atas segala bantuan dari segi ilmu dan bimbingannya.

Serta Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Jakarta, Juni 2010

Ihin Solihin

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ihin Solihin
NPM : 0806365923
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

”Perancangan Sistem Peringatan Dini Kebocoran Gas dengan Teknologi Ultrasonik di Area Mike-Mike Platform Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (ONWJ)”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 24 Juni 2010

Yang menyatakan

(Ihin Solihin)

ABSTRAKSI

Nama : Ihin Solihin
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI
KEBOCORAN GAS DENGAN TEKNOLOGI ULTRASONIK DIAREA MIKE-
MIKE PLATFORM PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH
WEST JAVA (ONWJ)

PHE ONWJ memiliki wilayah daerah konsesi di lepas pantai Barat Laut Jawa (*Offshore North West Java* atau *ONWJ*). Terbentang dari utara Cirebon ke Pulau Seribu, berjarak 50 mil dari garis pantai. Fasilitas produksi meliputi 517 *producing strings*, 144 platform, dan 12 *flowstations*.

Sebagai sebuah perusahaan Oil and Gas yang memiliki beberapa plant di lepas pantai maka PHE ONWJ telah berupaya agar setiap plant di PHE ONWJ selalu dalam kondisi safe. Salah satu yang diimplementasikan di PHE ONWJ adalah adanya Proteksi terhadap adanya Gas di area plant PHE ONWJ. Proteksi ini penting sekali untuk diinstall untuk menjaga kemungkinan terjadinya efek yang dapat membahayakan bagi manusia dan juga lingkungan.

Berdasarkan hasil investigasi dari team safety engineer bahwa diperlukan adanya suatu sistem proteksi yang dapat memberikan peringatan dini terhadap area yang terindikasi berpotensi terhadap adanya bahaya gas release sebelum adanya perbaikan yang lebih lanjut, yaitu penggantian pipa dengan yang baru. Area tersebut adalah di Mike-Mike Flow station tepatnya antara Platform MMF ke Platform MMS yang merupakan pipa aliran gas untuk pembangkit generator.

Dari hasil investigasi tersebut diputuskan sistem proteksi yang dapat mensupport kebutuhan tersebut adalah Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector. Ultrasonik Gas Leak Detector merupakan suatu sistem yang sederhana tetapi memiliki manfaat yang sangat besar, yaitu mampu memberikan peringatan dini terhadap adanya kebocoran gas sehingga bisa memberikan *control action* yang lebih cepat kepada Manusia, sehingga pada akhirnya Manusia dan lingkungan

sekitar dapat terselamatkan dari bahaya kebocoran Gas. Terutama hal ini terjadi di industri eksplorasi Minyak & Gas.

Detektor ini bekerja dengan mendeteksi adanya suara ultrasonik. Sistem ULD akan memberikan warning sistem berupa alarm, apabila ULD tersebut telah mendeteksi adanya suara Ultrasonik yang terdeteksi melebihi level treshold yang diberikan selama delay time tertentu. Kondisi ini mengindikasikan adanya kebocoran gas disekitar area dimana ULD tersebut dipasang. Adapun kontrol yang digunakan adalah PLC Allen Bradley 1100.

Kata kunci:

Kebocoran Gas, Detector, Ultrasonik, PLC, PHE ONWJ

ABSTRACT

Name : Ihin Solihin
Study Program: Electrical Engineering
Title : EARLY WARNING SYSTEM DESIGN FOR THE PRESENCE OF GAS LEAK WITH ULTRASONIK TECHNOLOGY IN MIKE-MIKE PLATFORM PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA (ONWJ)

PHE ONWJ with territory in the concession area offshore West Java Sea (Offshore North West Java or ONWJ). Stretching from north of Cirebon to the Thousand Islands, located 50 miles from the coastline. Production facilities include 517 producing strings, 144 platforms and 12 flowstations.

As an Oil and Gas company which owns several offshore plant in the PHE ONWJ has endeavored to every plant in PHE ONWJ always in safe conditions. One that is implemented in PHE ONWJ is the protection of the Gas Plant area PHE ONWJ. This protection is very important to be installed to maintain the possibility of effects that can be harmful to humans and the environment.

Based on the investigation of the safety engineering team that needed a protection system that can provide early warning of areas that indicated the presence of potentially dangerous release of gas before the existence of further improvement, namely the replacement of pipes with new ones. The area is in the Mike-Mike Flow station precisely between the MMF Platform to the MMS Platform which is a pipe flow of gas for power generators.

From the investigation it was decided that the protection system can support these needs is Ultrasonic Gas Leak Detector System. Ultrasonic Gas Leak Detector is a simple system but it has a huge benefit, that is able to provide early warning against gas leaks that could provide a faster control action to the Man, so Man and eventually the surrounding environment can be saved from danger of gas leaks. Mainly this occurs in the Oil & Gas exploration industry.

This detector works by detecting the ultrasonic sound. ULD system will give warning of an alarm system, if the ULD has been detected Ultrasonic sound

that exceeds the given threshold level during a certain time delay. This condition indicates a gas leak around the area where the ULD is installed. The controls used were Allen Bradley PLC 1100

Keywords:

Gas Leak, Detector, Ultrasonic, PLC, PHE ONWJ

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAKSI	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
DAFTAR ISTILAH	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penyelesaian	3
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 DASAR TEORI	7
2.1 Sejarah Singkat Pertamina Hulu Energi ONWJ	7
2.2 Philosophy System Fire & Gas	8
2.2.1 Catalytic Bead Gas Detector	13
2.2.2 IR Gas detector	13
2.2.3 Ultrasonik Gas Leak Detector	15
2.2.3.1 Area Deteksi	16
2.2.3.2 Offshore Coverage	16
2.2.3.3 Onshore Coverage	17

2.2.3.4 Rekomendasi Setting Alarm	17
2.3 Komponen Proses Control	19
2.3.1 Proses	19
2.3.2 Controller	20
2.3.3 Control Element	21
2.3.4 Pengukuran	21
2.4 Definisi dan Sejarah PLC	21
2.4.1 Bagian-Bagian PLC	23
2.4.2 Fungsi PLC	24
2.4.3 Keuntungan PLC	25
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM ULTRASONIK GAS LEAK	
DETECTOR	28
3.1 Pendahuluan	28
3.2 Lokasi Instalasi Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	30
3.3 Perencanaan Sistem	31
3.4 Perencanaan Perangkat Keras	32
3.4.1 Bagian MTU (Main Terminal Unit)	32
3.4.1.1 PLC Micro Logic 1100	35
3.4.1.2 Human Machines Interface	35
3.4.1.3 Analog Extension Module	36
3.4.1.4 Wireless I/O	37
3.4.1.5 Power Supply	38
3.4.2 Bagian RTU (Remote Terminal Unit)	39
3.4.2.1 Ultrasonik Gas Leak Detector	40
3.4.2.2 IS Barrier	41
3.5 Perencanaan Perangkat Lunak/ Ledder Diagram	42
3.6 Hasil Rancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	51
3.6.1 Wiring Diagram/ Sistem Pengkabelan	51
3.6.1.1 Disisi MTU (Main Terminal Unit)	52
3.6.1.2 Disisi RTU (Remote Terminal Unit)	54
3.6.2 Design Sistem Ultrasonik Gas Leak detector	55
3.7 Prinsip Kerja Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	56

3.8 Perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector di Area Mike Mike f/s.....	59
BAB 4 ANALISIS SISTEM HASIL RANCANGAN	65
4.1 Analisis Hasil Perancangan	65
4.1.1 Analisis Hasil pengujian	65
4.1.1.1 Pengujian di Lab/ Workshop	65
4.1.1.2 Pengujian di Lapangan	70
4.1.1.3 Pengujian Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector ketika Hujan	75
4.1.2 Analisis Rancangan Skenario	76
4.2 Analisis Perangkat Lunak	76
4.2.1 Pemrograman Programmable Logic Controller (PLC) ...	76
4.2.2 Perancangan Human Machine Interface (HMI)	76
4.2.2.1 Display Awal	77
4.2.2.2 Menu Utama	78
4.2.2.3 GDU Trend	79
4.2.2.4 GDU Alarm	79
4.2.2.5 Topology	80
4.2.2.6 Login	81
4.2.2.7 Config PV Menu	82
4.2.2.8 Adjustable Timer	82
4.2.2.9 Warning Alarm & Reminder	83
4.3 Analisa Kelayakan Sistem	83
4.3.1 Identifikasi Input Sistem	83
4.3.2 Identifikas Output Sistem	84
4.4 Analisis Kelebihan dan kekurangan Sistem	85
4.4.1 Kelebihan Sistem	85
4.4.2 Kekurangan Sistem	86
4.5 Analisis Teknis	86
4.5.1 Konsep Teknis Sistem	86
4.5.2 Analisis User Profile	87

4.6 Analisis Sumber Daya	87
4.6.1 Kesiapan Teknologi	87
4.6.2 Kesiapan Sumber daya Manusia	88
4.7 Preventive Maintenance	88
BAB 5 KESIMPULAN	89
DAFTAR PUSTAKA	90



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	
Peta Distribusi Flowstation pada Wilayah Produksi Pertamina PHE ONWJ	6
Gambar 2.2	
Philosopy Sistem Fire & Gas	7
Gambar 2.3	
Lapisan Proteksi Sistem Fire & Gas	7
Gambar 2.4	
Bahaya Hydrocarbon Release	8
Gambar 2.5	
Blok Diagram Sistem Shutdown	10
Gambar 2.6	
Prinsip Kerja Catalytic Bead Detector	11
Gambar 2.7	
Spectrum Elektromagnetik	11
Gambar 2.8	
Cahaya Infra red yang dilewatkan yang akan diterima oleh Detector	12
Gambar 2.9	
Bagian dalam IR Point Gas Detector	12
Gambar 2.10	
Kondisi Normal IR Open Path Gas Detector	12
Gambar 2.11	
Kondisi Terdeteksi Gas dari IR Open Path Gas Detector	13
Gambar 2.12	
Background Noise Level area Offshore	14
Gambar 2.13	
Background Noise Level area Onshore	14
Gambar 2.14	
Komponen dari Ultrasonik Gas Leak Detector	15
Gambar 2.15	
Pemasangan Gas Detector Unit	16
Gambar 2.16	
Elemen Proses Kontrol	18
Gambar 3.1	
Area Kerja Mike-Mike Flow Station	30
Gambar 3.2	
PID Pipa Aliran Gas antara Platform MMF ke Platform MMS	31
Gambar 3.3	
Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	31
Gambar 3.4	
Bagian Luar MTU (Main Terminal Unit)	33
Gambar 3.5	
Bagian Dalam MTU (Main Terminal Unit)	34
Gambar 3.6	
Bagian Dalam RTU	40
Gambar 3.7	
Perangkat ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector)	40
Gambar 3.8	
Hardware IS Barrier	41
Gambar 3.9	
Flow Chart Pembuatan Ledder Diagram	42

Gambar 3.10	Ledder Urutan Pemrosesan Program	43
Gambar 3.11	Ledder Input 0 Digital	45
Gambar 3.12	Ledder Output 0 Digital	45
Gambar 3.13	Ledder Proses Scalling Analog Input Channel	46
Gambar 3.14	Ledder untuk set Delay Time	48
Gambar 3.15	Ledder Syarat terjadinya Alarm	49
Gambar 3.16	Ledder Syarat terjadinya GDU Fault	50
Gambar 3.17	Diagram Digital Output	52
Gambar 3.18	Diagram Digital Input	52
Gambar 3.19	Diagram Analog Input	53
Gambar 3.20	Power Distribution untuk Power AC	53
Gambar 3.21	Power Distribution untuk Power DC	54
Gambar 3.22	Diagram pengkabelan di area RTU	54
Gambar 3.23	Power Diagram AC di area RTU	55
Gambar 3.24	Power Diagram DC di area RTU	55
Gambar 3.25	Rancangan Sistem di area MTU (Main Terminal Unit)	56
Gambar 3.26	Rancangan Sistem di area RTU	56
Gambar 3.27	Rancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	57
Gambar 3.28	Koneksi Link komunikasi antara RTU dan MTU	58
Gambar 3.29	Setting Delay Time pada MTU	59
Gambar 3.30	Posisi ULD1 di Mike-Mike f/s	60
Gambar 3.31	Posisi ULD2 di Mike-Mike f/s	60
Gambar 3.32	Posisi ULD3 di Mike-Mike f/s	61
Gambar 3.33	Posisi ULD4 di Mike-Mike f/s	61
Gambar 3.34	Posisi MTU di Mike-Mike f/s	62
Gambar 3.35	Posisi RTU di Mike-Mike f/s	62
Gambar 3.36	Posisi Masing masing ULD di MMS	63
Gambar 3.37	Posisi Masing masing ULD di MMF	64
Gambar 4.1	Koneksi Link Komunikasi antara RTU dan MTU	68
Gambar 4.2	Display awal Sistem Ultrasonik Gas Leak detector	77
Gambar 4.3	Menu Utama Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector	77
Gambar 4.4	Tampilan GDU Trend	79

Gambar 4.5	Tampilan GDU Alarm	80
Gambar 4.6	Tampilan Koneksi Link Komunikasi dalam kondisi Baik	80
Gambar 4.7	Tampilan Koneksi Link Komunikasi dalam kondisi Loss	81
Gambar 4.8	Tampilan Menu Login	81
Gambar 4.9	Tampilan Config PV Menu	82
Gambar 4.10	Tampilan Setting Delay Time	82
Gambar 4.11	Fluktuasi Pembacaan Sinyal Ultrasonik Gas Leak Detector	84

DAFTAR TABEL

	Hal	
Tabel 2.1	Flowstation pada Wilayah Produksi PHE ONWJ	26
Tabel 3.1	Perangkat Hardware di MTU (Main Terminal Unit)	32
Tabel 3.2	Penjelasan Bagian Luar MTU	34
Tabel 3.3	Spesifikasi Hardware PLC Micrologic 1100	35
Tabel 3.4	Spesifikasi Hardware Analog Extension Module	36
Tabel 3.5	Spesifikasi Hardware Wireless I/O	37
Tabel 3.6	Spesifikasi Hardware Power Supply	38
Tabel 3.7	Bagian- Bagian RTU (Remote Terminal Unit)	39
Tabel 3.8	Spesifikasi Hardware ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector)	41
	Hasil Pengujian Kinerja Ultrasonik Gas Leak Detector di	
Tabel 4.1	Workshop	66
Tabel 4.2	Pengujian Analog extension module antara RTU dan MTU	68
Tabel 4.3	Pengujian Analog Output antara MTU dan HMI	69
Tabel 4.4	Pengujian Analog Input antara RTU dan HMI	69
Tabel 4.5	Pengujian Yang di lakukan di Lapangan	70
Tabel 4.6	Pembacaan Background Noise untuk ULD 1	72
Tabel 4.7	Pembacaan Background Noise untuk ULD 2	73
Tabel 4.8	Pembacaan Background Noise untuk ULD 3	74
Tabel 4.9	Pembacaan Background Noise untuk ULD 4	75
Tabel 4.10	Pembacaan ULD ketika kondisi Hujan	75
Tabel 4.11	Keterangan dari Gambar Display Utama	78

DAFTAR SINGKATAN

PHE	:	Pertamina Hulu Energi
ONWJ	:	Offshore North West Java
PLC	:	Programmable Logic Controller
MTU	:	Main Terminal Unit
RTU	:	Remote Terminal Unit
HMI	:	Human Machines Interface
PC	:	Personal Computer

DAFTAR ISTILAH

- HMI : HMI merupakan perangkat Lunak sebagai media antar muka manusia dengan mesin/ perangkat.
- I/O Servers : I/O Servers merupakan interface yang digunakan untuk koneksi antara InTouch dengan PLC
- Port Communication : Port Communication merupakan port yang terdapat dalam PC yang digunakan untuk komunikasi antar perangkat yang akan digunakan.
- PLC : PLC merupakan suatu sistem digital elektronika dengan memory yang dapat deprogram untuk penyimpanan internal intruksi pengguna agar melakukan fungsi spesifik seperti Logika, Urutan, waktu, counting dan aritmatik yang mengontrol melalui digital atau analog input dan output.
- Background Noise : Background noise adalah noise normal yang terbaca pada system
- Set Point : Set Point adalah nilai threshold yang di berikan pada system

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (ONWJ) merupakan salah satu operator minyak dan gas lepas pantai terbesar di Indonesia yang mensuplai energi untuk pasar domestik di pulau Jawa dan sekitarnya.

Area kerja dari PHE ONWJ terbentang dari Cirebon di sebelah timur dan membentang hingga kepulauan seribu disebelah barat, sekitar 50 mil dari pantai. Fasilitas-fasilitas di PHE ONWJ terdiri dari 670 *production wells*, 170 *platform*, lebih dari 40 fasilitas-fasilitas pemrosesan dan servis, dan sekitar 1600 km pipa-pipa bawah laut. Stasiun-stasiun yang ada di PHE ONWJ antara lain : Zulu, Avsa, Papa, Mike-Mike, KLA, Lima, Central Plant, Bravo, Arco Arjuna, Uniform, Foxtrot dan Echo.

Semua fasilitas yang ada di PHE ONWJ selalu di inspek secara rutin, salah satunya pada pipa-pipa aliran gas. Pada salah satu inspeksi yang dilakukan oleh team safety engineer didapatkan adanya penipisan pipa pada aliran gas antara Platform MMF ke Platform MMS. Penipisan pipa ini berpotensi terhadap adanya bahaya gas release di area tersebut, dan hal ini akan membahayakan terhadap lingkungan dan manusia. Berdasarkan hal tersebut diperlukan suatu sistem yang mampu untuk memberikan peringatan dini kepada manusia, sehingga bisa memberikan *control action* yang lebih cepat apabila kebocoran gas itu terjadi.

Berdasarkan hal tersebut, penulis dalam hal ini akan merancang dan melakukan penelitian terhadap sebuah sistem deteksi gas dengan teknologi ultrasonik yang ditransmisikan dengan teknologi wireless. Pemilihan alat ini didasarkan pada kenyataan bahwa spektrum frekuensi kebocoran gas berada di area range 25 KHz – 10 Mhz. Selain itu alat ini sudah di design sedemikian rupa sehingga memenuhi standar keselamatan yang diwajibkan oleh perusahaan minyak dan Gas.

Alat deteksi ini akan di pasang pada salah satu plant PHE ONWJ yaitu antara Platform MMF ke Platform MMS. Platform MMF dan Platform MMS merupakan salah satu plant di PHE ONWJ yang merupakan bagian dari Mike

Mike Flow Station. Mike-Mike Flow Station merupakan junction yang menghubungkan antara Mike-Mike, Lima, APN, KLA dan PCP.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Adanya hasil inspeksi oleh team *safety engineer* bahwa adanya penipisan pipa aliran gas antara Platform MMF ke Platform MMS yang berpotensi bahaya adanya kebocoran gas.
2. Diperlukan suatu sistem peringatan dini yang dapat memberikan *control action* yang lebih cepat apabila kebocoran gas itu terjadi.
3. Menganalisa faktor faktor yang mempengaruhi terhadap sensitivitas ultrasonik gas leak detector yang ada di lapangan, sehingga kinerja sistem menjadi optimal.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk :

1. Merancang sistem *early warning system* terhadap adanya potensi bahaya gas *release* di area Platform MMF ke Platform MMS.
2. Melakukan study lapangan terhadap kinerja sistem dilapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bukan hanya bagi penulis tetapi juga bagi pihak perusahaan. Secara umum manfaat penelitian yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Membantu pihak Pertamina PHE ONWJ dalam membangun suatu sistem *early warning system* terhadap adanya bahaya *Gas release*.
2. Membantu pihak Pertamina PHE ONWJ dalam mengevaluasi kinerja sistem deteksi gas dengan teknologi ultrasonik.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka diperlukan adanya suatu pembatasan masalah agar penelitian ini menjadi lebih fokus. Adapun batasan-batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2009 – Apr 2010
2. Sistem Deteksi Gas dengan Teknologi Ultrasonik hanya dilakukan studi lapangan di area kerja Pertamina Hulu Energi ONWJ
3. Memberikan rekomendasi dan analisa terhadap kinerja sistem Ultrasonik Gas Leak detector.

1.6 Metodologi Penyelesaian

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, maka dilakukan langkah-langkah yang meliputi : studi pustaka, perancangan sistem, pembuatan perangkat lunak, dan analisa sistem. Rincian tahapan yang akan ditempuh adalah sebagai berikut:

1. Study Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang penulis buat. Studi Literatur ini mengacu pada buku-buku pegangan, data sheet dari berbagai macam komponen yang dipergunakan, data yang didapat dari internet, dan makalah-makalah yang membahas tentang tugas akhir yang penulis buat.

2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Berisi tentang proses perencanaan hardware dan software. Pada bagian hardware akan diterangkan mengenai rancangan sistem Ultrasonik Gas Leak detector, sedangkan pada bagian software akan dibahas mengenai program dan cara kerja sistem Ultrasonik Gas Leak Detector.

3. Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan software RS Logic 500 dengan PLC yang digunakan adalah PLC Micrologic 1100.

4. Uji Sistem

Dari Sistem yang telah dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing bagian dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

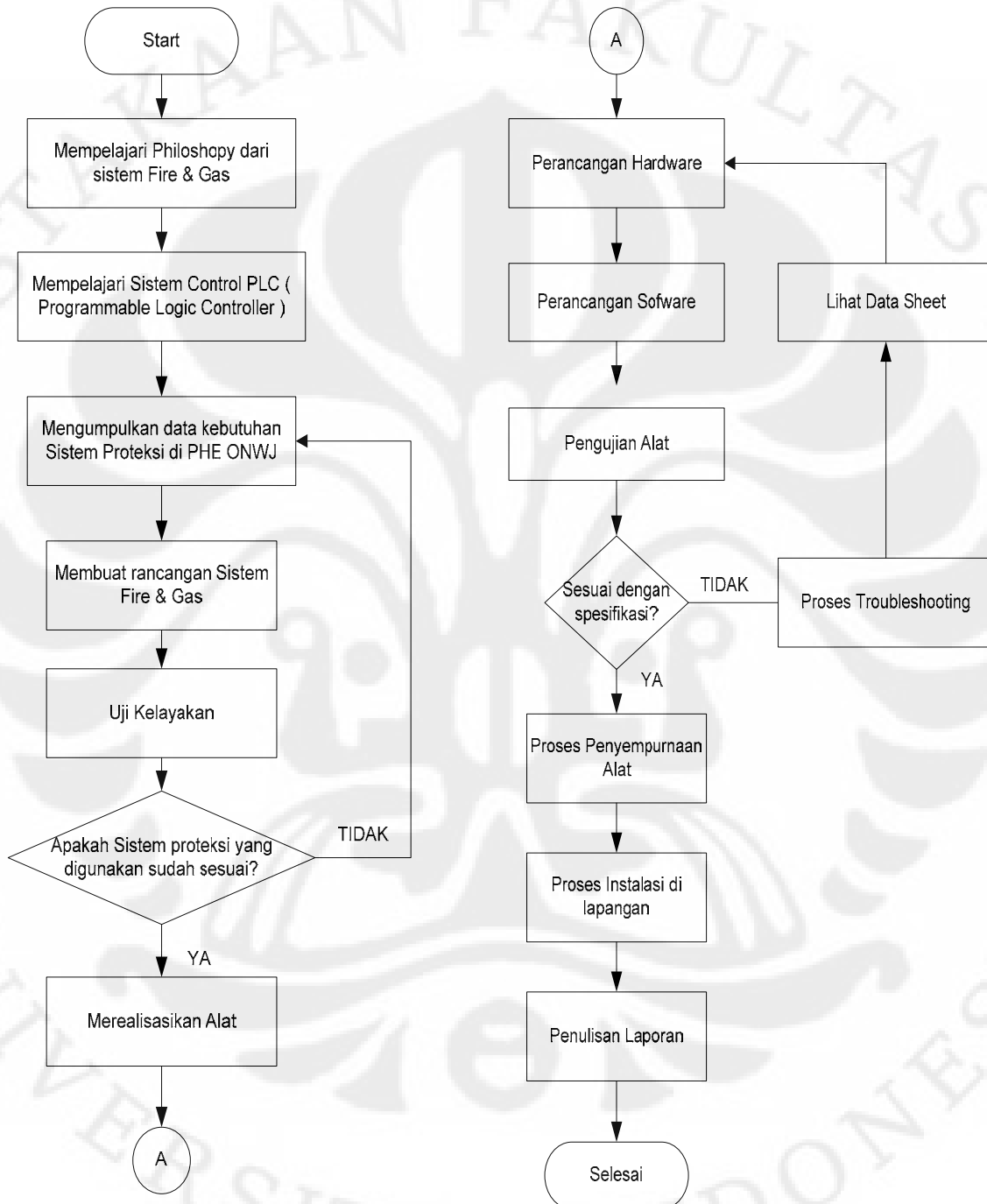
5. Pengambilan Data

Pada bab ini akan diuraikan tentang kinerja dari masing masing blok dengan harapan dalam pengujian tidak terdapat kesalahan yang fatal dan hasil yang di dapat sesuai dengan yang diinginkan.

6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat diajukan sebagai bahan perbaikan untuk pengembangan lebih lanjut.

**METODOLOGI PENELITIAN
PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI TERHADAP ADANYA
GAS DI PERTAMINA HULU ENERGI ONWJ**



Gambar 1.1 Flow Chart Perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab. Bab satu menjelaskan tentang pendahuluan, pada bab ini dibahas secara singkat latar belakang perancangan sistem ultrasonik Gas leak detector, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan tugas akhir, Manfaat penelitian, metode penulisan dan sistematika penulisan. Dan selanjutnya bab dua tentang landasan teori, pada bab ini diulas sejarah singkat dari Pertamina Hulu Energi, dilanjutkan dengan uraian tentang philosophy fire and Gas, system ultrasonik gas leak detector, dan dijelaskan pula sistem control dengan PLC (Programmable Logic Controller). Dan selanjutnya bab tiga tentang Perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor, pada bab ini berisi tentang pembuatan dan perencanaan hardware dan software atau program dari Programmable Logic Controllers (PLC) dan dibahas pula proses Instalasi di lapangan, yaitu di Area Mike-Mike Platform Pertamina Hulu Energi. Dan selanjutnya bab empat tentang Pengujian dan Analisa Rancangan Sistem, pada bab ini berisi tentang langkah-langkah dan pengujian dari sistem ultrasonik gas leak detektor yang dilakukan di Laboratorium/ workshop dan di lapangan berikut dengan Analisa sistem Ultrasonik Gas Leak Detector. Dan dilanjutkan dengan bab lima yaitu kesimpulan, pada bab ini berisi kesimpulan yang menyimpulkan seluruh pembahasan dari bab sebelumnya.

BAB 2 DASAR TEORI

Pada bab ini berisi tentang sejarah singkat dari Pertamina Hulu Energi, dilanjutkan dengan uraian tentang philosophy fire and Gas, sistem ultrasonik gas leak detektor, dan dijelaskan pula sistem kontrol dengan PLC (Programmable Logic Controller).

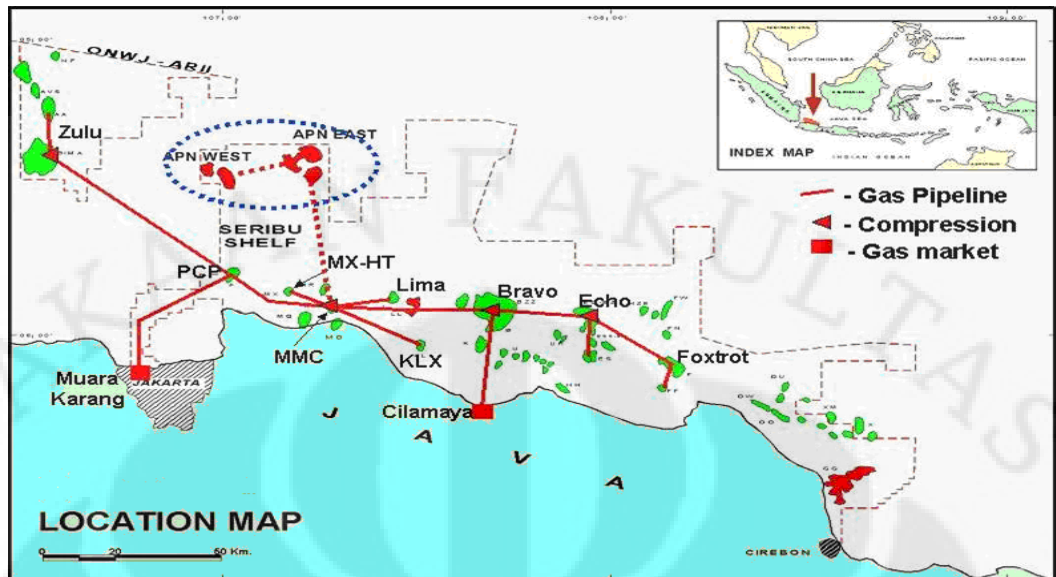
2.1 Sejarah Singkat Pertamina Hulu Energi ONWJ

Pertamina PHE ONWJ merupakan salah satu operator minyak dan gas lepas pantai terbesar di Indonesia yang mensuplai energy untuk pasar domestik di pulau Jawa dan sekitarnya.

Area kerja dari PHE ONWJ terbentang dari Cirebon di sebelah timur dan membentang hingga kepulauan seribu disebelah barat, sekitar 50 mil dari pantai. Fasilitas-fasilitas di PHE ONWJ terdiri dari 670 production wells, 170 platform, lebih dari 40 fasilitas-fasilitas pemrosesan dan servis, dan sekitar 1600 km pipa-pipa bawah laut. Stasiun-stasiun yang ada di PHE ONWJ antara lain : Zulu, Avsa, Papa, Mike-Mike, KLA, Lima, Central Plant, Bravo, Arco Arjuna, Uniform, Foxtrot dan Echo. Untuk lebih detail mengenai ruang lingkup kerja dari dua area utama PHE ONWJ dapat dilihat pada tabel 2.1 dan gambar 2.1

Tabel 2.1 Flowstation pada Wilayah Produksi PHE ONWJ

East Area	West Area
Foxtrot	Avsa
Echo	Zulu
Central Plant	Mike-Mike
Arco Arjuna	Papa
Bravo	Lima
Uniform & Kilo	KLA



Gambar 2.1 Peta Distribusi Flowstation pada Wilayah Produksi Pertamina PHE ONWJ

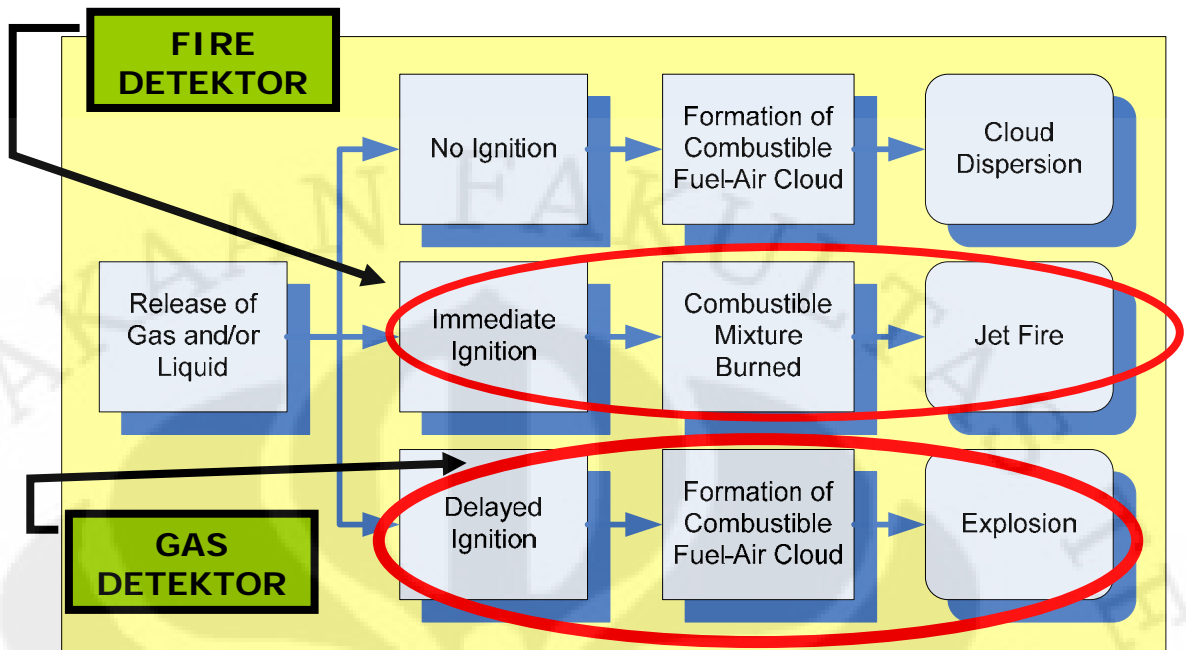
2.2 Philosophy Sistem Fire & Gas

Sistem fire & gas merupakan suatu sistem yang digunakan sebagai alat deteksi dini dan memberikan peringatan terhadap adanya hidrocarbon release yang dilengkapi dengan proses instrumentasi dan alarm. Tujuan dari adanya sistem fire & Gas ini dimaksudkan untuk mencegah adanya effect yang lebih besar terhadap lingkungan dan manusia dan tentunya akan berimpact kepada business operation.

Sistem fire & gas ini dilengkapi dengan proses instrumentasi untuk memperingatkan kondisi yang dianggap membahayakan jika ditemukan diluar proses normal.

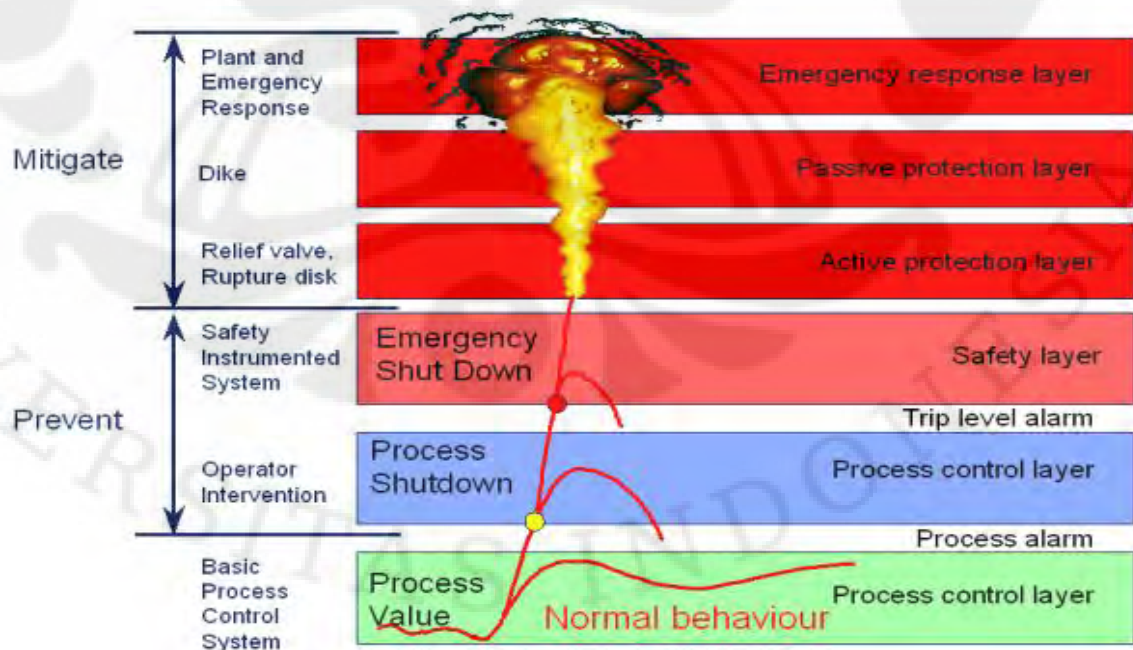
Proses control dan sistem instrumentasi yang ada hanya memberikan umpan balik/ loop control terhadap kondisi dalam sistem proses yang ada.

Berikut ini gambar Mengapa sistem Fire & Gas dibutuhkan di didunia industri



Gambar 2.2 Philosophy Sistem Fire & Gas

Dengan adanya sistem Fire & Gas maka setiap plant yang berpotensi memberikan hazard kepada plant dapat diminimalisir. Dengan adanya sistem ini, dapat dikurangi effect yang lebih besar terhadap lingkungan dan manusia sekitar. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang hal ini, perlu pembaca mengenal lapisan proteksi, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.3 Lapisan Proteksi Sistem Fire & Gas

Dan berikut ini merupakan lapisan proteksi untuk mengurangi effect yang lebih besar terhadap operation,



Gambar 2.4 Bahaya Hydrocarbon Release

Fungsi sistem deteksi fire and gas

- Peralatan *monitoring* otomatis secara *kontinyu* yang berfungsi untuk *peringatan* terhadap personel akan adanya bahaya lepasnya gas ataupun kebakaran
- Melakukan tindakan “*control action*” yang dilakukan secara *manual* atau *otomatis* dengan tujuan mengurangi tingkat penyebaran bahaya

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk mendeteksi gas, yaitu:

- Reaksi Kimia contohnya catalytic bead
- Hambatan Cahaya contohnya technology IR (Infrared) yang terdiri dari IR Point Gas Detektor dan IR Open Path Gas Detektor
- Indera Suara contohnya ultrasonic Gas Leak Detektor

Beberapa hal yang digunakan sebagai sistem deteksi api dan Gas

1. Manusia

Deteksi api/gas melalui perantara manusia itu sendiri, deteksi ini dilakukan dengan cara :

- Pengenalan Image
- Mengenali cahaya, melihat dan mencium bau asap, dan merasakan panas

Kelebihan : Sangat Cepat, Keandalan tinggi, Sensitivitas Tinggi

Kekurangan : Biaya operasional dan perawatan tinggi

2. Heat

Deteksi fire & Gas dengan cara mendeteksi kenaikan temperatur

Kelebihan : Handal, Jarang terjadi alarm palsu

Kekurangan : Cocok untuk aplikasi dalam ruangan, Sumber api harus dekat dengan detektor. Aplikasi luar ruangan akan sangat di pengaruhi arah angin.

Aplikasi dilapangan adalah sebagai berikut :

- a. Pusible plug
- b. Heat Detektor

3. Smoke

Prinsip kerja smoke detektor adalah mendeteksi adanya halangan atau dispersi cahaya (optical point) atau mendeteksi peningkatan koduktifitas Ion (Ionization detektor)

Kelebihan : Cukup Murah, Mampu mendeteksi api dalam kondisi awal

Kekurangan : Aplikasi dalam ruangan, terpengaruh oleh kabut dan debu

Contoh aplikasi deteksi smoke dalam industri adalah sebagai berikut :

- a. Ionization
- b. Optical Point
- c. High Sensitivity Smoke Detection – HSSD
- d. Oil Mist Detektor

4. Radiation

Monitor secara kontinu, radiasi dari panjang gelombang tertentu serta mengenali karakteristik dari api seperti intensitas dan frekwensi

Kelebihan : Deteksi yang cukup cepat dalam area yang luas, Dapat diaplikasikan di luar ruangan

Kekurangan : Perlu Ruang Terbuka, Biaya cukup mahal, beberapa masalah alarm palsu.

Contoh aplikasinya dalam dunia industri adalah sebagai berikut :IR UV/IR, UVIR, UV, multi IR

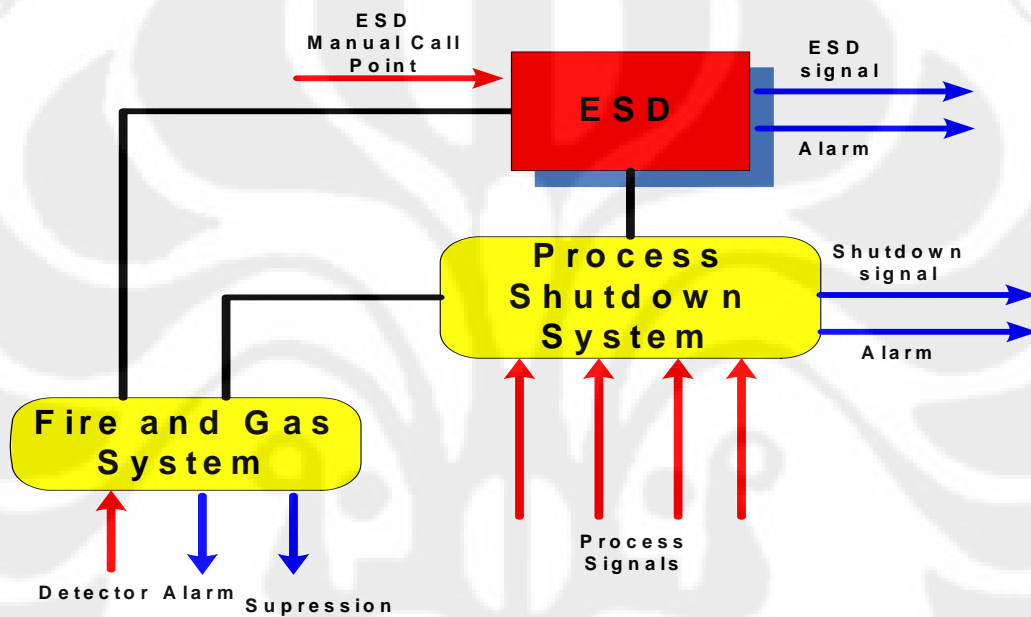
5. Visual

Tiruan dari cara manusia mendeteksi api

Kelebihan : Kemampuan untuk mengidentifikasi lokasi, potensi untuk pendeteksi yang cepat dan akurat

Kekurangan : Perlu ruang terbuka, sedang dalam pengembangan, Mahal

Sistem proteksi Fire & Gas dihubungkan dengan sistem kontrol yang ada di plant yang biasanya di control oleh PLC. Berikut ini gambaran sederhana bentuk diagram sistem Fire & Gas yang dihubungkan ke ESD sistem.



Gambar 2.5 Blok Diagram Sistem Shutdown

Cara mendeteksinya api dapat dilakukan dengan beberapa cara :

- Metode deteksi dilakukan dengan cara mengindra bentuk fisik dari api / pembakaran
- Metode lain adalah dengan mengindra produk atau material yang di hasilkan dari proses pembakaran (Asap , Panas)

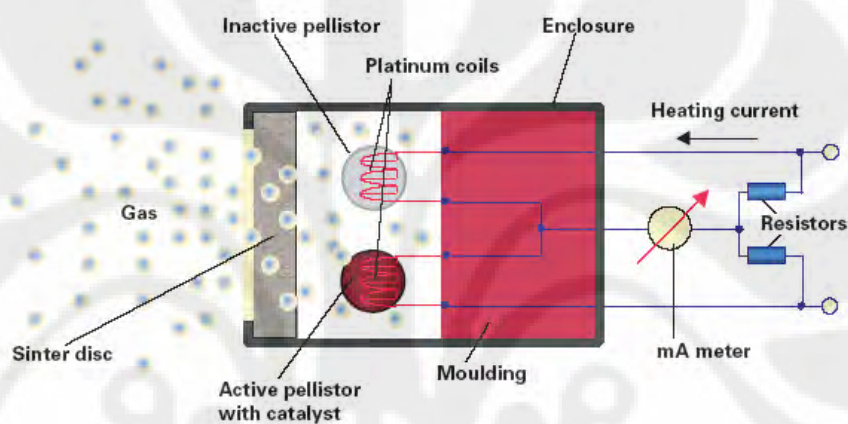
Cara mendeteksi gas dilakukan dengan cara :

- Rekasi Kimia
- Hambatan Cahaya
- Indera Suara

2.2.1 Catalytic Bead Gas Detektor

Berikut ini beberapa karakteristik dari Catalytic Bead Gas Detektor

- Prinsip operasi berdasarkan oksidasi dari gas terhadap katalis element
- Arus mengalir melalui coil sehingga koil mencapai temperatur set
- Ketika gas masuk dan bereaksi dengan udara kemudian terbakar, terjadi panas proporsional terhadap konsentrasi gas
- Kenaikan temperatur ini, akan menaikkan resistansi platinum coil sehingga terjadi perubahan arus listrik, apabila melewati batas setting akan mentrigger alarm

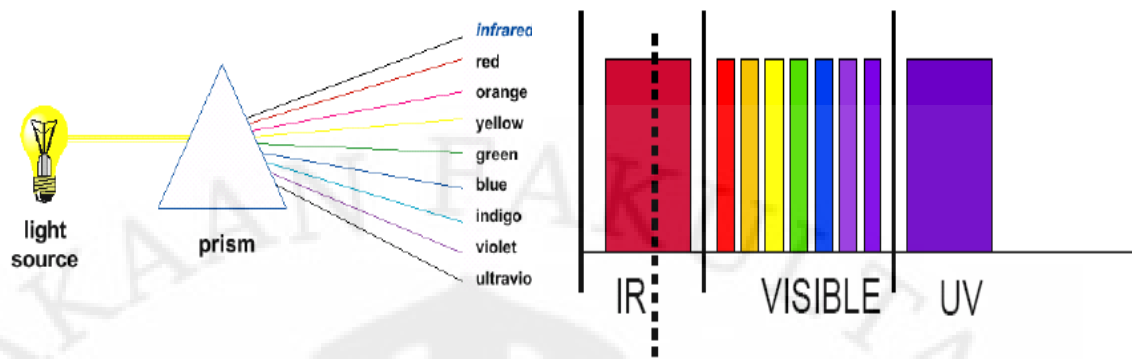


Gambar 2.6 Prinsip Kerja Catalytic Bead Detektor

2.2.2 IR Gas detektor

Berikut ini beberapa karakteristik dari IR Gas detektor

- Prinsip operasi berdasarkan absorpsi dari radiasi infra red oleh gas yang akan dideteksi
- Hampir semua molekul mengabsorb cahaya dalam region spektrum elektromagnetik
- Hampir semua hydrocarbon mengabsorb cahaya infra red pada frekwensi 3.4 micron
- Semakin besar konsentrasi gas, maka semakin besar tingkat absorpsinya



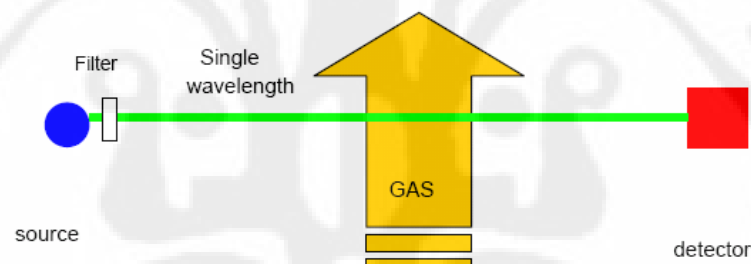
Gambar 2.7 Spectrum Elektromagnetik

Type dari IR Gas detektor

1. IR Point Gas Detektor IRPGD

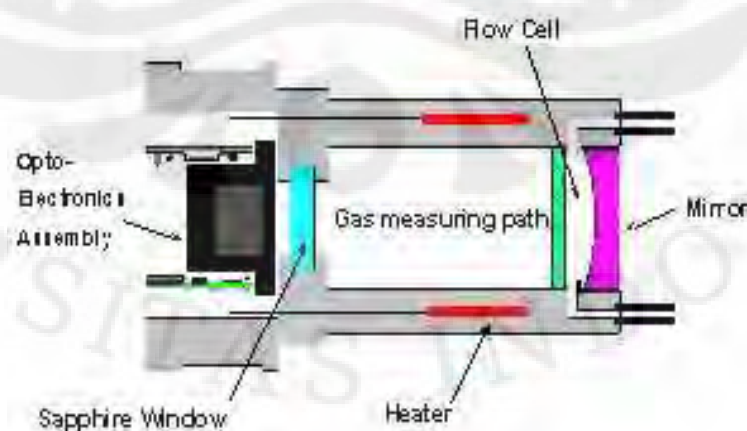
Beberapa karakteristik dari IR Point Gas Detektor adalah sebagai berikut:

- Salah satu metoda untuk mendeteksi gas adalah dengan cara melewati cahaya infra red yang akan diterima oleh photodiode
- Jika gas masuk dalam measuring path, intensitas cahaya akan berkurang dan di interpretasikan sebagai bacaan gas



Gamabr 2.8 Cahaya Infra red yang dilewatkan yang akan diterima oleh Detektor

Point Specific Infrared - schematic



Gambar 2.9 Bagian dalam IR Point Gas Detektor

2. IR Open Path Gas Detektor

Beberapa karakteristik dari IR Open Path Gas Detektor adalah :

- Open path gas detektor merupakan type lain dari IR gas detektor
- Tipe detektor ini mampu untuk mendeteksi gas di sepanjang jalur gelombang infra red



Gambar 2.10 Kondisi Normal IR Open Path Gas Detektor



Gambar 2.11 Kondisi Terdeteksi Gas dari IR Open Path Gas Detektor

2.2.3 Ultrasonik Gas Leak Detektor

Ultrasonik Gas Leak Detektor merupakan Gas Leak detektor yang sedang banyak dikembangkan dalam dunia industri. ULD ini telah didesign untuk mendeteksi adanya suara ultrasonik yang dihasilkan dari tekanan dari kebocoran gas.

Gelombang Ultrasonik dihasilkan dari kebocoran gas dimana gas bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Level gelombang suara yang terdengar tergantung pada tiga faktor, yaitu :

- Penurunan tekanan disekitar kebocoran.
- Ukuran dari kebocoran
- Sifat dari gas tersebut (berat molekul gas dan spesifik rasio)

GDU tidak mendeteksi nilai nilai tertentu dalam LEL atau PPM, tetapi hanya merespon suara yang dihasilkan dari adanya kebocoroan gas walaupun kebocorannya kecil. GDU tidak dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang ekstrem.

GDU menggunakan standar industri 4-20mA sebagai interface ke Control DCS atau PLC. Ketika Sistem control ini dihubungkan dengan alarm (Actuator), maka background noise harus diketahui terlebih dahulu, kemudian di atur nilai set pointnya, di level berapa Sistem akan memberikan action kepada alarm. Dan kemudian perlu diperhatikan juga untuk menghindari terjadinya alarm palsu maka perlu diimplementasikan juga alarm delay.

Ultrasonik gas leak detektor dapat diaplikasikan di :

1. Pada pipa aliran oil & gas di industri Minyak dan Gas
2. Pabrik pengolahan petrokimia
3. Pipa aliran gas pada compressor
4. Tempat-tempat penyimpanan gas
5. Compressor Halls

2.2.3.1 Area Deteksi

Area Deteksi untuk GDU tergantung kepada empat faktor, yaitu :

1. Background noise pada titik instalasi yang ditentukan
2. Tekanan Gas
3. Jenis Gas
4. Rata rata kebocoran yang terdeteksi

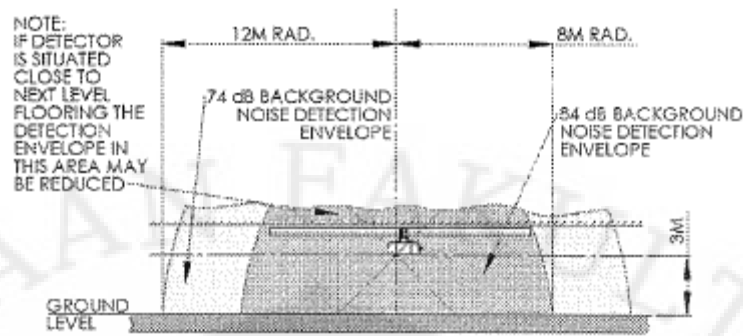
2.2.3.2 Offshore Coverage

Dalam proses instalasi di area offshore pada umumnya dipasang secara vertical kebawah dan berada diketinggian 3m, detail dapat dijelaskan seperti dibawah ini:

Sensitivity radius: 12m (0,1 kg/s) <74 dB ambient

8m (0,1 Kg/s) <84 dB ambient

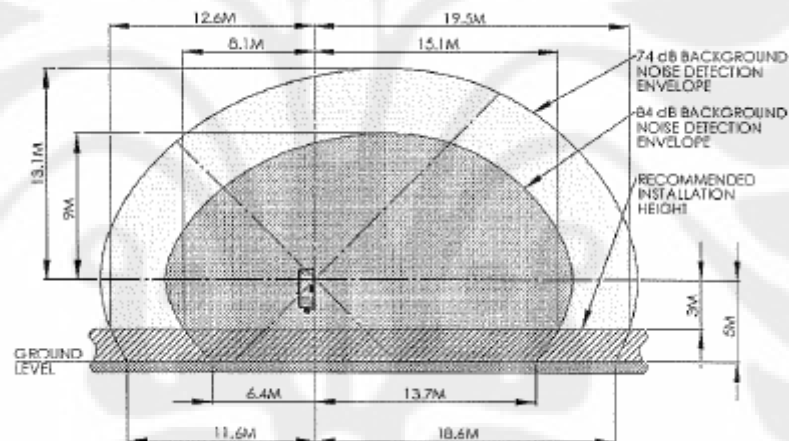
Berdasarkan simtronics, background noise level dapat mencapai 84 dB atau diatasnya.



Gambar 2.12 Background Noise Level area Offshore

2.2.3.3 Onshore coverage

Dalam proses instalasi di area onshore pada umumnya dipasang secara horizontal.



Gambar 2.13 Background Noise Level area Onshore

2.2.3.4 Rekomendasi Setting Alarm

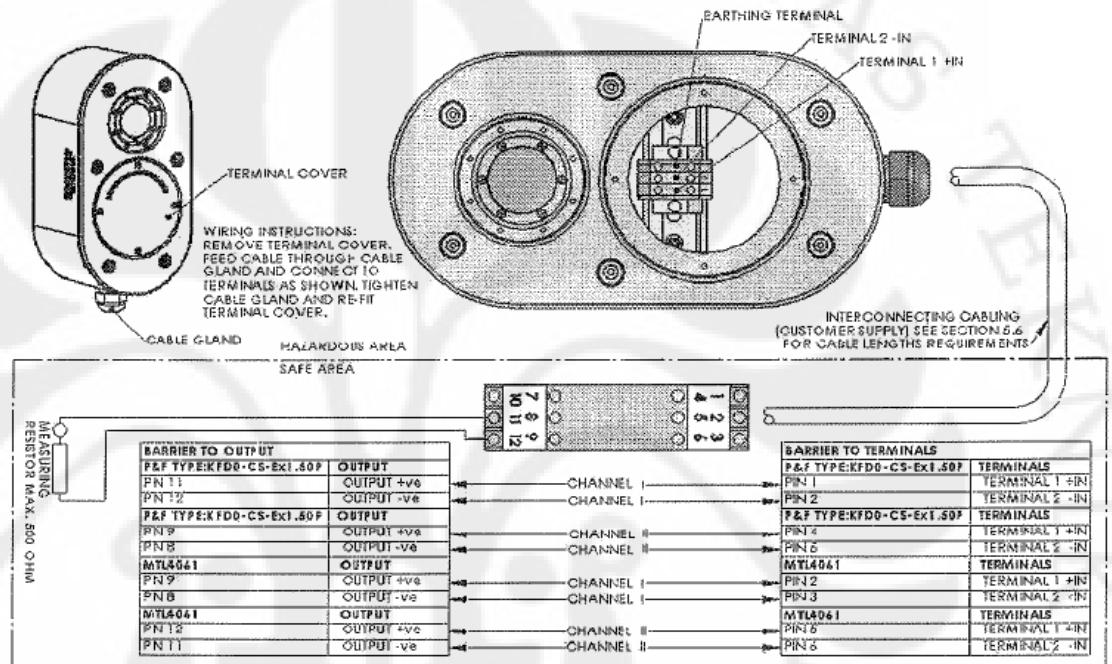
Setelah background noise di analisis maka rekomendasi dalam menentukan alarm level-nya adalah sebagai berikut :

1. Background < 10mA, 2mA background offset
2. Background > 10mA, 1mA background offset

Offset itu sering disebut “ safety margin”, time delay juga perlu diset, safety margin pada umumnya diset pada range 15-60 seconds. Setiap detektor akan mendeteksi background noise berbeda beda tergantung pada tempatnya, sehingga dalam menentukan backgorund offset disesuaikan dengan nilai background noise yang dicapai.

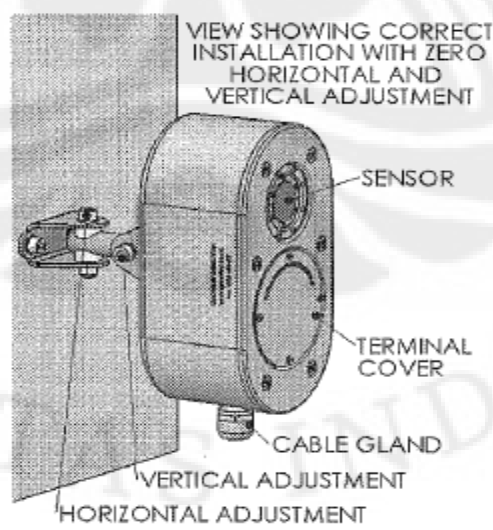
Control sistem harus mampu memonitor setiap keluaran dari detektor dimana noise sudah mencapai treshold. Ketika noise sudah lebih dari nilai set point yang ditentukan dan delay time sudah mencapai 15 second, maka Control Sistem akan memberikan perintah untuk mengactivekan buzzer..

Gambar dibawah ini merupakan komponen dari ULD (Ultrasonik Gas Leak Detektor)



Gambar 2.14 Komponen dari Ultrasonik Gas Leak Detektor

Pemasangan GDU berdasarkan pada reference adalah sebagai berikut :



Gambar 2.15 Pemasangan Gas Detektor Unit

2.3 Komponen Proses Control

Proses control dikembangkan dari proses control alami. Proses control alami merupakan sebuah operasi dari pengaturan beberapa karakteristik physic internal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses control :

1. Dynamic Variable

Dynamic berarti : menyatakan suatu variabel waktu yang tak dapat dispesifikasikan atau tak diketahui pengaruhnya.

Variabel : menyatakan suatu yang berubah.

Contoh Dynamic Variabel :

- Temperatur
- Tekanan
- Aliran rata-rata
- Intensitas cahaya
- Kelembaban
- Suara

2. Pengaturan

Objective utama proses control adalah beberapa Dynamic Variabel. Pengaturan adalah pengoperasian dari nilai maintenance.

Ada empat elemen proses control, yaitu :

1. Proses
2. Pengukuran
3. Evaluasi
4. Elemen control

2.3.1 Proses

Suatu proses dapat terdiri dari perpaduan beberapa phenomena yang berhubungan dengan beberapa daur manufacturing. Banyak dynamic variabel dapat dipakai agar suatu proses dapat dicontrol oleh variabel-variabel tersebut pada saat yang bersamaan.

Proses dengan variabel tunggal (single var) hanya terdapat satu variabel untuk dicontrol. Multivariabel proses, proses dengan banyak variabel.

2.3.2 Controller

Langkah berikutnya dalam proses control seq adalah pengujian terhadap pengukuran dan memperhatikan aksi yang terjadi. Bagian dari loop ini mempunyai banyak nama, tetapi lebih dikenal dengan nama controller.

Bentuk Controller (evaluasi) ini dapat berupa :

1. Operator
2. Electronic Signal Processing (PLC)
3. Pneumatic Signal Processing
4. Computer

Komputer digunakan antara lain :

1. Proses yang cepat
2. Kemampuan besar
3. Control variabel banyak

Controller memerlukan masukan :

- Dynamic variabel yang sudah diukur.
 - Nilai yang telah ditetapkan sebagai referensi dari variabel
- Nilai referensi dynamic variabel disebut SET POINT.

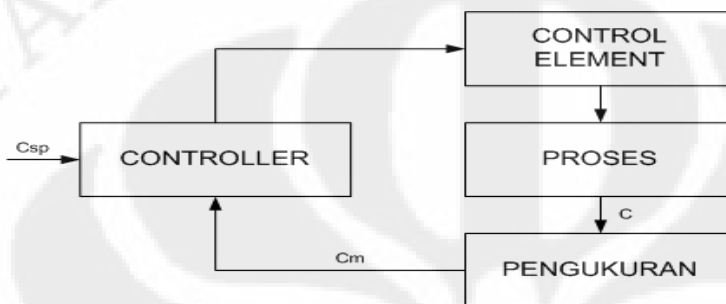
Evaluasi terdiri dari :

1. Suatu perbandingan antara hasil pengukuran variabel dengan set point.
2. Menghitung hasil pengukuran (action) yang dimasukkan pada controller dengan nilai SET POINT.

2.3.3 Control Elemen

Elemen akhir dalam proses control tertutup adalah peralatan yang digunakan dan mempengaruhi proses secara langsung. Elemen ini menerima dynamic variabel yang telah disesuaikan dengan nilai set point.

Elemen ini disebut juga sebagai Elemen Control Akhir. Elemen dalam proses control dinyatakan dengan menggunakan diagram blok sebagai berikut :



Keterangan :

C : dynamic variabel proses

Cm : dynamic variabel proses yang telah diukur

C_{SP} : Set Point dari Variabel Control

Gambar 2.16 Elemen Proses Kontrol

2.3.4 Pengukuran

Effek control dari dynamic variabel pada suatu proses harus diketahui informasi dari variabel tersebut. Informasi diperoleh dari pengukuran variabel. Pengukuran didapat dengan cara transduksi dari variabel kedalam analogi variabel, misal :

- Tekanan pneumatic
- Tegangan listrik
- Arus listrik

Peralatan yang mengubah pengukuran mula dan mengkonversikan energi dynamic variabel dalam analogis listrik atau pneumatic disebut Transducer

Bentuk yang telah ditransformasikan disebut Signal Conditioning, diperlukan sebagai fungsi pengukur yang digunakan oleh elemen dalam proses control loop.

2.4 Definisi dan Sejarah PLC

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah :*sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.* Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan

tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

Fungsi dan kegunaan PLC sangat luas. Dalam prakteknya PLC dapat dibagi secara umum dan secara khusus. Secara umum fungsi PLC adalah sebagai berikut:

1. Sekuensial Control. PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sekuensial*), disini PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.
2. Monitoring Plant. PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya

2.4.1 Bagian-Bagian PLC

Bagian PLC yang paling penting adalah Central processing unit (CPU). Bagian ini merupakan otak atau jantung PLC, karena bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi / pemrosesan program yang tersimpan dalam PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja PLC, transfer informasi melalui internal bus antara PLC, memory dan unit I/O.

Bagian CPU ini antara lain adalah :

- *Power Supply*, power supply mengubah suplai masukan listrik menjadi suplai listrik yang sesuai dengan CPU dan seluruh komputer.
- *Alterable Memory*, terdiri dari banyak bagian, intinya bagian ini berupa chip yang isinya di letakkan pada chip RAM (*Random Access Memory*),

tetapi isinya dapat diubah dan dihapus oleh pengguna / pemrogram. Bila tidak ada suplai listrik ke CPU maka isinya akan hilang, oleh sebab itu bagian ini disebut bersifat *volatile*, tetapi ada juga bagian yang tidak bersifat *volatile*.

- *Fixed Memory*, berisi program yang sudah diset oleh pembuat PLC, dibuat dalam bentuk chip khusus yang dinamakan ROM (*Read Only Memory*), dan tidak dapat diubah atau dihapus selama operasi CPU, karena itu bagian ini sering dinamakan memori *non-volatile* yang tidak akan terhapus isinya walaupun tidak ada listrik yang masuk ke dalam CPU. Selain itu dapat juga ditambahkan modul EEPROM atau *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* yang ditujukan untuk *back up* program utama RAM prosesor sehingga prosesor dapat diprogram untuk meload program EEPROM ke RAM jika program di RAM hilang atau rusak.
- *Processor*, adalah bagian yang mengontrol supaya informasi tetap jalan dari bagian yang satu ke bagian yang lain, bagian ini berisi rangkaian *clock*, sehingga masing-masing transfer informasi ke tempat lain tepat sampai pada waktunya
- *Battery Backup*, umumnya CPU memiliki bagian ini. Bagian ini berfungsi menjaga agar tidak ada kehilangan program yang telah dimasukkan ke dalam RAM PLC jika catu daya ke PLC tiba-tiba terputus.

2.4.2 Fungsi PLC

PLC Terdiri dari dua kompoenen penyusun utama, yaitu :

- CPU
- Sistem antar muka input/output

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Pada dasarnya, operasi PLC ini relative sederhana : peralatan luar dikoneksikan dengan modul input/output PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor-sensor analog, push botton, limit switch, motor stater, solenoid, lampu dan sebagainya. Selama prosesnya CPU melakukan tiga proses utama :

(1) membaca data masukan dari perangkat luar via modul input

- (2) mengeksekusi program kontrol yang tersimpan di memory PLC
- (3) meng-update atau memperbaharui data pada modul output.

2.4.3 Keuntungan PLC

Dalam industri-industri yang ada sekarang ini, kehadiran PLC sangat dibutuhkan terutama untuk menggantikan sistem wiring atau pengkabelan yang sebelumnya masih digunakan dalam mengendalikan suatu sistem. Dengan menggunakan PLC akan diperoleh banyak keuntungan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Fleksibel -- Pada masa lalu, tiap perangkat elektronik yang berbeda dikendalikan dengan pengendalinya masing-masing. Misal sepuluh mesin membutuhkan sepuluh pengendali, tetapi kini hanya dengan satu PLC kesepuluh mesin tersebut dapat dijalankan dengan programnya masing-masing.
- Perubahan dan pengoreksian kesalahan sistem lebih mudah -- Bila salah satu sistem akan diubah atau dikoreksi maka pengubahannya hanya dilakukan pada program yang terdapat di komputer, dalam waktu yang relatif singkat, setelah itu didownload ke PLC-nya. Apabila tidak menggunakan PLC, misalnya relay maka perubahannya dilakukan dengan cara mengubah pengkabelannya. Cara ini tentunya memakan waktu yang lama.
- Jumlah kontak yang banyak -- Jumlah kontak yang dimiliki oleh PLC pada masing-masing coil lebih banyak daripada kontak yang dimiliki oleh sebuah relay.
- Harganya lebih murah -- PLC mampu menyederhanakan banyak pengkabelan dibandingkan dengan sebuah relay. Maka harga dari sebuah PLC lebih murah dibandingkan dengan harga beberapa buah relay yang mampu melakukan pengkabelan dengan jumlah yang sama dengan sebuah PLC. PLC mencakup relay, timers, counters, sequencers, dan berbagai fungsi lainnya.
- Pilot running -- PLC yang terprogram dapat dijalankan dan dievaluasi terlebih dahulu di kantor atau laboratorium. Programnya dapat ditulis, diuji, diobservasi dan dimodifikasi bila memang dibutuhkan dan hal ini

menghemat waktu bila dibandingkan dengan sistem relay konvensional yang diuji dengan hasil terbaik di pabrik.

- Observasi visual -- Selama program dijalankan, operasi pada PLC dapat dilihat pada layar CRT. Kesalahan dari operasinya pun dapat diamati bila terjadi.
- Kecepatan operasi -- Kecepatan operasi PLC lebih cepat dibandingkan dengan relay. Kecepatan PLC ditentukan dengan waktu scannya dalam satuan millisecond.
- Metode Pemrograman Ladder atau Boolean -- Pemrograman PLC dapat dinyatakan dengan pemrograman ladder bagi teknisi, atau aljabar Boolean bagi programmer yang bekerja di sistem kontrol digital atau Boolean.
- Sifatnya tahan uji -- Solid state device lebih tahan uji dibandingkan dengan relay dan timers mekanik atau elektrik. PLC merupakan solid state device sehingga bersifat lebih tahan uji.
- Menyederhanakan komponen-komponen sistem control -- Dalam PLC juga terdapat counter, relay dan komponen-komponen lainnya, sehingga tidak membutuhkan komponen-komponen tersebut sebagai tambahan. Penggunaan relay membutuhkan counter, timer ataupun komponen-komponen lainnya sebagai peralatan tambahan.
- Dokumentasi -- Printout dari PLC dapat langsung diperoleh dan tidak perlu melihat *blueprint circuit*-nya. Tidak seperti relay yang printout sirkuitnya tidak dapat diperoleh.
- Keamanan -- Pengubahan pada PLC tidak dapat dilakukan kecuali PLC tidak dikunci dan diprogram. Jadi tidak ada orang yang tidak berkepentingan dapat mengubah program PLC selama PLC tersebut dikunci.
- Dapat melakukan pengubahan dengan pemrograman ulang -- Karena PLC dapat diprogram ulang secara cepat, proses produksi yang bercampur dapat diselesaikan. Misal bagian B akan dijalankan tetapi bagian A masih dalam proses, maka proses pada bagian B dapat diprogram ulang dalam satuan detik.

- Penambahan rangkaian lebih cepat -- Pengguna dapat menambah rangkaian pengendali sewaktu-waktu dengan cepat, tanpa memerlukan tenaga dan biaya yang besar seperti pada pengendali konvensional.



BAB 3

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM ULTRASONIK GAS LEAK DETECTOR

Pada bab ini berisi tentang pembuatan dan perencanaan hardware dan software atau program dari Programmable Logic Controllers (PLC) dan dibahas pula proses Instalasi di lapangan, yaitu di Area Mike-Mike Platform Pertamina Hulu Energi.

3.1 Pendahuluan

Sebelum melakukan perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector, perlu diketahui terlebih dahulu manfaat yang hendak dicapai dalam perancangan sistem ini. Adapun yang ingin dicapai dalam perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector adalah :

1. Sebagai Follow up terhadap penemuan dari team safety engineer tentang adanya penipisan pipa disekitar area Platform MMS dan Platform MMF yang merupakan pipa aliran gas yang digunakan sebagai bahan bakar turbin generator.
2. Diperlukan adanya sistem yang mampu memberikan peringatan dini kepada manusia apabila terjadi kebocoran gas, sehingga bisa tanggap darurat yang lebih cepat.
3. Membutuhkan sistem deteksi yang tidak sensitif terhadap arah angin.
4. Sistem ini perlu dipasang dengan segera mungkin sebelum adanya penggantian pipa.

Sistem proteksi ini dipasang hanya bersifat sementara, sehingga berdasarkan pertimbangan tersebut diperlukan suatu sistem proteksi yang harus di pasang sesegera mungkin, tetapi sistem tersebut dapat memenuhi tujuan yang ingin dicapai, yaitu memberikan warning sistem (Peringatan Dini) terhadap adanya bahaya gas release disekitar area yang berpotensi terhadap adanya bahaya gas release tersebut. Dan disamping itu sistem ini tidak boleh sensitif terhadap arah angin.

Dengan pertimbangan diatas, didapatkan keputusan alat yang dapat memenuhi kebutuhan diatas adalah Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector dengan Teknologi Wireless.

Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector merupakan sistem yang sederhana dimana sistem ini menggunakan PLC sebagai alat controlnya, dengan detektor yang digunakan adalah Ultrasonik Gas Detector. Detektor ini mendapatkan inputan berupa suara dan output yang akan diberikan berupa alarm/buzzer. Adapun proses hubungan komunikasi yang akan digunakan pada Sistem Ultrasonik Gas Leak detector adalah dengan Teknologi Wireless.

Sistem Ultrasonik Gas Leak detector dengan Teknologi Wireless ini digunakan dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Dipasang bersifat temporary, untuk area area yang dianggap berbahaya terhadap adanya gas hydrocarbon release, seperti Pipa-pipa yang sudah mengalami penipisan, pipa-pipa aliran gas yang corroded, tempat tempat penampungan gas, dll.
2. Mobilitasnya yang mudah, sehingga dapat digunakan sebagai emergency respon, ketika adanya risk assessment terhadap suatu area yang berpotensi adanya gas hidrocarbon release, alat ini bisa dipasang dengan cepat.
3. Alatnya simple tetapi memiliki manfaat yang sangat besar, terutama dapat memberikan control action sehingga dapat menyelamatkan manusia dan lingkungan.

Sistem Ultrasonik Gas Leak detector dengan teknologi wireless di dunia eksplorasi minyak dan Gas tergolong sistem yang masih baru, karena pada umumnya sistem deteksi fire & gas menggunakan teknologi Wire/Kabel. Sistem ini biasanya diinstall permanen diseluruh area kerja eksplorasi Minyak & Gas. Namun karena sistem ini hanya akan di pasang sementara sampai adanya penggantian pipa maka sistem Ultrasonik Gas Leak detector dengan teknologi wireless diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut, yaitu mampu untuk memberi peringatan dini terhadap adanya bahaya gas release di sekitar area yang berbahaya.

3.2 Lokasi Instalasi Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

Sistem Ultrasonik gas leak detector ini diinstall di Mike-Mike Flow Station. Mike-Mike ini merupakan area yang paling penting sebagai junction aliran Gas yang akan diteruskan ke konsumen. Oleh karena itu area ini harus benar-benar safe/aman dari adanya kebocoran Gas.

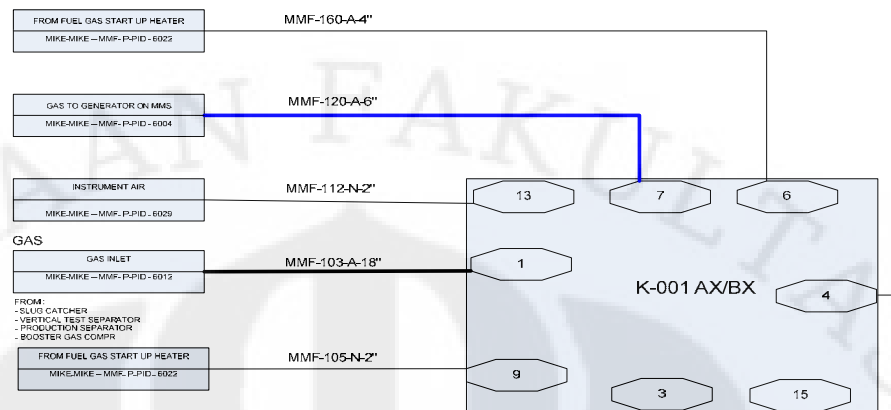
Berikut ini adalah Gambar Existing Platform Mike-Mike Flow Station



Gambar 3.1 Area Kerja Mike-Mike Flow Station

Sistem deteksi gas ini di pasang pada pipa liran gas antara Platform MMF dan Platform MMS, karena pipa tersebut memiliki potensi terjadinya kebocoran gas. Pipa aliran gas ini digunakan untuk mensupplay kebutuhan gas untuk kebutuhan bahan bakar turbin generator.

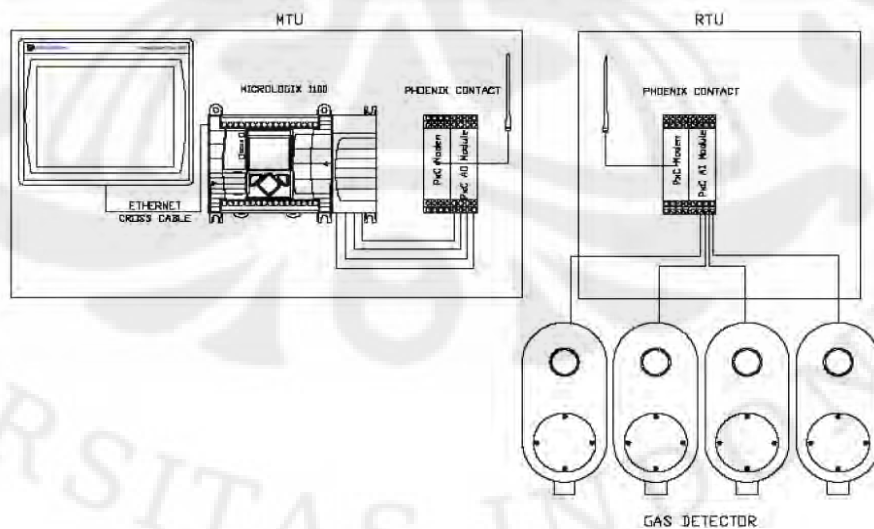
Berikut ini gambar P&ID antara Platform MMF ke Platform MMS, dimana disepanjang jalur ini akan dipasang Ultrasonik Gas Leak Detector.



Gambar 3.2 PID Pipa Aliran Gas antara Platform MMF ke Platform MMS

3.3 Perencanaan Sistem

Dalam perencanaan sistem ini akan dibahas tentang kebutuhan kebutuhan yang harus dipenuhi, agar alat ini dapat bekerja sesuai dengan apa yang direncanakan, yaitu Sistem Ultrasonik Gas Leak detector. Yang menjadi inti permasalahannya adalah bagaimana Sistem ini dapat memberikan peringatan dini terhadap adanya kebocoran gas diarea yang berpotensi adanya kebocoran gas yang dapat berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut penulis disini akan merancang suatu sistem deteksi adanya kebocoran gas dengan teknologi ultrasonik. Sistem yang akan dirancang secara umum adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

3.4 Perencanaan Perangkat Keras

Berdasarkan perencanaan diatas maka akan dijelaskan perencanaan perangkat keras untuk sistem ini, yang meliputi MTU yang didalamnya terdiri dari HMI, PLC Micro Logic 1100, Analog Input Module, Wireless I/O Phoenix contact dan dibagian RTU yang terdiri dari ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector), Analog Input Module dan wireless I/O. Bagian bagain tersebut lebih detail akan dijelaskan pada sub bab dibawah.

3.4.1 Bagian MTU (Main Terminal Unit)

MTU merupakan perangkat utama yang didalamnya ada sistem control dengan menggunakan PLC. PLC yang digunakan adalah Micro Logic 1100. Hasil pembacaan dari PLC akan ditampilkan di HMI (Human Machines Interface).

Di MTU ini perangkat yang akan diinstall adalah sebagai berikut :

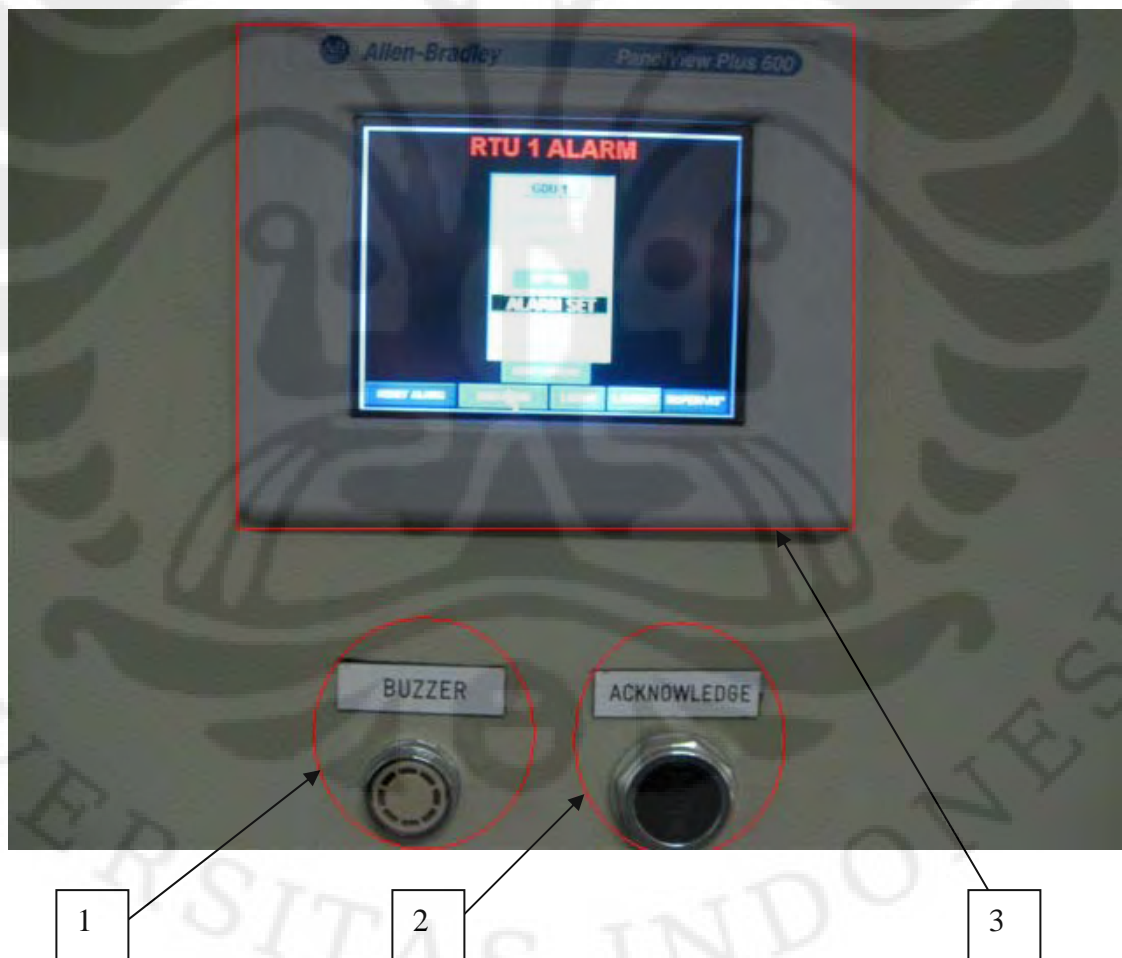
Tabel 3.1 Perangkat Hardware di MTU (Main Terminal Unit)

No	Keterangan	Spesifikasi Teknis	Jumlah
1.	PLC Panel yang didalamnya sudah termasuk Buzzer	PLC Micrologic 1100 10 DI dan 6DO Panel dengan Ukuran (HxWxD 600 mm x 600 mm dan 210 mm	1 EA
2.	Human Machine Interface (HMI)	Allen Bradley 6" display, colour, touch screen	1 EA
3.	Analog Input Module – Allen Bradley	4 channel Current/voltage analog input modul	1 EA
4.	PLC Logic Software – Allen Bradley	RS Logic 500 Standart	1 EA
5	Software untuk interface HMI ke PLC – Allen Bradley	RS Link Interface	1 EA
6	Wireless I/O – Phoenix contact	Wireless I/O - Manufacture : Phoenix	1 EA

		Contact - 1 ea Transceiver Continuous Transmission	
7	Power Supplay – Phoenix Contact	Power supplay - Tegangan input di 100 – 240 VAC, 60 Hz - Tegangan output di 24 VDC	1 EA

Berikut ini ditunjukkan bagian bagian dari MTU yang merupakan hasil rancangan :

- Bagian Luar MTU



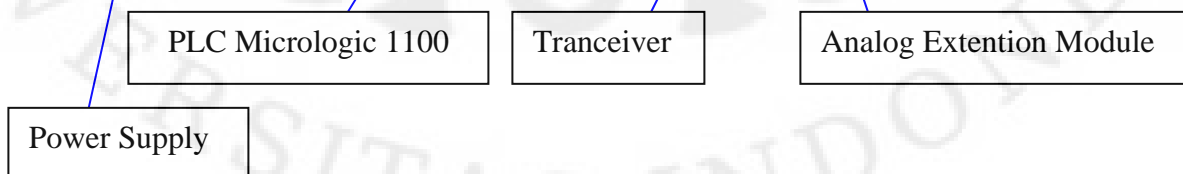
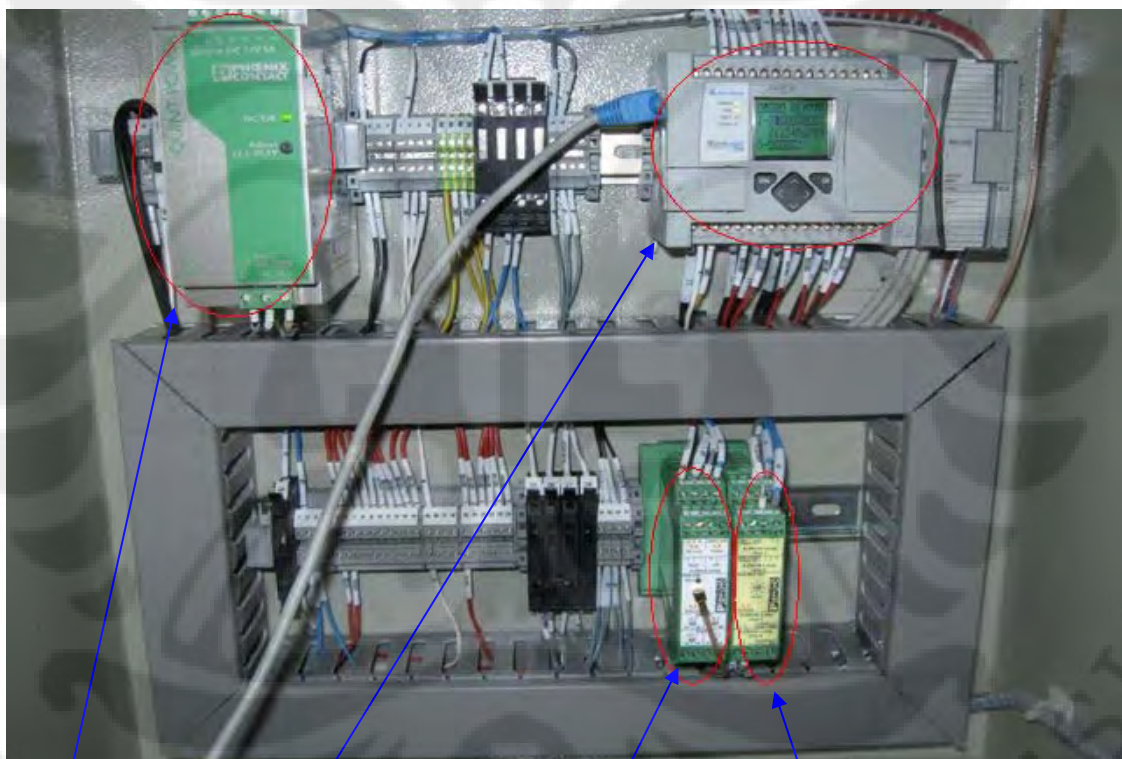
Gambar 3.4 Bagian Luar MTU (Main Terminal Unit)

Gambar diatas dapat dijelaskan seperti berikut ini :

Tabel 3.2 Penjelasan Bagian Luar MTU

No	Item	Description
1	Buzzer	Alarm untuk kondisi level Ultrasonik diatas set point yang ditelah ditentukan
2	Acknowledge	Push bottom untuk mensilent buzzer
3	HMI (Human Machine Interface) Display	Tampilan pada HMI yang memberikan informasi kepada user

•Bagian Dalam MTU



Gambar 3.5 Bagian Dalam MTU (Main Terminal Unit)

Bagian equipment diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.4.1.1 PLC Micro Logic 1100

PLC Micrologic 1100 saat ini sedang banyak dikembangkan oleh industri. Dalam perancangan Ultrasonik Gas Leak detctor penulis juga menggunakan PLC 1100 sebagai alat controlnya. Adapun spesifikasi dari PLC Micrologic 1100 seperti ditunjukkan pada table dibawah ini :

Tabel 3.3 Spesifikasi Hardware PLC Micrologix 1100

Descripton	1763-L16AWA
Dimensions	Height : 90 mm (3.5 In), 104 mm (4.09 In), (With DN Latch open) With : 110 mm (4.33 in), Depth : 87 mm (3.43 in)
Shiping Weight	0.9 kg
Number of I/O	12 input (10 digital and 2 analog) and 6 outputs
Power supply voltage	100 to 240 VAC (-15%, + 10%) at 47 to 63 Hz
Power consumption	46 VA
Output Circuit Type	Relay
Operating Temperature	-20 °C to +65 °C
Storage Temperature	-40 °C to 85 °C
Relative Humidity	5 % to 95% on condensing

3.4.1.2 Human Machine Interface (HMI)

Software HMI adalah software yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol mesin atau proses disuatu industri. Software HMI umumnya memiliki kemampuan sebagai berikut :

- Menamilakn gambaran suatu mesin atau proses yang sedang berlangsung.
- Memonitor dan mengontrol data-data secara real time
- Fungsi-Fungsi Alarm

- Trending
- Logging Data
- Dapat menerapkan sistem password/kode akses

Salah satu software HMI yang ada didunia industri adalah FTPView ME buatan Rockwell Software. FTView ME adalah software HMI 32-bit yang bisa dijalankan pada panel View Plus. Fitur yang di miliki diantaranya adalah :

- Open architectur
- Add-On Architecture
- Menggunakan teknologi standar seperti : COM, ActiveX danVBA
- OPC (Server dan Client) dan DDE

3.4.1.3 Analog Extension Module

Karena input dari sistem Ultrasonik Gas Leak detector ini adalah sinyal Analog, maka Analog extension Module ini dibutuhkan, sebagai ADC (Analog Digital Converter) sehingga bisa dibaca oleh PLC. Analog extension module dalam rancangan sistem Ultrasonik Gas Leak Detector ini menggunakan 4 line Analog dengan arus input 4 mA – 20 mA. Adapun spesifikasi dari Analog Extension Module ini seperti ditunjukkan pada gambar dibawah :

Tabel 3.4 Spesifikasi Hardware Analog Extension Module

Analog Input	
Direction of the Input	Current input
Current Input Signal	4 mA - 20 mA
input Resistance current input	< 170 Ω
Supply	
Supply Voltage	9 VDC - 30 VDC (Via Bus Foot)
Typical Current Consumption	100 mA
Max Current Consumption	130 mA
General Data	
Ambient Temperature (Operation)	-20 °C to 65 °C
Ambient Temperature (Storage/Transport)	-40 °C to 85 °C
Degree of protection	IP20
Length	99 mm
Width	22.5 mm
Height	114.5 mm
Conformity	CE Compliant

3.4.1.4 Wireless I/O

Adapun spesifikasi sistem Wireless dalam perancangan Ultrasonik Gas Leak detector ini adalah seperti ditunjukkan pada table dibawah :

Tabel 3.5 Spesifikasi Hardware Wireless I/O

wireless Set	
Set Content	2 Transceiver
Spark Gap	
Direction	Bi-Directional
Frequency Range	2.4032 GHz - 2.479 GHz
Channel Distance	500 KHz
Number of channel Group	22
Transmission Capacity	10 mW
Analog Input	
Direction of the Input	Current input (Analog Input)
Current Input Signal	4 mA - 20 mA
input Resistance current input	< 170 Ω
Digital Input	
Input Voltage Range	5V AC/DC - 30 V AC/DC
Switching Treshold "0" signal, voltage	Max 1.5 VDC
Switching Treshold "1" signal voltage	Min 5 VDC
Analog Output	
Output Name	Current Output
Current Output signal	4 mA - 20 mA
Load/ Output Load Current Output	700 Ω (at $U_b = 24$ V, $R_b = (U_b - 10$ V)/20 mA)
Supply	
Supply Voltage	24 VDC - 50%/+25%
Range of Supply Voltage	12 VDC - 30 VDC
Typical Current Consumption	75 mA
Max Current Consumption	150 mA
General Data	
Ambient Temperature (Operation)	-20 $^{\circ}$ C to 65 $^{\circ}$ C
Ambient Temperature (Storage/Transport)	-20 $^{\circ}$ C to 65 $^{\circ}$ C
Degree of protection	IP20
Length	114.5 mm
Width	22.5 mm
Height	99 mm

3.4.1.5 Power Supply

Power supply yang digunakan pada perancangan ini adalah dari Phoenix contact, pada dasarnya power supply ini menghasilkan tegangan 24 VDC/5A. tegangan ini yang dibutuhkan sebagai input dari PLC,

Tabel 3.6 Spesifikasi Hardware Power Supply

Technical Data	
Power Required	18 to 30 VDC at the detector (Consider Limitation of Barrier)
Power Consumption	4 mA quiescent 20 mA at Full Output
Output Current	Two Wire 4 - 20 mA - Max Load 500 Ω
ASL Dynamic Range	>60 dB (35 to 100 dB)
Frequency Range	30 kHz - 80 kHz (Ultrasonic Only)
Certification Number	DNV-2005-OSL-ATEX-0327X, preamplifier and sensor type GDU1278
Dimensions	245 mm x 130 mm x 98.5 mm
Shipping Weight	2.5 kg
Operating Temperature	-30 °C to 75 °C
Ambient Temperature (Operation)	-40 °C to 75 °C
Storage Temperature	-40 °C to 85 °C
Humidity	0 to 100 RH

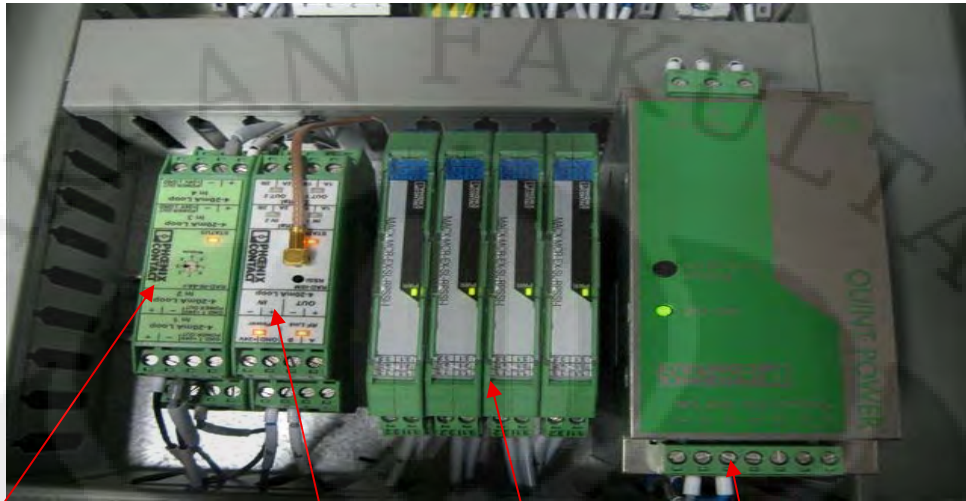
3.4.2 Bagian RTU (Remote Terminal Unit)

RTU (Remote Terminal Unit) merupakan perangkat yang berada di outdoor , dan didalamnya terdiri dari komponen-komponen seperti GDU, Analog Extention Module, Wireless I/O. Seperti detail perangkat yang ada di RTU adalah sebagai berikut :

Tabel 3.7 Bagian- Bagian RTU (Remote Terminal Unit)

No	Keterangan	Spesifikasi Teknis	Jumlah
1.	Junction Box (Outdoor)	Dimensi Maks (HxWxD) = 300 mm x 200 mm x 150 mm	1 EA
2.	Wireless I/O – Phoenix contact	Wireless I/O - Manufacture : Phoenix Contact - 1 ea Transceiver - Continous Transmission	1 EA
3.	IS Barrier – Phoenix Contact	IS Barrier untuk Ultrasonik Gas Leak Detactor	1 EA
4	Ultrasonik Leak Detector	Ultrasonik Gas Leak Detector - Input Power 24 VDC - Output power 4- 20 mA	1 EA
6	Power Supplay – Phoenix Contact	Power supplay - Tegangan input di 100 – 240 VAC, 60 Hz - Tegangan output di 24 VDC	1 EA

Pada gambar dibawah ini ditunjukkan gambar RTU hasil rancangan :



Analog Extension Module

Transceiver

IS Barrier

Power Supply

Gambar 3.6 Bagian Dalam RTU

3.4.2.1 Ultrasonik Gas Detector (ULD)

Ultrasonik Gas Leak Detector merupakan Gas detector yang sedang banyak dikembangkan dalam dunia industri. ULD ini telah didesign untuk mendeteksi adanya suara ultrasonik yang dihasilkan dari tekanan dari kebocoran gas.

Perangkat ULD dalam rancangan ini ditunjukkan seperti pada gambar dibawah :



Gambar 3.7 Perangkat ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector)

Adapun spesifikasi dari ULD sebagaimana dijelaskan pada table dibawah ini :

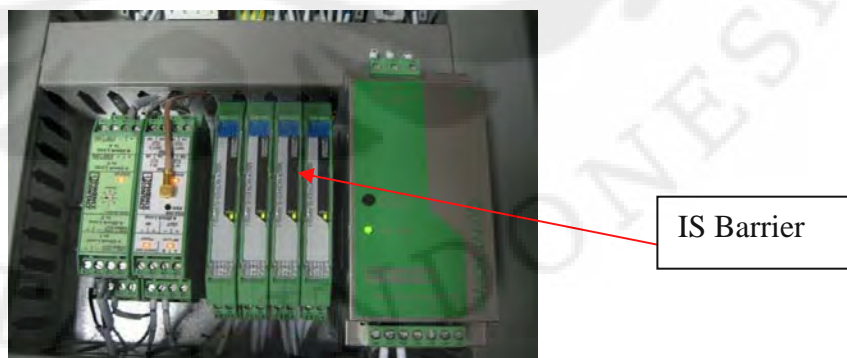
Tabel 3.8 Spesifikasi Hardware ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector)

Technical Data	
Power Required	18 to 30 VDC at the detector (Consider Limitation of Barrier)
Power Consumption	4 mA quiescent 20 mA at Full Output
Output Current	Two Wire 4 - 20 mA - Max Load 500 Ω
ASL Dynamic Range	>60 dB (35 to 100 dB)
Frequency Range	30 kHz - 80 kHz (Ultrasonic Only)
Certification Number	DNV-2005-OSL-ATEX-0327X, preamplifier and sensor type GDU1278
Dimensions	245 mm x 130 mm x 98.5 mm
Shipping Weight	2.5 kg
Operating Temperature	-30 $^{\circ}$ C to 75 $^{\circ}$ C
Ambient Temperature (Operation)	-40 $^{\circ}$ C to 75 $^{\circ}$ C
Storage Temperature	-40 $^{\circ}$ C to 85 $^{\circ}$ C
Humidity	0 to 100 RH

3.4.2.2 IS Barrier

IS Barrier (IS) didasarkan pada prinsip membatasi energi listrik yang tersedia di sirkuit hazardous area. IS Barrier ini penting untuk dipasang pada bagian RTU guna untuk menghindari adanya arus yang tidak diinginkan yang akan merusak ULD.

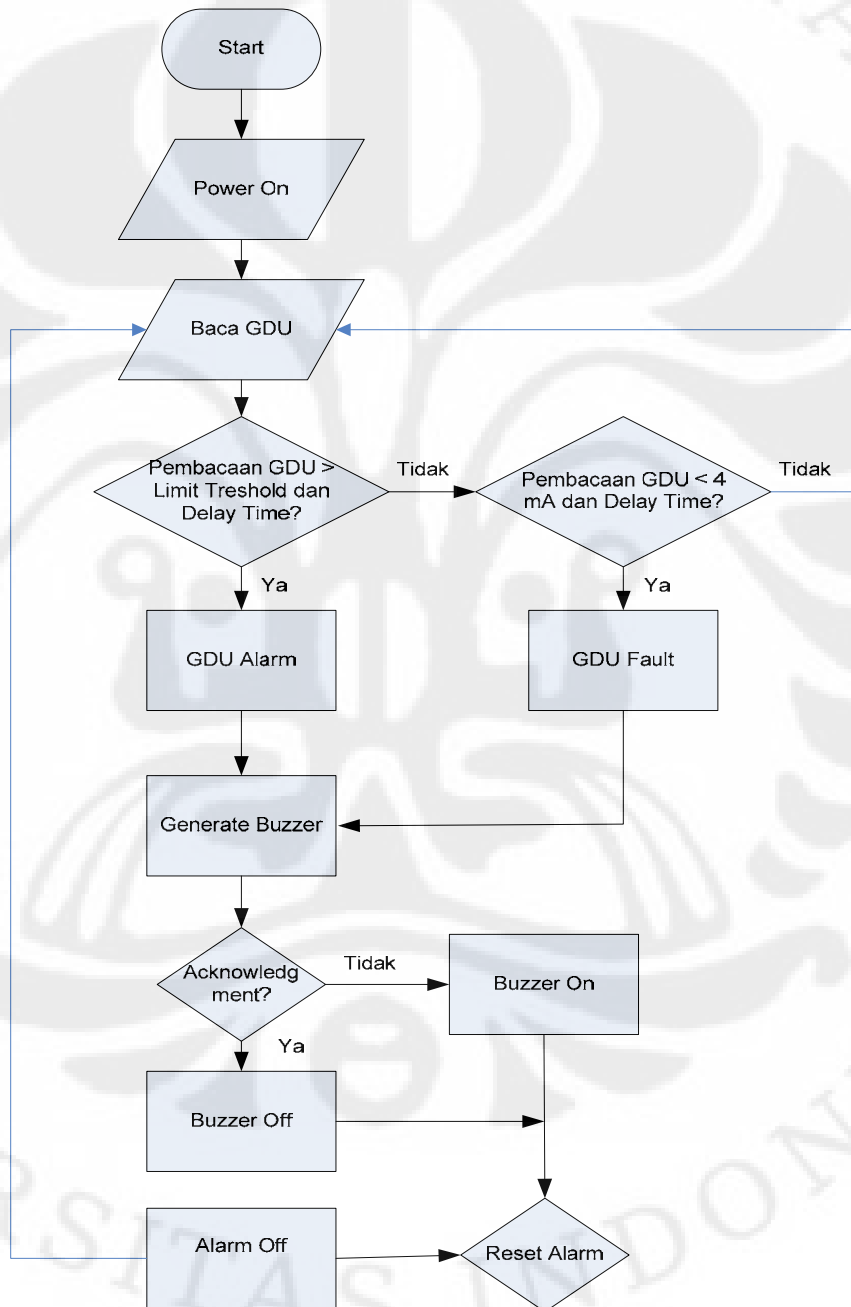
Perangkat IS Barrier Seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.8 Hardware IS Barrier

3.5 Perencanaan Perangkat Lunak

Perencanaan perangkat Lunak disini adalah proses pembuatan Ladder Diagram. Dalam proses pembuatan ladder diagram ini dapat dilakukan dengan menggunakan RS Logic 500. Sebagai dasar pemikiran pembuatan ladder diagram ini seperti ditunjukkan dalam flow chart dibawah ini.

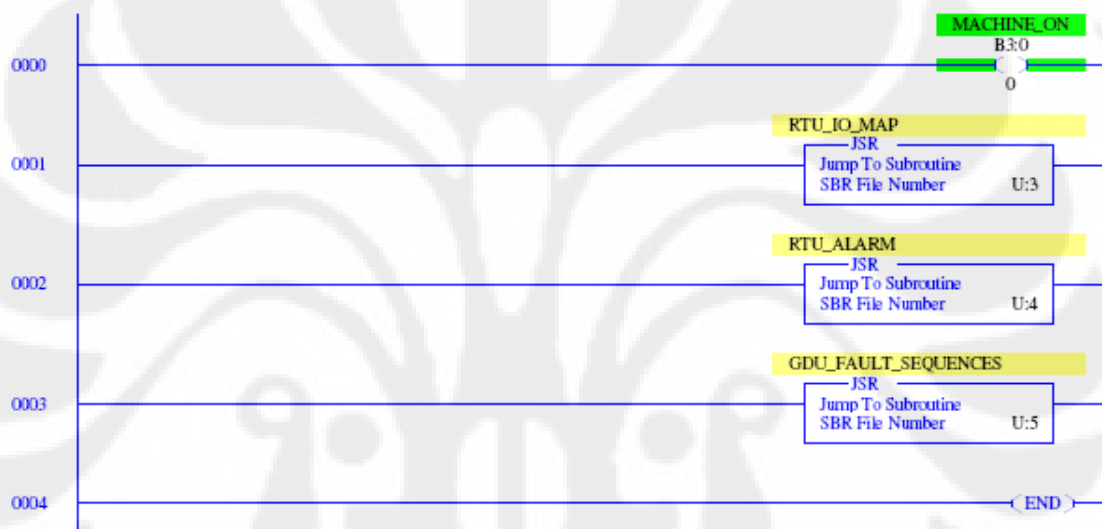


Gambar 3.9 Flow Chart Pembuatan Ledder Diagram

Untuk memudahkan dalam proses pembuatan Ladder diagram dan proses maintenance penulis bagi menjadi 3 modul, modul tersebut adalah :

1. RTU I/O MAP
2. RTU ALARM
3. GDU FAULT SEQUENCES

Tiga Modul diatas menjelaskan urutan pemrosesan program yang dilakukan oleh processor. Adapun ladder diagram yang menjelaskan urutan proses tersebut seperti ditunjukkan pada ladder dibawah ini.



Gambar 3.10 Ladder Urutan Pemrosesan Program

Pada Gambar diatas menjelaskan urutan step-step dalam pemrosesan program, yaitu setelah mesin di ON-kan, maka prosessor akan mengecek I/O yang ada, selanjutnya diteruskan pada pengecekan adanya alarm atau tidak dan selanjutnya di lakukan pengecekan apakah ada kondisi fault atau tidak. Dan hal tersebut terus dilakukan selama sistem Ultrasonik Gas Leak Detector ini dihidupkan.

Adapun penjelasan dari masing masing modul ini seperti dijelaskan berikut ini.

1. RTU I/O MAP

Pada modul ini terjadi proses mapping semua I/O yang ada dari physical address ke Internal Address. Physical address adalah Input input yang bisa dihubungkan dengan hardware. Sedangkan internal address adalah Address-address yang sudah ada di processor yang digunakan untuk programming, contoh counter, Timer dll.

Dalam PLC Micrologix 1100 ini terdapat 12 input yang terdiri dari 10 input digital dan 2 Input analog. Dan Processor ini memiliki 6 (enam) Digital Output. Selain itu dalam penelitian ini terdapat 4 buah Ultrasonik Gas Detector, sehingga membutuhkan 4 input analog. Oleh karena itu penulis menggunakan 4 buah input analog tambahan. Adapun mapping dari input dan output yang ada dapat dilihat pada table dibawah ini.

Table 3.9 Pengalamatan pada Input Output Modul

I/O	Wiring PIN	PLC		
		Physical Address	Internal Address	Description
Digital Input	10100	I:0.0/0	N7:20/0	Acknowledgment Button
	10101	Spare		
	10102	Spare		
	10103	Spare		
	10104	Spare		
	10105	Spare		
	10106	Spare		
	10107	Spare		
	10108	Spare		
	10109	Spare		

Digital Output	10100	O:0.0/0	N7:30/0	Buzzer
	10101	Spare		
	10102	Spare		
	10103	Spare		
	10104	Spare		
	10105	Spare		

Ladder diagram pada I/O Map modul terjadi dua proses, proses tersebut adalah:

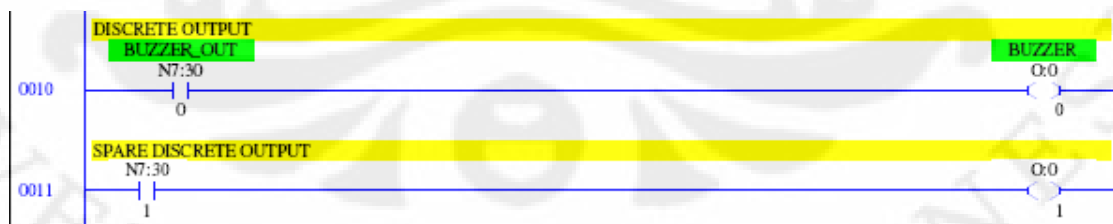
1. Pengecekan Input dan Output yang digunakan

Pada Pengecekan input dan Output yang ada seperti ditunjukkan pada ladder diagram dibawah ini.



Gambar 3.11 Ladder Input 0 Digital

Pada Ladder diatas menjelaskan bahwa ada satu input digital yang digunakan, yaitu input 0 yang digunakan untuk acknowledgment yang dialamatkan ke N7:20/0



Gambar 3.12 Ladder Output 0 Digital

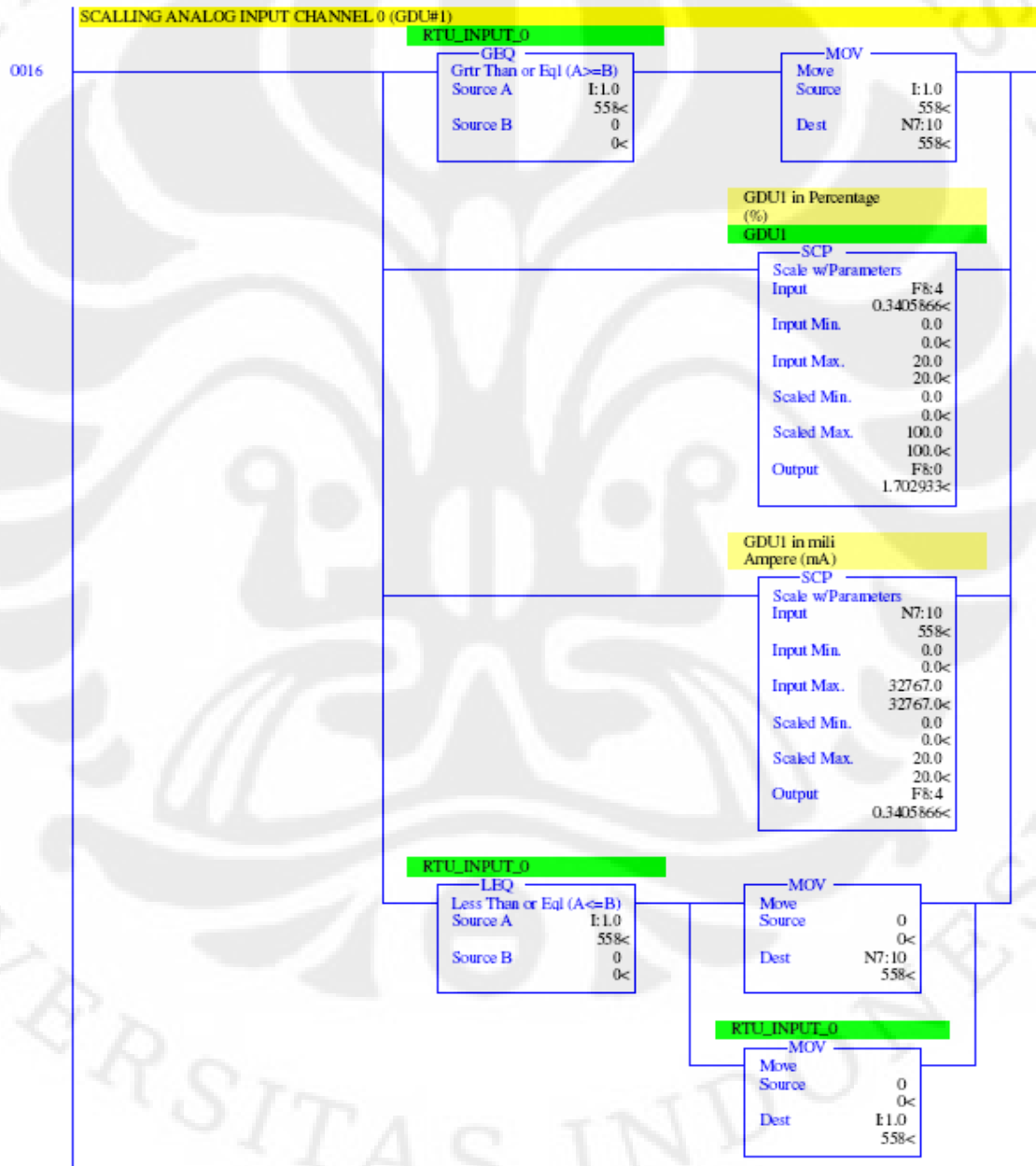
Pada ladder diatas menjelaskan bahwa ada satu output digital yang dialamatkan ke N7:30/0 yang digunakan untuk buzzer.

2. Dilakukan proses scalling data input menjadi 4 mA- 20 mA.

Selanjutnya pada proses mapping I/O ini terjadi proses scalling pembacaan input yang akan diterjemahkan dalam mA dan % (persentase)

GDU melakukan pembacaan antara range 0 ke 32767 dan akan di scalling ke 0 – 20 mA dan selanjutnya di scalling dalam presentase

Ledder yang menjelaskan hal tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3.13 Ledder Proses Scalling Analog Input Channel

Pada Ledder diatas menjelaskan bahwa untuk GDU#1 terjadi proses pembacaan sinyal. Sinyal suara ultrasonik pertama kali terdeteksi berada diantara range 0-32767, dan hal tersebut terlebih dahulu harus di scalling ke 4 – 20 mA atau 0 – 100%.

Hal tersebut terjadi juga pada GDU#2 sampai GDU#4.

2. RTU ALARM

Pada Modul RTU Alarm terjadi proses untuk mengatur terjadinya alarm. Disini akan diatur syarat terjadinya alarm. Alarm akan terjadi jika pembacaan GDU lebih besar dari nilai treshold/ Limit yang ditentukan dan telah melampaui delay time yang telah ditentukan. Delay Time dalam program ini akan dialamatkan ke N7:4. jadi delay time di set sama untuk seluruh Ultrasonik Gas Detector.

Berikut ini pengalamatan yang ada pada Modul RTU Alarm.

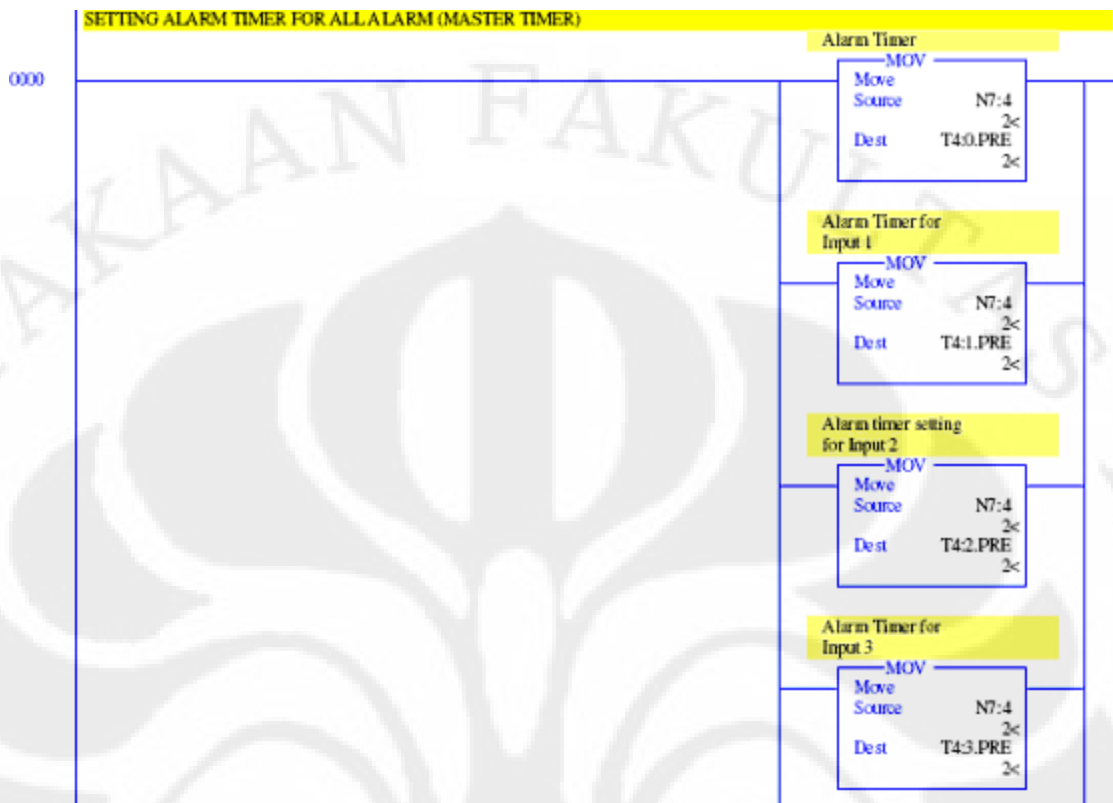
Table 3.10 Pengalamatan pada Modul RTU Alarm

Input	Internal Address	Limit/ Treshold	Delay Time	Alarm Bit
GDU 1	F8:4	N9:0	N7:4	B3:0/3
GDU 2	F8:5	N9:1	N7:4	B3:0/4
GDU 3	F8:6	N9:2	N7:4	B3:0/5
GDU 4	F8:7	N9:3	N7:4	B3:0/6

Dalam Ledder Diagram untuk modul RTU alarm terjadi dua proses, proses tersebut adalah sebagai berikut.

1. Setting Alarm Timer

Pertama kali dilakukan proses setting Delay Time yang ditentukan. Set delay time seperti ditunjukkan dalam ledder diagram dibawah ini.

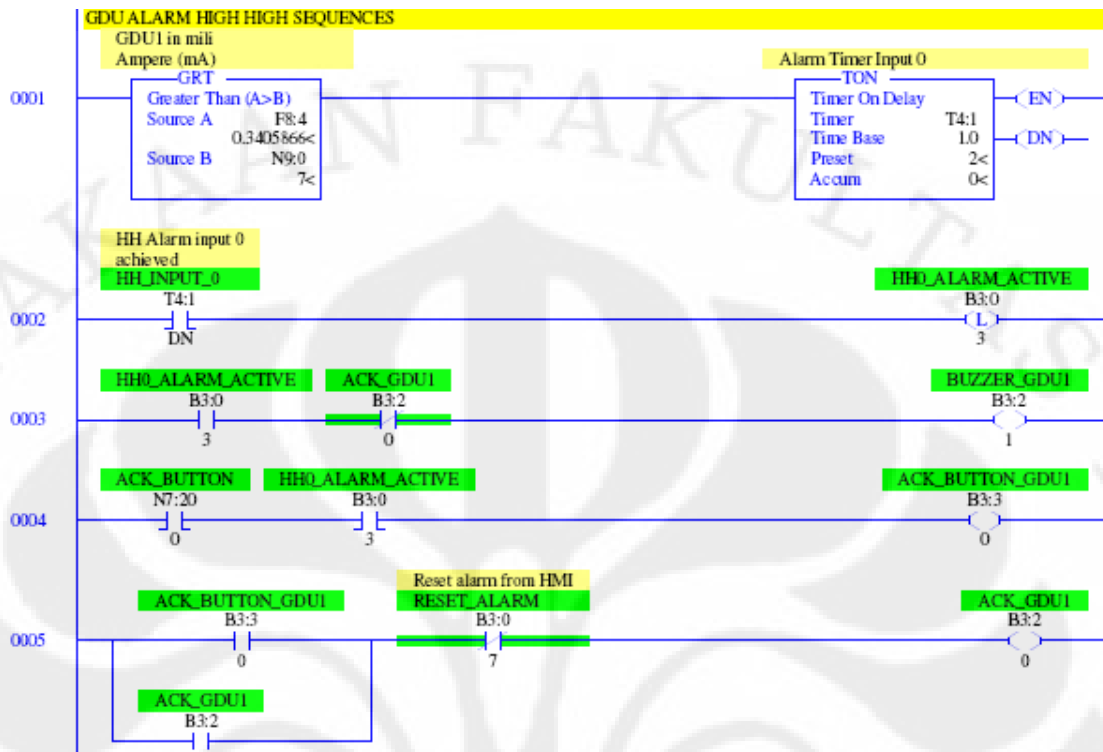


Gambar 3.14 Ladder untuk set Delay Time

Pada ladder diatas set delay time dialamatkan hanya pada satu alamat, yaitu ke alamat N7:4, artinya ketika delay time di set di 15 detik, maka ini akan berlaku untuk seluruh GDU yang dipasang.

2. Mengatur syarat terjadinya alarm.

Pada proses ini, aplikasi akan mengatur syarat proses terjadinya alarm. Alarm akan terjadi jika GDU mendeteksi level sinyal yang berada diatas limit/ treshold yang telah ditentukan selama delay time yang telah ditentukan. Ladder diagram yang menjelaskan hal tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3.15 Ladder Syarat terjadinya Alarm

Pada Ladder diatas, dapat dilihat bahwa ketikan GDU#1 yang dialamatkan di F8:4 membaca level sinyal yang berada diatas nilai tresholdnya yang dialamatkan di N9:0 selama delay time (N7:4) tertentu, maka sistem akan memberikan perintah kepada buzzer (B3:0/3). Dan selanjutnya untuk mematikan buzzer maka tombol ACK dapat ditekan. Proses ladder diagram ini terjadi pula untuk GDU #2, GDU#3 dan GDU#4

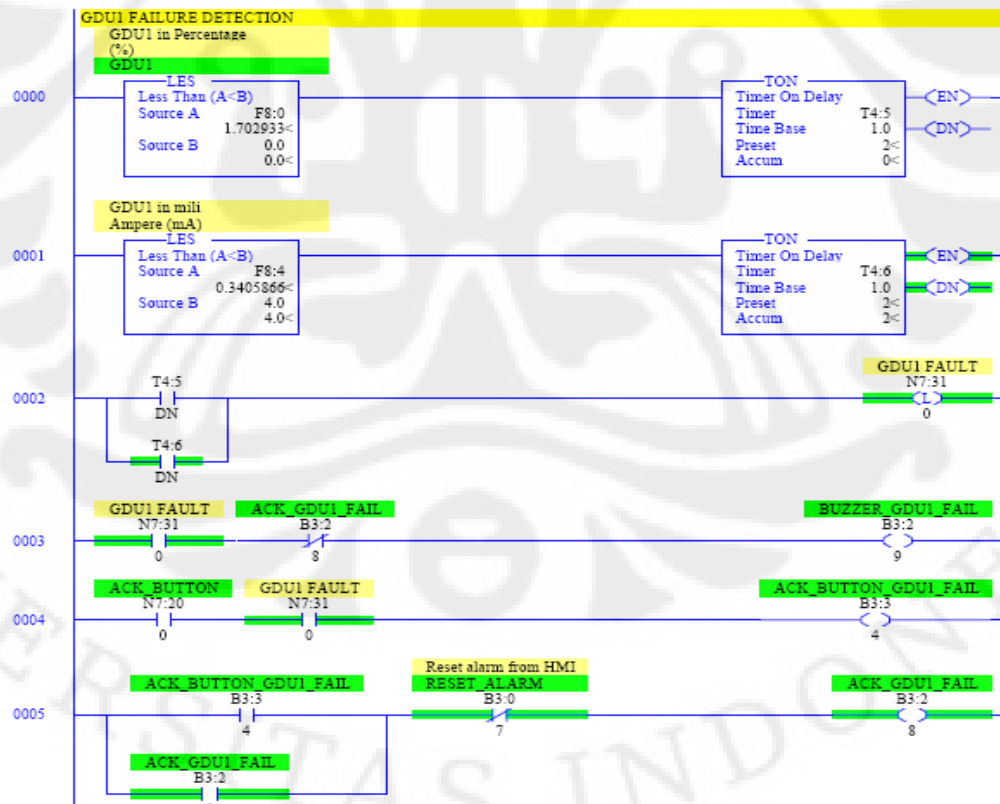
3. GDU FAULT

Pada modul ladder ini dijelaskan suatu kondisi terjadinya FAULT. FAULT terjadi apabila ULD melakukan pembacaan sinyal dibawah 4 mA. Jika kondisi FAULT ini terjadi maka sistem akan memberikan perintah kepada buzzer untuk menyalakan Alarm. Pengalamatan yang ada pada GDU FAULT ini adalah sebagai berikut.

Table 3.11 Pengalamatan pada Modul GDU FAULT

Input	Internal Address		Limit		Delay Time	Fault Bit
	mA	%	mA	%		
GDU 1	F8:4	F8:0	<4 mA	< 0 %	N7:4	N7:31/0
GDU 2	F8:5	F8:1	<4 mA	< 0 %	N7:4	N7:31/1
GDU 3	F8:6	F8:2	<4 mA	< 0 %	N7:4	N7:31/2
GDU 4	F8:7	F8:3	<4 mA	< 0 %	N7:4	N7:31/3

Adapun ladder yang menjelaskan terjadinya FAULT Alarm ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.16 Ladder Syarat terjadinya GDU Fault

Pada ladder diagram diatas dapat dijelaskan syarat terjadinya FAULT ALARM. Penulis membuat dalam satuan mili Ampere dan satuan %. Untuk pembacaan dalam satuan mili amper dapat dilihat bahwa ketika GDU (F8:4) melakukan pembacaan sinyal dibawah 4 mA selama delay Time (N7:4) maka sistem akan mengenerate Buzzer (N7:31/0) dan begitupun terjadi untuk GDU#2, GDU#3 dan GDU#4.

3.6 Hasil Rancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

Sistem ini tergolong sederhana, tetapi memiliki nilai manfaat yang sangat besar, yaitu dapat memberikan peringatan dini terhadap adanya kebocoran gas sehingga dapat segera dilakukan respon yang lebih cepat untuk mnegurangi akibat yang lebih besar.

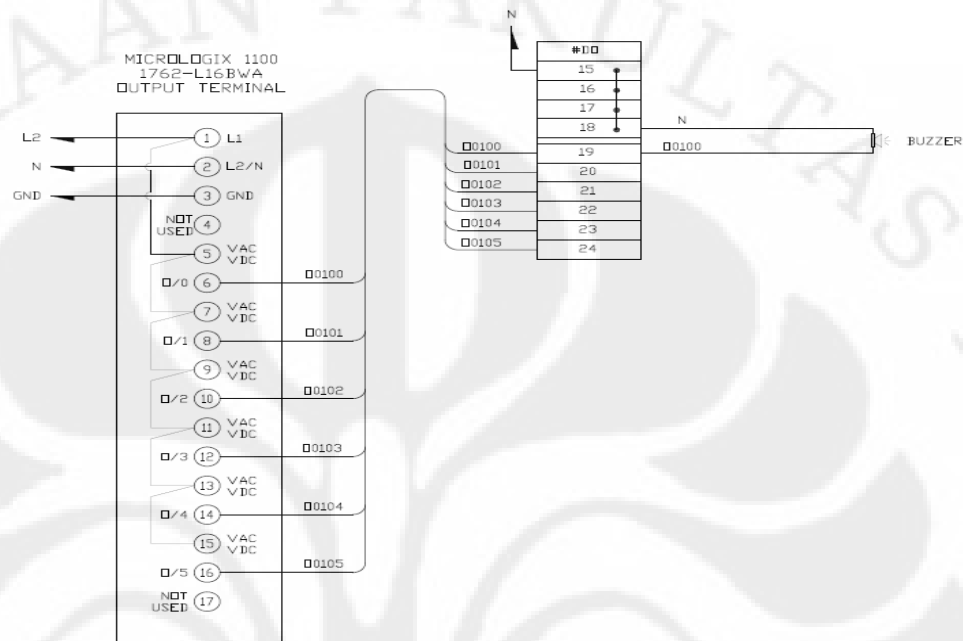
Pada sub bab sebelumnya telah dijelaskan komponen dari Sistem Ultrasonik Gas Leak detector ini. Pada sub bab ini, penulis akan menjelaskan sistem pengkabelan dan dan Design Rancangan sistem ultrasonik gas leak detector.

3.6.1 Wiring Diagram/ Sistem Pengkabelan

Sistem pengkabelan merupakan bagian yang penting yang perlu diketahui, berikut ini penulis akan jelaskan sistem pengkabelan Sistem Ultrasonik Gas Leak detector.

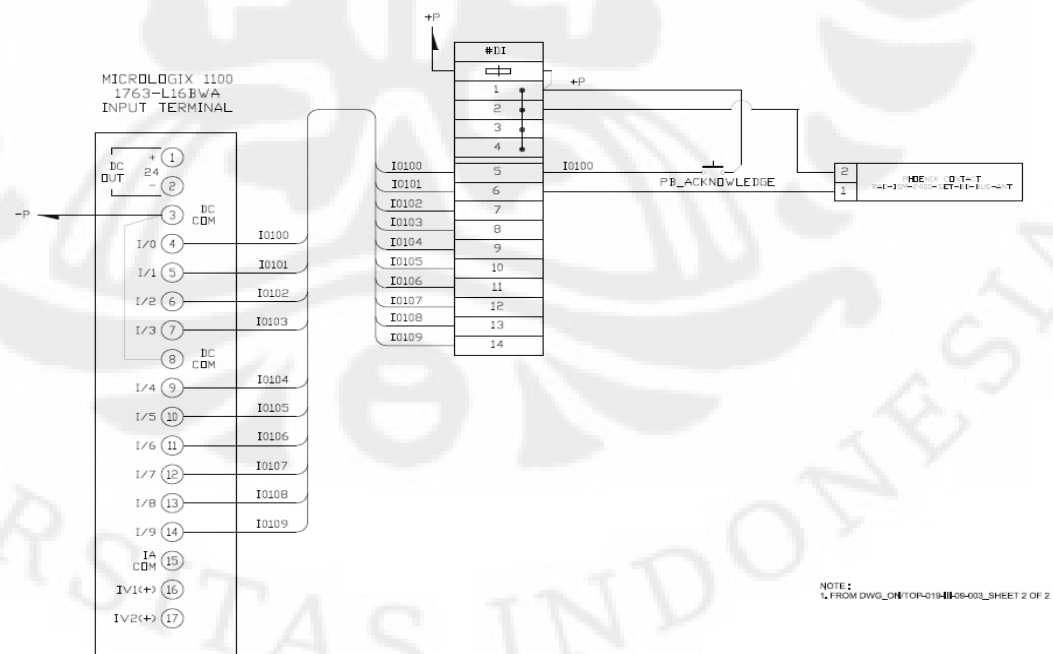
3.6.1.1 Disisi MTU (Main Terminal Unit)

a. Diagram Digital Output



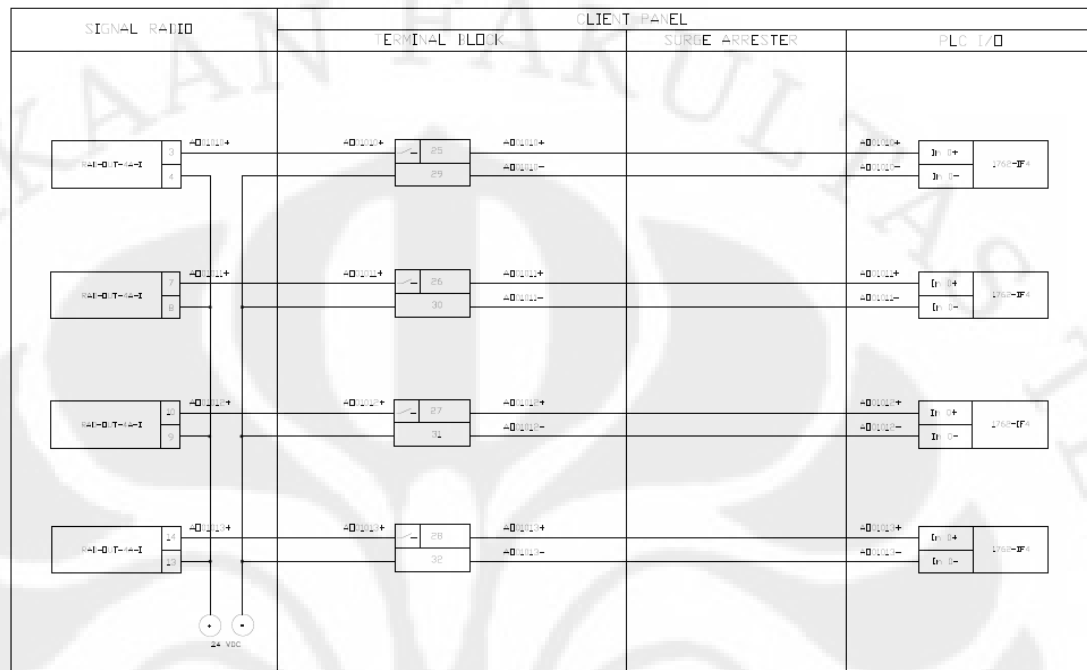
Gambar 3.17 Diagram Digital Output

b. Diagram Digital Input



Gambar 3.18 Diagram Digital Input

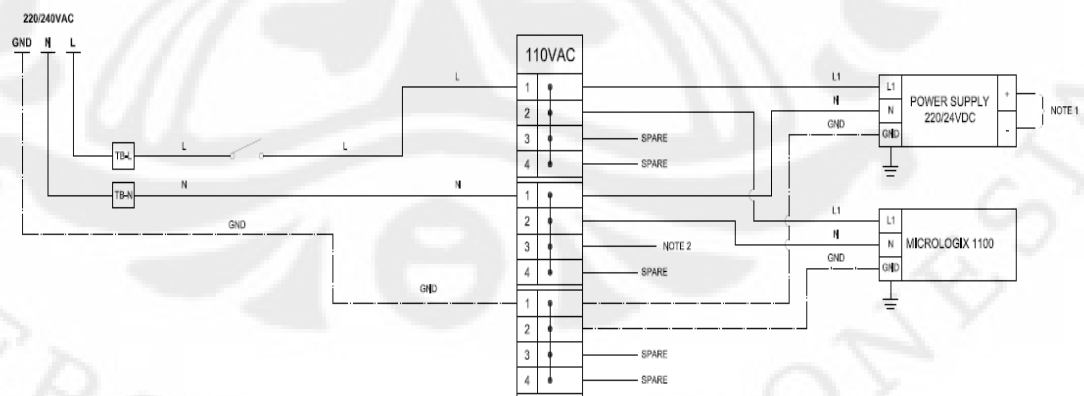
c. Diagram Analog Input



Gambar 3.11 Diagram Analog Input

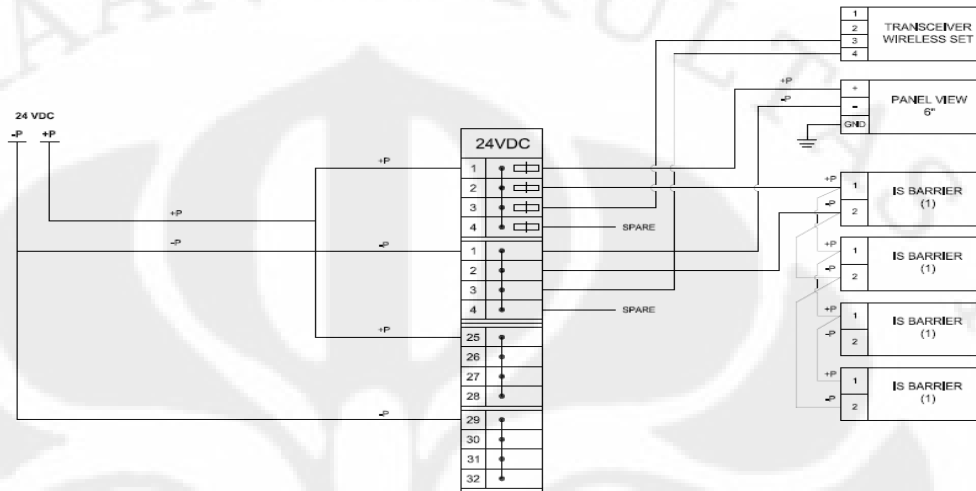
d. Power Distribution MTU

Berikut ini merupakan diagram pengkabelan untuk power pada PLC Micrologic 1100, berdasarkan gambar dibawah PLC mendapat inputan power 110 VAC.



Gambar 3.12 Power Distribution untuk Power AC

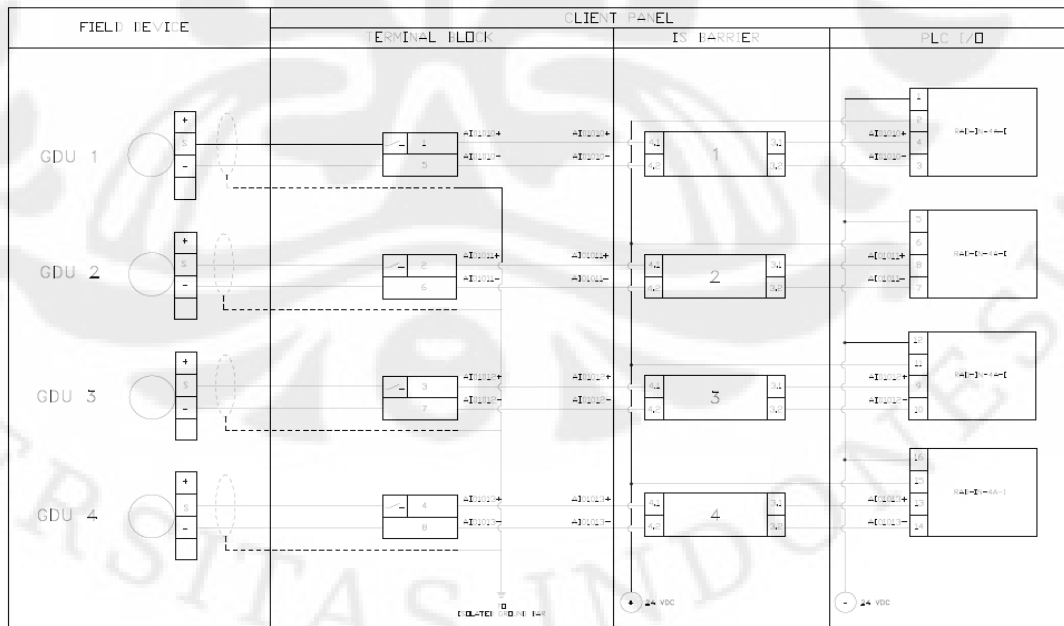
Pada Diagram pengkabelan dibawah, maka Tranceivers, Panel VIEW, IS Barrier mendapatkan inputan 24 VDC



Gambar 3.13 Power Distribution untuk Power DC

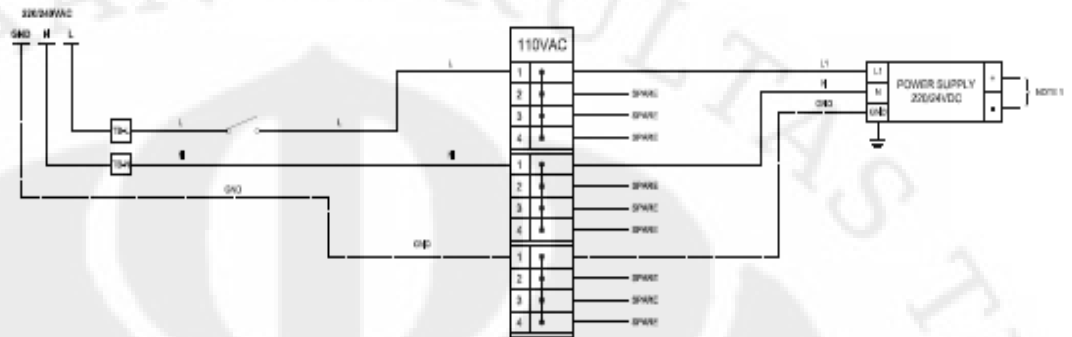
3.6.1.2 Disisi RTU (Remote Terminal Unit)

a. RTU Drawing Digram

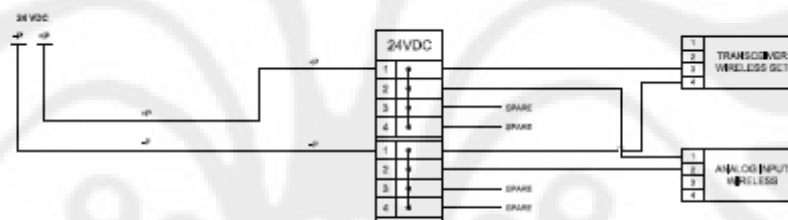


Gambar 3.14 Diagram pengkabelan di area RTU

b. RTU Power Diagram



Gambar 3.15 Power Diagram AC di area RTU

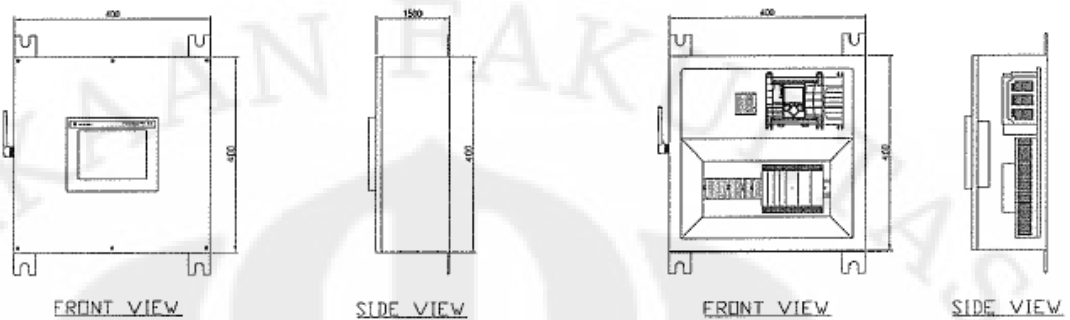


Gambar 3.16 Power Diagram DC diarea RTU

3.6.2 Design Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

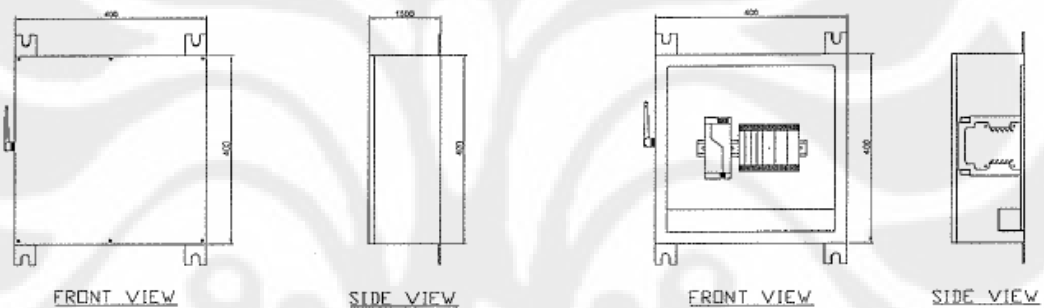
Dalam perancangan Sistem, suatu hal yang harus dilakukan adalah membuat design rancangan. Adapun design rancangan dari sistem Ultrasonik Gas Leak detector adalah sebagai berikut :

1. Rancangan Sistem di MTU (Main Terminal Unit)



Gambar 3.17 Rancangan Sistem diarea MTU (Main Terminal Unit)

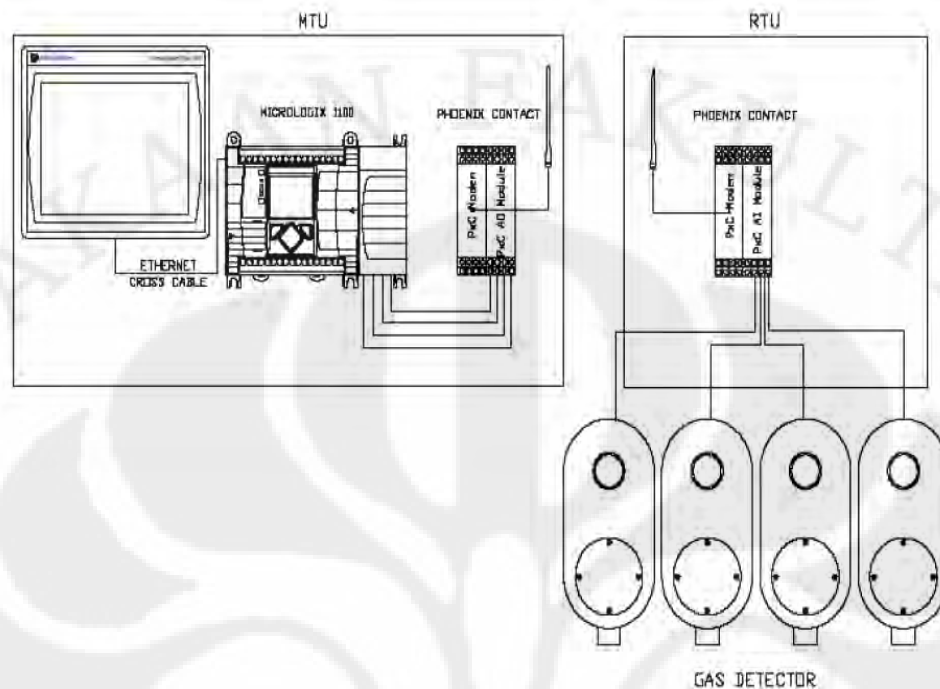
2. Rancangan Sistem di RTU (Remote Terminal Unit)



Gambar 3.18 Rancangan Sistem diarea RTU

3.7 Prinsip Kerja Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

Pada Sub bab ini akan dijelaskan tentang Prinsip Kerja Sistem Ultrasonik Gas Leak detector. Berikut ini gambar rancangan sistem Ultrasonik Gas Leak detector .



Gambar 3.19 Rancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa sistem mendapat inputan dari ULD (Ultrasonik Gas Leak Detector). Detector ini akan mendeteksi adanya noise yang berada disekitar area tersebut. ULD ini dihubungkan dengan RTU (Remote Terminal Unit). Sinyal yang diterima oleh RTU akan dipancarkan melalui media wireless yang akan diterima di MTU (Main Terminal Unit), sinyal yang diterima oleh MTU akan dibaca oleh PLC (Programmable Logic Controll) dan selanjutnya PLC akan memberikan informasi yang diterima kepada HMI (Human Machine Interface) dan kemudian akan ditampilkan pada layar.

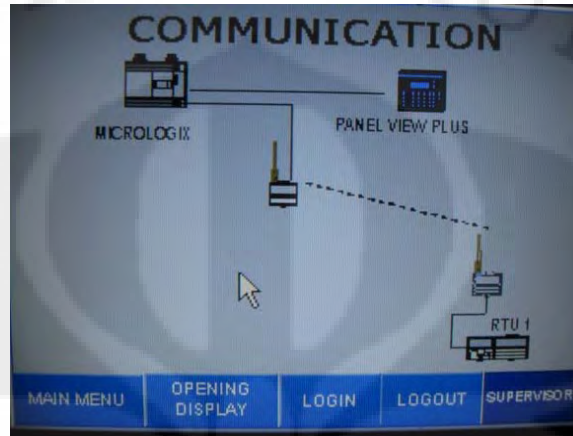
Sistem ini mendapat inputan dalam bentuk analog signal yang kemudian dengan Analog Digital Converter sinyal diubah menjadi Digital.

Sinyal yang dibaca oleh PLC akan ditampilkan di HMI dalam bentuk nilai arus dan persentase. Nilai yang ditampilkan di HMI memiliki range 4 mA – 20 mA.

Untuk mengerti konsep kerja dari sistem Ultrasonik Gas Leak Detector, dapat dijelaskan pada penjelasan dibawah ini :

1. Sistem Ultrasonik gas Leak detector dinyalakan.

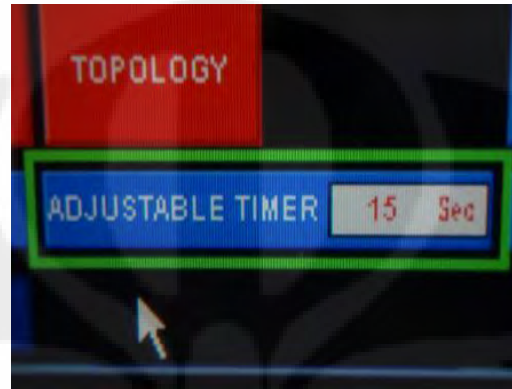
2. Lihat koneksi link komunikasi antara RTU dan MTU, apakah sistem telah terkoneksi dengan baik. Jika sistem telah terlihat pada gambar dibawah ini, maka sistem telah terkoneksi dengan baik.



Gambar 3.20 Koneksi Link komunikasi antara RTU dan MTU

3. Lihat nilai background sinyal yang ditampilkan pada HMI. Masing masing ULD akan mendeteksi nilai background sinyal masing masing tergantung pada kondisi daerah dimana ULD tersebut dipasang. Jika didapatkan nilai background sinyal < 10 mA maka perlu diset disistem untuk ditambahkan 2 mA, dan jika nilai background noise > 10 mA maka perlu diset disistem untuk ditambahkan 1 mA. Nilai ini dimasukkan sebagai nilai set point. Misal background sinyal di layar HMI bernilai 7 mA, maka karena masih kurang dari 10 mA maka nilai set point ditambah dengan 2 mA jadi set point perlu diset di nilai 9 mA. Ini berarti ketika sistem mendapatkan inputan 10 mA maka artinya PLC telah mendeteksi adanya kebocoran gas, dan selanjutnya PLC akan memberikan perintah kepada buzzer untuk menyalakan buzzer. Adanya kenaikan nilai amper ini artinya adanya sinyal ultrasonik yang diterima oleh GDU di area tersebut, atau adanya kebocoran gas di sekitar area tersebut.
4. Set level delay time, delay time berdasarkan standar adalah 15 second.. Delay time ini dimaksudkan untuk menghindari adanya alarm palsu yang akan mengganggu proses. Jadi jika kenaikan ampermeter diatas ambang batas yang

diinginkan kurang dari delay time yang diset, maka PLC belum memberikan indikasi adanya kebocoran gas dan belum memberikan perintah kepada buzzer untuk menyalakan alarm. Setting delay time seperti ditunjukkan pada gambar dibawah :



Gambar 3.21 Setting Delay Time pada MTU

Gambar diatas menunjukkan bahwa delay time di set di 15 sec. Artinya apabila mendapat inputan sinyal lebih dari nilai treshold yang diinginkan dan lebih sama dengan 15 sekon, maka sistem akan memberikan perintah kepada buzzer untuk menyalakan alarm sebagai warning sistem.

3.8 Perancangan Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector di Area Mike Mike f/s

Setelah sistem dilakukan uji coba di workshop, dan hasil uji lab tersebut dinyatakan sistem dapat berjalan baik, maka step selanjutnya adalah mempersiapkan untuk proses instalasi di lapangan.

Sistem ULD ini akan dipasang di Mike-Mike f/s dan tepatnya akan dipasang disekitar area Platform MMF ke Platform MMS. Detector yang akan dipasang berjumlah 4 buah, dan detector tersebut masing masing ditempatkan di :

- Detector 1 ditempatkan sekitar +/- 15 – 20 meter dari MMF Turbine compressor Building Room dan 20 – 25 meter dari Transpump area. Tepatnya dibawah tangga setelah Bridge antara Platform MMF ke Platform MMS. Adapun noise yang ada disekitar ULD 1 adalah noise yang berasal dari noise turbine. Adapun ULD 1 dapat ditunjukkan sesuai dengan gambar dibawah :



Posisi ULD1

Gambar 3.22 Posisi ULD1 di Mike-Mike f/s

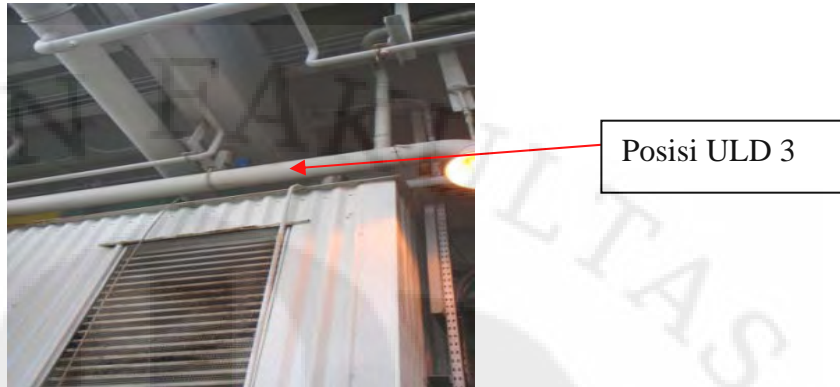
- Detector 2 ditempatkan sekitar +/- 10 – 15 meter dari Platform MMS Turbine Generator Building Room, adapun noise yang ada disekitar ULD2 adalah sebgain besar berasal dari noise Turbine. Adapun posisi ULD 2 ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Posisi ULD2

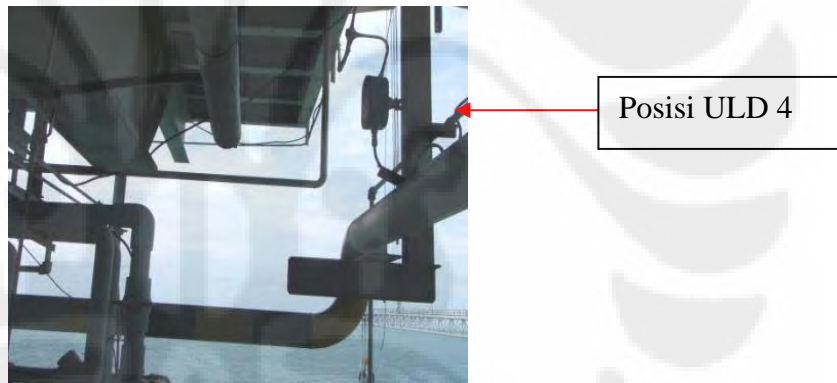
Gambar 3.23 Posisi ULD2 di Mike-Mike f/s

- Detector 3 berada tepat diatas MMS Turbine Generator Building Room, noise yang ada disekitar ULD3 berasal dari noise turbine. Adapun posisi ULD 3 ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.24 Posisi ULD3 di Mike-Mike f/s

- Detector 4 ditempatkan sekitar +/- 15 – 20 Meter dari MMS Turbine Generator Building Room. Adapun noise yang ada disekitar ULD 4 adalah berasal dari noise turbine. Adapun posisi ULD 4 ditunjukkan pada gambar dibawah :



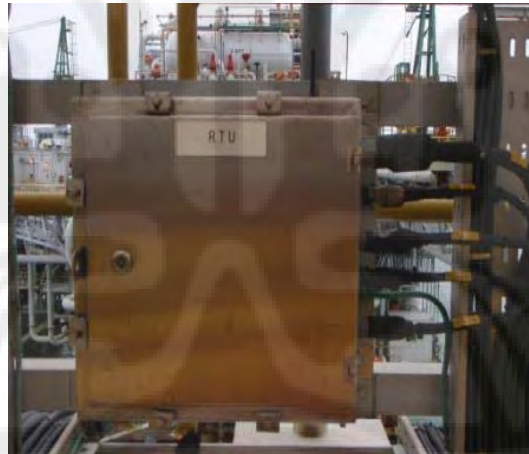
Gambar 3.25 Posisi ULD4 di Mike-Mike f/s

- MTU (Main Terminal Unit) ditempatkan di Platform MMS yaitu di Control Room L/Q 2nd floor. Adapun posisi MTU dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.26 Posisi MTU di Mike-Mike f/s

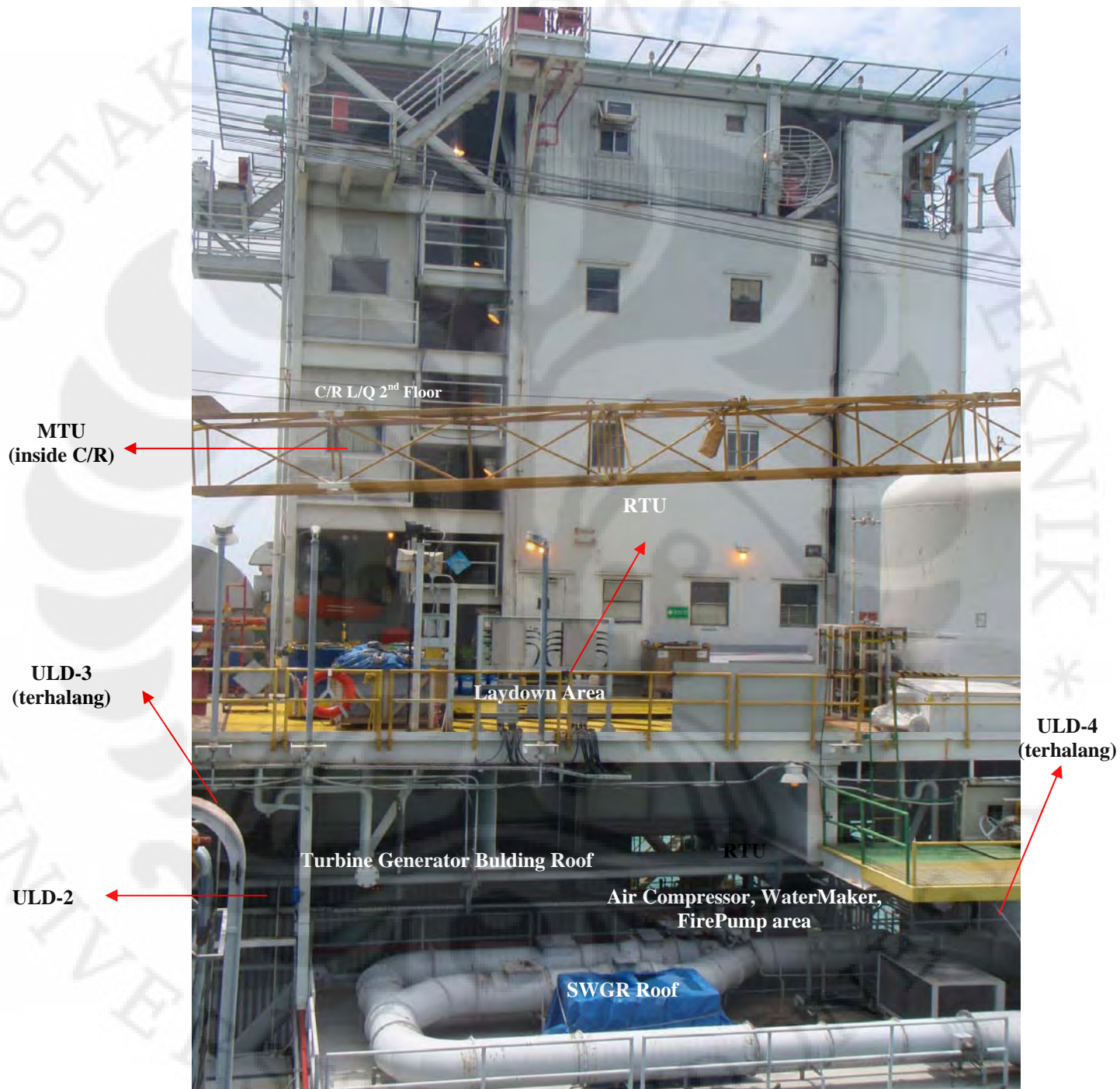
- RTU (Remote Terminal Unit) ditempatkan di Platform MMS Main deck dekat laydown area untuk Lifting activity. Jarak antara RTU dan MTU sekitar 10 – 15 meter. Adapun posisi RTU dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.27 Posisi RTU di Mike-Mike f/s

Berikut ini hasil dari proses instalasi sistem ULD di Mike-Mike f/s

a. Posisi masing masing peralatan ULD diinstall diarea Platform MMS



Gambar 3.28 Posisi Masing masing ULD di Platform MMS

b. Posisi masing masing peralatan ULD diinstall diarea Platform MMF



Gambar 3.29 Posisi Masing masing ULD di Platform MMF

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah dan pengujian yang telah dilakukan dari sistem ultrasonik gas leak detektor yang dilakukan di Laboratorium/workshop dan di lapangan berikut dengan Analisa sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor.

4.1 Analisis Hasil Perancangan

Analisis hasil perancangan merupakan tahapan yang dilakukan untuk melihat apakah implementasi sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor yang dilakukan sudah sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya. Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan adalah analisis hasil pengujian dan analisis perbaikan sistem.

4.1.1 Analisis Hasil Pengujian

Untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak yaitu dengan pengujian sistem serta pengambilan data serta menganalisa sistem tersebut. Pada bab ini akan dilakukan pengujian alat, mulai dari pengujian perbagian sampai dengan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian ini dibagi menjadi :

4.1.1.1 Pengujian di Lab/workshop

Setelah Sistem ini dirancang, baik dari sisi hardware maupun sofwarenya, maka sebelum alat ini diinstall di lapangan, maka terlebih dahulu perlu dilakukan pengujian di laboratorium/ workshop. Pengujian di workshop dilakukan dengan pertimbangan :

- a. Menguji apakah sistem sudah dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.
- b. Menguji apakah semua alat dapat bekerja dengan baik.
- c. Menguji apakah alat ini layak atau tidak dipasang dilapangan.

Berdasarkan hal tersebut, sebelum sistem ini dipasang dilapangan, terlebih dahulu dilakukan uji coba di Laboratorium atau di workshop.

Selanjutnya Pengujian yang dilakukan di workshop, sebagaimana disebutkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kinerja Ultrasonik Gas Leak Detektor di Workshop

PROSES	INPUT	KELUARAN YANG DIINGINKAN	KELUARAN YANG TERJADI	OUTPUT
Cek Koneksi Link Komunikasi antara RTU dan MTU	Putuskan koneksi antara RTU dan MTU	Status pada HMI pada menu topology koneksi link putus tidak ada hubungan komunikasi	Display pada HMI pada menu topology koneksi link putus tidak ada hubungan komunikasi	Berhasil
Login <i>User</i>	Melakukan Login dengan berbagai <i>user</i> yang telah terdaftar	Notifikasi user sedang aktif, status user, dan access level yang tertampil sesuai dengan profil user yang dimasukkan	Informasi yang terlihat pada notifikasi user sesuai dengan profil user yang dimasukkan	Berhasil
Konfigurasi <i>user</i>	Mendaftarkan <i>user</i> baru, menghapus suatu <i>user</i> , memodifikasi suatu <i>user</i>	<i>User</i> baru dapat terdaftar, <i>user</i> dapat dihapus, dan profil <i>user</i> dapat dimodifikasi	<i>User</i> baru terdaftar, penghapusan <i>user</i> dapat berjalan, serta profil <i>user</i> dapat dimodifikasi	Berhasil
<i>Pembacaan arus input di RTU dan MTU</i>	Memberikan masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	Pembacaan arus input di RTU sama dengan pembacaan yang ada di MTU	Pengukuran dengan menggunakan Amer Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di MTU sama	Berhasil
<i>Pembacaan arus input di RTU dan HMI</i>	Memberikan masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	Pembacaan arus input di RTU sama dengan pembacaan yang ada di HMI	Pengukuran dengan menggunakan Amper Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di HMI sama	Berhasil
<i>Pembacaan arus input di RTU dan Amper Meter</i>	Memberikan masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	Pembacaan arus input di RTU sama dengan pembacaan yang ada di Amper Meter	Pengukuran dengan menggunakan Amper Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di Amper Meter sama	Berhasil

PROSES	INPUT	KELUARAN YANG DIINGINKAN	KELUARAN YANG TERJADI	OUTPUT
Cek hubungan antara alarm sistem dan Delay Time	Memberikan masukan kepada sistem ULD suara kebocoran gas dan telah diset delay time yang diinginkan	Alarm akan nyala ketika kebocoran gas telah mencapai lebih dari nilai set poinnya dan lebih dari delay time yang telah ditentukan	Buzzer nyala ketika ULD telah mendeteksi adanya suara ultrasonik lebih dari nilai set point yang ditentukan dan telah mencapai delay time yang ditentukan.	Berhasil
Cek Fungsi Acknowgledment	Memberikan input sampai terjadi alarm	Ketika alarm bunyi, suara dapat dihentikan dengan menekan tombol acknowledgment, tetapi notifikasi adanya kebocoran akan terus tampil pada HMI jika suara Ultrasonik masih terdeteksi.	Suara alarm dapat dihentikan dengan menekan tombol acknowledgment dan tampilan display tetap menampilkan warning system sebelum suara Ultrasonik benar benar hilang dari area tersebut	Berhasil
History Data	Melakukan berbagai macam aktifitas pada sistem ULD	Sistem ULD akan membaca semua aktivitas yang ada dan menyimpannya dalam log.	Sistem ULD menyimpan semua aktifitas yang telah terjadi pada sistem ULD.	Berhasil

Data pada table diatas, ditunjukkan dengan data pada step pengujian yang telah dilakukan dibawah ini.

a. Pengujian link Komunikasi antara RTU dan MTU

Sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor ini menggunakan komunikasi Radio 2.4 GHz. Oleh karena itu hal yang pertama dilakukan sebelum dilakukan pengujian selanjutnya adalah mengecek terlebih dahulu apakah link komunikasi antara RTU dan MTU sudah berjalan dengan baik. Cara pengechekannya adalah :

- Lihat di HMI
- Klik menu Topology
- Apabila tampilan di HMI seperti gambar dibawah, maka RTU dan MTU sudah terkoneksi dengan baik.



Gambar 4.1 Koneksi Link Komunikasi antara RTU dan MTU

b. Pembacaan Analog Input Module di MTU dan RTU

Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian terhadap pembacaan sistem dengan menggunakan AVO Meter yang diukur di area RTU dan MTU. Output yang diharapkan adalah pembacaan input dari RTU sama dengan pembacaan di MTU. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur AVO Meter.

Berikut ini tabel hasil pengukuran yang dilakukan.

Table 4.2 Pengujian Analog extension module antara RTU dan MTU

NO	Tag No	Description	RTU	MTU
1		AO Channel 0	ok	ok
2		AO Channel 1	ok	ok
3		AO Channel 2	ok	ok
4		AO Channel 3	ok	ok

c. Pembacaan Analog input Module dengan pembacaan di HMI

Pada pengujian ini, penulis telah melakukan pengukuran dengan menggunakan AVO Meter. Pembacaan signal ultrasonik yang terbaca di AVO Meter dan HMI menunjukkan nilai yang sama. Data detailnya seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini :

Tabel 4.3 Pengujian Analog Output antara MTU dan HMI

NO	Tag No	Description	MTU	HMI
		Analog Output		
1		AO Channel 0	ok	ok
2		AO Channel 1	ok	ok
3		AO Channel 2	ok	ok
4		AO Channel 3	ok	ok

Tabel diatas menunjukkan bahwa pembacaan di MTU dan HMI menunjukkan nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik.

Tabel 4.4 Pengujian Analog Input antara RTU dan HMI

NO	Tag No	Description	RTU	HMI
		Analog Input		
1		AO Channel 0	ok	ok
2		AO Channel 1	ok	ok
3		AO Channel 2	ok	ok
4		AO Channel 3	ok	ok

Tabel diatas menunjukkan bahwa pembacaan di RTU dan HMI menunjukkan nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik.

d. Hubungan Delay Time dengan Alarm

Pada pengujian ini, dilakukan dengan cara ULD diberikan inputan suara kebocoran gas dengan menggunakan Tabung Gas, dan terlebih dahulu pada HMI telah diset delay time sebesar 15 second dan treshold di 6 mA. Hasil pengujian menunjukkan setelah sistem menerima inputan suara Ultrasonik lebih dari 6 mA dan lebih dari 15 second, Alarm bunyi.

e. Pengujian Acknowledgment

Pada pengujian ini, dilakukan dengan cara ULD diberikan inputan suara kebocoran gas dengan menggunakan Tabung Gas, dan terlebih dahulu pada HMI telah diset delay time sebesar 15 second dan treshold di 6 mA. Hasil pengujian menunjukkan setelah sistem menerima inputan suara Ultrasonik lebih dari 6 mA dan lebih dari 15 second, Alarm bunyi. Dan selanjutnya penulis menekan tombol acknowledgment untuk menghentikan alarm, dan hasil akhir setelah ditekan

acknowledgment maka alarm-pun berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja.

Pada pengujian alat, ketika acknowledgment telah di tekan, maka alarm berhenti, tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Warning alarm di HMI masih tetap menyala jika signal ultrasonik yang terdeteksi masih ada.
2. Jika terdeteksi ULD yang lainnya maka alarm akan nyala kembali. Dan tombol acknowledgment harus ditekan kembali untuk mematikan alarm.
3. Untuk mematikan alarm di HMI maka perlu tekan tombol reset. Jika signal ultrasonik masih terdeteksi maka alarm di HMI masih tetap ada, sampai signal ultrasonik tidak terdeteksi kembali.

4.1.1.2 Pengujian di Lapangan

Pada dasarnya pengujian yang dilakukan dilapangan sama dengan pengujian yang dilakukan di workshop. Beberapa hal yang diuji untuk menunjukkan kinerja sistem ini dapat bekerja dengan baik atau tidak seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Table 4.5 Pengujian Yang di lakukan di Lapangan

PROSES	INPUT	KELUARAN YANG DIINGINKAN	KELUARAN YANG TERJADI	OUTPUT
Cek Koneksi Link Komunikasi antara RTU dan MTU	Putuskan koneksi antara RTU dan MTU	Status pada HMI pada menu topology koneksi link putus tidak ada hubungan komunikasi	Display pada HMI pada menu topology koneksi link putus tidak ada hubungan komunikasi	Berhasil
Login User	Melakukan Login dengan berbagai user yang telah terdaftar	Notifikasi user sedang aktif, status user, dan access level yang tertampil sesuai dengan profil user yang dimasukkan	Informasi yang terlihat pada notifikasi user sesuai dengan profil user yang dimasukkan	Berhasil
Konfigurasi user	Mendaftarkan user baru, menghapus suatu user, memodifikasi suatu user	User baru dapat terdaftar, user dapat dihapus, dan profil user dapat dimodifikasi	User baru terdaftar, penghapusan user dapat berjalan, serta profil user dapat dimodifikasi	Berhasil
Pembacaan arus	Memberikan	Pembacaan arus input di	Pengukuran dengan	Berhasil

<i>input di RTU dan MTU</i>	masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	RTU sama dengan pembacaan yang ada di MTU	menggunakan Amer Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di MTU sama	
<i>Pembacaan arus input di RTU dan HMI</i>	Memberikan masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	Pembacaan arus input di RTU sama dengan pembacaan yang ada di HMI	Pengukuran dengan menggunakan Amper Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di HMI sama	Berhasil
<i>Pembacaan arus input di RTU dan Amper Meter</i>	Memberikan masukan kepada ULD suara kebocoran gas dengan menggunakan tabung gas	Pembacaan arus input di RTU sama dengan Amper Meter	Pengukuran dengan menggunakan Amper Meter didapatkan pembacaan arus input baik di RTU maupun di Amper Meter sama	Berhasil
Cek hubungan antara alarm sistem dan Delay Time	Memberikan masukan kepada sistem ULD suara kebocoran gas dan telah diset delay time yang diinginkan	Alarm akan nyala ketika kebocoran gas telah mencapai lebih dari nilai set poinnya dan lebih dari delay time yang telah ditentukan	Buzzer nyala ketika ULD telah mendeteksi adanya suara ultrasonik lebih dari nilai set point yang ditentukan dan telah mencapai delay time yang ditentukan.	Berhasil
Cek Fungsi Acknowledgment	Memberikan input sampai terjadi alarm	Ketika alarm bunyi, suara dapat dihentikan dengan menekan tombol acknowledgment, tetapi notifikasi adanya kebocoran akan terus tampil pada HMI jika suara Ultrasonik masih terdeteksi.	Suara alarm dapat dihentikan dengan menekan tombol acknowledgment dan tampilan display tetap menampilkan warning system sebelum suara Ultrasonik benar benar hilang dari area tersebut	Berhasil
History Data	Melakukan berbagai macam aktifitas pada sistem ULD	Sistem ULD akan membaca semua aktivitas yang ada dan menyimpannya dalam log.	Sistem ULD menyimpan semua aktifitas yang telah terjadi pada sistem ULD.	Berhasil

Untuk dapat membuktikan kinerja sistem Ultrasonik Gas Leak Dector ini, penulis telah mengamati selama kurang lebih 4 bulan kinerja dari sistem Ultrasonik Gas Leak detektor.

Untuk dapat mendapatkan background noise, telah dilakukan selama 5 hari, penulis mengambil rata rata dari background noise yang terbaca oleh sistem.

Berikut ini rata rata pembacaan Ultrasonik Gas Leak detektor selama 5 hari untuk masing masing ULD.

- Pembacaan Background noise untuk ULD 1 (Pembacaan diamati selama 5 hari)

Pembacaan Background noise untuk ULD 1 dapat ditunjukkan sesuai dengan table dibawah:

Table 4.6 Pembacaan Background Noise untuk ULD 1

Time	Background noise Hari 1 (mA)	Background noise Hari 2 (mA)	Background noise Hari 3 (mA)	Background noise Hari 4 (mA)	Background noise Hari 5 (mA)
13:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
14:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
15:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
16:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
17:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
18:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
19:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
20:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
21:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
22:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
23:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
0:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
1:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
2:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
3:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
4:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
5:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
6:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
7:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
8:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
9:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
10:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
11:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
12:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Total	134.4	134.4	134.4	134.4	134.4
Rata Rata/hari	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

Berdasarkan Tabel diatas didapatkan noise normal disekitar ULD satu adalah : Rata-Rata perhari, noise yang terbaca adalah = 5.6 mA

Maka selama 5 hari pengamatan noise yang terbaca oleh ULD adalah = 5.6 mA.

Berdasarkan data diatas, maka penulis dapat menyimpulkan berapa mA nilai set point yang perlu diset di ULD 1. Berdasarkan literatur apabila pembacaan background noise masih berada dibawah 10 mA, maka nilai set point bisa didapatkan dengan menambahkan 2 mA dari nilai background noisenya. Jadi Nilai set point untuk ULD 1 diset di 8 mA.

- Pembacaan Background noise untuk ULD 2 (Pembacaan diamati selama 5 hari)

Pembacaan Background noise untuk ULD 2 dapat ditunjukkan sesuai dengan table dibawah:

Tabel 4.7 Pembacaan Background Noise untuk ULD 2

Time	Background noise Hari 1	Background noise Hari 2	Background noise Hari 3	Background noise Hari 4	Background noise Hari 5
13:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
14:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
15:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
16:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
17:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
18:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
19:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
20:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
21:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
22:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
23:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
0:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
1:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
2:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
3:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
4:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
5:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
6:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
7:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
8:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
9:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
10:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
11:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
12:00	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Total	129.6	129.6	129.6	129.6	129.6
Rata Rata/hari	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4

- Pembacaan Background noise untuk ULD 3 (Pembacaan diamati selama 5 hari)

Pembacaan Background noise untuk ULD 3 dapat ditunjukkan sesuai dengan table dibawah:

Tabel 4.8 Pembacaan Background Noise untuk ULD 3

Time	Background noise Hari 1	Background noise Hari 2	Background noise Hari 3	Background noise Hari 4	Background noise Hari 5
13:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
14:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
15:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
16:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
17:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
18:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
19:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
20:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
21:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
22:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
23:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
0:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
1:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
2:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
3:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
4:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
5:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
6:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
7:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
8:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
9:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
10:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
11:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
12:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Total	134.4	134.4	134.4	134.4	134.4
Rata Rata/hari	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

- Pembacaan Background noise untuk ULD 4 (Pembacaan diamati selama 5 hari)

Pembacaan Background noise untuk ULD 4 dapat ditunjukkan sesuai dengan table dibawah:

Table 4.9 Pembacaan Background Noise untuk ULD 4

Time	Background noise Hari 1	Background noise Hari 2	Background noise Hari 3	Background noise Hari 4	Background noise Hari 5
13:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
14:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
15:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
16:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
17:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
18:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
19:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
20:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
21:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
22:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
23:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
0:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
1:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
2:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
3:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
4:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
5:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
6:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
7:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
8:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
9:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
10:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
11:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
12:00	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Total	134.4	134.4	134.4	134.4	134.4
Rata Rata/hari	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

4.1.1.3 Pengujian Sistem Ultrasonik Leak Detektor Dalam kondisi Hujan

Dalam pengujian kali ini, penulis memperhatikan pembacaan sinyal Ultrasonik dalam kondisi hujan/ cuaca buruk. Berikut ini pembacaan ULD 1, 2, 3 dan 4 pada kondisi Hujan

Table 4.10 Pembacaan ULD ketika kondisi Hujan

Time	Background noise ULD 1 (mA)	Background noise ULD 2 (mA)	Background noise ULD 3 (mA)	Background noise ULD 4 (mA)	Set Point	Delay Time
8:00	5.6	5.4	5.6	5.6	40%	15sec
9:00	5.6	5.4	5.6	5.6	40%	15sec

Pada table diatas, menunjukkan bahwa pembacaan ULD pada kondisi hujan memiliki nilai yang sama ketika ULD berada dalam kondisi normal. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi cuaca buruk/ hujan tidak mempengaruhi pembacaan pada ULD.

4.1.2 Analisis Rancangan Skenario

Skenario yang digunakan pada sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor ini bertujuan untuk dapat memberikan *warning system* apabila terjadinya kebocoran gas. Adanya alarm dapat membantu agar operator dapat memberikan *control action* yang lebih cepat apabila terjadinya kebocoran gas disekitar area tersebut.

4.2 Analisis Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dari sistem Ultrasonik Gas Leak detektor ini sebagai deteksi dini terhadap adanya kebocoran gas di area Mike-Mike f/s terdiri dari 2 tahap, yaitu :

4.2.1 Pemrograman Programmable Logic Controller (PLC)

Pemrograman pada PLC dalam sistem ini menggunakan piranti lunak RS Logic 500. skenario dari program yang dirancang adalah mengontrol adanya inputan dan memberikan perintah kepada buzzer apabila terdeteksi adanya suara Ultrasonik diatas nilai setpointnya dan sudah mencapai delay time yang telah ditentukan.

4.2.2 Perancangan Human Machines Interface (HMI)

Human Machines Interface (HMI) berperan penting dalam membuat suatu aplikasi yang menampilkan fungsi dari teknologi nyata sehingga mempermudah atau menyederhanakan proses atau sistem pengendalian. Perancangan HMI pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Factory Talk View ME Station.

Human Machines Interface (HMI) yang dirancang pada sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor di Pertamina Hulu Energi ini menyediakan informasi dalam proses Monitoring terhadap adanya kebocoran Gas pada area area yang berpotensi terhadap adanya kebocoran gas. Sehingga dengan adanya sistem ini maka operator

dapat lebih mudah memonitor dan memberikan control action yang lebih cepat terhadap adanya kebocoran gas di area tersebut. Bagian dari HMI yang bersifat informatif adalah sebagai berikut :

4.2.2.1 Display Awal

Berikut ini merupakan display awal pada HMI sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor



CREATED BY :



Gambar 4.2 Display awal Sistem Ultrasonik Gas Leak detektor

Terdapat 4 buah menu yang bisa didapat dari tampilan display awal ini, yaitu : (1) Menu Login, (2) Menu Logout, (3) Menu Deafult

4.2.2.2 Menu Utama



Gambar 4.3 Menu Utama Sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor

Penomoran pada gambar diatas dapat di jelaskan pada tabel berikut ini.

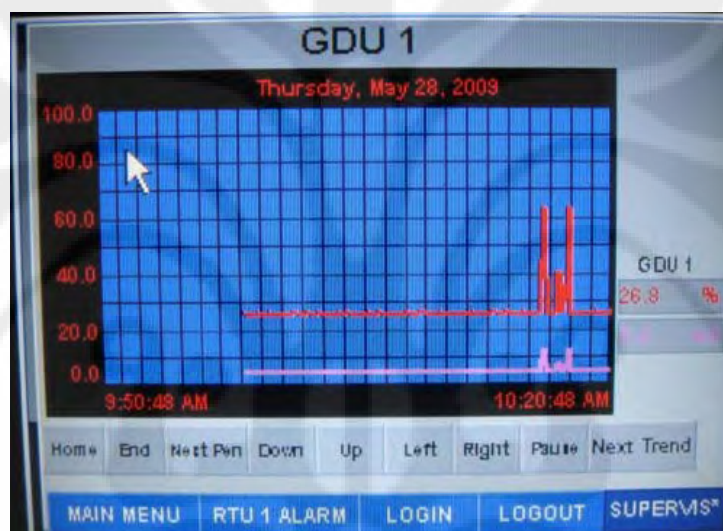
Tabel 4.11 Keterangan dari Gambar Display Utama

S/N	Item	Description
1	GDU Trend	Untuk melihat grafik trend sinyal ultrasonik yang terbaca
2	GDU Alarm	Untuk melihat adanya alarm sekaligus mensetting Set point pada masing masing GDU
3	Alarm History	Untuk melihat alarm History setiap kejadian
4	Topology	Untuk melihat koneksi Komunikasi antara RTU dan MTU
5	Login	Menu Login untuk masuk kesistem
6	All Alarm	Untuk melihat semua alarm yang ada
7	Config PV Menu	Untuk mensetting parameter waktu
8	Opening Display	Untuk masuk ke tampilan awal
9	Adjustable Timer	Untuk mensetting delay time
10	Logout	Untuk keluar dari sistem
11	Supervisor	Memberikan identifikasi user yang login

Pada Main menu, user bisa mendapatkan informasi mengenai Menu GDU Trend untuk Masing masing ULD, GDU Alarm untuk Maisng masing ULD, Menu Tolology, Menu Login, Adjustable Timer, dan alarm History. Dengan adanya menu ini, operator dapat lebih mudah untuk mengambil informasi dari sistem ini, sehingga bisa lebih mudah dalam memonitor kondisi disekitar area dipasangnya ULD.

4.2.2.3 GDU Trend

Gambar dibawah memberikan screen kepada user, tentang trend level sinyal ultrasonik yang terdeteksi oleh Sistem.



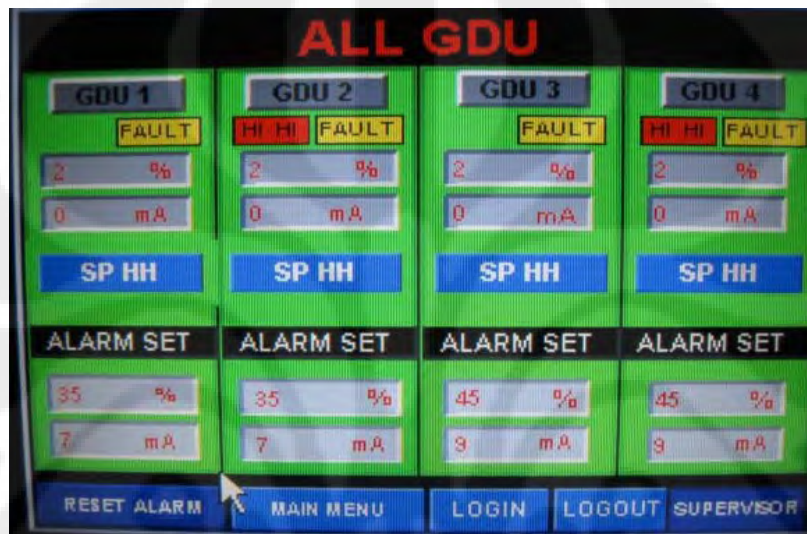
Gambar 4.4 Tampilan GDU Trend

Gambar diatas memberikan informasi kepada user tentang naik turunnya level sinyal ultrasonik yang terdeteksi oleh sistem. Ada dua parameter yang dapat dilihat yaitu dalam satuan amper dan satuan persentase. Gambar diatas memperlihatkan bahwa sinyal yang terdeteksi adalah : 5.2 mA atau 26.8%

4.2.2.4 GDU Alarm

Gambar dibawah akan memberikan informasi kepada user kondisi untuk masing masing GDU, ada tiga kondisi yang ada, yaitu : kondisi Normal, kondisi FAULT dan kondisi Alarm.

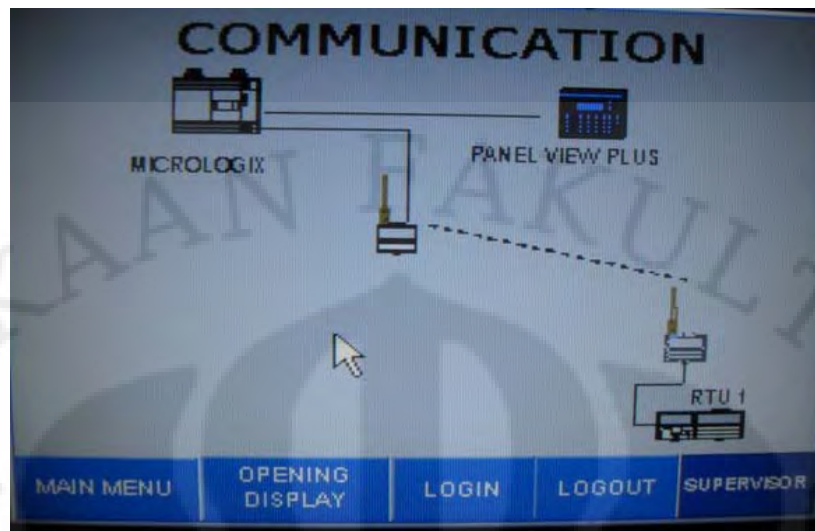
- Kondisi Normal terjadi apabila system sedang melakukan pembacaan sinyal ultrasonik pada kondisi normal/background noise yaitu range antara 4 mA – 20 mA.
- Kondisi FAULT terjadi apabila system melakukan pembacaan kurang dari 4 mA, atau biasanya sistem belum terkoneksi dengan baik.
- Kondisi ALARM terjadi apabila sistem membaca sinyal Ultrasonik berada diatas nilai set pointnya.



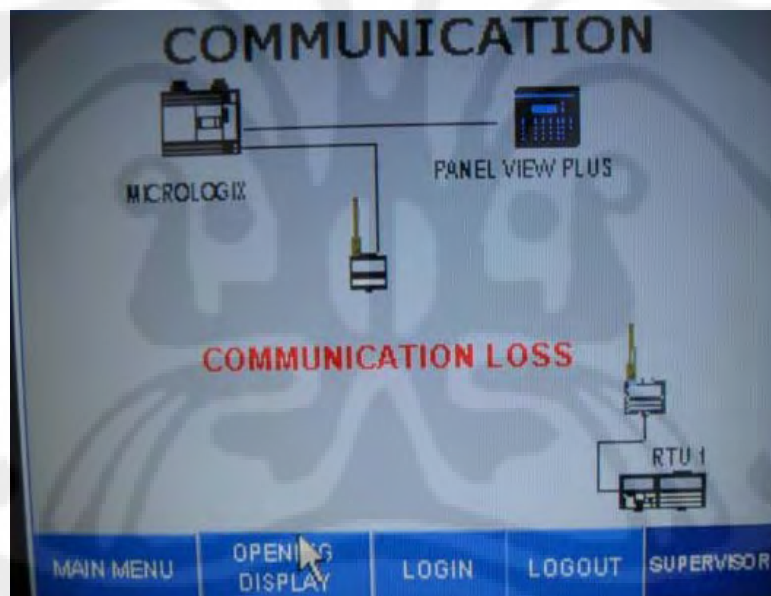
Gambar 4.5 Tampilan GDU Alarm

4.2.2.5 Topology

Menu Topologi ini akan memberikan informasi tentang status Link Komunikasi antara RTU ke MTU. Status link komunikasi antara RTU dan MTU ini harus pertama kali di check apakah sistem telah terhubung dengan baik atau tidak. Sistem telah terhubung dengan baik ditunjukkan seperti pada gambar dibawah :



Gambar 4.6 Tampilan Koneksi Link Komunikasi dalam kondisi Baik
 Da sebaliknya apabila system belum terkoneksi dengan baik maka ditunjukan
 sepertigambar dibawah :



Gambar 4.7 Tampilan Koneksi Link Komunikasi dalam kondisi Loss

4.2.2.6 Login

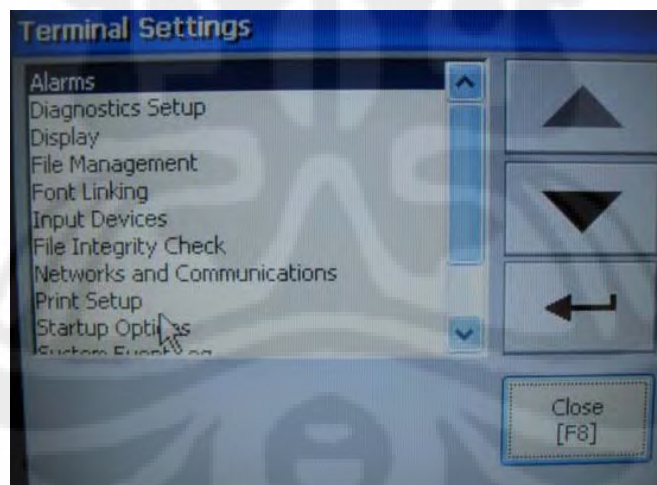
Berikut ini tampilan untuk masuk ke sistem



Gambar 4.8 Tampilan Menu Login

4.2.2.7 Config PV Menu

Config Menu ini merupakan Menu yang ada untuk menseting parameter parameter seperti Jam, Nama konfigurasi sistem dll. Kalau dalam system computer sama halnya dengan DOS.



Gambar 4.9 Tampilan Config PV Menu

4.2.2.8 Adjustable Timer

Gambar dibawah digunakan untuk menset berapa delay time yang diinginkan sampai terjadinya menyalakan buzzer.



Gambar 4.10 Tampilan Setting Delay Time

4.2.2.9 Warning alarm & reminder

Warning alarm merupakan peringatan yang secara otomatis muncul pada saat sistem mendeteksi adanya suara Ultrasonik yang berada diatas level treshold yang telah ditentykan dan sudah mencapai delay time yang telah ditentukan. *Warning alarm* akan muncul pada saat:

- Sistem mendeteksi adanya suara Ultrasonik berada diatas level treshold yang telah ditentukan
- Suara Ultrasonik telah terdeteksi dan sudah mencapai delay time yang telah ditentukan.

Sedangkan *reminder* merupakan keterangan yang muncul di menu GDU Alarm, agar operator bisa melakukan kontrol dan action terhadap adanya reminder yang ada. *Reminder* akan muncul pada saat:

- Terdeteksi adanya Suara Ultrasonik yang melebihi treshold yang telah ditentukan dan telah mencapai delay time yang telah ditentukan.
- Tidak terkoneksiya sistem dengan GDU

4.3 Analisa Kelayakan Sistem

4.3.1 Identifikasi Input Sistem

Sistem ini digunakan sebagai control action terhadap potensi adanya hydrocarbon release di lapangan. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengurangi effect yang lebih besar yang akan membahayakan terhadap manusia dan lingkungan sekitar. Karena jika terjadi hydrocarbon release, maka sistem telah memberitahukan kepada Operator terlebih dahulu sehingga Operator dapat memberikan respon yang lebih cepat terhadap adanya bahaya gas release.

Inputan sistem ini didasarkan pada adanya suara yang terdeteksi oleh Ultrasonik Gas Detektor. Yang kemudian dibaca oleh PLC. Selanjutnya pembacaan PLC akan ditampilkan pada HMI. Sistem ini bekerja ketika sistem mendapatkan inputan suara diatas nilai set pointnya. Jika terdeteksi adanya nilai yang berada pada nilai set point-nya maka PLC akan memberikan perintah kepada buzzer untuk menyalakan alarm. Alarm nyala menunjukkan bahwa didaerah tersebut ada suara lain yang menambah nilai amper pada pembacaan di HMI. Jika adanya alarm maka operator dapat memeriksa kondisi dilokasi disekitar ULD dipasang, apakah terjadi kebocoran gas.

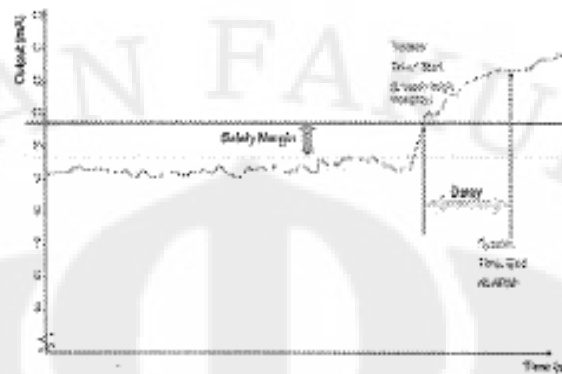
Berdasarkan pada pengukuran diatas yang dilakukan baik pengukuran di workshop maupun pengukuran dilapangan, sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

4.3.2 Identifikasi Output Sistem

Sistem deteksi fire & Gas merupakan sistem yang berhubungan dengan safety. Sistem ini perlu diinstall untuk menjaga plant tetap aman terhadap adanya bahaya api dan Gas. Terutama diperusahaan Oil & Gas, hal ini sudah menjadi konsen nomor satu. Dengan pentingnya sistem deteksi ini maka sistem ini harus benar benar memiliki nilai reliability yang tinggi.

Sistem yang diinstall dalam penelitian ini menggunakan teknologi wireless dalam proses transfer data informasi dari RTU ke MTU. Sehingga sistem ini hanya memberikan output berupa buzzer yang akan menyala ketika mendeteksi adanya suara lain diluar nilai batas ambang sinyal suara pada kondisi normal.

Berikut ini merupakan gambar fluktuasi kondisi sinyal yang terdeteksi oleh Sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor



Gambar 4.11 Fluktuasi Pembacaan Sinyal Ultrasonik Gas Leak Detektor

Sistem Ultrasonik Gas Leak detektor yang diinstal saat ini tidak dihubungkan dengan sistem ESD (Emergency Shutdown) karena proses transfer data menggunakan wireless untuk menghindari adanya missing informasi. Selain hal ini, pertimbangan lain tidak dihubungkan dengan system ESD adalah sebagai berikut :

- Sistem ini dipasang hanya bersifat sementara untuk memonitor kondisi pipa aliran gas antara Platform MMF ke Platform MMS.
- Kebutuhan agar segera dipasangnya alat proteksi ini dengan cepat, demi untuk menjaga plant tetap dalam kondisi aman.
- Memiliki kemudahan dalam proses instalasi dan mobilitasnya
- Nilai cost yang rendah

4.4 Analisis Kelebihan dan kekurangan Sistem

4.4.1 Kelebihan Sistem

Kelebihan dari hasil rancangan sistem Ultrasonik Gas Leak detektor di Pertamina Hulu energy ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan PLC pada proses controlling terhadap adanya suara ultrasonik yang mengindikasikan adanya kebocoran gas dapat membantu operator dalam kegiatan operasional untuk memberikan aspek safety terhadap manusia dan lingkungan. Karena dengan adanya PLC, operator tidak perlu lagi memeriksa kondisi pipa dilapangan.

2. Penggunaan HMI pada proses controlling dapat membantu operator dalam *controlling* dan *monitoring* sistem. Melalui HMI, operator bisa memantau kondisi dari area yang berpotensi terjadi kebocoran gas. HMI ini juga dilengkapi dengan sistem alarm, sehingga membantu operator dalam memonitor sistem.
3. Keamanan sistem yang baik. Pengaturan sistem Ultrasonik Gas Leak detektor ini hanya bisa dilakukan oleh *user* dengan status '*Administrator*'.
4. Sistem *reporting* data yang otomatis, *real time*, dan *historical* memudahkan dalam pengintegrasian data.

4.4.2 Kekurangan Sistem

Adapun kekurangan dari sistem Ultrasonik Gas Leak detektor ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak cocok dipasang ditempat tempat yang memiliki kondisi noise yang terus berubah dan tidak dapat diprediksi *Background noise* yang ada disekitar daerah tersebut.
2. Keterbatasan jarak ULD dalam menerima sinyal Ultrasonik dari kebocoran gas, sehingga ULD harus ditempatkan dekat dengan tempat yang berpotensi adanya kebocoran gas.

4.5 Analisis Teknis

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis terhadap aspek teknis sistem atas sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor di Pertamina Hulu Energi. Analisis aspek teknis meliputi analisis konsep teknis sistem, analisis *user* profil, dan analisis sumber daya.

4.5.1 Konsep Teknis Sistem

Sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor di Pertamina Hulu Energy merupakan *early warning* sistem terhadap adanya kebocoran gas disekitar area yang berpotensi terhadap adanya bahaya gas release. Keunggulan utama dari sistem ini adalah adalah memberikan Monitoring secara real time adanya kebocoran gas yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan sekitarnya. Dengan adanya

sistem ini maka operator dapat memberikan *action* yang lebih cepat dalam upaya untuk memberikan pencegahan terhadap adanya bahaya yang lebih besar.

Sistem ini juga dilengkapi dengan *alarm history*. Dengan adanya alarm history ini maka segala pembacaan yang terekam oleh ULD dapat di log dan menjadi sebuah data yang dapat disimpan.

4.5.2 Analisis User Profile

Pelaksanaan sistem ini juga membutuhkan *user* yang bertugas melakukan pemantauan, pengendalian, perawatan, dan perbaikan. Klasifikasi *user* pada sistem ini terdiri dari:

1. *Administrator*

- Merupakan *user* dengan tingkat otorisasi yang tertinggi dengan *access level* bernilai 9999.
- Dapat melakukan penyettingan ulang dan pengaturan terhadap parameter parameter yang diperlu di set pada system Ultrasonik Gas Leak detektor. Seperti dalam menset delay time, mereset log history, dan mensetting konfigurasi yang lainnya.

2. *User*

- Merupakan *user* dengan tingkat otorisasi terendah dengan *access level* bernilai 10.
- Hanya mampu memantau sistem tanpa melakukan perubahan pengaturan.

4.6 Analisis Sumber Daya

Analisis sumber daya dilakukan untuk menilai kesiapan Pertamina Hulu Energi untuk mengimplementasikan sistem ultrasonik gas leak detektor yang telah dirancang. Pada analisis ini, dilakukan dua aspek penilaian, yaitu:

4.6.1 Kesiapan Teknologi

Untuk dapat mengimplementasikan sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor di Pertamina Hulu Energy ini membutuhkan sebuah ruang kecil untuk meletakkan MTU, ruangan khusus untuk monitoring HMI, serta sensor dan aktuator yang

terhubung pada PLC. Melihat kondisi eksisting, maka dapat dikatakan proses implementasi dapat dilakukan.

4.6.2 Kesiapan Sumber Daya Manusia

Dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kapabilitas di bidang Control dan mampu dalam mengoperasikan HMI pada sistem ini. Pengaksesan sistem ULD ini dilakukan oleh dua pihak, yaitu *user* dan *administrator*. Dalam kasus ini, pihak yang berperan sebagai *user* adalah operator, sedangkan pihak yang berperan sebagai *administrator* adalah Superintendent yang ada di Mike-Mike f/s. Pada pengimplementasian sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor diperlukan suatu pelatihan dan pengenalan sistem kepada pihak-pihak yang berkaitan agar memenuhi kebutuhan kapabilitas dari sumber daya manusia ini.

4.7 Preventive Maintenance

Untuk menjaga sistem agar memiliki availability dan reliability yang baik, maka sistem Ultrasonik gas leak detektor perlu dilakukan maintenance secara reguler. Preventive Maintenance dilakukan dalam enam bulan sekali dan Pertamina PHE Offshore North West Java menginginkan agar sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor memiliki availability 99.99%, artinya dalam satu tahun hanya boleh down selama 53 menit saja. Beberapa sistem yang menjadi prioritas untuk di PM adalah :

- Fungsi dari Detector
- Fungsi Alarm
- Fungsi RTU
- Fungsi MTU
- Fungsi PLC (*Programable Logic Controller*)
- Fungsi HMI (*Human Machine Interface*)
- Fungsi Koneksi Wireless

Adapun preventive Maintenance pertama yang dilakukan pada bulan februari 2010, sistem masih bekerja dengan baik, yaitu detektor, alarm, RTU, MTU, PLC, HMI dan Koneksi Wireless dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi. Berdasarkan hal tersebut maka selama enam bulan pertama sistem memiliki nilai availability dan reliability 100%.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan terhadap “ Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector dengan teknologi Wireless “ yang telah dibuat, sebagai berikut :

1. Sistem yang dibuat dalam tugas akhir ini dapat bekerja dengan baik, yaitu dalam enam bulan pertama sistem dapat memberikan nilai availability dan reliability mencapai 100% dari 99.99% yang diharapkan. Setiap komponen dalam sistem Ultrasonik Gas Leak Detektor dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
2. Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector tidak dipengaruhi oleh cuaca yang buruk.
3. Sistem ini kurang cocok ditempatkan untuk area noise yang sering berubah rubah.
4. Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector masih memiliki kelemahan, yaitu apabila kebocoran gas yang terjadi sangat kecil sekali dan masih dibawah set point yang diberikan, maka sistem tidak bisa memenuhi kebutuhan yang diinginkan, yaitu memberikan *early warning system* terhadap Manusia, sehingga kebocoran gas tidak bisa dideteksi.
5. Sistem Ultrasonik Gas Leak Detector cocok untuk pipa aliran gas dengan *pressure* diatas 500 psig.
6. Sistem ULD dengan teknologi nirkabel pengerjaan secara kontruksi cepat sehingga dapat merespon kebutuhan akan sistem ini lebih cepat.

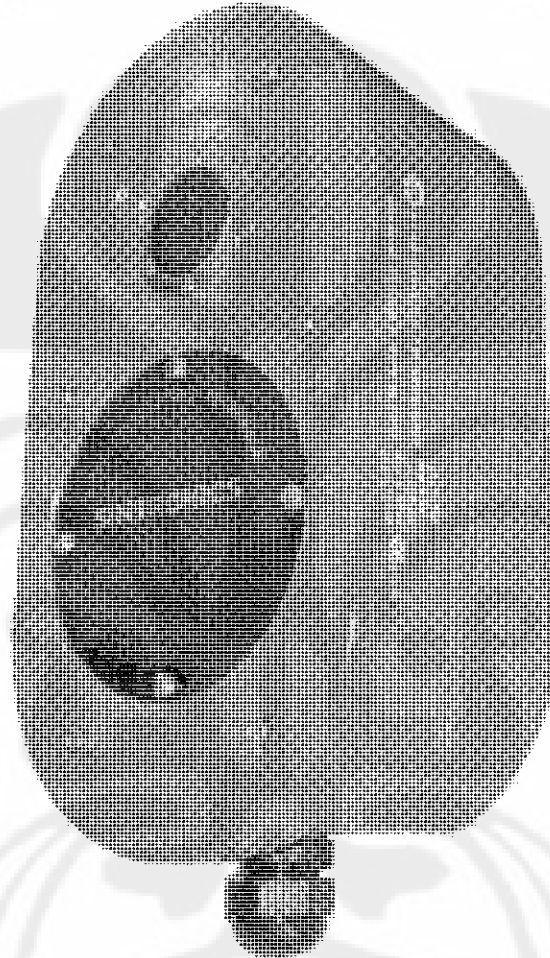
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nolan, Denis P. "*Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principle for Oil, Gas, Chemical and Related Facilities*". westwood new jersey USA: Noyes Publications. 1996.
- [2] Reynders, Deon. "*Practical Troubleshooting & Problem Solving of Industrial Data Communications*". IDC Technology.
- [3] Davidson, Ian. "*West Java Fire and Gas Detection System - System philosophy & performance requirement*", Document BP West Java: Jakarta. 2002.
- [4] Mefredi, "*Protective System Integrity Management Strategy (PROSIMS)*", Document BP West Java: Jakarta. 2006.
- [5] Wright, Raymond. "*Fire & Gas Detection System*" PT Sigma Kreasi Intrument : Jakarta. 1991.
- [6] Mefredi, "*Fire and Gas Philosophy*" BP West Java: Jakarta.
- [7] PLC 500 Advanced Training, PT Transavia Otomasi Pratama. Jakarta
- [8] www.groveley.co.uk (Ultrasoik Gas Leak Detector)
- [9] www.rockwelautomation.com (PLC Allen Bradley)
- [10] www.simtronics.eu (Ultrasonik Gas Leak Detector)
- [11] www.phoenixcontact.com (Bidirectional Wireleass)



Lampiran 1 : Data Teknikal

GDU-01



Ultrasonic Gas Leak Detector

RELEASE NOTES				
Rev.	Date	Revision History	Prepared	Approved
1.0	Nov 2007	INITIAL RELEASE	ES	ES
PRE	October 2006	PRELIMINARY RELEASE	ES	ES

1. Table of Contents

1.	Table of Contents.....	2
2.	Simtronics Contact Details.....	2
3.	Introduction.....	3
4.	Safety Guidelines.....	4
4.1.	Warning.....	4
4.2.	Use in hazardous areas.....	4
4.3.	Accessories.....	4
4.4.	Liability.....	4
5.	IS Certification Description.....	5
6.	Installation of the GDU.....	6
6.1.	Detection coverage.....	6
6.2.	Offshore Coverage.....	6
6.4.	Environment considerations.....	7
6.6.	Installation notes.....	9
6.7.	Electrical Installation.....	10
7.	Operation.....	12
7.1.	System start up.....	12
7.2.	Recommended alarm settings.....	12
7.3.	Time delayed alarm activation.....	12
8.	Functional Test.....	13
9.	Performance Test.....	13
10.	System start up.....	13
11.	Fault finding.....	14
12.	Maintenance.....	14
13.	Technical data.....	15
14.	General Arrangement.....	16
15.	Ordering information.....	17
15.1.	Detector variations.....	17
16.	Accessories.....	17
17.	Shipping Instructions.....	18
18.	Storage Instructions.....	18
19.	Help Us to Help You!.....	19

2. Simtronics Contact Details

Simtronics ASA

Kabelgaten 4b

PO Box 314 Økern. NO-0511

Oslo, Norway

Phone.: (+47) 22 64 50 55

Fax.: (+47) 22 66 60 01

E-mail : mail@simtronics.no

3. Introduction

The GDU has been designed to detect the airborne ultrasound generated from a pressurised gas leak using a piezoelectric disc and conditioning electronics.

Airborne ultrasound is generated when gas moves from a high-pressure area to a low-pressure area. This is because it expands very rapidly causing turbulent flow and creating a sound wave. The sound wave ranges from audible frequencies into ultrasonic frequencies the level of which depend on three main factors:

- Pressure drop across leak
- Size of leak (area)
- Specific gas properties (molecular weight and specific gas ratio)

The GDU will not detect specific values of LEL or ppm but instead responds instantaneously to sound generated by even small leaks. The GDU is not affected by extreme weather conditions.

GDU construction is from 316 stainless steel mounting hardware and a semi-crystalline Polyphenylenesulphide (PPS) enclosure, IP66 certified.

The GDU uses Industry Standard 4-20mA output to interface to the plant control DCS, PLC or 4-20mA input card. Once connected the alarm level should be adjusted to a level higher than the general background noise to which the GDU is subjected. If general operations create spurious noise a suitable alarm delay should be implemented.

Typical applications include:

- Normally Unattended Installations
- Well bay areas
- Compressor Halls
- Aftercoolers
- Storage and Distribution Networks

4. Safety Guidelines

4.1. Warning

Disconnect all power to the detector before connecting or disconnecting.

The power supply must be adjusted to a MAXIMUM of 30Vdc before powering up; failure to do so could result in damage to the detector or detector electronics.

The GDU is an intrinsically safe unit and therefore should have voltage and current levels limited by the appropriate Ex approved isolator or barrier. See Electrical installation section for details of isolators / barriers.

The detector satisfies ATEX II 1 G D EEx ia IIC T4 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq +70^{\circ}\text{C}$ and is certified by certificate number DNV-2005-OSL-ATEX-0327X, preamplifier and sensor type GDU1278.

4.2. Use in hazardous areas

Components used have been inspected and approved in accordance with international explosion-protection regulations and should only be used under the specified conditions.

The GDU may not be modified in any manner.

Appropriate regulations must be observed when carrying out maintenance or inspection and should only be undertaken by competent personnel.

4.3. Accessories

GDU should only be used with Simtronics approved accessories and mounting equipment.

4.4. Liability

All liability for the correct function of the GDU is irrevocably transferred to the owner / operator to the extent that the GDU is altered or installed incorrectly by personnel not authorised by Simtronics or if the GDU is used in a non conformance to its intended use.

5. IS Certification Description

The certification classification is listed as II (1) G D, EEx ia IIC for the barrier, and II 1 G D, EEx ia IIC T4 for the GDU-01. Each of these designations has a meaning, which describes their usage in a hazardous environment. A hazardous environment in the context of Intrinsic Safety is an area where the presence or possible presence of a flammable gas/air mixture requires that special precautions be taken to avoid the possibility that any electronics placed within the hazardous area becomes a source of ignition.

The table below describes the certification in terms of the ATEX/CENELEC standards as well as what they mean in US IS terms.

ATEX Designation	ATEX Standards	US Equivalent
II	Group II equipment for use other than mines	Class other than Mining.
1	Zone 0 locations where explosive gas/air mixtures are always present	Zone 0 locations where explosive gas/air mixtures are always present
G	Designation for gases, vaporous and mist	Not applicable
D	Designation for dusts	Not applicable
CENELEC Designation	CENELEC Standards	US Equivalent
EEx ia	Explosion protection is maintained with up to 2 faults. For use in Zone 0 locations where explosive gas/air mixtures are always present.	Exceeds US standards which only requires explosion protection with up to 1 fault. Equivalent to Class I, Division 1.
IIB	Group IIB covers for flammable gases including ethylene.	Equivalent to Class 1, Group C.
IIC	Group IIC includes Group IIB as well as the most easily ignited Hydrogen and Acetylene.	Equivalent to Class 1, Group A and B.
T4	This relates to the max surface temperature that the unit can attain. T4 is rated 135°C.	Same 135°C.

Table 1 Certification Description

This section is by no means a tutorial on Intrinsic Safety and it is recommended that anyone operating (or planning to operate) in an IS hazardous area understand clearly all aspects of IS requirements and procedures. Many texts exist on the subject. These should be studied carefully before delving into IS applications for the first time.

6. Installation of the GDU

Performance of the GDU depends on the position chosen for installation; the following should also be noted:

- * Regulations governing the installation of gas detection systems.
- * Regulations concerning connection and routing of IS cabling.

Consideration should be given regarding maintenance and testing routines.

6.1. Detection coverage

Detection coverage for the GDU depends upon four factors:

- * Background noise at proposed installation point
- * Gas pressure
- * Gas type
- * Leak rate to be detected

6.2. Offshore Coverage

Offshore installations tend to install detectors pointing vertically downwards at a height of approximately 3 m, coverage is summarised as:

Sensitivity radius: 12m (0.1 Kg/s) <74dB ambient
8m (0.1 Kg/s) <84 dB ambient

NOTE:
IF DETECTOR
IS SITUATED
CLOSE TO
NEXT LEVEL
FLOORING THE
DETECTION
ENVELOPE IN
THIS AREA MAY
BE REDUCED

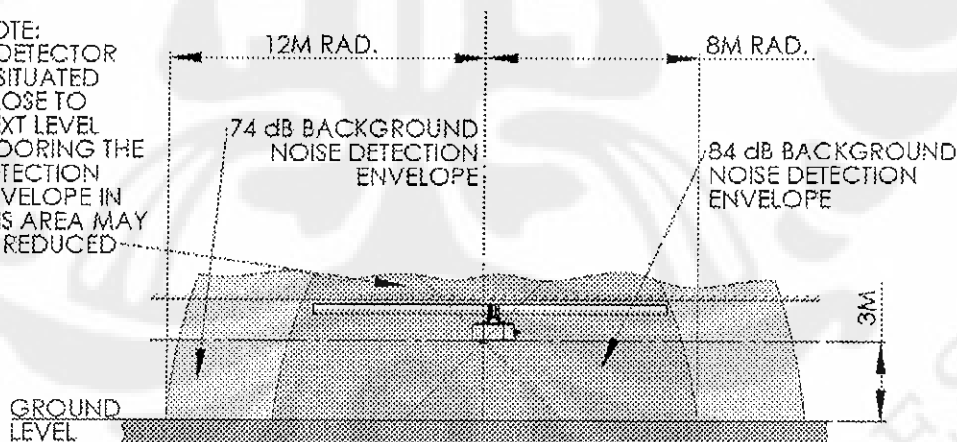


Figure 1: Offshore Installation - Vertical Installation

Consult Simtronics if the background noise level can achieve 84dB or above.

6.3. Onshore Coverage

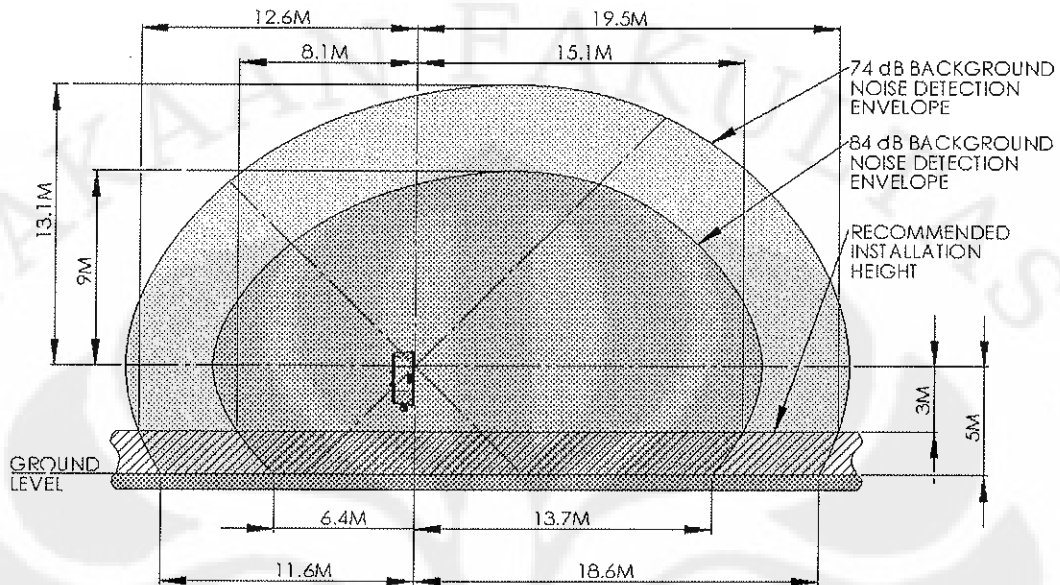


Figure 2: Horizontal Mount at 3m, 74dB, 0.1 Kg/s

6.4. Environment considerations

The GDU should not be installed in areas where the ambient temperature can exceed the specified operating and storage ranges.

Extreme care must be taken if the GDU is to be positioned close to any equipment capable of generating high levels of airborne noise that are not classified as normal background noise such e.g. helipads. Contact Simtronics should this be the case.

Identification tags need to be firmly secured to prevent unwanted locally generated ultrasonic noise.

Simtronics recommend a deluge cover if the GDU is to be installed in an area which is subject to very extreme weather conditions.

6.5. Mechanical Installation

The GDU is a sealed unit with the exception of the terminal cover; the enclosure is not to be opened by anybody other than Simtronics or Simtronics Authorised personnel. All warranties are nullified if these seals are broken or tampered with.

The GDU can be mounted simply and quickly in any orientation using Simtronics mounting brackets for wall, pipe or a free-standing pole.

As the GDU has more sensitivity when used facing the area of detection Simtronics recommend installation with the adjustable range of brackets.

Simtronics recommended mounting the GDU with the cable gland pointing downwards to reduce the possibility of unwanted water ingress.

Obstructions to the GDU line of sight may lead to a loss of sensitivity.

For areas with the potential for multiple leak points or with very high background noise please consult Simtronics before installation.

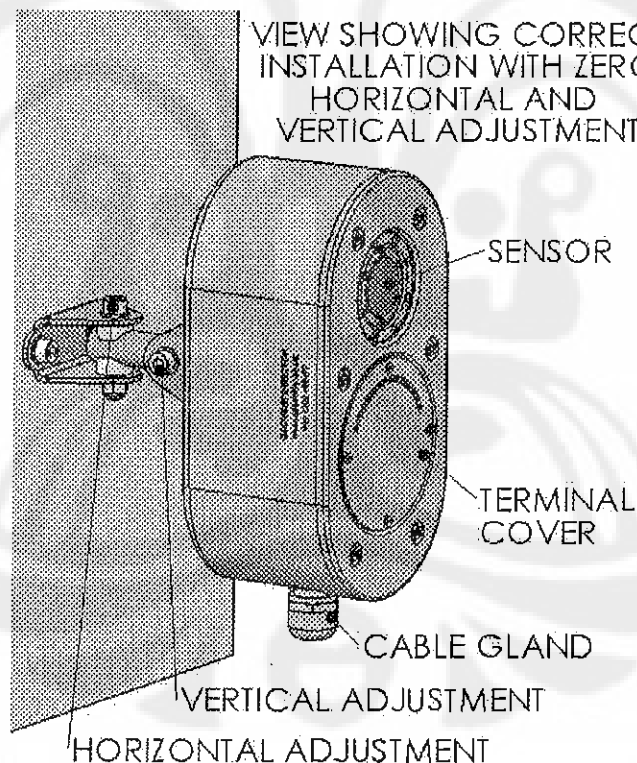


Figure 3: Adjustable Wall Bracket

6.6. Installation notes

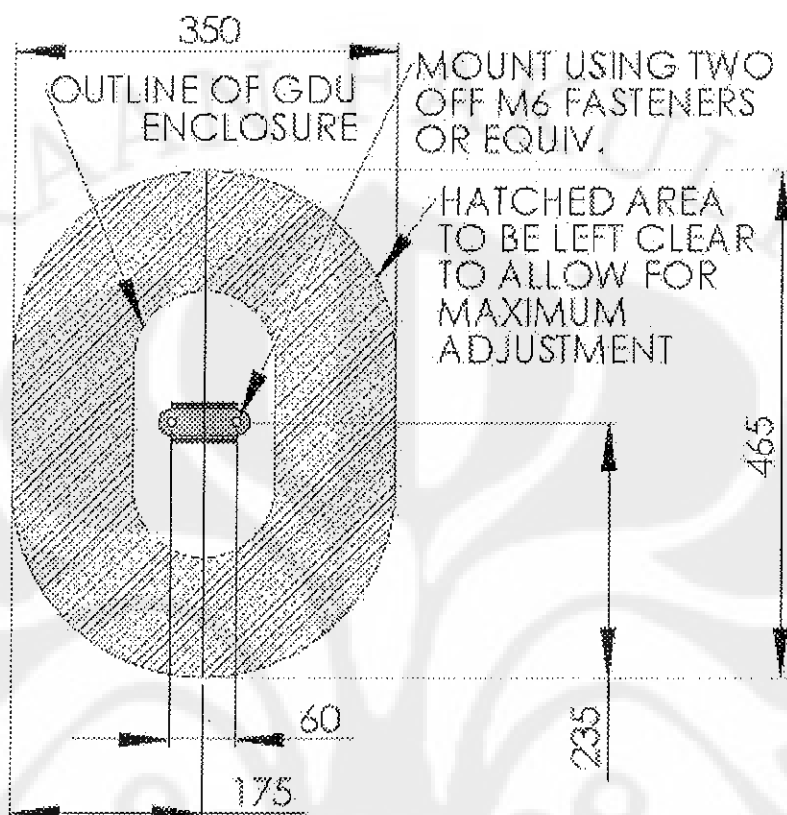


Figure 4: Bracket Footprint

Drill holes for M6 or equiv. fixing bolts. Bolts should be appropriate for fixing surface using manufacturers' instructions. Ensure bolts will be secure before mounting GDU.

GDU can be adjusted to achieve line of sight for proposed detection area using horizontal and vertical adjustment bolts. Ensure the horizontal and vertical adjustment bolts are securely fixed in position before operation of GDU.

Do not alter or remove any part of the mounting bracket.

Ensure that the GDU is free from vibration, obstructions and any item that is not properly secured (cable etc).

If the GDU is to be left mounted before wiring, ensure the cable gland is sealed against water and dust ingress.

Ensure that the terminal cover is fixed and secured.

6.7. Electrical Installation

WARNING: DO NOT POWER THE GDU UNTIL ALL CONNECTIONS HAVE BEEN MADE. THE POWER SUPPLY SHOULD BE SET AS CLOSE TO 24VDC AS POSSIBLE FOR MAXIMUM PERFORMANCE.

The GDU must be used in conjunction with an approved Galvanic Isolator to prevent excess current and voltage passing to the GDU (or hazardous area).

Any certified barrier is acceptable as long as it meets the following:

$$V_i \leq 30V \quad I_i \leq 100mA \quad P_i \leq 0.9W$$

Connecting cable between the barrier and the GDU should be of individually shielded pair construction and the following requirements:

The capacitance shall not exceed $0.057\mu F$ and the inductance to resistance ratio shall not exceed $60 \mu H/\Omega$. The cable used may be a separate cable or may be installed in a type "A" or type "B" multicore cable (as defined in clause 53 of BS5501:1982 [EN 50039]) provided that the peak voltage of any circuit within the type "B" multicore cable does not exceed 60V.



7. Operation

The key for correct operation of the GDU is in its installation, the previous section provides detailed information on the correct installation and set-up to ensure it is within the guidelines of the IS certification.

The GDU has no adjustable controls and is therefore set up by the controlling software giving the end user ultimate flexibility.

7.1. System start up

On system start up it is recommended to allow the GDU to run for a set period of time with all processes running with the alarm level set to maximum and inhibited. The detector input should be recorded for analysis before setting the alarm level.

7.2. Recommended alarm settings

After background noise analysis it is recommended the alarm level be set as follows:

- Background < 10mA, 2mA background offset
- Background > 10mA, 1mA background offset

This offset is called the "safety margin." Time delays must be employed, typically in the region 15-60 seconds. It is worth noting that each detector is tailored to its local environment, hence the alarm set point (mA threshold) will vary throughout the plant.

7.3. Time delayed alarm activation

In order to minimise unwanted alarms it is essential the control system be capable of time delayed activation. (Delay to alarm – not delay of alarm).

The delay prevents spurious intermittent trips from other ultrasonic sources such as pneumatic valves and tools.

The control system must be capable of monitoring the detector output once the alarm threshold has been breached. Provided the alarm threshold has been exceeded for periods upwards of 15 seconds the control system should consider that the detector is in alarm.

If the GDU is used in combination with other (dissimilar) hazardous gas detection equipment a cascaded logic may be utilised to reduce the delay period.

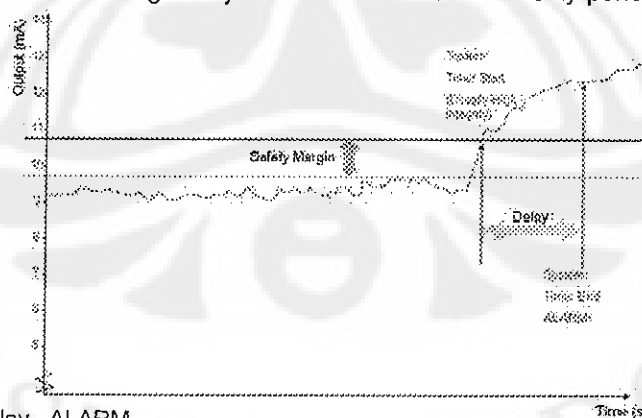


Figure 6: Time Delay - ALARM



8. Functional Test

- * To functionally test the detector set the control system alarm time delay to ZERO seconds.
- * Using the detector test kit (low pressure, non-flammable aerosol) initiate a release within one metre of the device. Ensure the alarm trip threshold is exceeded.
- * Having successfully functionally tested the detector reinstate the control system time delay.

9. Performance Test

- * It should be noted that the type of release expected in real service would be generated from a continuous source of pressured gas. Using portable test equipment it is not possible to recreate this sound source for the whole duration of the control system time delay.
- * The performance verification kit allows for "burst" release testing only. The outlet pressure of this kit is set to 50 bar, using a hole size of 4 mm gives a mass flow rate of 0.1 Kg/s.
- * To verify the performance / mapping of a detector location set the control system alarm time delay to ZERO seconds.
- * Using the verification kit initiate a release at the furthest potential leak point, within the mapped detection envelope, directly in line with the detector face. Ensure the alarm trip threshold is exceeded.
- * Repeat this test at least one other position within the detection envelope. Note, no more than four tests should be needed to verify the total detection envelope.
- * Having successfully verified detector coverage reinstate the alarm system time delay.

10. System start up

On start up it is recommended the GDU be allowed to run for a set period with all processes running with the alarm level set to maximum and inhibited. The detector input should be recorded for analysis before setting the alarm level.

11. Fault finding

The GDU has been designed to perform in the harshest of conditions found offshore.

In the event of detector failure, i.e. the detector output $<4.1\text{mA}$, verify the power at the detector, if there are no problems with the power supply return the unit to Simtronics.

12. Maintenance

The GDU is a sealed unit which prevents any adjustments or repairs being carried out.

It is recommended that the GDU is tested on a regular basis, in line with installation guidelines to ensure that the sensing face has not been obstructed from the detection area.

14. General Arrangement

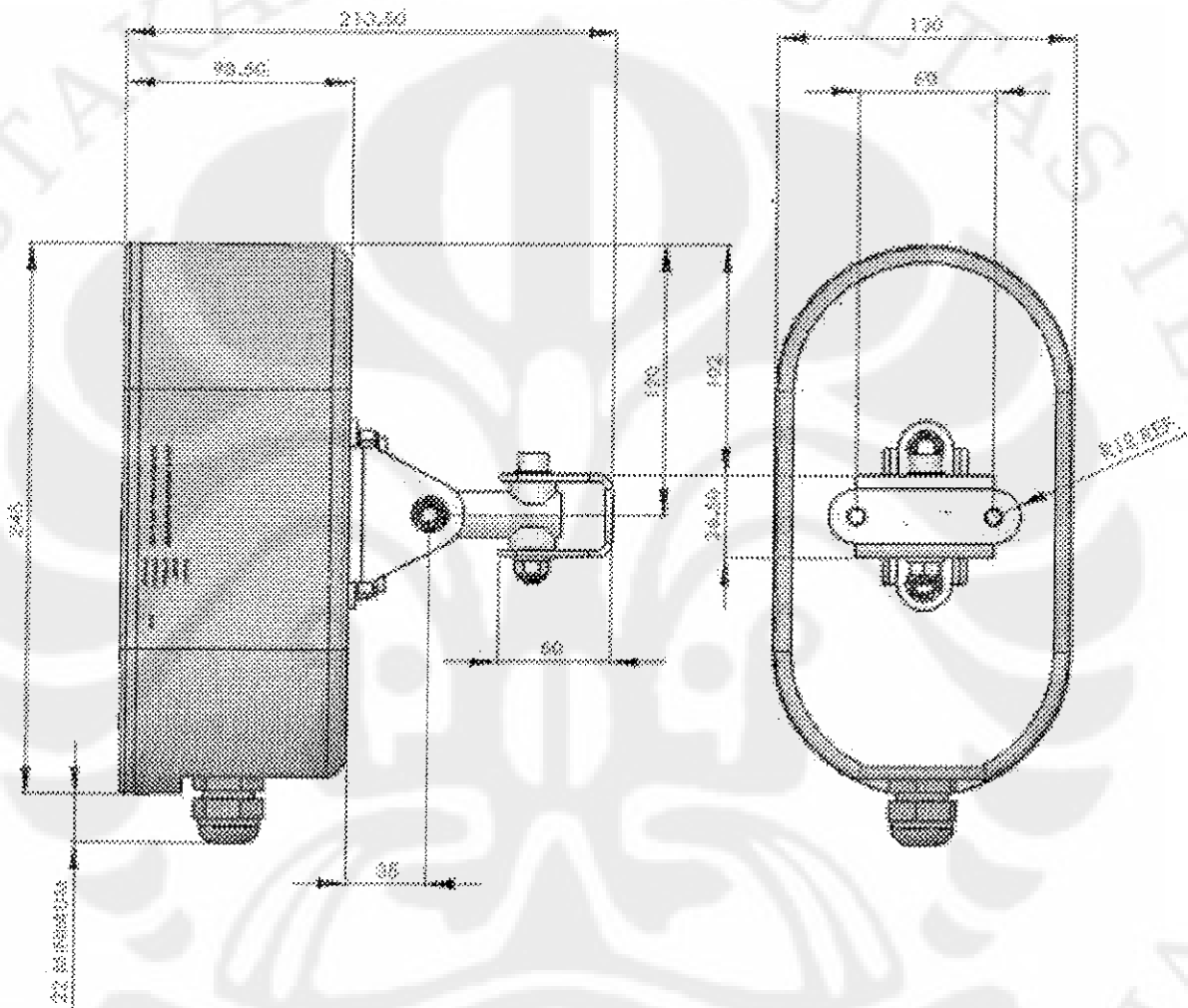


Figure 7: GDU General Assembly



15. Ordering information

The GDU is available in a variety of versions with regards to operating temperature range.

15.1. Detector variations

Part number	Description	Temperature Range
GDU-S1-US-20-24-ST (Standard Unit)	Ultrasonic Gas Leak Detector 30 – 80 kHz 2 wire 24 VDC input, ATEX	-30 to +75°C
GDU-S1-US-20-24-LT	Ultrasonic Gas Leak Detector 30 – 80 kHz 2 wire 24 VDC input, ATEX	-40 to +75°C

16. Accessories

Mapping Tool
Test Unit
Galvanic Isolator
Wall Mounting Bracket

17. Shipping Instructions

This procedure is to inform the customer of the shipping details for delivery of the GDU

The GDU will be delivered individually packed in boxes.

The box must be unloaded carefully from the transportation due to the delicate instrumentation inside. Remove the lid and inspect the contents for any damage caused during transportation.

Any visual damage must be reported to the vendor immediately. Secure the box and despatch to the storage location.

18. Storage Instructions

Storage must be in a covered, dry, clean and safe environment.

Storage temperature should be between -40°C to 85°C .

Relative Humidity to be a maximum of 99% non-condensing.

Periodic inspection of the stored box must be carried out to ensure no tampering or deterioration has occurred.

All components to be kept in their original packaging as far as possible until required for installation.



GDU-01 ULTRASONIC GAS LEAK DETECTOR

TECHNICAL MANUAL

19. Help Us to Help You!

Every effort has been made to ensure the accuracy in the contents of our documents, however, Simtronics ASA can assume no responsibility for any errors or omissions in our documents or their consequences.

Simtronics ASA would greatly appreciate being informed of any errors or omissions that may be found in our documents. To this end we include a form, below, for you to photocopy, complete and return to us so that we take the appropriate action. Thank you.

Please fax or e-mail your response to:

- a) Fax: +47 22 66 60 01
- b) E-mail mail@Simtronics.no

From:	
Tel :	
Fax :	
Email :	
I suggest the following corrections/changes be made to Section	
Marked up copies attached (as appropriate):	Yes/No
Please inform me of the outcome of this change:	Yes/No
Simtronics ASA :	
Actioned By: _____	Date: _____
Response: _____	Date: _____

GDU-01

Ultrasonic Gas Leak Detector

Early warning of pressurised leaks
No field calibration
Wide detection range

Ultrasonic gas leak detectors complement traditional gas detection methods by listening to the ultrasound emitted from a pressurised release. Detection is not affected by wind direction or gas dilution hence the ability to detect leaks at an early stage can be achieved.

3-D Gas Detection

The Simtronics GDU listens to the ultrasound generated from escaping gas in all directions. A release does not need to cross an optical path nor does it need to physically reach the unit for detection.

The GDU does not detect specific values of LEL or ppm, rather it listens for changes in background sound level.

PRESSURISED LEAKS

Detection requires a driving pressure of at least 2 bar, hence detection of gas accumulations or vapours is not possible.

In basic terms the detected sound is proportional to the leak rate (mass flow rate).

BACKGROUND NOISE REJECTION

Background noise is ignored by a threshold set in the control room and employing time delays. The GDU is delivered factory calibrated and needs no field adjustment or re-calibration.

PERFORMANCE TARGET VERIFICATION

Unlike other gas detection methods the GDU performance can be demonstrated at commissioning to comply with the site safety case. This is achieved using a pressure regulated inert test gas to simulate the required performance target.

Features

Instant On-line airborne leak detection

Encapsulated resonant sensor

ATEX proved, intrinsically safe

Direct connection to DCS / PLC / F&G

Continuous Active Measurement

>60 dB range, no field set-up required

Fully sealed and glanded construction

>30m (100 ft) detection range

Flexible mounting arrangement

Performance target verification

Applications

- Offshore Gas / Oil Platforms
- FPSO's
- Onshore Gas Receiving Terminals
- Underground Gas Storage Facilities
- Gas Transmission Networks
- Aftercoolers / Fin Fans
- LNG regassification plants
- Gas fired power stations
- Compressor Halls

Benefits

Fast response

Robust packaging for all climates

Suitable for hazardous area use

Standard integration

Fail safe monitoring via control system

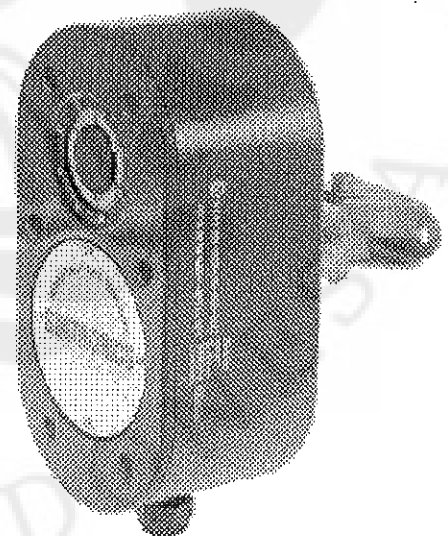
Wide dynamic detection range

No replaceable parts

Minimises number of devices required

Maximises detection coverage

True coverage can be demonstrated



Technical Data

GENERAL

Detection method Airborne ultrasound
 ASL Dynamic Range >60dB
 Frequency Range 30 kHz to 80 kHz (Ultrasonic only)

OUTPUT SIGNAL

Output Current Two wire 4-20mA (Sink)

ELECTRICAL

Power supply 24 Vdc (Range 18 to 30 Vdc at GDU)
 Power consumption 0.6W (Max)
 Electrical connection 2 wire, M20 Cable gland

TEMPERATURE RANGE

Storage -40° C to 85° C (-40° F to 185° F)
 Operating, standard -30° C to 75° C (-22° F to 167° F)
 Operating, option -40° C to 75° C (-40° F to 167° F)
 Humidity (operation) 0 to 100% RH

ENCLOSURE

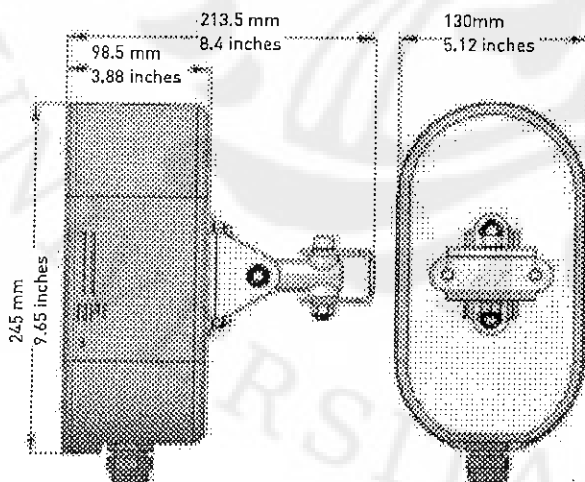
Housing material Semi-crystalline modified PPS
 Mounting bracket AISI 316 Stainless Steel
 Ingress protection IP66
 Shipping weight 2.5kg (5.5 lbs)

APPROVALS

ATEX II 1 G D EEx ia II C T4
 Certificate number DNV-2005-OSL-ATEX-0327X
 Barrier Any certified barrier is acceptable provided it meets the following electrical parameters
 Ui: 30V; Ii: 100mA; Pi=0.9W;
 Ci: 0.05uF; Li: 100mH

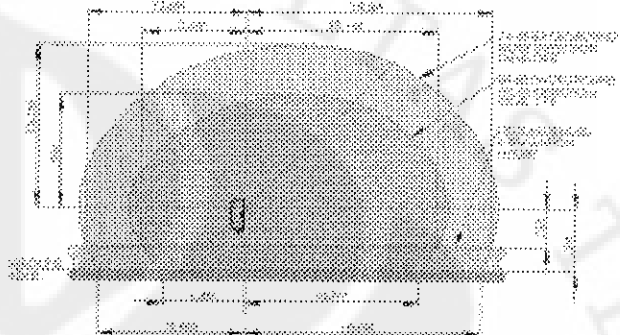
DIMENSIONS

245mm x 130mm 98,5mm
 (9.65 x 5.12 x 3.88 inches)



AREA COVERAGE

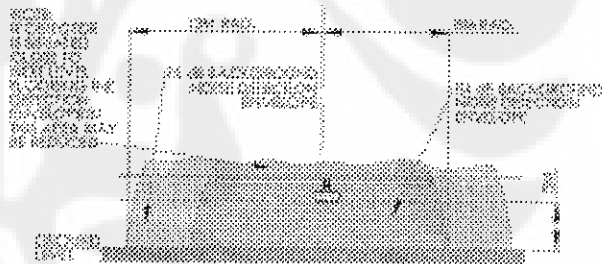
Coverage, for a given release, is determined by the background sound level and physical installation. The image below shows the range for an uncluttered installation using the horizontal mount (through plane of resonant sensor) at different sound levels. The figures relate to a 0.1 Kg/s methane release.



Horizontal installation, 3m off grade

Offshore installations tend to install detectors pointing vertically downwards, for the same 0.1Kg/s Methane release, coverage is:

Sensitivity radius: 12m (0.1 Kg/s) <74dB ambient
 8m (0.1 Kg/s) <84 dB ambient



Vertical installation, 3m off grade

ACCESSORIES

Mapping Tool
 Test Unit
 Galvanic Isolator
 Wall Mounting Bracket



Simtronics ASA
 Kabelgaten 4 B, Økern Næringspark
 P.O. Box 314, Økern, NO-0511 Oslo, Norway
 Tel. +47 2264 5055
 Email: mail@simtronics.no

Simtronics SAS
 792, av de la Fleuride
 BP 11016, 13781 AUBAGNE CEDEX - FRANCE
 Tel : +33 (0) 442 180 600
 Email: contact@simtronics.fr

6.8. GDU Termination Details

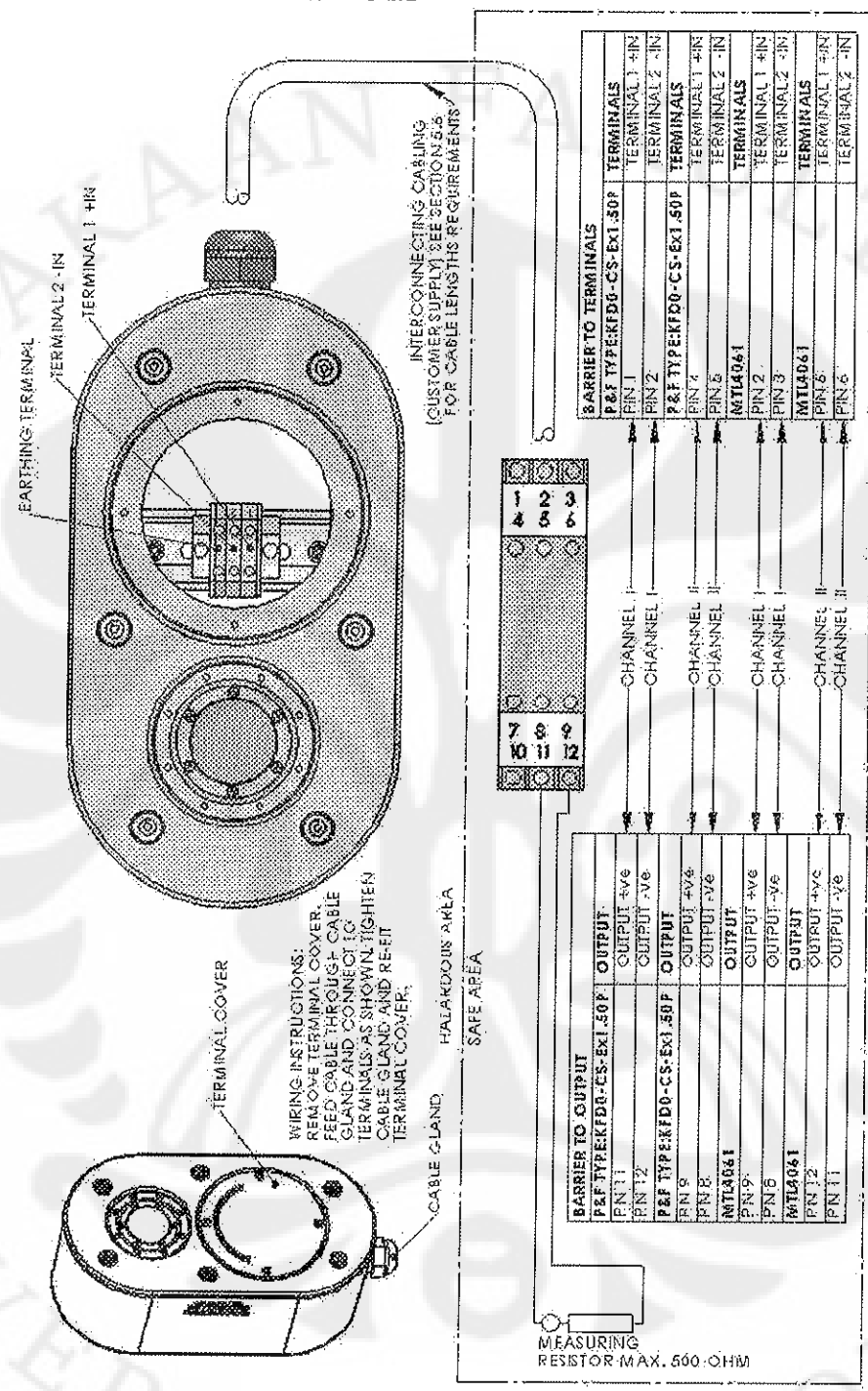


Figure 5: Wiring Diagram

13. Technical data

Power Required:	18 to 30 Vdc at the detector (Consider limitations of barrier)
Power Consumption:	4mA quiescent 20mA at full output
Output Current:	Two wire 4-20mA– max. load 500Ω
ASL Dynamic Range :	>60dB (~35 to 100dB)
Frequency Range(s):	30kHz to 80 kHz (Ultrasonic only)
Certification :	ATEX II 1 G D EEx ia II C T4 Ui = 30V Ii = 100mA Ci = 0.05uF Li = 100mH
Certificate number:	DNV-2005-OSL-ATEX-0327X, preamplifier and sensor type GDU1278
Dimensions :	245mm x 130mm 98.5mm
Ingress protection:	IP66
Shipping weight:	2.5kg
Enclosure material:	Semi-crystalline modified Polyphenylenesulphide & AISI 316 Stainless Steel mounting bracket.
Cable entry:	M20 x 1.5 as standard
Operating Temperature:	-30° C to 75° C (Standard) -40° C to 75° C (Option)
Storage Temperature:	-40° C to 85° C
Humidity:	0 to 100% RH

Expanding the Use of Ultrasonic Gas Leak Detectors: A Review of Gas Release Characteristics for Adequate Detection

EDWARD NARANJO AND SHANKAR BALIGA

The physics of ultrasonic gas detection, its efficacy and use as a complement to traditional detection technologies.

Introduction

Since the first gas sensors were invented, researchers have been developing instruments that measure gas concentration. This seems only natural, since concentration is the key determinant of the amount of material that will burn (or explode) if an ignition source is introduced; it also determines the airborne exposure to which nearly all persons can be exposed without adverse effects. Concentration is also the primary means for establishing the identity of a gas: to the extent that a certain amount is present, one may conclude that it can lead to a dangerous situation.

Concentration-based methods can take on many forms as evidenced by open path optical gas detection. With open path detection systems, the relevant measure is concentration times distance. Although concentration itself is unknown, the product concentration-distance can be measured and compared to that of a gas cloud of a certain size and concentration that is generally considered to have the potential to cause consequential damage (e.g. 5 LEL (lower explosive limit) -m or 100% LEL times 5 meters). Such measure makes open path detection a suitable method for fence monitoring, supervising air ducts, and other areas where traditional point gas detection may not be wholly effective.

Nevertheless, there are detection technologies that do not depend on gas concentration, but rely on certain gas properties to identify the onset of a hazard. One that has emerged as a viable means of detecting gas leaks is aptly named ultrasonic gas leak detection (UGLD)^{1,2}. Unlike open path detection, UGLD does not use gas concentration as a relevant measure, but rather, employs the ultrasonic noise produced by jetting gas above a pre-defined threshold to generate an alarm. The fact that UGLD responds to the source of the gas release, not the effect of the release, has significant consequences. First of all, it can

respond and alarm quickly, independent of the direction of the gas plume and of ventilation. Since the detectors measure sound over several meters, they tend to cover

UGLD responds to the gas source, not the effect of the release,

a wide range, and can be voted (see sidebar) like other area monitors. Finally, the microphones that comprise the sensing element of UGLD are generally robust, do not have consumable parts, and require little maintenance.

Because of these features, UGLD is gaining increasing acceptance in the offshore industry as an additional layer of protection, one that complements fixed point catalytic, electrochemical, infrared or open path gas detection for rapid and efficient assessment of hazardous gas releases^{3,4}. Ultrasonic gas leak detection has also found application in oil refineries⁵ and carbon capture and storage⁶. In all cases the technology is used in combination, rather than as a replacement for existing detection systems; this scheme proves most effective when UGLD provides early warning of gas leaks and concentration-based methods identify gas accumulations.

Despite UGLD's broader use in recent years, the technology remains poorly understood. For instance, ultrasonic gas leak detectors are thought to respond to audible sound, and as a result, to be prone to false alarms. As with open path detection, the application of another measure of hazard potential raises questions about the suitability of the detectors for critical jobs. "How can we tell the severity of the hazard if we don't know the gas concentration?"

To answer these questions, we will review the acoustics of enclosed spaces and its relationship to jet flow. A study of physical principles will also throw light on the restrictions of the technology as well as its capacity to suit a whole host of industrial processes. Additionally, we will illustrate UGLD's response to various industrial gases and report on recent results on small-orifice leaks and mixed phase leaks.

Physical Principle of Operation

The operating principle of ultrasonic gas leak detectors is that jetting gas from a high pressure vessel or other pressurized system generates ultrasound, which when detected by an acoustic sensor, provides a measure of leak rate. Ultrasound is the term for the range of sound frequencies above those audible to humans. The frequency range of human hearing extends over three orders of magnitude, from about 20 Hz to 20 kHz. A spectrum of sound spanning several frequencies is illustrated in Figure 1. The ultrasonic frequency range of 25 kHz to 70 kHz is typical of most commercial detector models.

The pressure amplitudes of sound waves are commonly measured on a logarithmic scale, called the decibel (dB) scale⁷. Using such scale, one can define sound pressure level (SPL) as

$$SPL = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right) \quad (1)$$

where p_0 is the pressure amplitude of a reference sound, taken to be 20 μ Pa, considered the threshold of human hearing. Thus, at $p = p_0$, the scale is assigned a sound pressure level of 0 dB.

One important characteristic of sound is that the speed of propagation depends on density and pressure. As a result, the velocity of sound varies with the medium. Such phenomenon has important implications for ultrasound as a means for detecting leaks. As shown in the expression below, the wavelength λ of a wave propagating in an isotropic medium is directly proportional to the velocity of the wave (c) and inversely proportional to its frequency (ν)⁸.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (2)$$

Thus, the wavelength of sound decreases as frequency increases into the ultrasound region. For example, assuming a velocity of sound in dry air of 331 m/s, a wavelength in a mid ultrasound, say between 25 kHz and 70 kHz, can range between 5 and 13 mm. Ultrasound generates high energy, short wave signals that are directional and localized. As Figure 2 shows below, a gas leak generates sound through a wide range of the frequency spectrum.

Further, the ultrasonic sound level is proportional to the sound power level of the source⁹:

$$SPL \propto 10 \log \left(\frac{W}{10^{-12}} \right) \quad (3)$$

Since the sound power is directly proportional to the power generated by the gas upon expansion, SPL can be expressed as:

$$SPL \propto \log \frac{RT}{M} \dot{m} \quad (4)$$

Here \dot{m} is the mass flow rate of the jetting gas, T is gas temperature at the orifice, M is the molecular weight, and R is the gas constant. It is this relationship between mass flow rate and SPL that airborne ultrasound detectors employ in order to detect leaks. The turbulent flow of the gas in air produces heat and sound energy as the gas molecules collide. And although heat dissipates quickly, the sound energy is transmitted at considerable distances, allowing the detectors to respond to changes in the sound pressure level.

Ultrasonic gas leak detectors measure the airborne ultrasound generated by escaping gas. The amplitude of this sound, expressed in decibels, provides a measure of the leak rate produced by the gas. The relationship between the leak rate, the physical configuration of the leak, and the thermodynamic properties of the gas are well understood^{10, 11}. These are derived from assumptions of ideal gas behavior and fixed-geometry choked (sonic) orifice flow. The mass rate that assumes choked flow at the leak source is given by the following isentropic flow relation:

$$\dot{m}_{max} = pA \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{RT} \right) \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}} \quad (5)$$

where \dot{m}_{max} represents the maximum mass flow rate of gas exiting from the pressurized vessel through the leak orifice, A is the area of the orifice, T and p , represent the stagnation

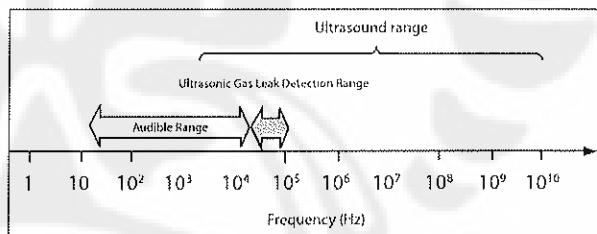


Figure 1. Noise spectrum showing audible and ultrasonic ranges. At a span of 25 to 75 kHz, the ultrasonic gas leak detection range is a small portion of the range of ultrasound.

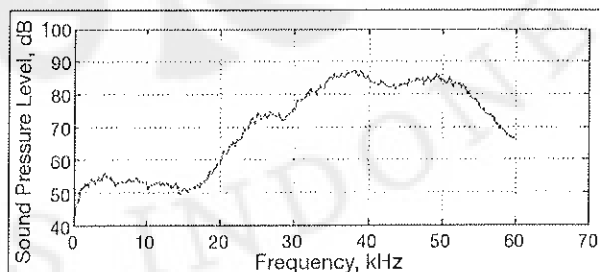


Figure 2. Noise spectrum of nitrogen gas leak in the 20 kHz to 60 kHz frequency band ($d = 1$ mm; $p = 2,758$ kPa).

temperature and pressure within the vessel upstream of the leak orifice, respectively, and $\gamma = c_p / c_v$ is the ratio of specific heats for the gas.

One important result from the derivation of the equation above is the critical pressure ratio. In order for the mass rate to reach a maximum, the ratio of ambient pressure to the pressure inside the pipe or vessel must be

$$\left(\frac{P_o}{P_i}\right)_{critical} = \left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (6)$$

For methane ($\gamma = 1.32$), this critical pressure ratio is 0.54. As a result, for ambient atmospheric pressure, an internal pressure of only 186 kPa (27 psi) is sufficient to produce the characteristic choked flow that generates ultrasound. (In practice, however, larger pressures are required to generate an ultrasonic signal greater than ambient ultrasonic background noise.)

For the case of small size orifices, on the micrometer range, assumptions of ideal gas may not apply, as it is unclear whether flow through the orifices is in the continuous regime. So while isentropic flow is assumed in the derivation of equation 5, a discharge coefficient C_d is required to account for dissipative effects. This coefficient can be defined as

$$\dot{m} = C_d P A \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{RT}\right) \left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}} \quad (7)$$

Discharge coefficients must be determined experimentally and are available in engineering handbooks¹² and journal articles^{13,14}.

Hydrocarbon Gas Releases

Hydrocarbon gas leaks, principally methane leaks, are the most common type in offshore platforms. If not detected or controlled, such combustible gas releases can ignite, producing jet or spray fires that can lead to structural collapse and more severe consequences.

The Health and Safety Executive (HSE) provides an important classification of hydrocarbon gas leaks based on hazard severity¹⁵. According to the HSE scheme, hydrocarbon gas releases can be classified as minor, significant, and major depending on release size, release rate, and duration. Minor releases, for example, are those with

a mass flow rate of less than 0.1 kg/s and a duration of less than 2 minutes or a total gas quantity released of less than 1 kg. By these criteria, ultrasonic gas leak detection technology should detect a mass flow rate of less than 0.1 kg/s at a minimum.

Ultrasonic gas leak detectors are able to detect minor leaks in a variety of environments, including areas with high ultrasonic noise, like gas turbines or low noise areas (light industrial settings), as long as the ultrasonic signal from the leak is well above the background ultrasonic noise. Figure 3 shows the SPL measured by an ultrasonic gas leak detector for methane and ethylene leaks in a low noise environment (40 dB). As evidenced in the graph, the detector provides coverage of up to 12 meters in radius. Differential pressures for this study ranged

Gas releases that lie at 45° from the detector produce measurably higher SPLs

from 689 to 5,516 kPa (100 to 800 psi).

Like methane and ethylene leaks, those produced by propane can also be detected by ultrasonic gas leak detection. Figure 4 shows the curves of SPL versus distance for propane leaks of 0.003 kg/s and 0.012 kg/s. A curve for a nitrogen gas leak with a comparable mass rate is also shown.

Hydrogen Gas Releases

Hydrogen is a major process gas in oil refining, a rocket propellant, and an alternative fuel for vehicles. Due to its low molecular weight, the gas has a high propensity to leak and can cause significant deterioration in the mechanical properties of metals. Hydrogen embrittlement leads to increased surface cracks, loss in ductility, and a decrease in fracture stress. Whether produced by exposure to hydrogen from the environment, absorbed hydrogen in the metal, or reaction with the hydrogen, the gas may cause mechanical failure with little or no warning. Once system rupture occurs, hydrogen escapes into the atmo-

sphere, where it can ignite or detonate.

Ultrasonic gas leak detectors are well suited to monitor hydrogen leaks. As illustrated in Figure 5, a detector can provide coverage to an area of 20 meters in radius as hydrogen is very efficient in generating ultrasound. The resultant sound pressure level in the ultrasonic regime is well above the 50 – 60 dB range of ambient background noise in most industrial plants.

Releases of Incombustible Gases

As with hydrocarbons and hydrogen, ultrasonic gas leak detection can be used to detect leaks of inert gases. These gases are often employed in leak simulations to verify operation of leak detectors and ensure that the measured detection range fulfills the coverage requirements of their installation. Helium and nitrogen are the most common gases used in leak simulation and testing because their molecular weights and thermodynamic properties are comparable to those of hydrogen, in the case of helium, and methane, in the case of nitrogen. The SPL generated by these gases and carbon dioxide are shown in Figure 6.

Mixed Phase Releases

The detection of mixed phase (liquid/gas) leaks by ultrasonic gas leak detection is a subject of recent interest. Gases in equilibrium with liquids are common in many process streams. Preliminary work at General Monitors has shown ultrasonic gas leak detectors provide an adequate response to certain water/steam leaks. The SPL generated by these leaks is low, however, restricting the area coverage of the device to a few meters, or areas with low ambient ultrasonic background noise. The results are consistent with those published by the HSE on the response of ultrasonic gas leak detectors to pressurized water leaks¹⁶.

Angular Dependence of Sound Pressure Level

Although ultrasonic gas leak detectors are able to detect gas leaks over a wide range, the response to these leaks varies according to the angle of the detector to the source (Figure 7). Gas releases that lie at 45° from the ultrasonic gas leak detector produce measurably higher sound pres-

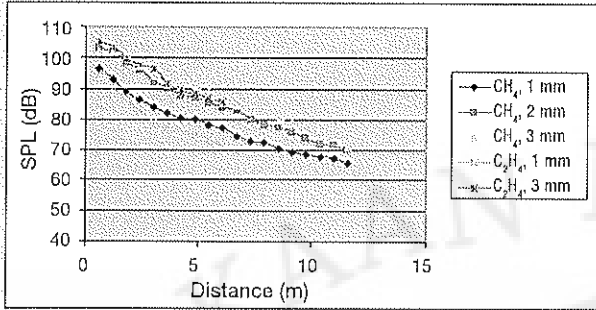


Figure 3. SPL vs. distance for methane and ethylene leaks. (▲) Methane: $\dot{m} = 0.008$ kg/s, $p = 689$ kPa (100 psi), $d = 3$ mm; (■) methane: $\dot{m} = 0.007$ kg/s, $p = 1,379$ kPa (200 psi), $d = 2$ mm; (◆) methane: $\dot{m} = 0.007$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm; (★) ethylene: $\dot{m} = 0.004$ kg/s, $p = 2,068$ kPa (300 psi), $d = 3$ mm; (x) ethylene: $\dot{m} = 0.010$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm. Ambient background SPL ≈ 40 dB.

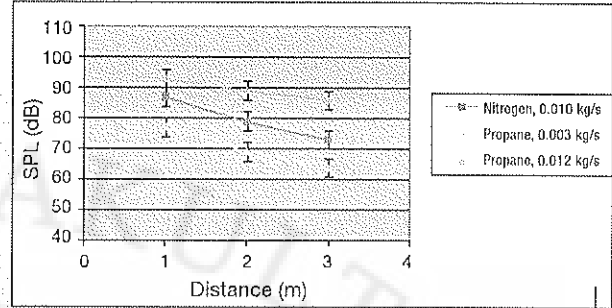


Figure 4. SPL vs. distance for nitrogen and propane leaks. (■) Nitrogen: $\dot{m} = 0.010$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm; (▲) propane: $\dot{m} = 0.003$ kg/s, $p = 345$ kPa (50 psi), $d = 2$ mm; (◆) propane: $\dot{m} = 0.012$ kg/s, $p = 345$ kPa (50 psi), $d = 4$ mm. Ambient background SPL ≈ 40 dB

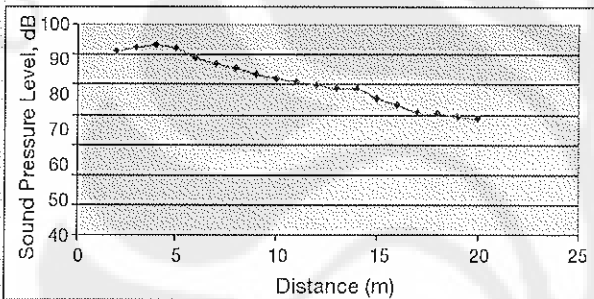


Figure 5. SPL versus distance for hydrogen leaks. $\dot{m} = 0.003$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm. Ambient background SPL ≈ 40 dB.

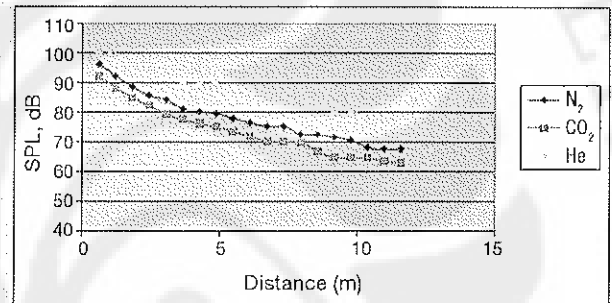


Figure 6. SPL versus distance for carbon dioxide, helium, and nitrogen leaks. (■) Carbon dioxide: $\dot{m} = 0.011$ kg/s, $p = 4,826$ kPa (700 psi), $d = 1$ mm; (▲) helium, $\dot{m} = 0.004$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm; (◆) nitrogen, $\dot{m} = 0.010$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm. Ambient background SPL ≈ 40 dB.

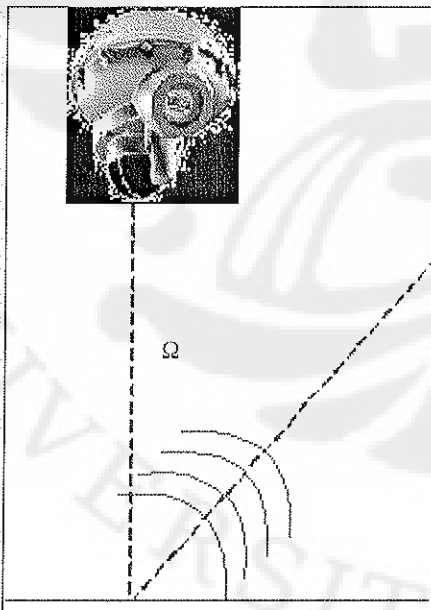


Figure 7. Diagram showing orientation of leak source to an ultrasonic gas leak detector.

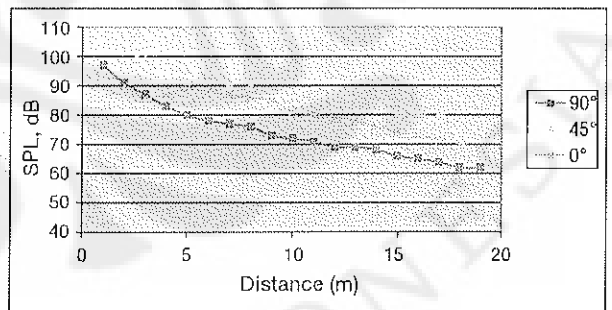


Figure 8. SPL versus distance for methane gas releases according to angle of leak source to detector. $\dot{m} = 0.007$ kg/s, $p = 5,516$ kPa (800 psi), $d = 1$ mm, SPL error $= \pm 3$ dB.

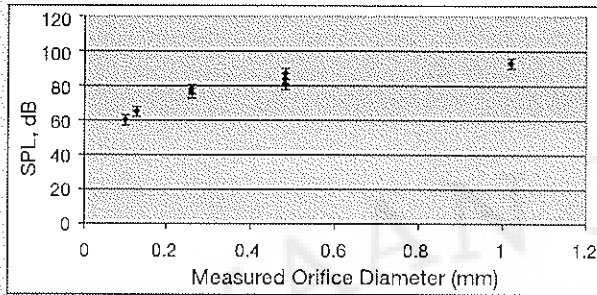


Figure 9. SPL at 1 meter versus orifice diameter for nitrogen leaks. Pressure range = 5,516 – 8,067 kPa (800 – 1,170 psi). SPL error = ± 3 dB. Ambient background SPL ≈ 40 dB..

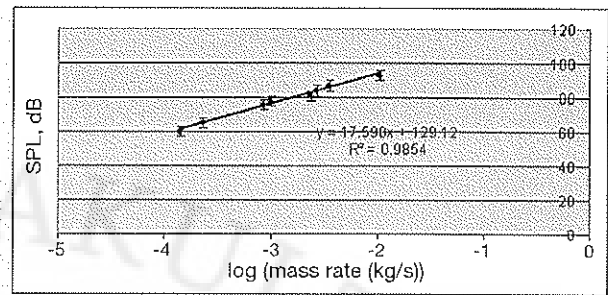


Figure 10. Relationship between SPL measured at 1 meter from leak source and mass flow rate. SPL error = ± 3 dB.

sure levels than equivalent releases with the source directly on axis with the detector (0°) or perpendicular to it (90°). Figure 8 shows SPL-distance curves for methane gas discharged at 0.004 kg/s at three incident angles to the sensor axis.

Gas Leaks from Small Orifices

The HSE has identified the lack of information on the effectiveness of gas detectors to detect low rate gas releases as an "area of uncertainty" within its fire and gas detection framework⁴. These releases, defined as those with mass rates of less than 1 kg/s, do not have the destructive potential of larger escapes, but may evolve into large releases over time. SPL measurements show that detectors can sense leaks with mass rates of a few tenths of a milligram per second and of less than 1 mm in diameter, suggesting the technique can be used to identify incipient leaks. Figure 9 presents SPL as a function of orifice diameter for nitrogen leaks. All sound pressure level measurements were taken with the leak source at 1 meter from the sensor.

The same data set, displayed as SPL versus the logarithm of mass flow rate, shows the relationship to be linear ($R^2 \approx 0.99$), as predicted by equation 4 above.


Detection of leaks from small orifices has practical implications for fire and explosion protection. Aside from the fact that leaks can become progressively larger as mechanical components wear, small leaks themselves can support fires. Recent experiments by Butler et al. suggest a pinhole leak as small as $0.4\mu\text{m}$ can sustain a hydrogen flame¹⁷. The minimum flaming flow rates are about 0.3 mg/s for methane and propane and 0.03

mg/s for hydrogen, consistent with those rates that are detectable by ultrasonic gas leak devices.

Conclusion

The challenges to produce and deliver oil and natural gas remain daunting and their contribution to energy supply is vital to world economies. Interruption of supply through the escape of process gases, through detonations, together with the potential for severe injury can have devastating economic and social consequences. In this context, ultrasonic gas leak detection stands as a complementary technology that helps secure the safe production, storage, transport, and processing of many of the gases on which society depends. UGLD has wide application to hydrocarbons, hydrogen, as well as to inert gases. Indeed, the detection technology appears to be restricted only by the requirement that the released material be a gas, and that said gas be sequestered at sufficiently high pressure to produce ultrasound upon discharge. In addition, UGLD has proven capable of detecting leaks from sub-millimeter sized orifices, albeit at very high pressures and within a small range. Research on small leaks confirms SPL is directly proportional to the logarithm of mass flow rate (eq. 4), and hence, it provides a measure of hazard potential.

With the limitations described herein, the technology has shown a promising start, and if widespread use in the offshore industry is an indication, the next ten years are bound to see improvements in design that rival or exceed those of the previous ten.

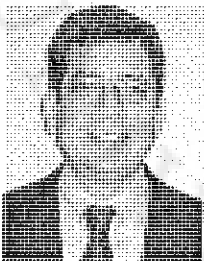
The technology complements traditional means of detecting gas leaks and should be regarded as an addition, rather than a replacement, of existing systems. According to the HSE's Offshore Safety Division (OSD) strategy, it is combinations of sensing techniques that stand the best chance to provide early warning of hazardous situations⁴. As complementary systems, ultrasonic gas leak detectors are a first line of defense for detecting leaks; other systems like infrared point and catalytic sensors identify the gas cloud accumulation, allowing personnel to respond more effectively to an alarm. 

References

1. E. Naranjo. Selection and Use of Ultrasonic Gas Leak Detectors, Proc. of the 54th IIS, Vol. 474,(2008), pp. 287–296. www.isa.org
2. E. Naranjo, G. Neethling. Safety in Diversity: The Advantages of Technology Diversification in Gas Monitoring Safety, Hydrocarbon Engineering, Vol. 13, No. 5 (2008) pp. 102–108.
3. Health and Safety Executive, Offshore Safety Division 3.2, HID Semi Permanent Circular. Acoustic Leak Detection, SPC/TECH/OSD/05, (January 2007).
4. Hazardous Installations Directorate, Offshore Division, Fire and Explosion Strategy, Issue 1.
5. E. Naranjo. Hydrogen Gas Detection: Combining Detection Systems Improves Safety, Hydrocarbon Processing, Vol. 88, No. 3, (2009) pp. 45–47.
6. E. Naranjo, S. Baliga. A Review of Methods for Detection of Large Scale Releases of Carbon Dioxide. Proc. of the 55th IIS, (2009) Vol. 478. www.isa.org
7. L. E. Kinsler, A. R. Frey, A. B. Coppens, J. V. Sanders. Fundamentals of Acoustics (Fourth Edition). John Wiley & Sons, Inc. New York, (2000) Chapter 5.,

8. Thomas D. Rossing. *The Science of Sound* (Second Edition). Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, (1990) Chapter 3.
9. D. R. Raichel. *The Science and Applications of Acoustics* (Second Edition). Springer-Verlag, New York, (2006) Chapter 11.
10. R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot. *Transport Phenomena*, John Wiley & Sons, Inc. New York, (1960) Chapter 15.
11. S. Whitaker. *Introduction to Fluid Mechanics*, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, (1986) Chapter 10.
12. J. H. Perry, D. W. Green. *Perry's Chemical Engineers Handbook* (Seventh Edition). McGraw-Hill, New York, (1997).
13. I. D. Lee, O. I. Smith, A. R. Karagozian. Hydrogen and Helium Leak Rates from Micromachined Orifices, *AIAA Journal*, Vol. 41, No. 3, (2003) pp. 457 – 464.
14. C. Mak, L. Gleason, O. Smith, A. Karagozian. Hydrogen-Helium Leak Detection at Elevated Pressures and Low Temperatures. *AIAA Journal*, Vol. 47, No. 5, (2009) pp. 1303–1307.
15. Health and Safety Executive. *OSD Hydrocarbon Release Reduction Campaign: Report on the Hydrocarbon Release Incident Investigation Project ~ 1/4/2000 to 31/3/2001*, (2001).
16. M. Royle, D. Willoughby, E. Brueck, J. Patel. *Measurement of Acoustic Spectra from Liquid Leaks*, Research Report RR568. HSE Books, Colegate, England, (2007).
17. M. S. Butler, C. W. Moran, P. B. Sunderland, R. L. Axelbaum. Limits for Hydrogen Leaks That Can Support Stable Flames, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 34, (2009) pp. 5174–5182.

EDWARD NARANJO IS A PRODUCT MANAGER FOR GENERAL MONITORS, INC. HE HAS BEEN WITH



GMI FOR FIVE YEARS AND CONTRIBUTES TO PRODUCT INNOVATION AND NEW PRODUCT DEVELOPMENT, INCLUDING GAS IMAGING AND ULTRASONIC GAS LEAK TECHNOLOGY INITIATIVES. HE RECEIVED

A B.S. DEGREE IN CHEMICAL ENGINEERING FROM THE CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY AND A PH.D. IN THE SAME DISCIPLINE FROM THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA BARBARA. EDWARD ALSO EARNED AN MBA FROM THE UNIVERSITY OF CHICAGO. HE IS PAST CHAPTER PRESIDENT OF THE SOUTHERN CALIFORNIA CHAPTER OF THE PRODUCT

DEVELOPMENT AND MANAGEMENT ASSOCIATION AND A CERTIFIED NEW PRODUCT DEVELOPMENT PROFESSIONAL. DR. NARANJO IS ALSO A MEMBER OF THE GASES & INSTRUMENTATION INTERNATIONAL EDITORIAL ADVISORY BOARD.

SHANKAR BALIGA, PH.D. IS MANAGER, RESEARCH & DEVELOPMENT AT GENERAL MONITORS, 26776 SIMPATICA CIRCLE, LAKE FOREST, CA 92630 USA. HE IS RESPONSIBLE FOR THE DEVELOPMENT OF NEW OPTICAL, ACOUSTIC, AND CHEMICAL SENSING TECHNOLOGIES FOR GAS AND



FLAME DETECTION. HIS RESEARCH INTERESTS INCLUDE FLAME DETECTION WITH NEURAL NETWORKS AND OPEN PATH GAS DETECTION FOR PPM LEVELS. HE IS A SENIOR MEMBER OF ISA AND A VOTING MEMBER ON THE ISA 12.13 COMMITTEE FOR COMBUSTIBLE GAS DETECTION INSTRUMENTS. DR. BALIGA CAN BE REACHED AT 1-949-581-4464 OR SHANKARB@GENERALMONITORS.COM

Voting in Safety Instrumented Systems

"Voting" is a term used in safety instrumented systems to describe a structured approach for issuing a system response based on the number of detectors that detect the hazard. On a so called 1oo2 (one out of two) configuration, for example, if one sensor detects a hazard, the configuration produces an alarm; on a 2oo2 configuration, the response from two sensors is required in order to produce an alarm, and so on. In consequence, voting reduces the incidence of false alarms at the expense of speed of response. (It also implies unreliability of individual sensors to respond to all gas release or flame scenarios.) In the case of ultrasonic gas leak detectors, it is not uncommon for two detectors to be considered at a single location to provide for voting, particularly if the cost of a false alarm is high (e.g. plant shutdown).

Specifications

General Specifications

Description	1763-		
	L16AWA	L16BWA	L16BBB
Dimensions	Height: 90 mm (3.5 in.), 104 mm (4.09 in.) (with DIN latch open) Width: 110 mm (4.33 in.), Depth: 87 mm (3.43 in.)		
Shipping Weight	0.9 kg (2.0 lbs)		
Number of I/O	12 inputs (10 digital and 2 analog) and 6 outputs		
Power Supply Voltage	100 to 240V ac (-15%, +10%) at 47 to 63 Hz		24V dc (-15%, +10%) Class 2 SELV
Heat Dissipation	Refer to the MicroLogix 1100 Programmable Controllers User Manual, Publication 1763-UM001.		
Power Supply Inrush Current	120V ac: 25A for 8 ms 240V ac: 40A for 4 ms		24V dc: 15A for 20 ms
Power Consumption	46 VA	52 VA	35W
24V dc Sensor Power	none	24V dc at 200 mA 400 µF max.	none
Input Circuit Type	Digital: 120V ac	Digital: 24V dc sink/source (standard and high-speed)	Digital: 24V dc sink/source (standard and high-speed)
	Analog: 0 to 10V dc	Analog: 0 to 10V dc	Analog: 0 to 10V dc
Output Circuit Type	Relay	Relay	Relay/FET
Operating Temperature	-20°C to +65°C (-4°F to +149°F)		
Storage Temperature	-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)		
Relative Humidity	5% to 95% non-condensing		
Vibration	Operating: 10 to 500 Hz, 5 g, 0.015 in. max. peak-to-peak, 2 hours each axis Relay Operation: 1.5 g		
Shock, Operating	30 g; 3 pulses each direction, each axis Relay Operation: 10 g		
Shock, Non-Operating	50 g panel mounted (40 g DIN Rail mounted); 3 pulses each direction, each axis		
Terminal Screw Torque	0.56 Nm (5.0 in-lb) rated		

Publication 1763-IN001A-MU-P - May 2005

PRODUCT SPECIFICATIONS

	PanelView Plus 400 Grayscale	PanelView Plus 400 Color	PanelView Plus 600 Grayscale	PanelView Plus 600 Color
Display Type	Monochrome Passive Matrix, Film Compensated Super-Twist Nematic (FSTN)	Color Active Matrix Thin Film Transistor (TFT)	Monochrome Passive Matrix, Film Compensated Super-Twist Nematic (FSTN)	Color Active Matrix Thin Film Transistor (TFT)
Display Size	77 x 58 mm (3.7 in.)	71 x 53 mm (3.5 in.)	112 x 84 mm (5.5 in.)	112 x 84 mm (5.5 in.)
Resolution	320 x 240, 32 level grayscale	320 x 240, 18 bit color graphics	320 x 240, 32 level grayscale	320 x 240, 18 bit color graphics
Operator Input	Keypad	Keypad or Keypad/Touch Screen Combination	Keypad, Touch Screen, or Keypad/Touch Screen Combination	
Function Keys	8 (F1 - F8)	8 (F1 - F8)	10 (F1 - F10)	
Real Time Clock	Battery-backed time clock timestamps critical data. Accuracy +/- 2 minutes per month			
Memory Options Available Flash / RAM	Standard 64 MB / 64 MB, Not Expandable			
Electrical Communication Port	RS232 and (1) USB Only or Ethernet, RS232, (1) USB, plus optional DH485, DH+, or Remote I/O modules, ControlNet and DeviceNet modules			
Power Requirements	18-30V dc or 85-264V ac @ 47-63 Hz			
Power Consumption	dc Power: 25 Watts max. (1.0A @ 24V dc) ac Power: 60 VA max.			
Programming	FactoryTalk View Studio for Machine Edition or FactoryTalk View Studio Enterprise Series			
Environmental Operating Temperature	0-55° C (32-131° F)			
Storage Temperature	-25 - 70° C (-13 - 158° F)			
Humidity	5-95%, noncondensing @ 0-55° C			
Ratings	NEMA 12, 13, 4X, IP54, IP65			
Certifications	cUL certified; UL listed; Class I, Div 2, Groups A,B,C,D; Class II, Div 2, Groups F, G, Class III, T4, Class I Zone 2 Group IIC			
Mechanical Weight Keypad or Key / Touch	.563 kg (1.24 lb)	.635 kg (1.40 lb)	.930 kg (2.05 lb)	.930 kg (2.05 lb)
Weight Touch only	N/A	N/A	.789 kg (1.74 lb)	.789 kg (1.74 lb)
Dimensions Overall (H x W x D)	Keypad: 152 x 185 x 90 mm (6.0 x 7.28 x 3.54 in)	Keypad or Keypad/Touch: 152 x 185 x 90 mm (6.0 x 7.28 x 3.54 in)	Keypad or Keypad/Touch: 167 x 266 x 98 mm (6.58 x 10.47 x 3.86 in) Touch only: 152 x 185 x 98 mm (6.0 x 7.28 x 3.86 in)	
Cutout Dimensions	Keypad: 123 x 156 mm (4.86 x 6.15 in)	Keypad or Keypad/Touch: 123 x 156 mm (4.86 x 6.15 in)	Keypad or Keypad/Touch: 142 x 241 mm (5.61 x 9.50 in); Touch Only: 123 x 156 mm (4.86 x 6.15 in)	

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2.663.0600, Fax: (32) 2.663.0640

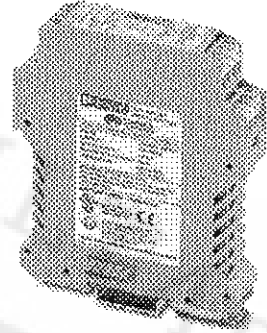
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887.4788, Fax: (852) 2508.1846

Publication 2711P-PP008A-EN-P – August 2008

Copyright ©2008 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

RAD-OUT-4A-I

Order No.: 2867128



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2867128>

Analog extension module with 4 analog current outputs 4 mA ... 20mA



Commercial data	
EAN	4017918929633
Pack	1 pcs.
Customs tariff	85177090
Weight/Piece	0.1823 KG
Catalog page information	Page 251 (NTK-2008)

Product notes

WEEE/RoHS-compliant since:
04/22/2008

Please do not use information in this catalog for the design of new products. Please refer to the data sheets for the latest information. For correspondence on information and data, please refer to the user manual and the Commercial Terms and Conditions of the supply by Phoenix Contact.

Technical data	
Analog output	
Output name	Current output
Load/output load current output	700 Ω (at $U_b = 24\text{ V}$, $R_b = [U_b - 10\text{ V}] / 20\text{ mA}$)

Supply

Range of supply voltages	9 V DC ... 30 V DC (via bus foot)
Typical current consumption	100 mA
Max. current consumption	130 mA

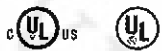
General data

Ambient temperature (operation)	-20 °C ... 65 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Degree of protection	IP20
Mounting position	Any
Assembly instructions	on TS 35 profile rail acc. to EN 60715
Housing material	Polyamide PA non-reinforced
Length	99 mm
Width	22.5 mm
Height	114.5 mm
Conformity	CE compliant
ATEX approval	Ex II 3 G EEx nL IIC
IECEX approval	Ex nL IIC
UL, USA / Canada	Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D

Connection data

Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	4 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max	14
Type of connection	Screw connection
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3

Certificates / Approvals

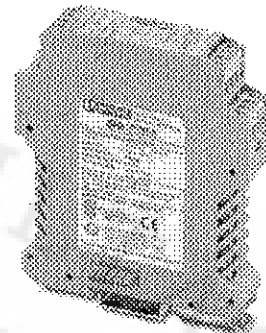


Certification Ex:

CUL-EX LIS, IECEX, UL-EX LIS

RAD-IN-4A-I

Order No.: 2867115



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2867115>

Analog extension module with 4 analog current inputs 4 mA ... 20 mA



Ex n

Commercial data

EAN	4017918929626
Pack	1 pcs.
Customs tariff	85177090
Weight/Piece	0.1784 KG
Catalog page information	Page 251 (NTK-2008)

Product notes

WEEE/RoHS-compliant since:
04/22/2008



Fig. 1:
When connecting the module to the load, please note that the load must be connected to the module through the corresponding terminals and not to the main power supply. The General Terms and Conditions of this supply of technical drawings apply.

Technical data

Analog input

Description of the input	Current input
Current input signal	4 mA ... 20 mA
Input resistance current input	< 170 Ω

Supply

Range of supply voltages	9 V DC ... 30 V DC (via bus foot)
Typical current consumption	100 mA
Max. current consumption	130 mA

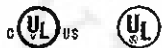
General data

Ambient temperature (operation)	-20 °C ... 65 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Degree of protection	IP20
Mounting position	Any
Assembly instructions	on TS 35 profile rail acc. to EN 60715
Housing material	Polyamide PA non-reinforced
Length	99 mm
Width	22.5 mm
Height	114.5 mm
Conformity	CE compliant
ATEX approval	Ex II 3 G EEx nL IIC
IECEX approval	Ex nL IIC
UL, USA / Canada	Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D

Connection data

Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	4 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max	14
Type of connection	Screw connection
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3

Certificates / Approvals

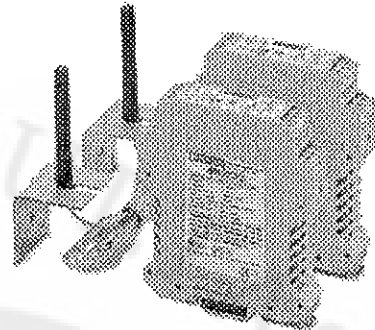


Certification Ex:

CUL-EX LIS, IECEX, UL-EX LIS

RAD-ISM-2400-SET-BD-BUS-ANT

Order No.: 2867733



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2867733>

Bidirectional, wireless, 2400 MHz transmission system, comprising 2 transceivers (transmitter and receiver) and two antennas with connecting cable



Commercial data

EAN	4017918975067
Pack	1 pcs.
Customs tariff	85176200
Weight/Piece	0.7682 KG
Catalog page information	Page 517 (IF-2007)



Technical data

Wireless set

Set contents 2 transceivers, 2 aeriels

Spark gap

Direction	Bi-directional
Frequency range	2.4032 GHz ... 2.4799 GHz
Channel distance	500 kHz
Number of channel groups	7
Number of channels per group	22
Transmission capacity	10 mW

Analog input	
Description of the input	Current input (analog input)
Current input signal	4 mA ... 20 mA
Input resistance current input	< 170 Ω
Digital input	
Input voltage range	5 V AC/DC ... 30 V AC/DC
Switching threshold "0" signal, voltage	Max. 1.5 V DC
Switching threshold "1" signal voltage	Min. 5 V DC
Analog output	
Output name	Current output
Current output signal	4 mA ... 20 mA
Load/output load current output	700 Ω (at $U_b = 24 \text{ V}$, $R_b = [U_b - 10 \text{ V}] / 20 \text{ mA}$)
Digital output	
Output name	2 x relay output + 1 x RF link
Contact type	3 floating N/O contacts
Contact material	Ag, gold-plated
Maximum switching voltage	30 V DC 30 V AC
Limiting continuous current	0.5 A
Supply	
Supply voltage	24 V DC - 50% / + 25%
Range of supply voltages	12 V DC ... 30 V DC
Typical current consumption	75 mA
Max. current consumption	150 mA
General data	
Ambient temperature (operation)	-20 °C ... 65 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Degree of protection	IP20
Mounting position	Any
Assembly instructions	on TS 35 profile rail acc. to EN 60715
Housing material	Polyamide PA non-reinforced
Length	114.5 mm
Width	22.5 mm

Height	99 mm
Conformity	CE compliance (R&TTE directive 1999/5/EEC)
ATEX approval	Ex II 3 G EEx nL IIC
IECEX approval	Ex nL IIC

Connection data

Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	4 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max.	14
Type of connection	Screw connection
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3

Certificates / Approvals

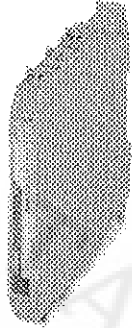
Certification Ex: IECEX

Accessories

Item	Designation	Description
Antennas		
2867461	RAD-ISM-2400-ANT-OMNI-2-1	Omni-directional antenna, IP65 degree of protection, linear vertical, 2 dBi gain, cable length 1.5 m, MCX (male) connection, impedance 50 Ω, apex angle h/v 360°/75°
2885919	RAD-ISM-2400-ANT-OMNI-6-0	Omni-directional antenna, degree of protection IP55, 6 dBi gain, linear vertical, N (female), impedance 50 ohms, apex angle h/v 360°/30°
2867610	RAD-ISM-2400-ANT-PAN- 8-0	Panel antenna, degree of protection IP55, 8 dBi gain, linear vertical, SMA (female), impedance 50 ohms, apex angle h/v 75°/70°
2867885	RAD-ISM-2400-ANT-PAR-19-0	Parabolic antenna, IP65 degree of protection, 19 dBi gain, linear vertical, N (female) connection, impedance 50 Ω, apex angle h/v 17°/11°
2885702	RAD-ISM-2400-ANT-VAN- 3-1-MCX	Omni-directional antenna with vandalism protection, gain 3 dBi, degree of protection IP55, cable length 1.5 m, MCX connection (male), apex angle h/v 360°/85°, corresponding material available for panel mounting.

MACX MCR-EX-SL-RPSSI-I

Order No.: 2865340



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2865340>

Ex-i measuring transducer repeater power supply and input isolating amplifier, HART Sends fed or active 0/4-20 mA signals from the Ex area to a load (active or passive) to the safe area. Electrical 3-way isolation, SIL 2 in accordance with IEC 61508.




SIL 2

Commercial data	
EAN	4046356160353
Pack	1 pcs.
Customs tariff	85437090
Weight/Piece	0.1374 KG
Product key	09720
Catalog page information	Page 218 (NTK-2008)

Product notes

WEEE/RoHS-compliant since:
03/10/2008



Phoenix Contact is not responsible for the content of this document. The user is responsible for the correct use of the product. The user is responsible for the correct use of the product. The user is responsible for the correct use of the product.

Technical data	
Measuring input	
Current input signal	0 mA ... 20 mA 4 mA ... 20 mA
Transmitter supply voltage	> 16 V (at 20 mA)

Measurement output	
Signal output	Current output
Current output signal	0 mA ... 20 mA (active) 4 mA ... 20 mA (active)
	0 mA ... 20 mA (passive, ext. Source voltage 14...26 V) 4 mA ... 20 mA (passive, ext. Source voltage 14...26 V)
Load/output load current output	< 600 Ω
Power supply	
Nominal supply voltage	24 V DC
Range of supply voltages	19.2 V DC ... 30 V DC
Max. current consumption	< 60 mA (for 24 V DC)
Power consumption	< 1.1 W (At 24 V DC / 20 mA)
Connection data	
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max.	14
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3
Type of connection	Screw connection
Tightening torque, min.	0.5 Nm
Tightening torque max.	0.6 Nm
General data	
No. of channels	1
Transmission error, max.	< 0.1 % (of end value)
Transmission error, typical	< 0.05 % (of end value)
Maximum temperature coefficient	< 0.01 %/K
Ambient temperature (operation)	-20 °C ... 60 °C (Any mounting position)
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 80 °C
Permissible humidity (operation)	10 % ... 95 % (no condensation)
Step response (10-90%)	< 600 μs (For jump 4 mA ... 20 mA)
Status display	Green LED (supply voltage)

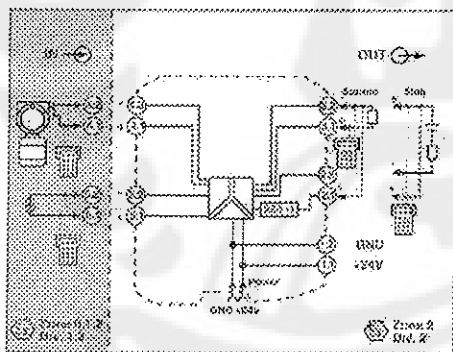
Length	114.5 mm
Width	12.5 mm
Height	104 mm
Inflammability class acc. to UL 94	V0
Housing material	polyamide (PA 6.6)
Color	green
Conformity	CE-compliant, additionally EN 61326
ATEX approval	II (1) GD [Ex ia] IIC Ex II 3 (1GD) G Ex nA [ia] IIC T4
IECEX approval	[Ex ia] IIC; Ex nA[ia] IIC T4
UL, USA / Canada	UL applied for
Functional safety (SIL)	SIL 2 according to EN 61508
Data communication (bypass)	
HART function	Yes
Protocols supported	HART

Certificates / Approvals

Certification Ex: IECEX

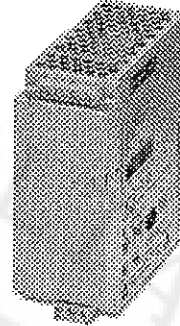
Drawings

Block diagram



QUINT-PS-100-240AC/24DC/ 5/EX

Order No.: 2938853



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2938853>


Power Supply, primary switch mode, 1-phase, output: 24 V DC / 5 A, for use in potentially explosive areas



Commercial data	
EAN	4017918927233
Pack	1 pcs.
Customs tariff	85044081
Weight/Piece	1.27 KG
Catalog page information	Page 488 (IF-2007)

Product notes

WEEE/RoHS-compliant since: 07/01/2006



PHOENIX CONTACT reserves the right to change the data in this catalog without notice. For comprehensive information, please refer to the latest version of the General Terms and Conditions of Delivery in German.

Technical data	
Input data	
Nominal input voltage	100 V AC ... 240 V AC
AC input voltage range	85 V AC ... 264 V AC
DC input voltage range	90 V DC ... 350 V DC

AC frequency range	45 Hz ... 65 Hz
DC frequency range	0 Hz
Current consumption	Approx. 1.6 A (120 V AC) 0.8 A (230 V AC)
Nominal power consumption	120 W
Inrush surge current	< 20 A (typical)
Power failure bypass	> 20 ms (120 V AC) > 120 ms (230 V AC)
Input fuse	5 A (slow-blow, internal)
Recommended backup fuse	6 A 10 A 16 A (characteristic B)
Output data	
Nominal output voltage	24 V DC \pm 1%
Setting range of the output voltage	22.5 V DC ... 28.5 V DC
Output current	5 A (up to 60°C) 7.5 A (with POWER BOOST)
Connection in parallel	Yes, for redundancy and increased capacity
Connection in series	Yes
Residual ripple	< 30 mVPP
Peak switching voltages nominal load	< 50 mVPP (20 MHz)
Maximum power dissipation idling	2.7 W
Power loss nominal load max.	18 W
General data	
Width	55 mm
Height	130 mm
Depth	125 mm
Weight	1 kg
Operating voltage display	LED green
Efficiency	> 87 %
Insulation voltage input/output	2 kV (routine test) 4 kV (type test)
Degree of protection	IP20
Class of protection	I, with PE connection

MTBF	> 500 000 h in acc. with IEC 61709 (SN 29500)
Ambient temperature (operation)	-25 °C ... 70 °C (> 60°C derating)
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Max. permissible relative humidity (operation)	100 % (condensation permitted)
Mounting position	Horizontal DIN rail NS 35, EN 60715
Assembly instructions	Can be aligned: Horizontal 0 cm, vertical 5 cm
Electromagnetic compatibility	Conformance with EMC directive 89/336/EEC
Emitted interference	EN 50081-2
Immunity to interference	EN 61000-6-2
Conformity with EN 50 021	EX II 3G EEx nAC IIC T4, TÜV 03 ATEX 2047X
Standard - Safety of transformers	EN 61558-2-17
Standard - Electrical safety	EN 60950/VDE 0805 (SELV) EN 61558-2-17
Standard – Shipbuilding	German Lloyd, ABS
Standard – Electronic equipment for use in electrical power installations and their assembly into electrical power installations	EN 50178/VDE 0160 (PELV)
Standard - Safe isolation	DIN VDE 0100-410 DIN VDE 0106-1010
Standard – Limitation of mains harmonic currents	EN 61000-3-2
Standard – Equipment safety	GS (tested safety)
Certificate	CB Scheme
UL approvals	UL/C-UL listed UL 508 UL/C-UL Recognized UL 60950 UL/C-UL Listed UL 1604 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D
Connection data, input	
Type of connection	Pluggable screw connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max	12
Stripping length	7 mm
Screw thread	M3

Connection data, output	
Type of connection	Pluggable screw connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max	12
Stripping length	7 mm
Signaling	
Output name	DC OK active
Output description	$U_{OUT} > 0.9 \times U_N$: High signal
Maximum switching voltage	≤ 24 V
Output voltage	+ 24 V DC (signal)
Maximum inrush current	Max. 44 mA
Continuous load current	≤ 40 mA
Status display	"DC OK" LED green
Note on status display	$U_{OUT} < 0.9 \times U_N$: LED flashing
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section stranded min.	0.2 mm ²
Conductor cross section stranded max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG/kcmil min.	24
Conductor cross section AWG/kcmil max	12
Tightening torque, min	0.5 Nm
Tightening torque max	0.6 Nm
Screw thread	M3
Output name	DC OK floating
Output description	Relay contact, $U_{OUT} > 0.9 \times U_N$: Contact closed
Maximum switching voltage	≤ 30 V AC/DC
Maximum inrush current	Max. 1 A
Continuous load current	≤ 1 A
Status display	"DC OK" LED green

Specifications

General Specifications

Specification	Value
Dimensions	90 mm (height) x 87 mm (depth) x 40 mm (width) height including mounting tabs is 110 mm 3.54 in. (height) x 3.43 in. (depth) x 1.58 in. (width) height including mounting tabs is 4.33 in.
Approximate Shipping Weight (with carton)	235g (0.521 lbs.)
Storage Temperature	-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)
Operating Temperature	0°C to +55°C (+32°F to +131°F)
Operating Humidity	5% to 95% non-condensing
Operating Altitude	2000 meters (6561 feet)
Vibration	Operating: 10 to 500 Hz, 5G, 0.030 in. max. peak-to-peak
Shock	Operating: 30G
Bus Current Draw (max.)	40 mA at 5V dc 50 mA at 24V dc
Analog Normal Operating Range	Voltage: -10 to +10V dc Current: 4 to 20 mA
Full Scale ⁽¹⁾ Analog Ranges	Voltage: -10.5 to +10.5V dc Current: -21 to +21 mA
Resolution	15 bits (bipolar)
Repeatability ⁽²⁾	±0.1 %
Input Group to System Isolation	30V ac/30V dc rated working voltage ⁽³⁾ (N.E.C. Class 2 required) (IEC Class 2 reinforced insulation) type test: 500V ac or 707V dc for 1 minute
Module Power LED	On: indicates power is applied.
Recommended Cable	Beiden™ 8761 (shielded)

(1) The over- or under-range flag comes on when the normal operating range (over/under) is exceeded. The module continues to convert the analog input up to the maximum full scale range.

(2) Repeatability is the ability of the input module to register the same reading in successive measurements for the same input signal.

(3) Rated working voltage is the maximum continuous voltage that can be applied at the terminals with respect to earth ground.

Specification	Value
Vendor I.D. Code	1
Product Type Code	10
Product Code	67
Agency Certification	C-UL certified (under CSA C22.2 No. 142) UL 508 listed CE compliant for all applicable directives
Hazardous Environment Class	Class I, Division 2, Hazardous Location, Groups A, B, C, D (UL 1604, C-UL under CSA C22.2 No. 213)
Radiated and Conducted Emissions	EN50081-2 Class A
<i>Electrical /EMC:</i>	<i>The module has passed testing at the following levels:</i>
ESD Immunity (IEC1000-4-2)	4 kV contact, 8 kV air, 4 kV indirect
Radiated Immunity (IEC1000-4-3)	10 V/m, 80 to 1000 MHz, 80% amplitude modulation, +900 MHz keyed carrier
Fast Transient Burst (IEC1000-4-4)	2 kV, 5 kHz
Surge Immunity (IEC1000-4-5)	1 kV galvanic gun
Conducted Immunity (IEC1000-4-6)	10V, 0.15 to 80 MHz ⁽¹⁾

(1) Conducted Immunity frequency range may be 150 kHz to 30 MHz if the Radiated Immunity frequency range is 30 MHz to 1000 MHz.

Input Specifications

Specification	Value
Number of Inputs	4 differential (bipolar)
A/D Converter Type	Successive approximation
Common Mode Voltage Range ⁽¹⁾	±27 V
Common Mode Rejection ⁽²⁾	> 55 dB at 50 and 60 Hz
Non-linearity (in percent full scale)	±0.1%
Typical Overall Accuracy ⁽³⁾	±0.3% full scale at 0 to 55°C ±0.24% full scale at 25°C
Input Impedance	Voltage Terminal: 200KΩ Current Terminal: 275Ω
Current Input Protection	±32 mA
Voltage Input Protection	±30 V
Channel Diagnostics	Over or under range or open circuit condition by bit reporting for analog inputs.

(1) For proper operation, both the plus and minus input terminals must be within ±27V of analog common.

(2) $V_{cm} = 1 V_{pk-pk} AC$

(3) $V_{cm} = 0$ (includes offset, gain, non-linearity and repeatability error terms)



Lampiran 2 : Ledder Diagram

Processor Information

Processor Type: Bul.1763 MicroLogix 1100 Series B

Processor Name: MTU

Total Memory Used: 558 Instruction Words Used - 240 Data Table Words Used

Total Memory Left: 6098 Instruction Words Left

Program Files: 6

Data Files: 10

Program ID: 5e31



0 Bul.1763
1 1762-IF4

MicroLogix 1100 Series B
Analog 4 Chan. Input

2
3
4



Channel Configuration

CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex

CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex Edit Resource/Owner Timeout: 60
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex Passthru Link ID: 1
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex Write Protected: No
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex Comms Servicing Selection: Yes
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex Message Servicing Selection: Yes
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex 1st AWA Append Character: \d
CHANNEL 0 (SYSTEM) - Driver: DF1 Full Duplex 2nd AWA Append Character: \a

Source ID: 1 (decimal)
Baud: 19200
Parity: NONE
Control Line : No Handshaking
Error Detection: CRC
Embedded Responses: Auto Detect
Duplicate Packet Detect: Yes
ACK Timeout(x20 ms): 50
NAK Retries: 3
ENQ Retries: 3

CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet

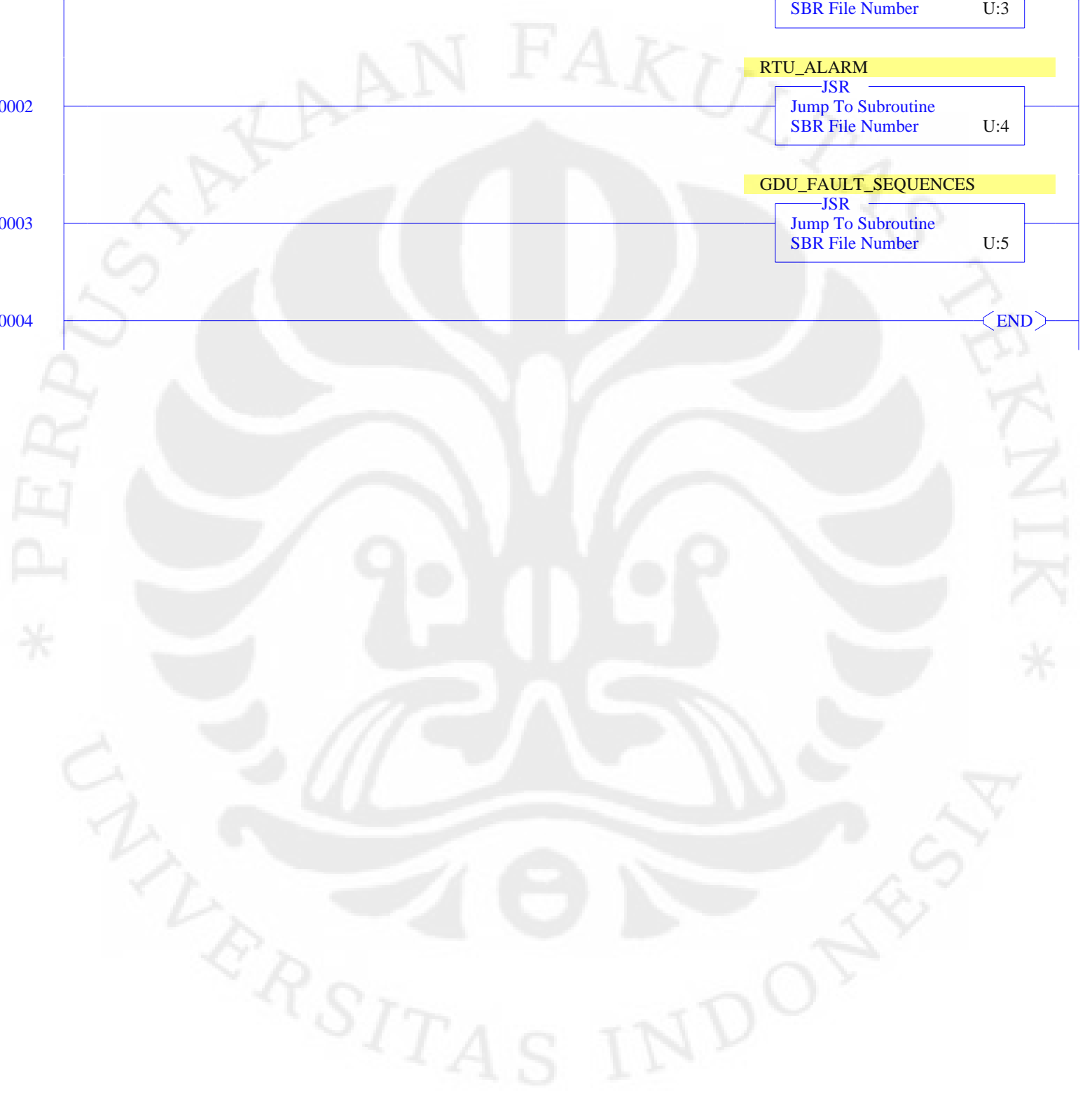
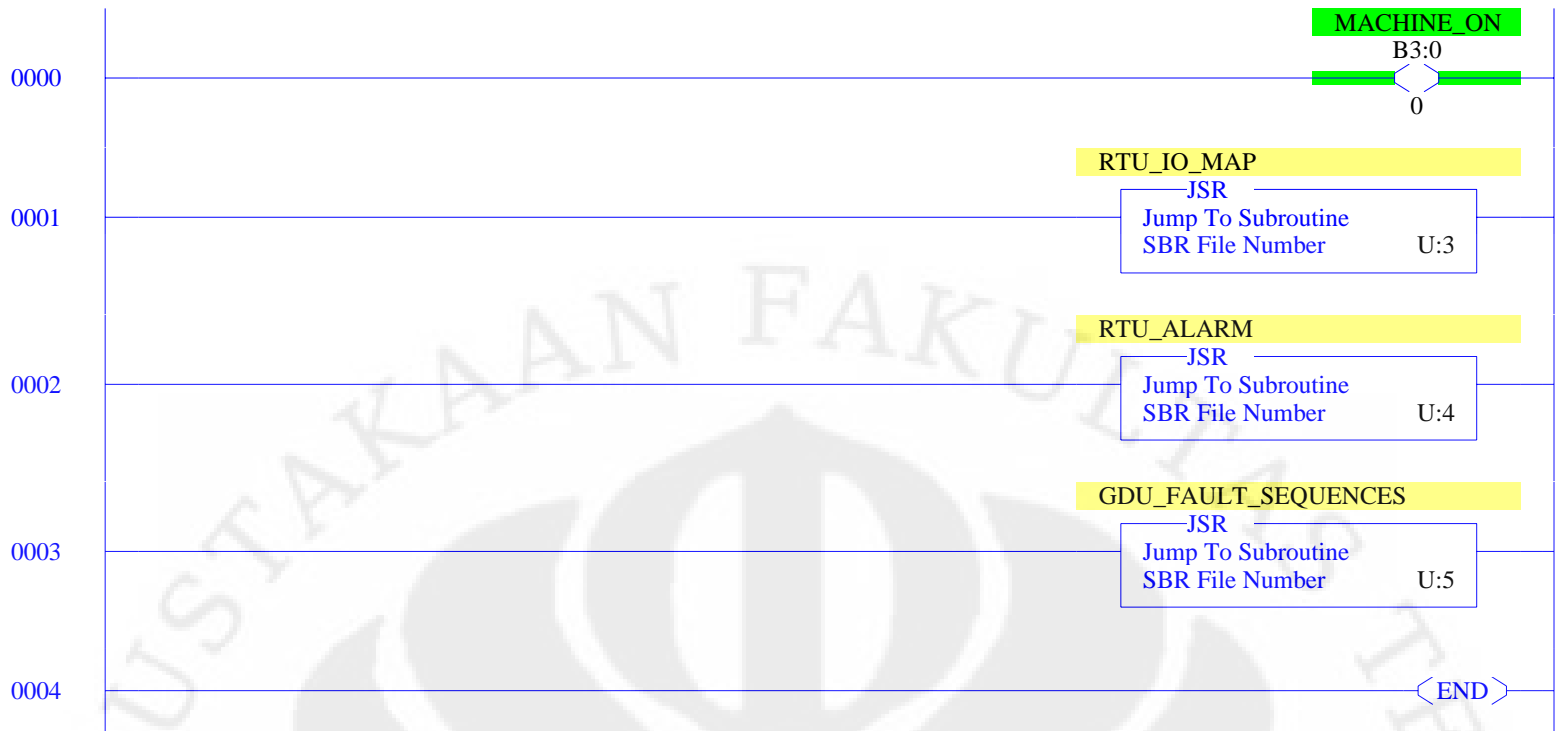
CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet Edit Resource/Owner Timeout: 60
CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet Passthru Link ID: 1
CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet Write Protected: No
CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet Comms Servicing Selection: Yes
CHANNEL 1 (SYSTEM) - Driver: Ethernet Message Servicing Selection: Yes

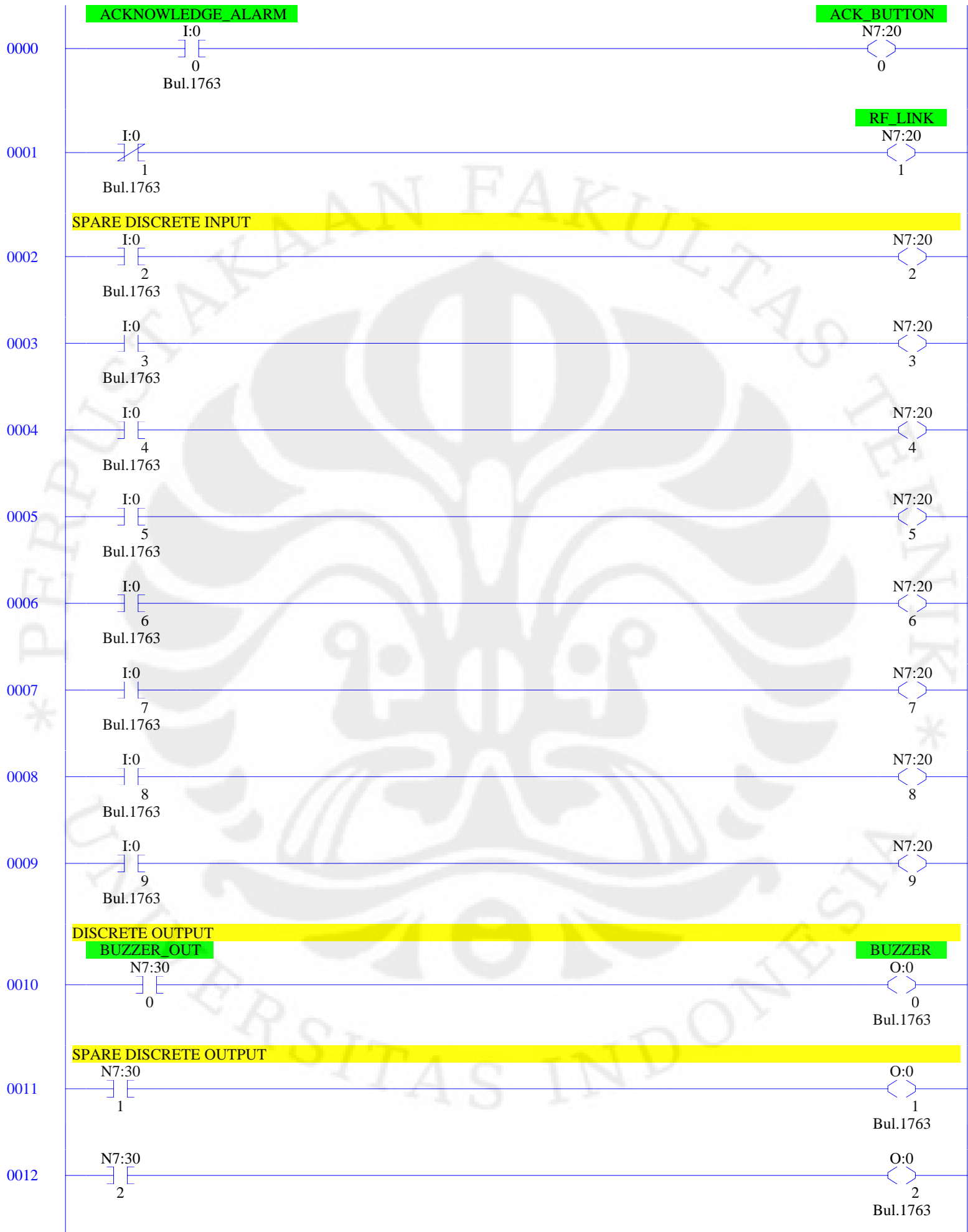
Hardware Address: 00:0F:73:01:2A:5C
IP Address: 192.168.2.100
Subnet Mask: 255.255.255.0
Gateway Address: 0.0.0.0
Msg Connection Timeout (x 1mS): 15000
Msg Reply Timeout (x mS): 3000
Inactivity Timeout (x Min): 30
Bootp Enable: No
Dhcp Enable No
SNMP Enable: No
HTTP Enable: Yes
Auto Negotiate Enable: Yes
Port Speed Enable: 10/100 Mbps Full Duplex/Half Duplex
Contact:
Location:

Program File List

Name	Number	Type	Rungs	Debug	Bytes
[SYSTEM]	0	SYS	0	No	0
	1	SYS	0	No	0
	2	LADDER	5	No	39
IO_MAP	3	LADDER	21	No	887
RTU_ALARM	4	LADDER	28	No	929
RGDU_FAULT	5	LADDER	25	No	623









SCALLING ANALOG INPUT CHANNEL 0 (GDU#1)

RTU_INPUT_0

GEQ

Grtr Than or Eql (A>=B)

Source A	I:1.0
	558<
Source B	0
	0<

MOV

Move	
Source	I:1.0
	558<
Dest	N7:10
	558<

GDU1 in Percentage (%)

GDU1

SCP

Scale w/Parameters

Input	F8:4
	0.3405866<
Input Min.	0.0
	0.0<
Input Max.	20.0
	20.0<
Scaled Min.	0.0
	0.0<
Scaled Max.	100.0
	100.0<
Output	F8:0
	1.702933<

GDU1 in mili Ampere (mA)

SCP

Scale w/Parameters

Input	N7:10
	558<
Input Min.	0.0
	0.0<
Input Max.	32767.0
	32767.0<
Scaled Min.	0.0
	0.0<
Scaled Max.	20.0
	20.0<
Output	F8:4
	0.3405866<

RTU_INPUT_0

LEQ

Less Than or Eql (A<=B)

Source A	I:1.0
	558<
Source B	0
	0<

MOV

Move	
Source	0
	0<
Dest	N7:10
	558<

RTU_INPUT_0

MOV

Move	
Source	0
	0<
Dest	I:1.0
	558<

SCALLING ANALOG INPUT CHANNEL 0 (GDU#2)

RTU Input 1
RTU_INPUT_1

GEQ
Grtr Than or Eq (A>=B)
Source A I:1.1
9232<
Source B 0
0<

MOV
Move
Source I:1.1
9232<
Dest N7:11
9211<

GDU2 in Percentage (%)
GDU2

SCP
Scale w/Parameters
Input F8:5
5.62212<
Input Min. 0.0
0.0<
Input Max. 20.0
20.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 100.0
100.0<
Output F8:1
28.1106<

GDU2 in Milli Ampere (mA)

SCP
Scale w/Parameters
Input I:1.1
9232<
Input Min. 0.0
0.0<
Input Max. 32767.0
32767.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 20.0
20.0<
Output F8:5
5.62212<

RTU Input 1
RTU_INPUT_1

LEQ
Less Than or Eq (A<=B)
Source A I:1.1
9232<
Source B 0
0<

MOV
Move
Source 0
0<
Dest N7:11
9211<

RTU Input 1
RTU_INPUT_1

MOV
Move
Source 0
0<
Dest I:1.1
9232<

SCALLING ANALOG INPUT CHANNEL 1 (GDU#3)

RTU_INPUT_2

GEQ

Grtr Than or Eql (A>=B)

Source A	I:1.2
	9075<
Source B	0
	0<

MOV

Move	
Source	I:1.2
	9075<
Dest	N7:12
	9129<

GDU3 in Percentage (%)

GDU3

SCP

Scale w/Parameters	
Input	F8:6
	5.57207<
Input Min.	0.0
	0.0<
Input Max.	20.0
	20.0<
Scaled Min.	0.0
	0.0<
Scaled Max.	100.0
	100.0<
Output	F8:2
	27.86035<

GDU3 in mili Ampere (mA)

SCP

Scale w/Parameters	
Input	I:1.2
	9075<
Input Min.	0.0
	0.0<
Input Max.	32767.0
	32767.0<
Scaled Min.	0.0
	0.0<
Scaled Max.	20.0
	20.0<
Output	F8:6
	5.57207<

RTU_INPUT_2

LEQ

Less Than or Eql (A<=B)

Source A	I:1.2
	9075<
Source B	0
	0<

MOV

Move	
Source	0
	0<
Dest	N7:12
	9129<

RTU_INPUT_2

MOV

Move	
Source	0
	0<
Dest	I:1.2
	9075<

SCALLING ANALOG INPUT CHANNEL 2 (GDU#4)

RTU_INPUT_3

GEQ

Grtr Than or Eql (A>=B)
 Source A I:1.3
 9062<
 Source B 0
 0<

MOV

Move
 Source I:1.3
 9062<
 Dest N7:13
 9062<

GDU4 in Percentage (%)

GDU4

SCP

Scale w/Parameters
 Input F8:7
 5.538499<
 Input Min. 0.0
 0.0<
 Input Max. 20.0
 20.0<
 Scaled Min. 0.0
 0.0<
 Scaled Max. 100.0
 100.0<
 Output F8:3
 27.69249<

GDU4 in mili Ampere (mA)

SCP

Scale w/Parameters
 Input N7:13
 9062<
 Input Min. 0.0
 0.0<
 Input Max. 32767.0
 32767.0<
 Scaled Min. 0.0
 0.0<
 Scaled Max. 20.0
 20.0<
 Output F8:7
 5.538499<

RTU_INPUT_3

LEQ

Less Than or Eql (A<=B)
 Source A I:1.3
 9062<
 Source B 0
 0<

MOV

Move
 Source 0
 0<
 Dest N7:13
 9062<

RTU_INPUT_3

MOV

Move
 Source 0
 0<
 Dest I:1.3
 9062<

END

SETTING ALARM TIMER FOR ALL ALARM (MASTER TIMER)

0000

Alarm Timer

MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:0.PRE
	2<

Alarm Timer for Input 1

MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:1.PRE
	2<

Alarm timer setting for Input 2

MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:2.PRE
	2<

Alarm Timer for Input 3

MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:3.PRE
	2<

MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:5.PRE
	2<

MOV

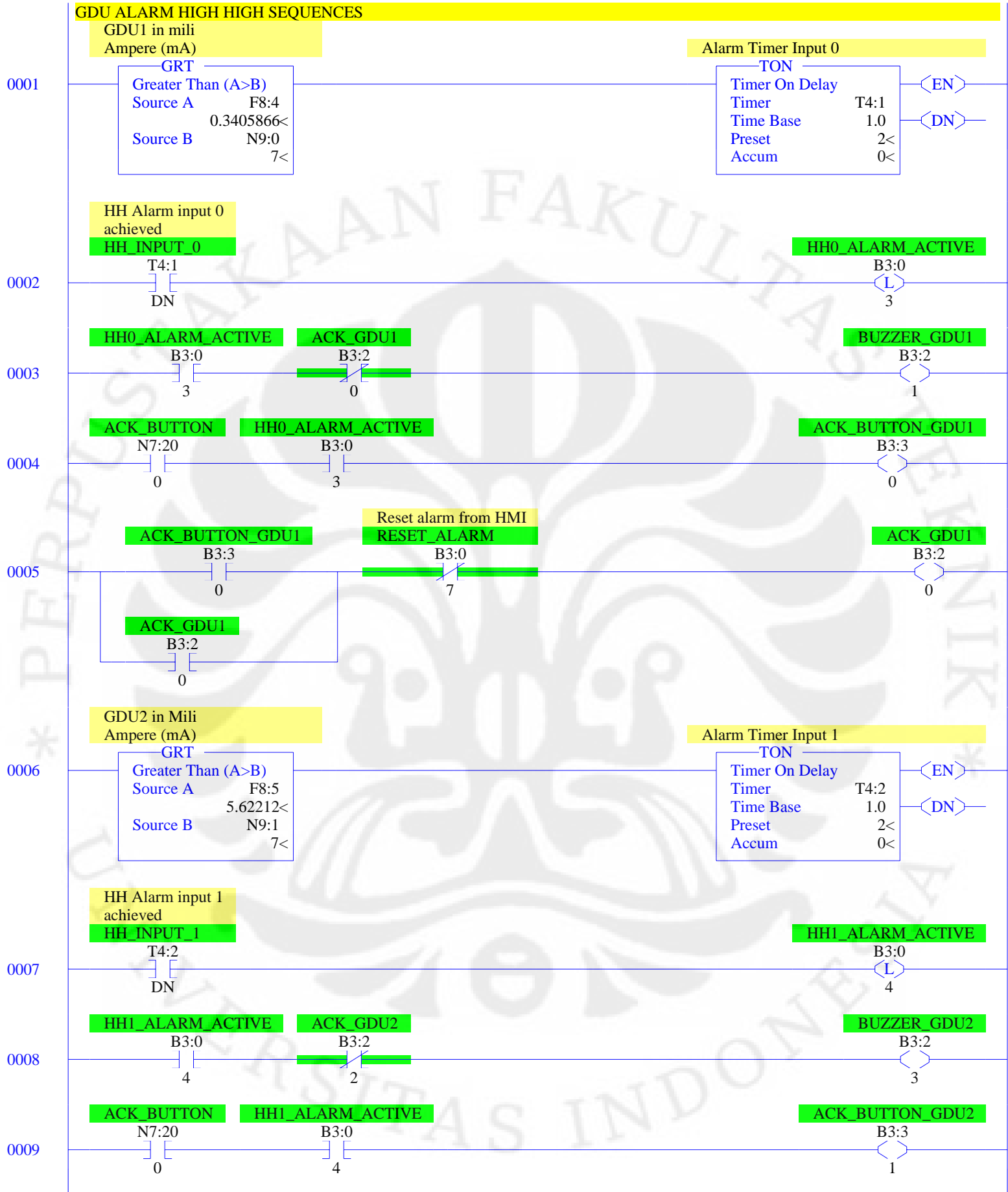
Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:6.PRE
	2<

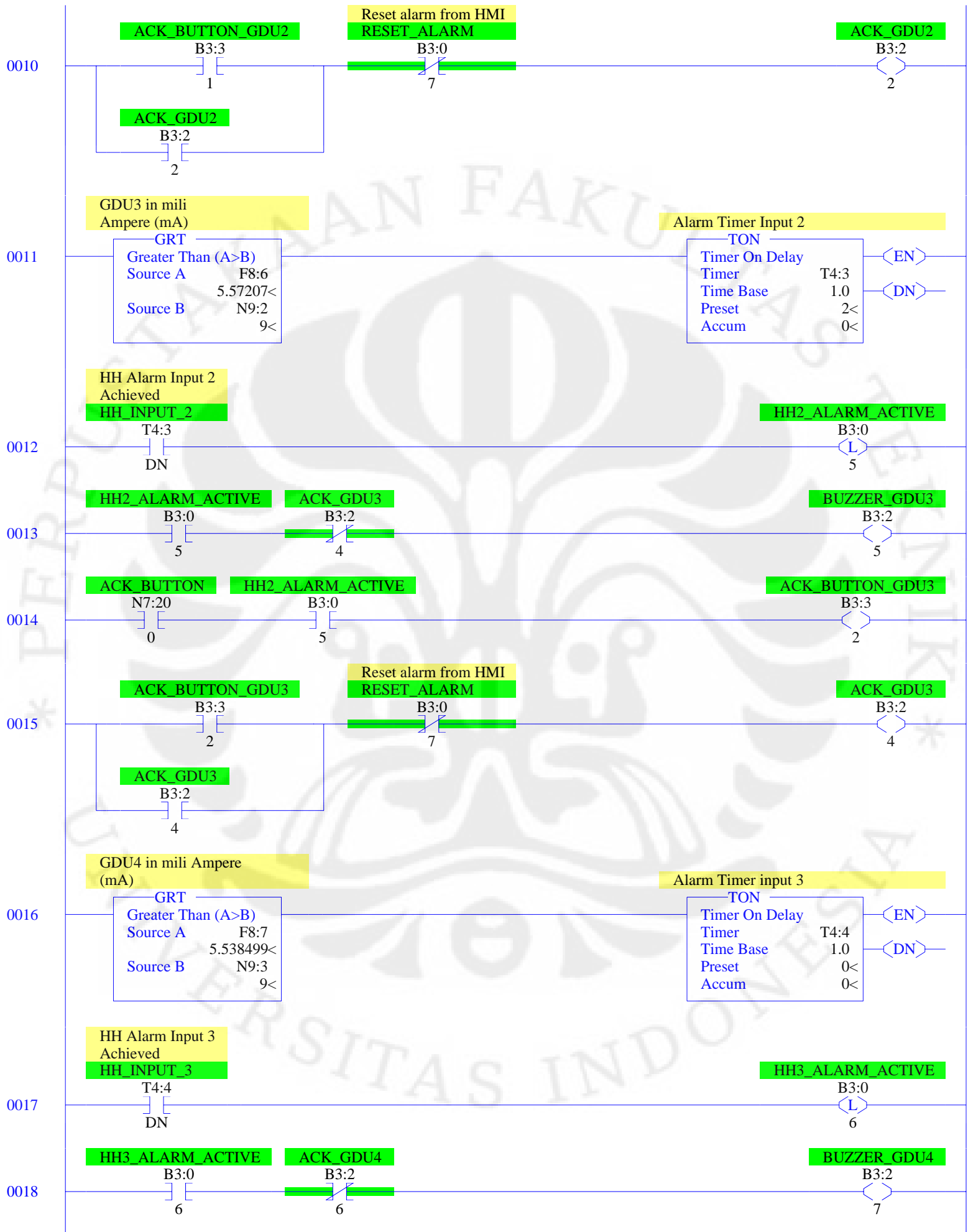
MOV

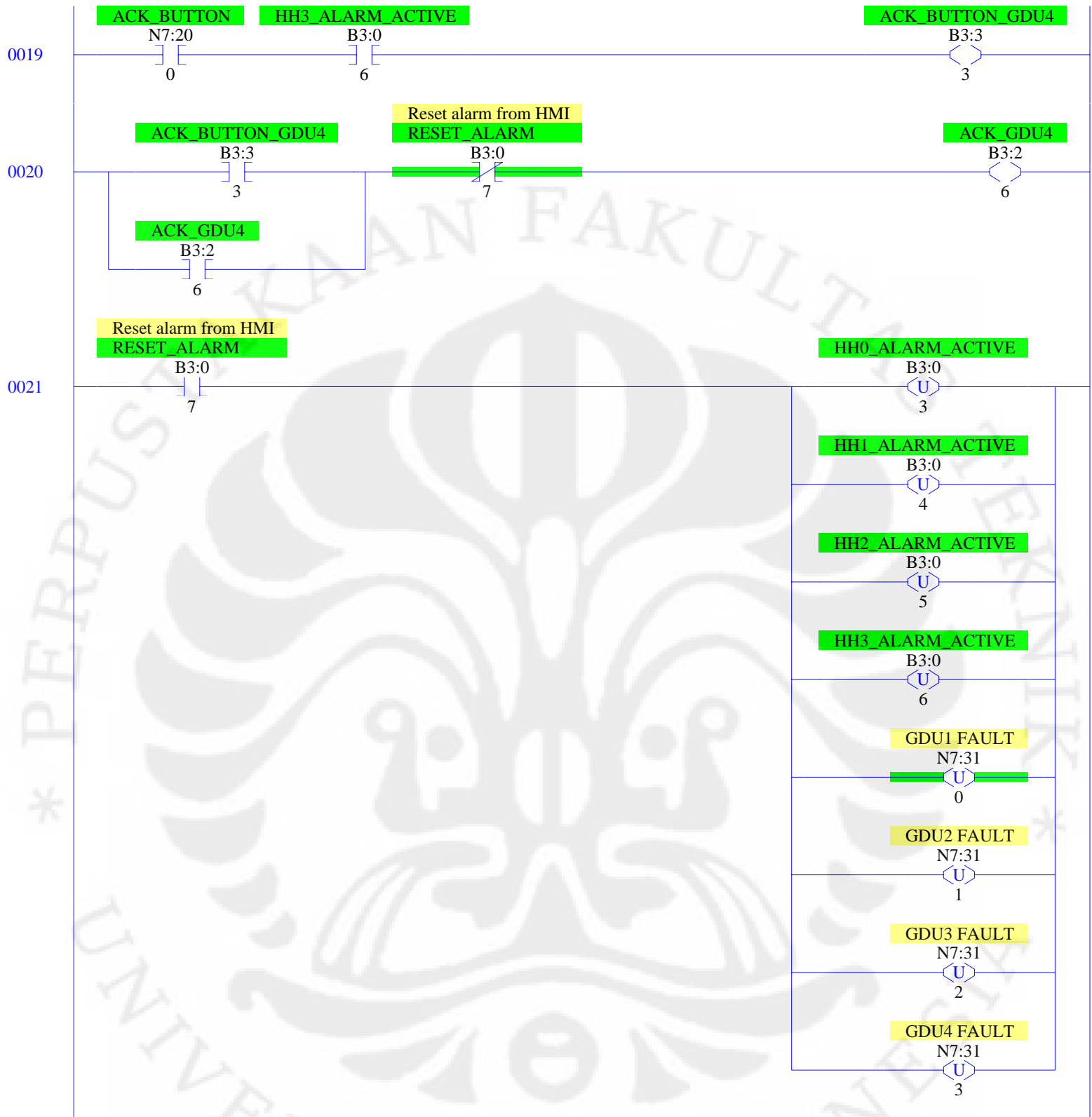
Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:7.PRE
	2<

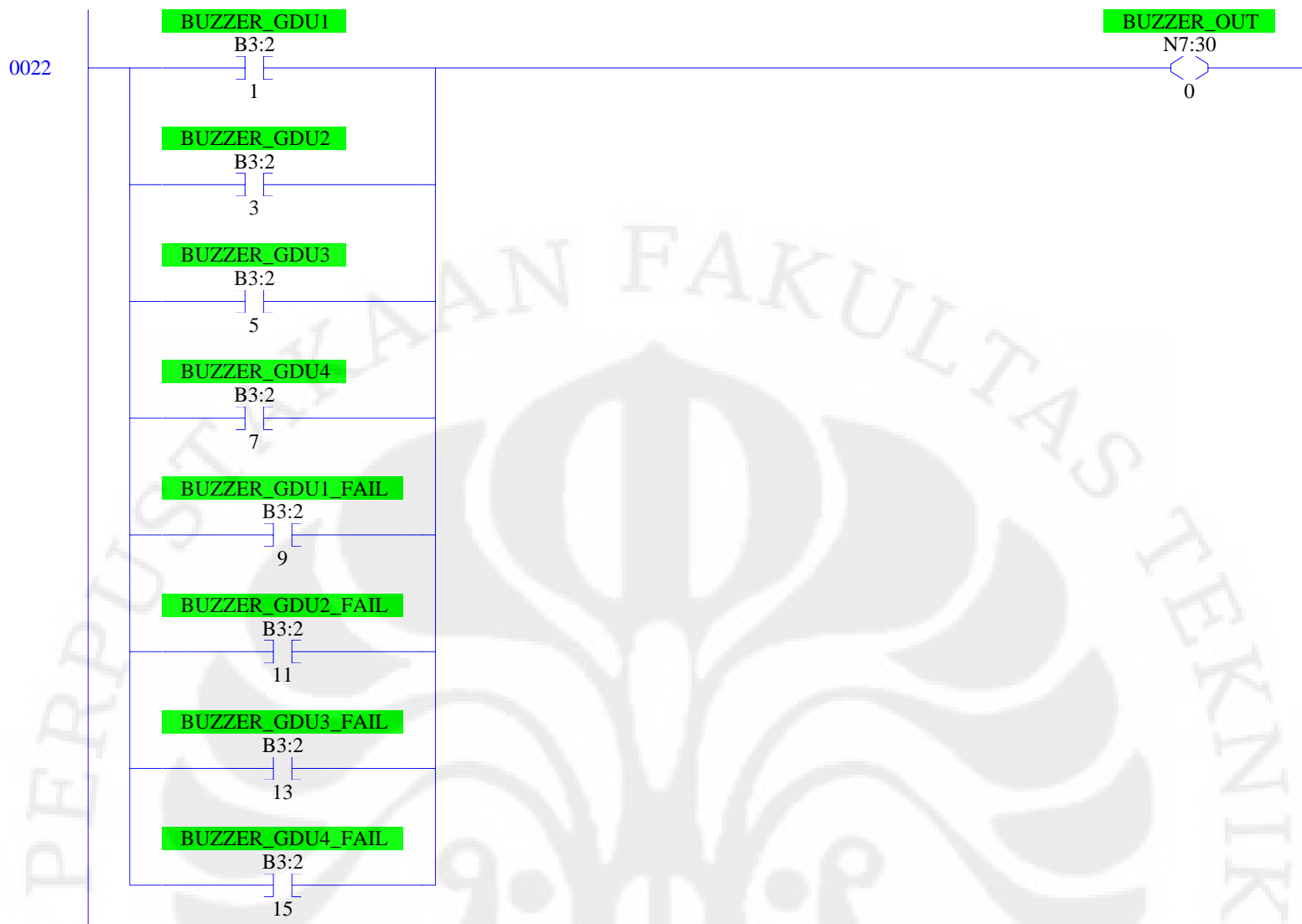
MOV

Move	N7:4
Source	2<
Dest	T4:8.PRE
	2<









scaling for percentage (%) value of GDU

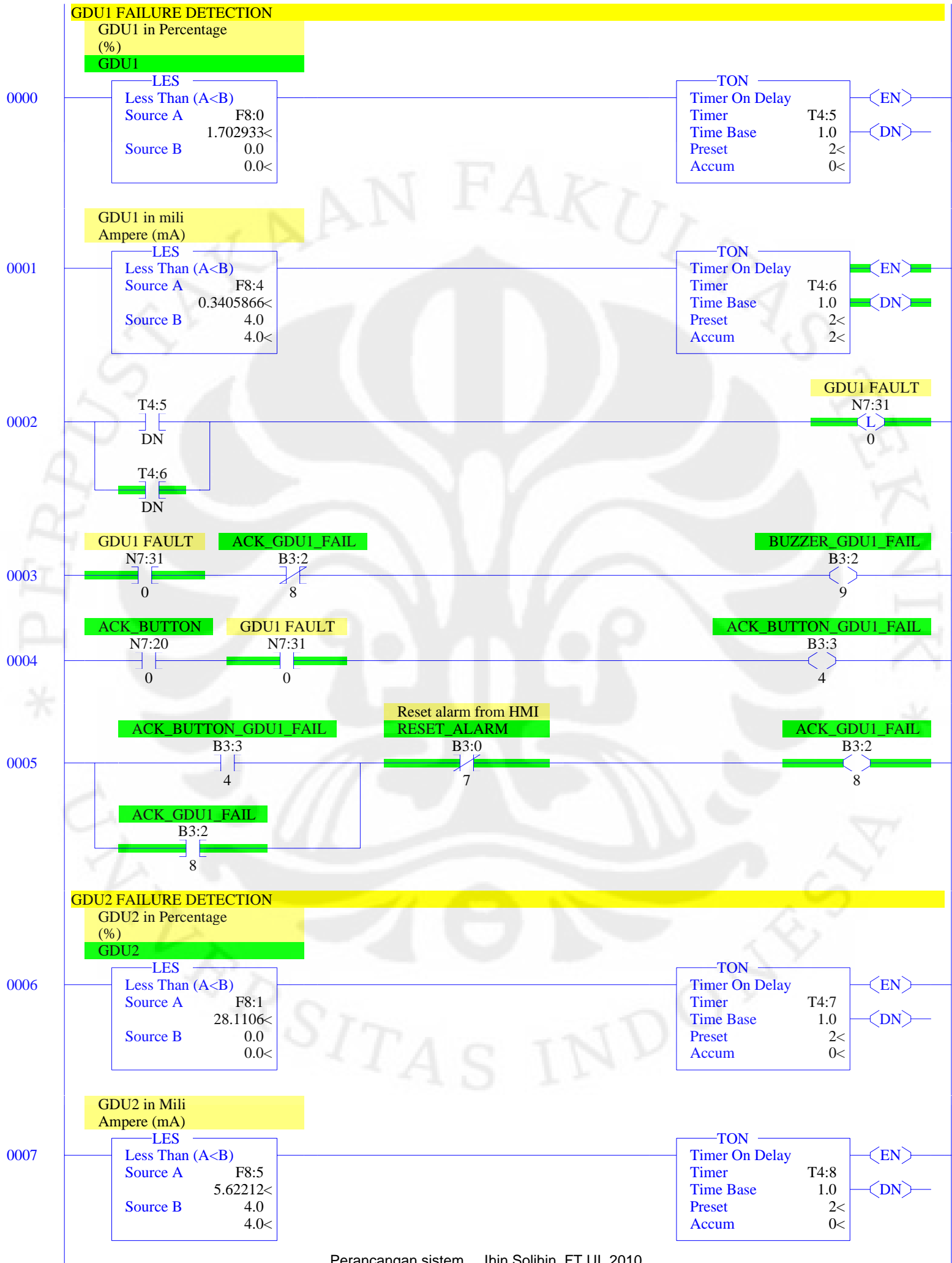
GDUI SET POINT IN PERCENTAGE

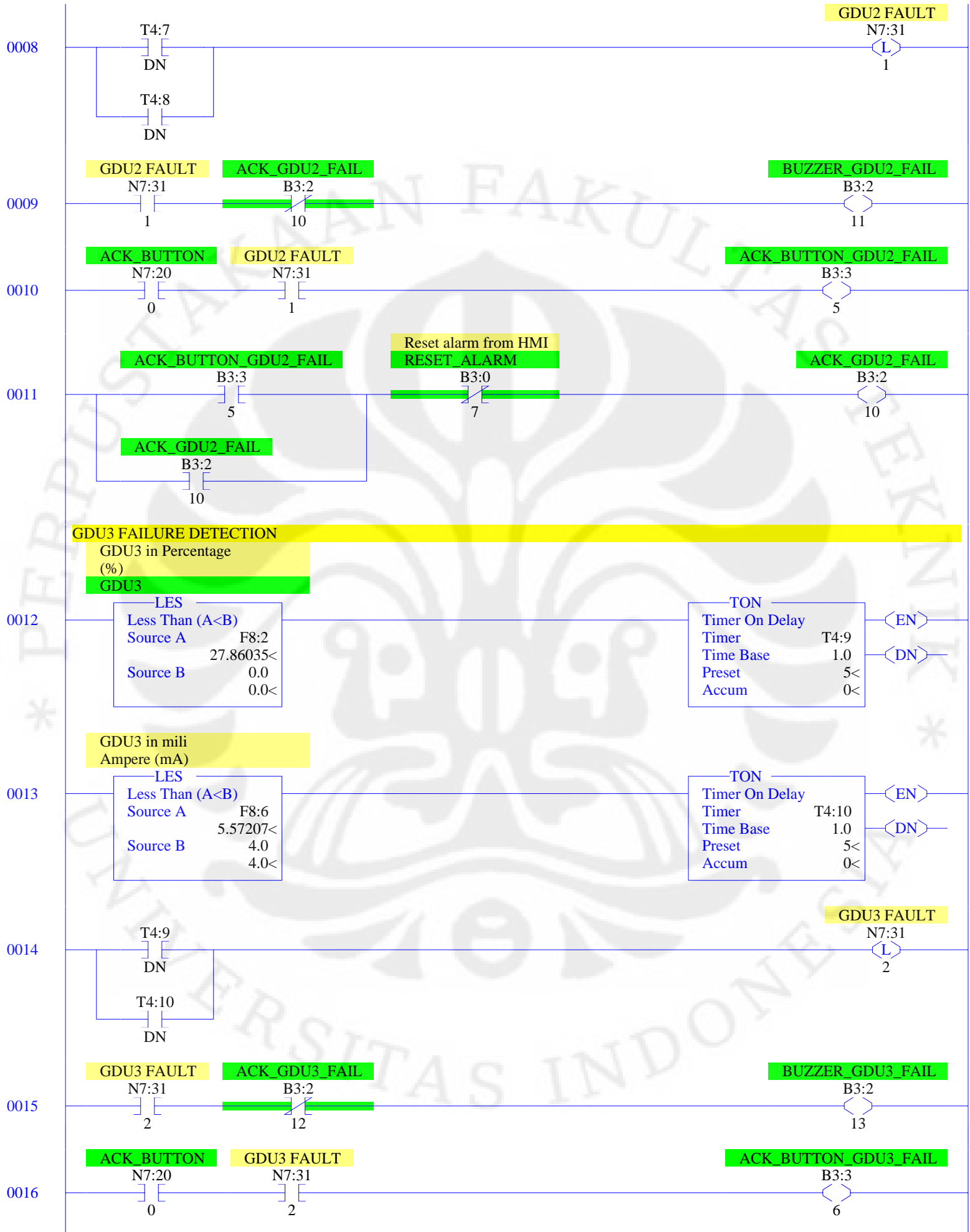
SCP

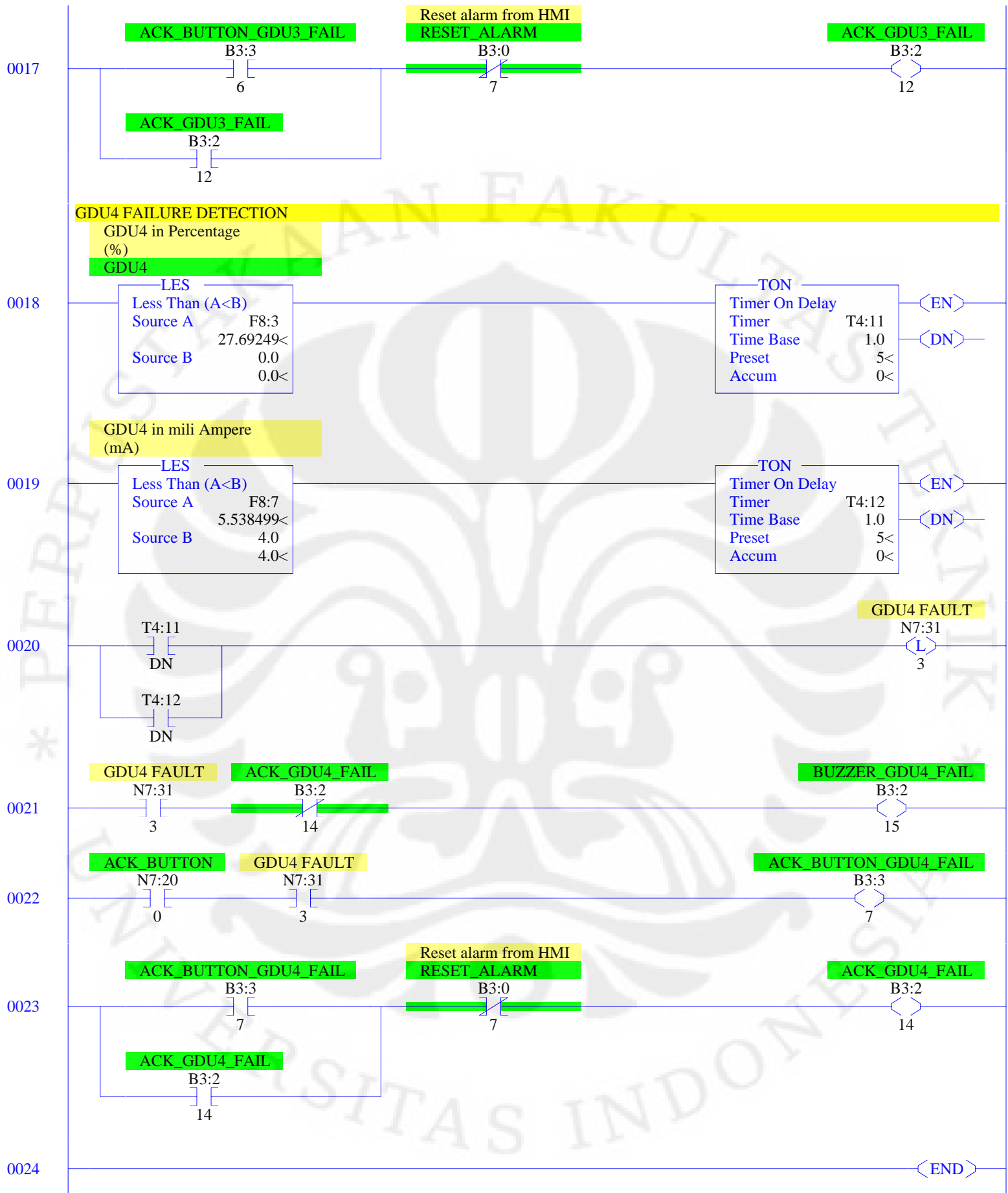
Scale w/Parameters	
Input	N9:0
Input Min.	7<
	0
Input Max.	20
	20<
Scaled Min.	0
	0<
Scaled Max.	100
	100<
Output	N9:4
	35<

0023

0024	<p style="text-align: center;">GDU2 IN PERCEMNTAGE</p> <p style="text-align: center;">SCP</p> <table border="1"> <tr><td>Scale w/Parameters</td><td></td></tr> <tr><td>Input</td><td>N9:1</td></tr> <tr><td></td><td>7<</td></tr> <tr><td>Input Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Input Max.</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td>20<</td></tr> <tr><td>Scaled Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Scaled Max.</td><td>100</td></tr> <tr><td></td><td>100<</td></tr> <tr><td>Output</td><td>N9:5</td></tr> <tr><td></td><td>35<</td></tr> </table>	Scale w/Parameters		Input	N9:1		7<	Input Min.	0		0<	Input Max.	20		20<	Scaled Min.	0		0<	Scaled Max.	100		100<	Output	N9:5		35<
Scale w/Parameters																											
Input	N9:1																										
	7<																										
Input Min.	0																										
	0<																										
Input Max.	20																										
	20<																										
Scaled Min.	0																										
	0<																										
Scaled Max.	100																										
	100<																										
Output	N9:5																										
	35<																										
0025	<p style="text-align: center;">GDU3 IN PERCENTAGE</p> <p style="text-align: center;">SCP</p> <table border="1"> <tr><td>Scale w/Parameters</td><td></td></tr> <tr><td>Input</td><td>N9:2</td></tr> <tr><td></td><td>9<</td></tr> <tr><td>Input Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Input Max.</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td>20<</td></tr> <tr><td>Scaled Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Scaled Max.</td><td>100</td></tr> <tr><td></td><td>100<</td></tr> <tr><td>Output</td><td>N9:6</td></tr> <tr><td></td><td>45<</td></tr> </table>	Scale w/Parameters		Input	N9:2		9<	Input Min.	0		0<	Input Max.	20		20<	Scaled Min.	0		0<	Scaled Max.	100		100<	Output	N9:6		45<
Scale w/Parameters																											
Input	N9:2																										
	9<																										
Input Min.	0																										
	0<																										
Input Max.	20																										
	20<																										
Scaled Min.	0																										
	0<																										
Scaled Max.	100																										
	100<																										
Output	N9:6																										
	45<																										
0026	<p style="text-align: center;">GDU3 IN PERCENTAGE</p> <p style="text-align: center;">SCP</p> <table border="1"> <tr><td>Scale w/Parameters</td><td></td></tr> <tr><td>Input</td><td>N9:3</td></tr> <tr><td></td><td>9<</td></tr> <tr><td>Input Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Input Max.</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td>20<</td></tr> <tr><td>Scaled Min.</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0<</td></tr> <tr><td>Scaled Max.</td><td>100</td></tr> <tr><td></td><td>100<</td></tr> <tr><td>Output</td><td>N9:7</td></tr> <tr><td></td><td>45<</td></tr> </table>	Scale w/Parameters		Input	N9:3		9<	Input Min.	0		0<	Input Max.	20		20<	Scaled Min.	0		0<	Scaled Max.	100		100<	Output	N9:7		45<
Scale w/Parameters																											
Input	N9:3																										
	9<																										
Input Min.	0																										
	0<																										
Input Max.	20																										
	20<																										
Scaled Min.	0																										
	0<																										
Scaled Max.	100																										
	100<																										
Output	N9:7																										
	45<																										
0027	(END)																										



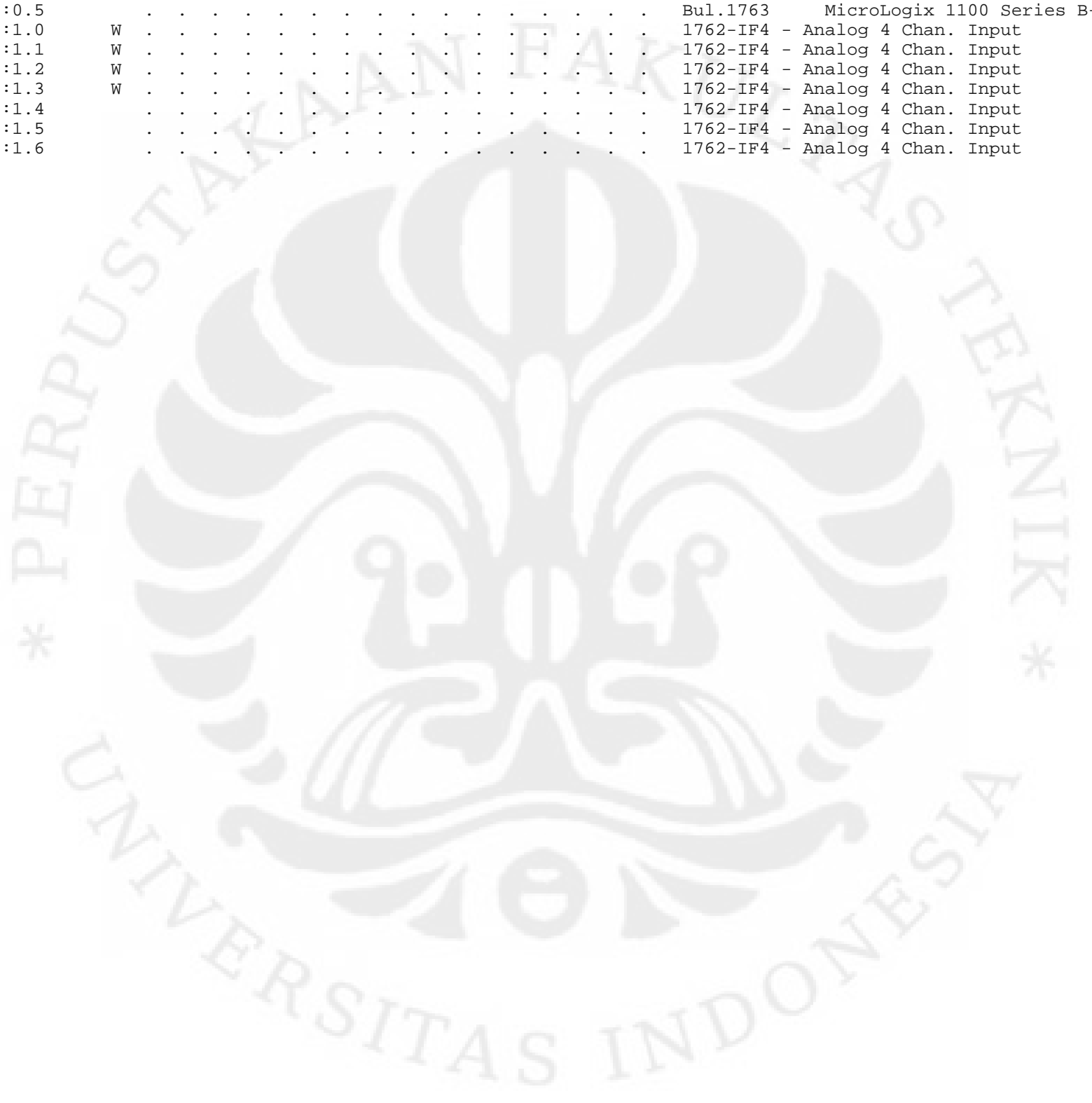




Offset	FW	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
O:0.0	X	X	X	X	X	X	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
O:0.1	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
O:0.2	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
O:0.3	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B



Offset	FW	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
I:0.0		.	.	.	.	.	.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
I:0.1		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
I:0.2		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
I:0.3		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B
I:0.4		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B-
I:0.5		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bul.1763	MicroLogix 1100 Series B-
I:1.0	W	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.1	W	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.2	W	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.3	W	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.4		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.5		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input
I:1.6		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1762-IF4	- Analog 4 Chan. Input



Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S:0
S:10
S:20
S:30
S:40
S:50
S:60



Offset	FW	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(Symbol) Description	
B3:0		X	X	X	X	X	.	.	X		
B3:1		
B3:2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B3:3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	



Offset	FW	EN	TT	DN	BASE	PRE	ACC	(Symbol) Description
T4:0		.	.	.	.	X	.	
T4:1	W	.	.	X	.	X	.	Alarm Timer Input 0
T4:2	W	.	.	X	.	X	.	Alarm Timer Input 1
T4:3	W	.	.	X	.	X	.	Alarm Timer Input 2
T4:4	W	.	.	X	.	.	.	Alarm Timer input 3
T4:5	W	.	.	X	.	X	.	
T4:6	W	.	.	X	.	X	.	
T4:7	W	.	.	X	.	X	.	
T4:8	W	.	.	X	.	X	.	
T4:9	W	.	.	X	.	.	.	
T4:10	W	.	.	X	.	.	.	
T4:11	W	.	.	X	.	.	.	
T4:12	W	.	.	X	.	.	.	



Offset	FW	CU	CD	DN	OV	UN	UA	PRE	ACC	(Symbol)	Description
C5:0



Offset	FW	EN	EU	DN	EM	ER	UL	IN	FD	LEN	POS	(Symbol)	Description
R6:0



Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.
N7:10	X	X	X	X	.	.	.	.	.	.
N7:20	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:30	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:70	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N7:90	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Offset	0	1	2	3	4
F8:0	X	X	X	X	X
F8:5	X	X	X	.	.
F8:10	.	.			



Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N9:0	X	X	X	X	X	X	X	X	.	.
N9:10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Address/Symbol Database

Address	Symbol	Scope	Description	Sym Group	Dev. Code
B3:0/0	MACHINE_ON	Global			
B3:0/1			Acknowledge Alarm from Push Button		
B3:0/2			Internal Buzzer		
B3:0/3	HH0_ALARM_ACTIVE	Global			
B3:0/4	HH1_ALARM_ACTIVE	Global			
B3:0/5	HH2_ALARM_ACTIVE	Global			
B3:0/6	HH3_ALARM_ACTIVE	Global			
B3:0/7	RESET_ALARM	Global	Reset alarm from HMI		
B3:0/8			Any Alarm HH from GDU		
B3:1/0	ACK_INHIBIT	Global			
B3:2/0	ACK_GDU1	Global			
B3:2/1	BUZZER_GDU1	Global			
B3:2/2	ACK_GDU2	Global			
B3:2/3	BUZZER_GDU2	Global			
B3:2/4	ACK_GDU3	Global			
B3:2/5	BUZZER_GDU3	Global			
B3:2/6	ACK_GDU4	Global			
B3:2/7	BUZZER_GDU4	Global			
B3:2/8	ACK_GDU1_FAIL	Global			
B3:2/9	BUZZER_GDU1_FAIL	Global			
B3:2/10	ACK_GDU2_FAIL	Global			
B3:2/11	BUZZER_GDU2_FAIL	Global			
B3:2/12	ACK_GDU3_FAIL	Global			
B3:2/13	BUZZER_GDU3_FAIL	Global			
B3:2/14	ACK_GDU4_FAIL	Global			
B3:2/15	BUZZER_GDU4_FAIL	Global			
B3:3/0	ACK_BUTTON_GDU1	Global			
B3:3/1	ACK_BUTTON_GDU2	Global			
B3:3/2	ACK_BUTTON_GDU3	Global			
B3:3/3	ACK_BUTTON_GDU4	Global			
B3:3/4	ACK_BUTTON_GDU1_FAIL	Global			
B3:3/5	ACK_BUTTON_GDU2_FAIL	Global			
B3:3/6	ACK_BUTTON_GDU3_FAIL	Global			
B3:3/7	ACK_BUTTON_GDU4_FAIL	Global			
F8:0	GDU1	Global	GDU1 in Percentage (%)		
F8:1	GDU2	Global	GDU2 in Percentage (%)		
F8:2	GDU3	Global	GDU3 in Percentage (%)		
F8:3	GDU4	Global	GDU4 in Percentage (%)		
F8:4			GDU1 in mili Ampere (mA)		
F8:5			GDU2 in Mili Ampere (mA)		
F8:6			GDU3 in mili Ampere (mA)		
F8:7			GDU4 in mili Ampere (mA)		
I:0/0	ACKNOWLEDGE_ALARM	Global			
I:1.0	RTU_INPUT_0	Global			
I:1.1	RTU_INPUT_1	Global	RTU Input 1		
I:1.2	RTU_INPUT_2	Global			
I:1.3	RTU_INPUT_3	Global			
N7:0			GDU#1		
N7:1			GDU#2		
N7:2			GDU#3		
N7:3			GDU#4		
N7:4			Timer Setting		
N7:5	HH0_ALARM_LIMIT	Global	HH Alarm Limit from HMI		
N7:6	HH1_ALARM_LIMIT	Global	HH Alarm Limit input 1		
N7:7	HH2_ALARM_LIMIT	Global	HH Limit input 2		
N7:8	HH3_ALARM_LIMIT	Global	HH Alarm Input 3 Limit		
N7:20/0	ACK_BUTTON	Global			
N7:20/1	RF_LINK	Global			
N7:30/0	BUZZER_OUT	Global			
N7:31/0			GDU1 FAULT		
N7:31/1			GDU2 FAULT		
N7:31/2			GDU3 FAULT		
N7:31/3			GDU4 FAULT		
N9:0					
N9:4			GDU1 SET POINT IN PERCENTAGE		
N9:5			GDU2 IN PERCENTAGE		
N9:6			GDU3 IN PERCENTAGE		
N9:7			GDU3 IN PERCENTAGE		
N10:0					
O:0/0	BUZZER	Global			
S:0			Arithmetic Flags		
S:0/0			Processor Arithmetic Carry Flag		
S:0/1			Processor Arithmetic Underflow/ Overflow Flag		
S:0/2			Processor Arithmetic Zero Flag		
S:0/3			Processor Arithmetic Sign Flag		
S:1			Processor Mode Status/ Control		
S:1/0			Processor Mode Bit 0		
S:1/1			Processor Mode Bit 1		
S:1/2			Processor Mode Bit 2		
S:1/3			Processor Mode Bit 3		
S:1/4			Processor Mode Bit 4		
S:1/5			Forces Enabled		
S:1/6			Forces Present		
S:1/7			Comms Active		
S:1/8			Fault Override at Powerup		
S:1/9			Startup Protection Fault		
S:1/10			Load Memory Module on Memory Error		
S:1/11			Load Memory Module Always		
S:1/12			Load Memory Module and RUN		
S:1/13			Major Error Halted		
S:1/14			Access Denied		

Address/Symbol Database

Address	Symbol	Scope	Description	Sym Group	Dev. Code
S:1/15			First Pass		
S:2/0			STI Pending		
S:2/1			STI Enabled		
S:2/2			STI Executing		
S:2/3			Index Addressing File Range		
S:2/4			Saved with Debug Single Step		
S:2/5			DH-485 Incoming Command Pending		
S:2/6			DH-485 Message Reply Pending		
S:2/7			DH-485 Outgoing Message Command Pending		
S:2/15			Comms Servicing Selection		
S:3			Current Scan Time/ Watchdog Scan Time		
S:4			Time Base		
S:5/0			Overflow Trap		
S:5/2			Control Register Error		
S:5/3			Major Err Detected Executing UserFault Routine		
S:5/4			M0-M1 Referenced on Disabled Slot		
S:5/8			Memory Module Boot		
S:5/9			Memory Module Password Mismatch		
S:5/10			STI Overflow		
S:5/11			Battery Low		
S:6			Major Error Fault Code		
S:7			Suspend Code		
S:8			Suspend File		
S:9			Active Nodes		
S:10			Active Nodes		
S:11			I/O Slot Enables		
S:12			I/O Slot Enables		
S:13			Math Register		
S:14			Math Register		
S:15			Node Address/ Baud Rate		
S:16			Debug Single Step Rung		
S:17			Debug Single Step File		
S:18			Debug Single Step Breakpoint Rung		
S:19			Debug Single Step Breakpoint File		
S:20			Debug Fault/ Powerdown Rung		
S:21			Debug Fault/ Powerdown File		
S:22			Maximum Observed Scan Time		
S:23			Average Scan Time		
S:24			Index Register		
S:25			I/O Interrupt Pending		
S:26			I/O Interrupt Pending		
S:27			I/O Interrupt Enabled		
S:28			I/O Interrupt Enabled		
S:29			User Fault Routine File Number		
S:30			STI Setpoint		
S:31			STI File Number		
S:32			I/O Interrupt Executing		
S:33			Extended Proc Status Control Word		
S:33/0			Incoming Command Pending		
S:33/1			Message Reply Pending		
S:33/2			Outgoing Message Command Pending		
S:33/3			Selection Status User/DF1		
S:33/4			Communicat Active		
S:33/5			Communicat Servicing Selection		
S:33/6			Message Servicing Selection Channel 0		
S:33/7			Message Servicing Selection Channel 1		
S:33/8			Interrupt Latency Control Flag		
S:33/9			Scan Toggle Flag		
S:33/10			Discrete Input Interrupt Reconfigur Flag		
S:33/11			Online Edit Status		
S:33/12			Online Edit Status		
S:33/13			Scan Time Timebase Selection		
S:33/14			DTR Control Bit		
S:33/15			DTR Force Bit		
S:34			Pass-thru Disabled		
S:34/0			Pass-Thru Disabled Flag		
S:34/1			DH+ Active Node Table Enable Flag		
S:34/2			Floating Point Math Flag Disable,Fl		
S:35			Last 1 ms Scan Time		
S:36			Extended Minor Error Bits		
S:36/8			DII Lost		
S:36/9			STI Lost		
S:36/10			Memory Module Data File Overwrite Protection		
S:37			Clock Calendar Year		
S:38			Clock Calendar Month		
S:39			Clock Calendar Day		
S:40			Clock Calendar Hours		
S:41			Clock Calendar Minutes		
S:42			Clock Calendar Seconds		
S:43			STI Interrupt Time		
S:44			I/O Event Interrupt Time		
S:45			DII Interrupt Time		
S:46			Discrete Input Interrupt- File Number		
S:47			Discrete Input Interrupt- Slot Number		
S:48			Discrete Input Interrupt- Bit Mask		
S:49			Discrete Input Interrupt- Compare Value		
S:50			Processor Catalog Number		
S:51			Discrete Input Interrupt- Return Number		
S:52			Discrete Input Interrupt- Accumulat		
S:53			Reserved/ Clock Calendar Day of the Week		
S:55			Last DII Scan Time		

Address/Symbol Database

Address	Symbol	Scope	Description	Sym Group	Dev. Code
S:56			Maximum Observed DII Scan Time		
S:57			Operating System Catalog Number		
S:58			Operating System Series		
S:59			Operating System FRN		
S:61			Processor Series		
S:62			Processor Revision		
S:63			User Program Type		
S:64			User Program Functional Index		
S:65			User RAM Size		
S:66			Flash EEPROM Size		
S:67			Channel 0 Active Nodes		
S:68			Channel 0 Active Nodes		
S:69			Channel 0 Active Nodes		
S:70			Channel 0 Active Nodes		
S:71			Channel 0 Active Nodes		
S:72			Channel 0 Active Nodes		
S:73			Channel 0 Active Nodes		
S:74			Channel 0 Active Nodes		
S:75			Channel 0 Active Nodes		
S:76			Channel 0 Active Nodes		
S:77			Channel 0 Active Nodes		
S:78			Channel 0 Active Nodes		
S:79			Channel 0 Active Nodes		
S:80			Channel 0 Active Nodes		
S:81			Channel 0 Active Nodes		
S:82			Channel 0 Active Nodes		
S:83			DH+ Active Nodes		
S:84			DH+ Active Nodes		
S:85			DH+ Active Nodes		
S:86			DH+ Active Nodes		
T4:0.PRE			Alarm Timer		
T4:1			Alarm Timer Input 0		
T4:1.PRE			Alarm Timer for Input 1		
T4:1/DN	HH_INPUT_0	Global	HH Alarm input 0 achieved		
T4:2			Alarm Timer Input 1		
T4:2.PRE			Alarm timer setting for Input 2		
T4:2/DN	HH_INPUT_1	Global	HH Alarm input 1 achieved		
T4:3			Alarm Timer Input 2		
T4:3.PRE			Alarm Timer for Input 3		
T4:3/DN	HH_INPUT_2	Global	HH Alarm Input 2 Achieved		
T4:4			Alarm Timer input 3		
T4:4/DN	HH_INPUT_3	Global	HH Alarm Input 3 Achieved		
U:3			RTU_IO_MAP		
U:4			RTU_ALARM		
U:5			GDU_FAULT_SEQUENCES		