

20700/H/07



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



R SF
629.8
Nug
r-1
2007

FINAL PROJECT RF 0469

**BUILD DESIGN OF LOCAL CONTROL UNIT (LCU)
PRESSURE AT DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS)
WORKSHOP INSTRUMENTATION'S MINIPLANT**

PAMUNGKAS HELA NUGROHO
NRP 2404.030.002

Advisor Lecturer
SUYANTO, ST. MT.

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	13-7-2007
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	208241

STUDY PROGRAM D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department of Physics Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2007

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN *LOCAL CONTROL UNIT (LCU)*
PRESSURE PADA DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM
(DCS) MINIPLANT WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**OLEH:
PAMUNGKAS HELA N.
NRP. 2404 030 002**

**Surabaya, Juli 2007
Mengetahui/Menyetujui
Pembimbing**



**Suyanto, ST.MT
NIP. 132 137 892**

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS**



**DR. Ir. Totok Suhartanto, DEA
NIP. 131 879 399**

**Ketua Program Study
D3 T. Instrumentasi**



**Ir. Matradji, Msc
NIP. 131 478 882**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN LOCAL CONTROL UNIT (LCU) PRESSURE PADA DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS) MINIPLANT WORKSHOP INSTRUMENTASI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Bidang Studi Instrumentasi
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

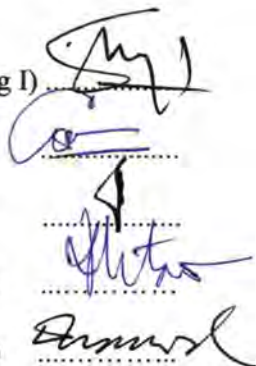
Oleh:

PAMUNGKAS HELA NUGROHO

NRP. 2404.030.002

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Suyanto, ST. MT (Pembimbing I)
2. Hendra Cordova, ST. MT, (Penguji I)
3. DR. Ir. Totok Soehartanto, DEA (Penguji II)
4. Ridho Hantoro, ST. (Penguji III)
5. Ir. Tutug Dhanardhono (Penguji IV)



.....
.....
.....
.....
.....

**SURABAYA
JULI, 2007**



ABSTRAK

**RANCANG BANGUN LOCAL CONTROL UNIT (LCU)
PRESSURE PADA DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM
(DCS) PADA MINIPLANT WORKSHOP
INSTRUMENTASI**

Nama : Pamungkas Hela Nugroho
NRP : 2404 030 002
Jurusan : D3 Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Suyanto, ST.MT

Abstrak

Sistem kontrol *Distributed Control System (DCS)* sangat umum digunakan pada plant yang berukuran besar dan kompleks. Pada proses yang menggunakan sistem kontrol ini, fungsi kontrol proses didistribusikan pada beberapa controller individual yang menangani loop yang berbeda-beda yaitu pada *Local Control Unit (LCU)*. Pada penelitian sebelumnya sudah dikembangkan sistem kontrol *Distributed Control System (DCS)* pada miniplant workshop instrumentasi mengenai dua *Local Control Unit (LCU)* yaitu level dan flow, namun pada *Local Control Unit (LCU)* temperature dan pressure belum dibuat. Perancangan disini dibuat sebagai suatu sistem pengendalian dimana variabel kontrol *temperature* dan *pressure* ini masing-masing ditangani oleh *local control unit* yang dapat dikendalikan dari *workstation server* maupun *client* dan keseluruhan sistem terintegrasi dalam sebuah sistem *Distributed Control System (DCS)* secara online dan real time. Pada perancangan *Local Control Unit (LCU)* ini juga meliputi perancangan sensor tekanan dengan menggunakan *pressure gauge* yang telah dimodifikasi dengan nilai sensitivitas sebesar 4.7 mV/cm dan menggunakan mode pengendalian ON-OFF dengan tingkat linearitas terbaik pada tekanan 3-8 Psi.

Kata kunci : *Local Control Unit (LCU)* Pressure, *Distributed Control System (DCS)*, Mikrokontroler AT89S51


**BUILD DESIGN OF LOCAL CONTROL UNIT (LCU)
PRESSURE AT DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM
(DCS) WORKSHOP INSTRUMENTATION'S
MINIPLANT**

Name : Pamungkas Hela Nugroho
NRP : 2404 030 002
Department : Diploma of Instrumentation
Engineering
Advisor Lecturer : Suyanto, ST. MT.

Abstract

A control system Distributed Control System usually use for plant which have big size and complicated. In process which use this control system, function of the control process integrating at some individual controllers which stand for many different loops that is Local Control Unit (LCU). At the previous final project developed yet about a system control Distributed Control System (DCS) at two Local Control Unit (LCU) there are level and flow, but not yet built at Local Control Unit (LCU) temperature and pressure. In this design, built as a operation system where this two variable control temperature and pressure handling by each local control unit which can control from workstation server or workstation client and all of system integrated into one system called Distributed Control System (DCS) in online and realtime mode. In this Local Control Unit (LCU) design also include pressure sensor using pressure gauge which was modified with sensitivity about 4,7mV/cm and use ON-OFF control mode with best linearity level in 3-8 Psi.

Key words : Pressure Local Control Unit (LCU), Distributed Control System (DCS), mikrokontroler AT89S51

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the letters 'ITS' in a bold, sans-serif font. The logos are arranged in a grid across the entire page.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah atas berkah dan rahmat yang diberikan Allah SWT, karena atas petunjuk, karunia, dan ridlo-Nya lah penulis mampu untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul :

RANCANG BANGUN *LOCAL CONTROL UNIT (LCU) PRESSURE PADA DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS) MINIPLANT WORKSHOP INSTRUMENTASI*

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknik Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pengerjaan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga besar Nugroho Eko Yananto, atas kasih sayang dan do'a yang telah diberikan selama ini yang menjadikan penulis tidak hanya sekedar mampu menyelesaikan tugas akhir ini namun mampu menjadikan penulis sebagai orang yang berarti dalam hidup.
2. Bapak Suyanto, ST. MT. beserta keluarga selaku Kalab Workshop Instrumentasi dan pembimbing tugas akhir yang telah memberikan segenap bimbingan, kesabaran, ilmu yang tiada ternilai harganya.
3. Bapak Fitriadi Iskandariyanto, ST. selaku guru mikro yang telah sangat banyak memberikan ide dalam penyelesaian tugas akhir dan ilmu yang bermanfaat.
4. Bapak DR. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.

5. Teman-teman angkatan 2004 khususnya dan teman-teman angkatan 2005/2006 pada umumnya yang telah memberikan dorongan moral.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca dan mahasiswa D3 Teknik Instrumentasi yang nanti dapat digunakan sebagai referensi pengerjaan tugas akhir baru. Semoga awal dari permulaan yang panjang ini dapat membawa manfaat dan hikmah bagi kita semua dan juga semoga hari esok lebih baik dari hari ini.

Amin...

Surabaya, Juli 2007

Penulis

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'. The logos are arranged in a grid and are rendered in a light blue color.

**DAFTAR ISI,
DAFTAR GAMBAR,
DAFTAR TABEL**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
LEMBAR PENGESAHAN	ii	
ABSTRAK	iv	
KATA PENGANTAR	vi	
DAFTAR ISI	viii	
DAFTAR GAMBAR	x	
DAFTAR TABEL	ix	
Bab I	Pendahuluan	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Permasalahan	2
1.3	Pendekatan Masalah	2
1.4	Tujuan	3
1.5	Metodologi	4
Bab II	Dasar Teori	
2.1	<i>Distributed Control System (DCS)</i>	5
2.2	<i>Local Control Unit (LCU)</i>	9
2.3	Sistem Pengendalian Proses	11
2.4	Pengendalian Tekanan (<i>Pressure</i>)	14
2.5	Sensor / <i>Transmitter</i>	14
2.6	Pencatu Daya	19
2.7	Akuisisi Data	25
2.8	Mikrokontroler AT89S51	28
2.9	LCD 2 x 16	31
2.10	Relay	33
2.11	Driver relay	35
2.12	Mode Pengendalian Proses	35
Bab III	Perancangan dan Pembuatan Alat	
3.1	Perancangan Sistem Distributed Control System (DCS)	38
3.2	Perancangan <i>Miniplant</i> Workshop Instrumentasi	43

3.3	Perancangan <i>Hardware</i> Sistem Pengendalian <i>Pressure</i>	46
3.4	Metode Pengambilan Data pada LCU <i>Pressure</i>	57
3.5	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	59
Bab IV	Pengujian dan Analisa Data	
4.1	Pengujian Alat	62
4.1.1	Pengendalian <i>Plant</i> Sistem Pengendalian <i>Pressure</i>	62
4.1.2	Pengujian <i>Hardware</i>	64
4.1.3	Perhitungan Data	80
4.1.4	Pengujian Sistem	80
4.2	Analisa Data	83
Bab V	Kesimpulan dan Saran	
5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran	87
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur <i>Distributed Control System</i> (DCS)	7
Gambar 2.2	Komponen Dasar <i>Local Control Unit</i> (LCU)	10
Gambar 2.3	Diagram Blok Aliran Proses Pengendalian	13
Gambar 2.4	Rancangan Pengendalian Tekanan (<i>Pressure</i>)	14
Gambar 2.5	Salah satu <i>Bourdon Tube</i> "C"	15
Gambar 2.6	<i>Pressure Gauge</i>	16
Gambar 2.7	LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>)	17
Gambar 2.8	Rangkaian Pembagi	18
Gambar 2.9	<i>Transformator</i> Daya	20
Gambar 2.10	(a) Arus sama. (b) Arus yang disearahkan. (c) Lambang Dioda	21
Gambar 2.11	IC Regulator	22
Gambar 2.12	Kapasitor sebagai filter. (a) Rangkaian. (b) Selama $\frac{1}{4}$ siklus pertama. (c) Setelah sedikit saja melewati puncak positif. (d) Tegangan output dc dengan <i>ripple</i> . (e) Output dari rangkaian gelombang penuh	24
Gambar 2.13	Fungsi <i>transfer</i> ideal ADC	25
Gambar 2.14	Pin-pin ADC 0804	26
Gambar 2.15	Konfigurasi Pin IC AT89S51	29
Gambar 2.16	LCD 2x16	32
Gambar 2.17	<i>Timing Diagram Data Write</i>	32
Gambar 2.18	<i>Timing Diagram Data Read</i>	33
Gambar 2.19	<i>Relay</i> DC	34
Gambar 2.20	<i>Driver Relay</i>	35
Gambar 2.21	Mode Pulsa Pengendalian ON-OFF	36
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Perancangan dan Pembuatan Alat	37
Gambar 3.2	Rancang Bangun <i>Distributed Control System</i> (DCS)	38
Gambar 3.3	Skema Rangkaian Komunikasi Interface dengan LCU	39


Gambar 3.4	Tampilan HMI P&ID Proses	42
Gambar 3.5	Tampilan HMI P&ID Proses	42
Gambar 3.6	Rancang Bangun <i>Miniplant Workshop Instrumentasi</i>	44
Gambar 3.7	Skema <i>Local Control Unit (LCU) Pressure</i>	45
Gambar 3.8	Diagram Blok Sistem Pengendalian <i>Pressure</i>	45
Gambar 3.9	Rangkaian Catu Daya 5 V	47
Gambar 3.10	Rangkaian Catu Daya 12 V	47
Gambar 3.11	(a) Rangkaian Sensor. (b) Peletakan Sensor pada Plant	49
Gambar 3.12	Rangkaian Pembagi	49
Gambar 3.13	Rangkaian ADC	50
Gambar 3.14	Rangkain <i>Driver Relay</i>	52
Gambar 3.15	Minimum Sistem AT89S51	52
Gambar 3.16	<i>Timing Diagram Data Write</i>	54
Gambar 3.17	<i>Timing Diagram Data Read</i>	55
Gambar 3.18	Diagram Blok ADC	55
Gambar 3.19	Panel LCU Secara Umum	56
Gambar 3.20	Tampilan LCD	57
Gambar 3.21	Paket Pengiriman Data Tiap <i>Byte</i>	58
Gambar 3.22	<i>Flowchart</i> Sistem Pengendalian Tekanan	59
Gambar 3.23	<i>Flowchart</i> Program Penggantian <i>Setpoint</i> LCU dari <i>Server</i>	60
Gambar 4.1	Gambar <i>Loop</i> Pengendalian <i>Pressure</i>	62
Gambar 4.2	Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	65
Gambar 4.3	Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	66
Gambar 4.4	Standart Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	66
Gambar 4.5	Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	67
Gambar 4.6	Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	68
Gambar 4.7	Standart Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	68
Gambar 4.8	Tegangan Keluaran Sensor. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	70
Gambar 4.9	Deviasi Tegangan Keluaran Sensor. (a) Data	

	Kenaikan. (b) Data Penurunan	71
Gambar 4.10	Standart Deviasi Tegangan Keluaran Sensor. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	72
Gambar 4.11	Digital ADC. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	74
Gambar 4.12	Deviasi Digital ADC. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	75
Gambar 4.13	Standart Deviasi Digital ADC. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	76
Gambar 4.14	Tampilan PV Pada LCD. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	77
Gambar 4.15	Deviasi Tampilan PV Pada LCD. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	78
Gambar 4.16	Standart Deviasi Tampilan PV Pada LCD. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan	79
Gambar 4.17	Gambar Uji <i>Setpoint</i> 5 Psi Jenis <i>Ramp</i> pada <i>Workstation</i>	81
Gambar 4.18	Gambar Uji <i>Setpoint</i> 6 Psi Jenis <i>Ramp</i> pada <i>Workstation</i>	82
Gambar 4.19	Gambar Uji <i>Setpoint</i> 7 Psi Jenis <i>Ramp</i> pada <i>Workstation</i>	82
Gambar 4.20	Gambar Uji <i>Setpoint</i> Jenis <i>Step</i> pada <i>Workstation</i>	83



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Alternatif Port	30
Tabel 3.1	Protokol Komunikasi	40
Tabel 3.2	Tabel Fungsi Pin LCD	54
Tabel 3.3	Protokol Pengambilan Data LCU	57
Tabel 3.4	Protokol Perintah Ganti <i>Setpoint</i>	58
Tabel 4.1	Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	65
Tabel 4.2	Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	65
Tabel 4.3	Standart Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 5 Volt	66
Tabel 4.4	Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	67
Tabel 4.5	Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	67
Tabel 4.6	Standart Deviasi Tegangan <i>Power Supply</i> 12 Volt	68
Tabel 4.7	Tegangan Keluaran Sensor	69
Tabel 4.8	Deviasi Tegangan Keluaran Sensor	70
Tabel 4.9	Standart Deviasi Tegangan Keluaran Sensor	71
Tabel 4.10	Digital ADC	74
Tabel 4.11	Deviasi Digital ADC	75
Tabel 4.12	Standart Deviasi Digital ADC	76
Tabel 4.13	Tampilan PV Pada LCD	77
Tabel 4.14	Deviasi Tampilan PV Pada LCD	78
Tabel 4.15	Standart Deviasi Tampilan PV Pada LCD	79

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'. The logos are arranged in a grid across the entire page.

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengendalian terdistribusi atau biasa disebut dengan *Distributed Control System (DCS)* merupakan suatu sistem pengendalian dimana variabel kontrol ditangani oleh *Local Control Unit (LCU)* yang dapat dikendalikan dari workstation server maupun client dan keseluruhan sistem terintegrasi dalam sebuah sistem yang berjalan secara online dan real time. Sistem pengendalian seperti ini dipakai pada hampir setiap industri kelas menengah keatas, karena sistem ini sangat memudahkan pengoperasian dari suatu pabrik atau plant itu sendiri.

Local Control Unit (LCU) pada sistem pengendalian *Distributed Control System (DCS)* harus memiliki mekanisme yang memungkinkan operator pada industri untuk menentukan konfigurasi algoritma kontrol secara mudah. *Local Control Unit (LCU)* dirancang untuk mampu mengimplementasikan algoritma kontrol yang dipilih oleh operator itu sendiri. *Local Control Unit (LCU)* itu sendiri meliputi dasar-dasar perancangan sistem kontrol elektrik dan pneumatik yang pada perancangannya akan dibuat menggunakan mikrokontroler sebagai kontrollernya.

Pada workshop instrumentasi sudah terdapat sebuah *miniplant* dengan sistem pengendalian *Distributed Control System (DCS)* pada dua buah variabel proses pengendalian yaitu level dan flow, namun untuk variabel proses pengendalian temperature dan pressure belum ada.

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah *Distributed Control System (DCS)* yang dititik beratkan pada *Local Control Unit (LCU)* sistem pengendalian tekanan (*pressure*), dimana yang fungsinya untuk mendeteksi proses apakah sudah sesuai dengan set point, mengontrol kondisi heater yang digunakan sebagai pemanas guna menghasilkan uap (*steam*) yang bertekanan, serta

mampu mengimplementasikan sinyal yang diperintahkan oleh kontroler dalam hal ini sistem kontrol pusat.

1.2 Permasalahan

Sistem pengendalian menggunakan sistem kontrol *Distributed Control System (DCS)* pada miniplant Workshop Instrumentasi dirancang pada variabel proses pengendalian level dan flow yang saling terintegrasi. Pada penelitian ini akan dirancang aplikasi sistem kontrol *Distributed Control System (DCS)* di bidang variabel proses yang masih belum ada, pengembangan sistem kontrol disini lebih dikhususkan pada pembangunan sebuah *Local Control Unit (LCU)* untuk variabel proses pengendalian tekanan (*pressure*). Oleh karena itu permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang dan membangun suatu sistem pengendalian lokal untuk mengendalikan tekanan (*pressure*) yang nantinya dapat memiliki kemampuan untuk dapat diintegrasikan menjadi suatu sistem pengendalian terdistribusi yang *real time* dan *online* dengan berbasis mikrokontroler.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pendekatan-pendekatan pada sistem yang dirancang ini adalah :

- Miniplant yang digunakan adalah miniplant Workshop Instrumentasi.
- Proses yang dikendalikan oleh *Local Control Unit* berupa tekanan (*pressure*) dan memiliki *range* pengukuran tekanan (*pressure*) antara 0 sampai 10 psi.
- Mikrokontroler yang digunakan AT89S51 dan bahasa pemrograman yang digunakan berupa bahasa assembly.
- Mode Kontroller yang digunakan adalah mode ON-OFF.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membangun suatu sistem pengendalian pada *Local Control Unit* (LCU) untuk variabel proses tekanan (*pressure*) yang *compatible* dan sederhana serta memiliki kemampuan diintegrasikan dalam sebuah sistem kontrol pengendalian *Distributed Control System* (DCS) yang akan dibangun.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yaitu :

- Studi Literatur mengenai *hardware* (Sensor, ADC, Serial Interface, Mikrokontroler, maupun *Miniplant* itu sendiri), *interfacing* komputer dengan *plant*, dan pemrograman menggunakan assembly.
- Mempelajari proses pengendalian tekanan (*pressure*) pada *Miniplant Workshop* Instrumentasi.
- Perancangan sistem pengendalian tekanan (*pressure*) baik *hardware* maupun *software* berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan.
- Mengaplikasikan perancangan *hardware* dan *software* ke *plant* melalui hubungan antarmuka menggunakan rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT89S51 dengan *port* komunikasi serial.
- Melakukan pengujian dan analisa sistem di atas baik *software* maupun *hardware*nya.
- Penyusunan laporan dan buku tugas akhir.

1.6 Sistematika Laporan

- Bab I **PENDAHULUAN**
Berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan dan manfaat, metodologi tugas akhir, dan sistematika laporan.
- Bab II **TEORI PENUNJANG**
Berisi tentang dasar teori *Distributed Control System (DCS)*, *Local Control Unit (LCU)*, *hardware* elektronika untuk kepentingan pengendalian, pemrograman mikro, mode controller ON-OFF.
- Bab III **METODOLOGI PENELITIAN**
Berisi tentang langkah-langkah analisa yang akan dilakukan selama tugas akhir, diantaranya adalah perancangan *hardware* elektronika, perancangan *sistem pengendalian*, pemodelan proses dan tuning mode controller untuk perancangan *software* pengendalian, pengujian dan analisa sistem.
- Bab IV **HASIL DAN ANALISA**
Berisi tentang hasil perancangan *Local Control Unit (LCU)* dan sistem kontrol *Distributed Control System (DCS)* secara keseluruhan, pengujian *hardware* dan pengujian sistem serta analisa
- Bab V **KESIMPULAN DAN SARAN**
Berisi tentang hasil yang diperoleh dari analisa sistem, analisa data, dan saran.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the text 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember' below it. The logos are arranged in a grid across the entire page.

BAB II

TEORI DASAR

BAB II

TEORI DASAR

Pada bab II akan dibahas mengenai beberapa dasar teori yang menunjang perancangan *Local Control Unit Pressure* pada miniplant workshop instrumentasi, antara lain : *Distributed Control System (DCS)*, *Local Control Unit (LCU) Pressure*, teori sistem pengendalian proses, pengendalian tekanan, komponen miniplant, akuisisi data (ADC), komunikasi serial, minimum sistem *microcontroller AT89S51* serta pemrograman *Assembly*.

2.1 Distributed Control System (DCS)

Distributed Control System (DCS) adalah sistem kontrol yang terdistribusi atau terbagi-bagi. Pada penggunaan DCS sebagai sistem kontrol, fungsi kontrol proses didistribusikan pada beberapa lokal kontrol yang menangani *loop* yang berbeda-beda. *Distributed Control System (DCS)* berfungsi mengintegrasikan sejumlah besar lokal kontrol tersebut untuk melaksanakan proses yang terintegrasi.

Pada *Distributed Control System (DCS)* terdapat penggabungan berbagai komponen yang terdiri dari *operation station*, *engineering station*, *I/O module*, *field device & instrument* serta sistem komunikasi. Pada *operator station* terdapat proses pengumpulan data operasi proses serta menampilkan dan mengolah data proses. Sistem *I/O module* berfungsi untuk memasukan dan mengeluarkan data proses, pada komponen ini tidak melakukan fungsi pengontrolan. *Control station* memuat fungsi kontrol, pada sistem komunikasi sebagai sarana pertukaran data antara *operator station*, *control station* and *station* lainnya.

Konfigurasi kontrol yang mungkin meliputi kontrol individual, kontrol terpusat dan kontrol terdistribusi. Kontrol individual digunakan untuk mengontrol lokal kontrol. Jenis kontrol ini umumnya tidak memerlukan komunikasi dengan kontrol yang lain. Kontrol terpusat digunakan apabila beberapa lokal kontrol atau pemrosesan oleh satu pengontrol besar tunggal

untuk mengontrol banyak proses dan operasi pemanufakturan yang beraneka ragam. Tiap langkah individual pada proses pembuatan ditangani dengan pengontrol sistem pengontrol pusat. Beberapa proses memerlukan control pusat Karena kompleksnya pendesentralisasian tugas control menjadi tugas control yang lebih kecil. Satu kelemahan dari kontrol terpusat adalah bahwa jika kontrol utama gagal, maka seluruh proses akan terhenti kecuali bila lokal kontrol mampu untuk *handle* kerja *central controller*.

Distributed Control System (DCS) telah sangat menyederhanakan proses engineering pada sistem kontrol. Modul-modul berbasis mikroprosesor dalam jumlah kecil mampu menggantikan sejumlah besar modul-modul perangkat keras yang semula mempunyai fungsi khusus. Penggunaan saluran komunikasi bersama telah banyak mengurangi dan mungkin menghilangkan *intermodule wiring*. Logika sistem kontrol yang semula diimplementasikan dengan *dedicated hardware module (hardwire)* telah diganti dengan fungsi-fungsi logic yang dapat diprogram atau dimodifikasi secara *software* tanpa mengubah konfigurasi perangkat kerasnya. Namun pekerjaan engineering yang besar masih tetap diperlukan untuk menghubungkan *Distributed Control System (DCS)* dengan lapangan (*field*). Perangkat keras khusus dikembangkan sebagai bagian dari arsitektur *Distributed Control System (DCS)* untuk membuat agar pekerjaan engineering yang masih diperlukan dapat dilakukan sesederhana mungkin.

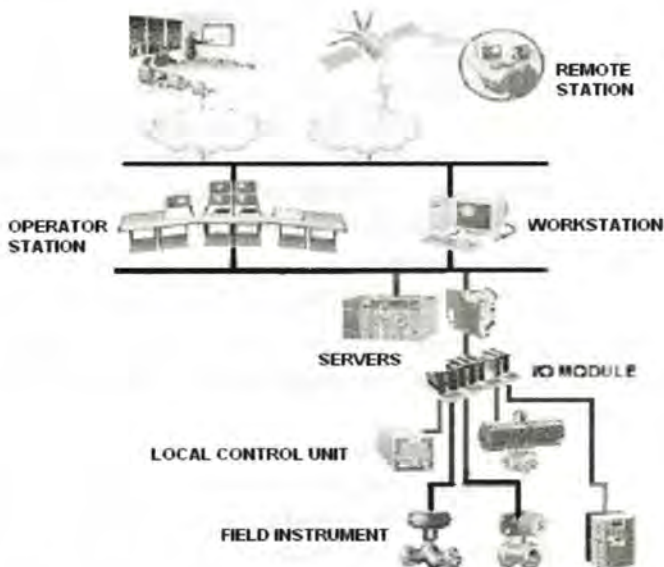
Pada Gambar 2.1 merupakan bagan kinerja *Distributed Control System (DCS)*, yang pertama adalah *field-instrument* yang terhubung pada *Local Control Unit (LCU)*.

Pada *Local Control Unit (LCU)* memiliki rangkaian *input/output (I/O)* sehingga dapat berkomunikasi dengan dunia luar dengan cara membaca atau menerima data analog dan digital maupun mengirim data serupa keluar *Local Control Unit*.

Shared Communications Facility sebagai fasilitas komunikasi dari tiap-tiap *Local Control Unit (LCU)* dengan *operator station*.

Server sebagai *builder* jaringan yang mengatur lalu lintas dan pengalamanan data yang terjadi selama proses berlangsung didalam sistem.

Workstation dan *engineering interface* yang berfungsi sebagai monitoring sekaligus *record data analysis production* yang dikelola melalui sistem database.



Gambar 2.1 Struktur *Distributed Control System (DCS)*^[5]

Engineering Interface diklasifikasikan atas 2 level perangkat keras yaitu :

- *Low-level*

Pada level ini perangkat keras yang digunakan mempunyai fungsi minimum tetapi cocok untuk aplikasi pada sistem kecil.

- *High-level*
Perangkat keras yang digunakan mempunyai fungsi yang jauh lebih banyak dari *low-level (powerful)*, jauh lebih mahal namun diperlukan untuk *Distributed Control System (DCS)* skala menengah ke atas.

Persyaratan Umum *Engineering Interface* :

- *Acces security* : User yang tidak mempunyai wewenang tidak bisa mengakses *engineering station*.
- *Ergonomic design* : Kenyamanan bagi user.
- *Data reasonableness dan consistency* : Jika pada waktu mengoperasikan *engineering station* terjadi kesalahan, *interface* harus mampu menunjukkan pesan kesalahan dan sekaligus memberikan bimbingan sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan sistem operasi.
- *User Convenience* : *engineering interface* harus dapat dioperasikan secara mudah dan praktis.

Perangkat keras khusus yang disebut *engineering interface* ini harus dapat digunakan untuk melakukan fungsi-fungsi berikut :

- *System configuration*.
Lingkup pengkonfigurasi sistem adalah mendefinisikan konfigurasi dan interkoneksi perangkat keras maupun logika dan algoritma komputasi kontrol.
- *Operator Interface configuration*.
Dalam hal ini mendefinisikan peralatan yang diperlukan operator untuk melakukan pekerjaannya dan mendefinisikan hubungan antara operator *interface* dengan sistem kontrol.

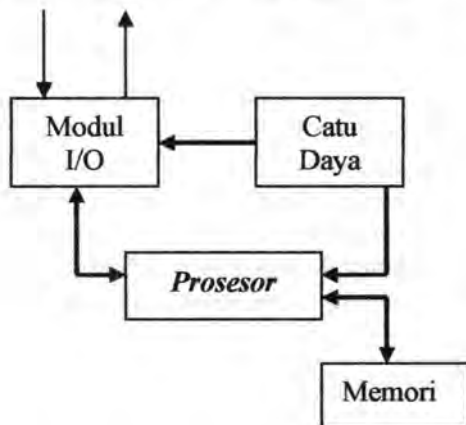
- *System documentation.*
Fungsi ini harus mampu memberikan mekanisme pengembangan dokumentasi konfigurasi sistem dan *operator interface* yang mudah dan cepat, baik pada saat awal pengembangan maupun pada saat diinginkan adanya perubahan konfigurasi.
- *System Failure diagnosis.*
Fungsi ini menyediakan mekanisme untuk memungkinkan *instrument engineer* menentukan eksistensi dan lokasi kegagalan sistem (*failure system*) agar perbaikan dapat dilakukan secara cepat dan efisien.

Sebagai antarmuka antara *Distributed Control System (DCS)* dengan operator terdapat *Human Interface Station (HIS)* atau juga dikenal sebagai *Human Machine Interface (HMI)*. Software ini berfungsi sebagai *console* untuk operasi dan monitoring di *control room*. Di dalamnya ditampilkan variabel proses, parameter kontrol, dan alarm sehingga memungkinkan operator untuk mengamati status operasi dengan cepat.

2.2 Local Control Unit (LCU)

Local Control Unit (LCU) atau *Field Control Unit (FCU)* merupakan kombinasi terkecil perangkat keras dalam *Distributed Control System (DCS)* yang melakukan fungsi kontrol rangkaian tertutup. *Local Control Unit (LCU)* mengambil *input* dari alat ukur proses (*transmitter*) dan perintah operator, selanjutnya digunakan sebagai data untuk menghitung sinyal *output* agar proses mengikuti perintah yang diinginkan. Setelah perhitungan kontrol selesai dilakukan, *Local Control Unit (LCU)* mengirim *output* kontrol ke *aktuator*, penggerak (*drive system*), *valve* atau alat mekanik lain yang berfungsi untuk mengatur aliran, temperatur, tekanan dan variabel proses lainnya yang dikontrol.

Local Control Unit (LCU) dapat bekerja secara mandiri pada proses pengontrolan apabila sistem kontrol yang ada di pusat mengalami gangguan, begitu juga sebaliknya apabila pada *Local Control Unit (LCU)* mengalami gangguan maka dapat langsung ditangani oleh sistem kontrol pusat dan lokal kontrol akan di *shutdown*, sehingga sistem tetap berjalan sesuai dengan parameter yang diinginkan. *Local Control Unit (LCU)* memiliki rangkaian *input/output (I/O)* sehingga dapat berkomunikasi dengan dunia luar dengan cara membaca atau menerima data analog dan data digital maupun mengirim data serupa keluar *LCU*.



Gambar 2.2 Komponen Dasar *Local Control Unit (LCU)*^[11]

Pada Gambar 2.2 merupakan konfigurasi minimum yang diperlukan untuk melakukan fungsi kontrol dasar.

- Unit *Prosesor*
 - Melakukan komputasi fungsi kontrol
 - Setting nomor domain dan nomor station
- Unit *Catu Daya*
 - Menerima daya dari *power distribution board* dan mengkonversinya menjadi tegangan searah (DC).

- Mendistribusikan tegangan DC ke semua unit pada *Local Control Unit (LCU)*.
- Modul Masukan/Keluaran (*I/O Module*)
 - Modul Masukan/Keluaran mengubah sinyal analog atau digital dari *field equipment* yang menuju *Local Control Unit (LCU)* atau sebaliknya.

Local Control Unit (LCU) akan mengakuisisi data *plant* dari sensor. Mengontrol proses / mesin melalui modul keluaran menggunakan program. Program dieksekusi oleh prosesor. Algoritma kontrol dapat dikodekan dalam bahasa assembly dan disimpan didalam memory. Setelah kontroler dihidupkan, *Local Control Unit (LCU)* segera membaca data input, melaksanakan algoritma kontrol dan kemudian membangkitkan outputan kontrol. Para pengguna dapat merubah program menggunakan suatu bahasa pemrograman dan menyimpannya dalam memori program di *Local Control Unit (LCU)*.

Local Control Unit (LCU) merupakan kontroler berbasis mikroprosesor yang dilengkapi dengan bermacam-macam fungsi-fungsi kontrol yang berpusat di sekitar kontrol umpan balik dan kontrol sekuensial, fleksibilitas dalam memberikan respons terhadap operasi *CRT* dan *panelboard* serta berbagai fasilitas interfacing *input/output (I/O)* yang memungkinkan pemrosesan bermacam-macam sinyal dapat digunakan pada berbagai bidang dimulai dari pengontrolan proses kontinyu sampai dengan proses *batch*.

2.3 Sistem Pengendalian Proses

Hampir semua proses di industri membutuhkan peralatan – peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter – parameter prosesnya. Otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih



merupakan kebutuhan pokok. Suatu proses industri tidak akan dapat dijalankan tanpa bantuan sistem pengendalian.

Parameter – parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah tekanan (*pressure*), laju aliran (*flow*), suhu (*temperature*) dan permukaan zat cair (*level*). Gabungan serta alat – alat pengendalian otomatis itulah yang disebut sistem pengendalian proses (*process control system*). Sedangkan semua peralatan yang membentuk sistem pengendalian tersebut disebut instrumentasi pengendalian proses (*process control instrumentation*).

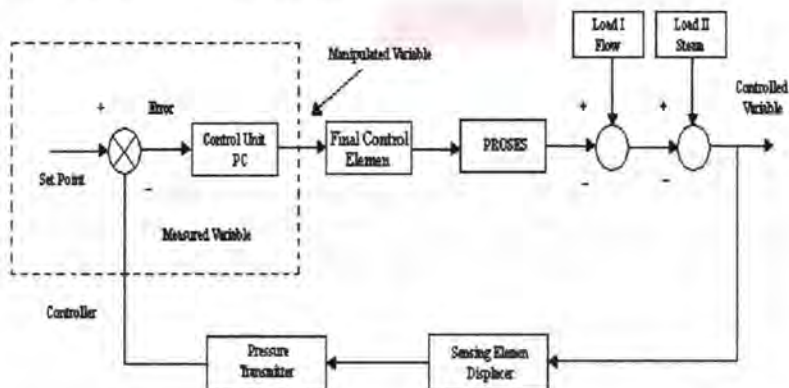
Istilah – istilah yang perlu diketahui dalam sistem otomatis adalah sebagai berikut :

- **Proses** : tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu, contohnya *level* tangki.
- **Controlled variable** : besaran atau variabel yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram kotak disebut juga dengan output proses atau *level* tangki..
- **Manipulated variable** : input dari suatu proses yang dapat di manipulasi agar *controlled variable* sesuai dengan set point-nya.
- **Disturbance** : besaran lain (selain *manipulated variable*) yang dapat menyebabkan berubahnya *level* tangki diatas dari tangki yang dikendalikan
- **Sensing element** : bagian paling ujung suatu sistem pengukuran, seperti *sensor level*.
- **Transmitter** : untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah sinyal yang dapat dipahami oleh kontroller seperti *signal conditioning* (SC).
- **Tranducer** : unit pengalih sinyal.
- **Measurement variable** : sinyal yang keluar dari transmitter. Jika dalam pengendalian *level*, sinyal yang keluar adalah berupa *level*.
- **Set point** : besar *process variable* (*level*) yang dikehendaki.
- **Controller** : elemen yang melakukan tahapan mengukur - membandingkan - menghitung - mengkoreksi. *Proporsional*

Integral Derivatif (PID) salah satu *controller* yang sering digunakan dalam industri.

- **Final control element** : bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable*, berdasarkan perintah pengendali. Salah satu *final control element* yang digunakan dalam pengendalian *level* adalah *motorized valve*.

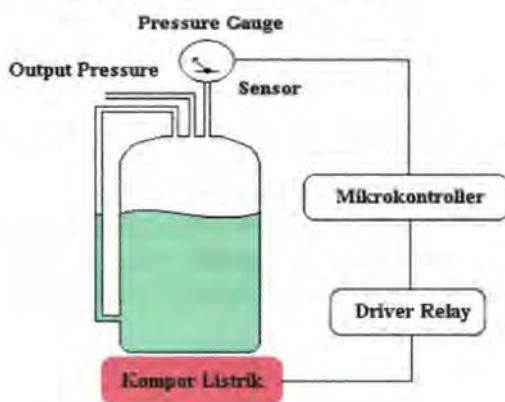
Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi 4 langkah, yaitu : mengukur – membandingkan - menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur , merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *set point* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan set point yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuatur.



Gambar 2.3 Diagram Blok Aliran Proses Pengendalian^[4]

2.4 Pengendalian Tekanan (Pressure)

Sistem pengendalian tekanan (*pressure*) pada *miniplant workshop* instrumentasi adalah tangki tertutup yang berisi air yang kemudian akan diberi sumber panas dengan tujuan adanya perubahan fase dari air menjadi uap. Dari uap (*steam*) yang dihasilkan oleh proses pemanasan tersebut yang nantinya akan dikendalikan tingkat tekanannya. Hasil dari pengendalian tekanan disini akan diproses lebih lanjut tingkat temperaturnya oleh sistem pengendalian selanjutnya dimana di dalamnya terdapat tangki perpindahan panas (*heat exchanger*).



Gambar 2.4 Rancangan Pengendalian Tekanan (*Pressure*)

2.5 Sensor / Transmitter

Dalam tugas akhir ini menggunakan sensor *pressure gauge* yang telah dimodifikasi dengan menggunakan LDR, led dan memberikan rangkaian pembagi pada konfigurasi rangkaian sensor.

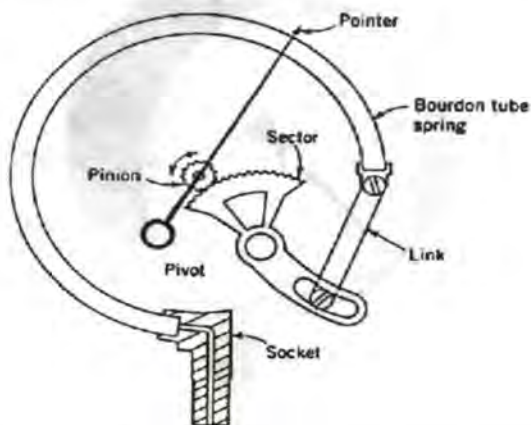
✓ Pressure Gauge

Banyak bentuk dan cara kerja alat pengukur tekanan yang dipakai dalam suatu proses. Secara garis besar metode pengukuran tekanan dapat dibagi dalam beberapa metode, yaitu

gravitation instrument, alastic devormation instrument, special type (strain gauge dan piezo electric crystal).

Pada dasarnya pengukuran tekanan dibedakan menjadi dua metode yaitu pengukuran tekanan absolute dan tekanan gauge, pengukuran tekanan absolute dilakukan dengan menganggap tekanan udara sekitar juga berpengaruh yang berarti hasil pengukuran absolute sedangkan pengukuran tekanan gauge dilakukan dengan mengabaikan tekanan udara luar atau tekanan udara luar dianggap sama dengan nol pada pengukuran ini *bourdon tube, bellow, spiral* dapat digunakan untuk menera besar perubahan tekanan.

Gauge pressure adalah tekanan yang terbaca pada alat ukur. Sedangkan *absolute pressure* adalah tekanan yang diukur mulai dari titik nol absolute, jika tekanan ini melebihi tekanan atmosfer lokal maka tekanan ini dapat dinyatakan sebagai jumlah dari tekanan atmosfer lokal dengan tekanan gauge. Perbedaan antara *gauge pressure scala* dengan *absolute pressure* adalah terletak pada lokasi nolnya. Pada *gauge pressure scala* titik nol adalah pada tekanan atmosfer, sedang pada *absolute pressure scala* titik nol terletak pada *absolute zero pressure point*.



Gambar 2.5 Salah satu Bourdon Tube "C"^[1]

Pressure gauge terdiri dari dua macam, yaitu *mechanic pressure gauge* dan *electric pressure gauge*. Perbedaan dari kedua alat pengukur tekanan tersebut pada dasarnya terletak pada sensor yang menghubungkan antara tekanan dengan jarum penunjuk skala yaitu menggunakan mekanik dan elektrik.

Bahan yang digunakan untuk tabung *bourdon* adalah *bronze, monel, alloy steel, beryllium copper, Ni-span C* dan *stainless steel*. Disamping *bourdon tube* instrument ini juga ada yang dilengkapi spiral dan atau *helix element* untuk membantu pergerakannya

Elastic pressure gauge adalah tipe yang paling sering digunakan. Dalam *elastic pressure gauge*, sebuah bodi elastis digunakan sebagai elemen sensor, dan tekanan tergantung dari jumlah perubahan bentuk dari elemen sensor. Range dari tekanan yang terukur tergantung dari *bourdon tube*, diafragma atau *bellow* yang digunakan sebagai elemen sensor.



Gambar 2.6 *Pressure Gauge*^[1]

Tipe *pressure gauge* seperti Gambar 2.6 menggunakan *bellows* yang terbuat dari kuningan, *phosphor bronze* atau dari *stainless steel*. *Bellows pressure gauge* biasanya digabungkan dengan sebuah pegas. Bentuk *alarm contact* adalah suatu bentuk yang dihubungkan ke suatu alat peringatan bahaya, dengan menstel atau menset pada tekanan tertentu, sehingga apabila melebihi dari yang dipasang maka akan memberikan tanda bahaya. Alat ini dipakai untuk mengontrol mesin-mesin dan peralatan pada suatu pabrik atau kilang.

Tipe ini dapat dibagi dua sistem kerjanya, yang satu berdasarkan elektrik atau pneumatik dan pemasangannya juga dapat melalui kontak langsung dengan jalur atau peralatan yang diukur atau tidak kontak secara langsung.

✓ LDR

Sensor adalah salah satu bagian dari suatu sistem yang berfungsi sebagai penerima sinyal dan sinyal inilah yang akan digunakan untuk monitoring atau bisa juga untuk pengendalian. Dan sensor mampu merubah dari besaran fisis menjadi besaran elektronik agar dapat diolah oleh rangkaian transduser yang nantinya data tersebut cukup kuat untuk ditransmisikan, karena dalam pentransmisian data akan mengalami jika data tersebut dalam bentuk sinyal yang lemah.



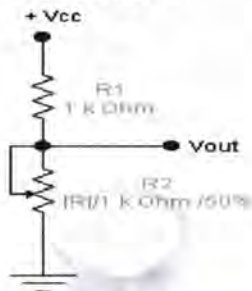
Gambar 2.7 LDR (*Light Dependent Resistor*)^[1]

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan sensor cahaya. LDR yang terbuat dari *Cadmium Sulfida*, yaitu bahan semikonduktor yang resistansinya berubah menurut banyaknya cahaya yang jatuh padanya. Daerah peka suatu sel foto konduktif terjadi dari lapisan *Cadmium Sulfida* yang diendapkan pada lapisan bawah isolasi rangkaian dengan kabel-kabel penyambungan diplotkan dalam epoksin respon jernih.

Cahaya yang jatuh di atas warna coklat berliku-liku bentuk pada sensor, menyebabkan perlawanan yang biasa dikenal dengan koefisien negatif. Prinsip kerja dari LDR adalah semakin banyak cahaya yang jatuh di sensor maka semakin kecil nilai hambatannya dan sebaliknya.

✓ Rangkaian Pembagi

Rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.8 yang digunakan untuk pengkonversian yang diperoleh dari variasi hambatan dan variasi tegangan.



Gambar 2.8 Rangkaian Pembagi

Tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan adalah:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.6 Pencatu Daya

Sebagai sumber daya, sebagian besar piranti elektronika membutuhkan tegangan searah atau biasa disebut tegangan DC (*Direct Current*). Penggunaan baterai sebagai sumber daya DC kurang efektif, hal ini disebabkan daya yang dimiliki oleh baterai hanya mampu digunakan dalam beberapa waktu saja (tidak tahan lama) dan harganya relatif mahal.

Satu-satunya sumber daya yang mudah didapat dan paling murah adalah tegangan listrik dari jaringan PLN sebesar 110/220 volt dengan frekuensi 50 -60 Hz. Tegangan jaringan ini berupa tegangan bolak-balik (*Alternate Current/AC*), oleh karena itu supaya dapat *mensupply* piranti elektronik yang membutuhkan tegangan DC, maka diperlukan sebuah rangkaian yang bisa merubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah yang dinamakan rangkaian penyearah yang tidak berkurang tegangan DC-nya ketika arus beban yang lebih besar dialirkan dari sumber daya ini. Beberapa komponen penunjang dari rangkaian sumber daya (*power supply*) meliputi :

- Transformator daya
- Diode penyearah
- Regulator
- Kapasitor

Masing – masing dari komponen tersebut diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

✓ **Transformator Daya**

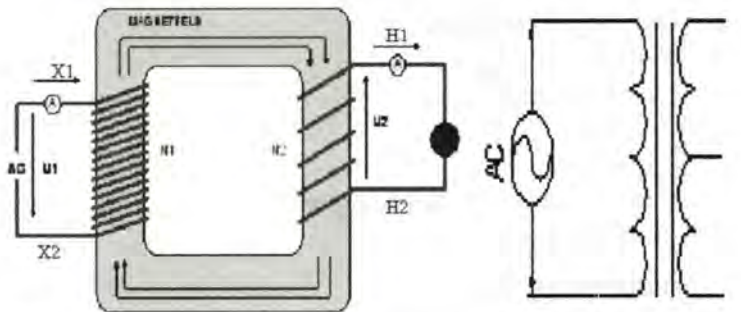
Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Prinsip kerja transformator yang berdasarkan induksi elektromagnetik yakni menghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan rangkaian sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama.^[16]

Sisi belitan X_1X_2 adalah sisi tegangan rendah dan sisi belitan H_1H_2 adalah sisi tegangan tinggi. Bila salah satu sisi, baik sisi tegangan tinggi maupun sisi tegangan rendah dihubungkan dengan sumber tegangan bolak balik, maka sisi tersebut disebut sisi primer sedangkan sisi lain yang dihubungkan dengan beban disebut sisi sekunder.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai

- Gandengan impedansi antara sumber dan beban
- Untuk memisahkan satu rangkaian dengan rangkaian lain
- Untuk menghambat arus searah sambil tetap mengalirkan arus bolak-balik antar rangkaian
- Untuk menurunkan tegangan listrik AC 110 / 220 volt menjadi AC yang lebih rendah.



(a) Transformator

(b) Menggunakan CT

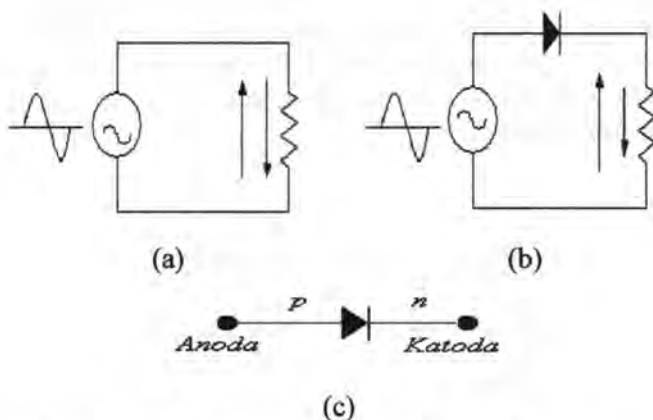
Gambar 2.9 Transformator Daya^[14]

✓ Dioda Penyearah

Dioda merupakan suatu piranti dua elektroda dengan arah tertentu. Dioda bekerja sebagai penghantar jika beda tegangan listrik diberikan dalam arah maju dan dioda akan bekerja sebagai isolator bila tegangan diberikan dalam arah yang

berlawanan. Sebagai rangkaian aktif dioda banyak digunakan dalam rangkaian elektronika, yaitu sebagai pengubah tegangan bolak – balik menjadi tegangan searah.

Gambar 2.10(a) menunjukkan sumber ac mendorong electron ke atas melalui resistor selama setengah perioda positif tegangan input dan turun melalui resistor selama setengah perioda negative. Naik turunnya arus adalah sama.



Gambar 2.10 (a) Arus sama. (b) Arus yang disearahkan.
 (c) Lambang dioda^[14]

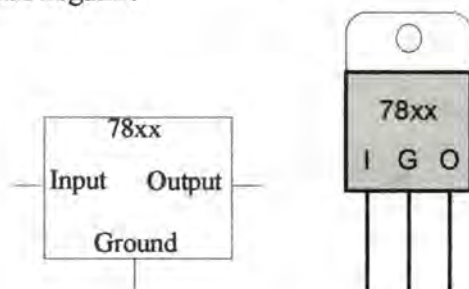
Rangkaian pada Gambar 2.10(b) menunjukkan bahwa setengah perioda positif dari tegangan input akan memberikan bias forward pada dioda, sehingga dioda akan konduksi selama setengah perioda positif. Tetapi untuk setengah perioda *negative*, dioda dibias *reverse* dan hanya arus *reverse* kecil yang mengalir. Tanda panah besar menunjukkan aliran elektron ke atas dan yang kecil untuk aliran kebawah. Dioda telah menyearahkan arus ac berarti mengubahnya dari arus bolak-balik menjadi arus searah.

Gambar 2.10(c) melambangkan sebuah dioda penyearah. Sisi *P* disebut anoda dan sisi *n* disebut katoda. Lambang dioda seperti anak panah yang arahnya dari sisi *p* ke sisi *n*. Hal ini

disebabkan karena arus konvensional mudah mengalir dari sisi p ke sisi n.

✓ Regulator

Pemakaian regulator pada pencatu daya berfungsi sebagai stabilitas tegangan. Komponen aktif ini mampu meregulasi tegangan menjadi stabil. Komponen ini sudah dikemas dalam sebuah IC regulator tegangan tetap yang biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal shutdown*). Jenis IC regulator tegangan tetap yang sering dipakai adalah jenis 78xx atau 79xx. IC regulator 78xx menghasilkan output tegangan dengan polaritas positif sedangkan 79xx menghasilkan *output* tegangan dengan polaritas negatif.



Gambar 2.11 IC Regulator^[14]

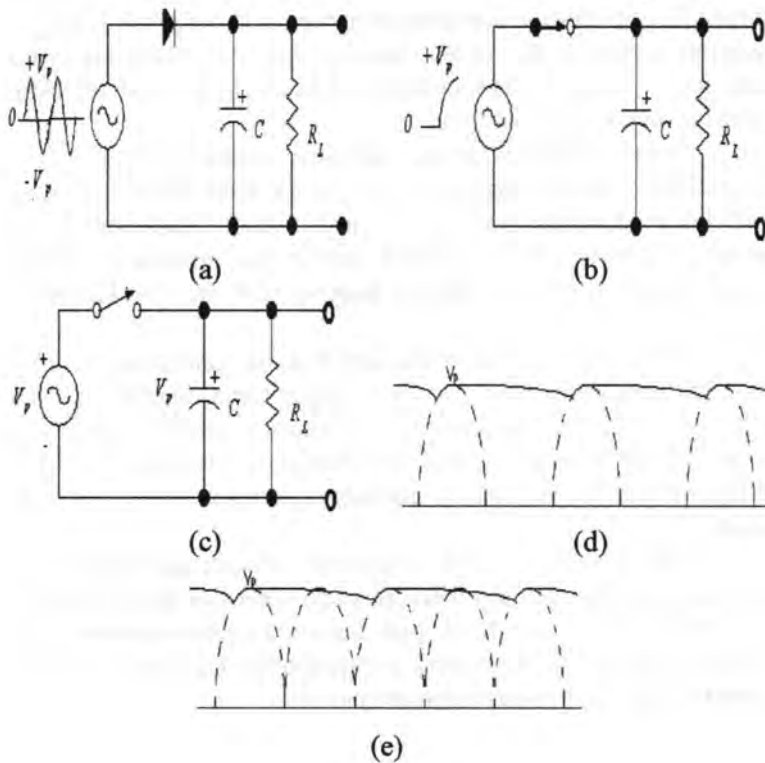
Jenis 78xx dapat diperoleh dalam kemasan aluminium yang boleh mengeluarkan arus lebih dari 1 A, asalkan dilengkapi pembenam panas atau aluminium pendingin (*heat sink*). Sedangkan jenis 79xx adalah regulator 3 terminal yang menghasilkan tegangan *output* tetap, mampu mengeluarkan arus 1,5 A.

Hanya saja perlu diketahui supaya rangkaian regulator dengan IC tersebut bisa bekerja, tegangan input harus lebih besar dari tegangan output regulatormya. Biasanya perbedaan tegangan V_{in} terhadap V_{out} yang direkomendasikan ada di dalam datasheet

komponen tersebut. Pemakaian aluminium pendingin (*heatsink*) dianjurkan jika komponen ini dipakai untuk mencatu arus yang besar.

✓ Kapasitor Sebagai Filter

Tegangan keluaran dari diode penyearah gelombang penuh masih dalam kondisi berdenyut (belum rata) sehingga dibutuhkan sebuah kapasitor filter yang ditempatkan pada terminal keluaran tegangan searah dari diode penyearah. Kapasitor ini berfungsi untuk meratakan denyutan-denyutan (*ripple*) tersebut dan memberikan suatu tegangan searah yang hampir murni.



Gambar 2.12 Kapasitor sebagai filter. (a) Rangkaian. (b) Selama $\frac{1}{4}$ siklus pertama. (c) Setelah sedikit saja melewati puncak positif. (d) Tegangan output dc dengan *ripple*. (e) Output dari rangkaian gelombang penuh^[14].

Gambar 2.12(a) menunjukkan kapasitor sebagai filter. Pada Gambar 2.12(b) selama $\frac{1}{4}$ perioda pertama tegangan input, dioda dibias *forward*. Secara ideal seperti saklar tertutup. Karena dioda menghubungkan sumber secara langsung pada kapasitor, kapasitor dimuati sampai tegangan puncak V_p .

Pada Gambar 2.12(c) setelah sedikit saja melewati puncak positif, dioda berhenti konduksi, yang berarti saklar terbuka. Hal ini disebabkan kapasitor memiliki $+V_p$ Volt. Dengan tegangan sumber yang sedikit kurang dari $+V_p$ Volt, kapasitor akan coba memaksa arus kembali melalui dioda. Hal ini akan membias dioda secara *reverse*.

Dengan *off*-nya dioda, kapasitor mulai mengosongkan diri melalui resistansi beban R_L . Konstanta waktu dari $R_L C$ jauh lebih besar daripada perioda T sinyal input. Oleh sebab itu kapasitor akan kehilangan hanya sedikit dari muatannya. Detak puncak positif berikutnya, dioda akan *on* dan mengisi kapasitor kembali.

Gambar 2.12(d) menunjukkan bentuk gelombang *output* dari filter kapasitor. Tegangan maksimum sama dengan V_p . Jika dioda *off* kapasitor membuang muatannya melalui resistansi beban. Dekat puncak positif berikutnya dioda akan *on* dan mengganti kehilangan muatan kapasitor dan tegangan output naik menjadi V_p .

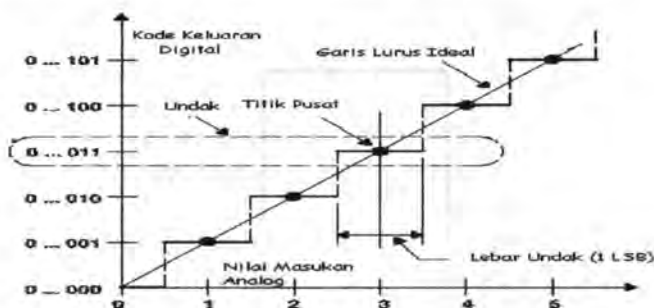
Pada Gambar 2.12(e) penyearah dengan tap-tengah dan jembatan yang kemudian diberikan pada kapasitor menghasilkan penyearah puncak yang lebih baik karena kapasitor dimuati dua kali lebih sering. Hasilnya *ripple* menjadi lebih kecil dan tegangan output dc lebih mendekati tegangan puncak.

2.7 Akuisisi Data

Didalam pengendalian berbasis komputer memerlukan sebuah divais yang mengubah dari besaran analog kedalam besaran digital baik dalam mengirim data maupun menerima data dan dalam tugas akhir ini perubahan dari analog ke digital maupun sebaliknya menggunakan ADC 0804.

ADC (Analog to Digital Converter)

Konverter analog ke digital atau biasa disebut dengan ADC merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah data sinyal dari besaran analog 1-5 volt selanjutnya dikonversi menjadi besaran sinyal digital 0-255 bit. Secara teoritis, fungsi transfer ideal untuk konverter analog ke digital (ADC, *analog-to-digital converter*) berbentuk garis lurus. Bentuk ideal garis lurus hanya dapat dicapai dengan konverter data beresolusi tak-hingga. Karena tidak mungkin mendapatkan resolusi tak hingga, maka secara praktis fungsi transfer ideal tersebut berbentuk gelombang tangga seragam seperti terlihat pada Gambar 2.13 semakin tinggi resolusi ADC, semakin halus gelombang tangga tersebut.



Gambar 2.13 Fungsi *transfer* ideal ADC⁽¹⁰⁾

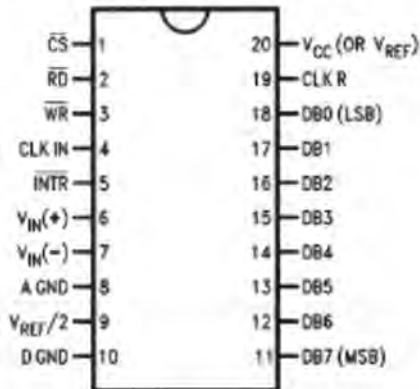
ADC ideal secara unik dapat merepresentasikan seluruh rentang masukan analog tertentu dengan sejumlah kode keluaran digital. Pada gambar 2.13 ditunjukkan bahwa setiap kode digital merepresentasikan sebagian dari rentang masukan analog total.

Oleh karena skala analog bersifat kontinu sedangkan kode digital bersifat diskrit, maka ada proses kuantisasi yang menimbulkan kekeliruan (ralat). Apabila jumlah kode diskritnya (yang mewakili rentang masukan analog) ditambah, maka lebar undak (*step width*) akan semakin kecil dan fungsi transfer akan mendekati garis lurus ideal.

Lebar satu undak (*step*) didefinisikan sebagai 1 LSB (*least significant bit*). Unit ini digunakan sebagai unit rujukan untuk besaran-besaran lain dalam spesifikasi peranti konversi data. Unit 1 LSB itu juga digunakan untuk mengukur resolusi konverter karena ia juga menggambarkan jumlah bagian atau unit dalam rentang analog penuh.

Resolusi ADC selalu dinyatakan sebagai jumlah bit-bit dalam kode keluaran digitalnya. Misalnya, ADC dengan resolusi n -bit memiliki 2^n kode digital yang mungkin dan berarti juga memiliki 2^n tingkat undak (*step level*). Meskipun demikian, karena undak pertama dan undak terakhir hanya setengah dari lebar penuh, maka rentang skala-penuh (FSR, *full-scale range*) dibagi dalam $(2^n - 1)$ lebar undak. Karenanya,

$$1 \text{ LSB} = \text{FSR}/(2^n - 1) \dots\dots\dots (2.2)$$



Gambar 2.14 Pin-pin ADC 0804^[18].

Sebagai contoh ADC jenis SAC, yaitu IC SAC 8 bit CMOS dalam kemasan 20 pena, yaitu ADC 0804. Gambar 2.14 memperlihatkan diagram pena berikut fungsinya masing – masing.

IC ADC 0804 mempunyai 2 masukan analog, yaitu $V_{in(+)}$ dan $V_{in(-)}$, sehingga dapat menerima masukan deferensial (tegangan selisih). Jadi masukan analog sesungguhnya, yaitu V_{in} , akan sama dengan selisih antara tegangan – tegangan yang dihubungkan kedua pena masukan ini, yaitu: $V_{in(+)}$ dan $V_{in(-)}$. Jika masukan analog berupa tegangan tunggal, maka tegangan ini harus dihubungkan ke $V_{in(+)}$, dan $V_{in(-)}$ harus ke ground analog. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan V_{cc} (tegangan supply) sebesar +5 volt sebagai tegangan referensi, dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 volt sampai +5 volt (skala penuh).

ADC 0804 memiliki generator clock internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pena $CLK OUT$ dan $CLK IN$ serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara $CLK IN$ dan ground digital. Maka frekuensi clock yang digunakan akan sama dengan:

$$f = \frac{1}{1,1 \times R \times C} \dots\dots\dots (2.3)$$

Sedangkan fungsi – fungsi pena lainnya akan dijelaskan secara singkat sebagai berikut :

- Masukan CS (*Chip Select*) aktif rendah.
- Digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804 jika CS berlogika 0. Jika CS berlogika 1 ADC 0804 tidak aktif.
- Masukan RD (*Read* atau *Output Enable*).
- Digunakan untuk mengaktifkan keluaran digital ADC 0804. Jika CS = RD = 0, maka kondisi logika di pena D0 – D7 akan mewakili hasil konversi A/D terakhir dan dapat dibaca oleh *microprocessor* atau komputer.
- Masukan WR (*Write* atau *Start Conversion*).

- Digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu WR harus diberi pulsa logika 0.
- Keluaran INTR (*Interrupt* atau *End of Conversion*).
- Berfungsi untuk memberikan tanda bahwa konversi telah selesai. Pada saat konversi dimulai INTR akan berubah berlogika 1 dan di akhir konversi INTR kembali ke logika 0.
- Masukan $V_{ref}/2$.

Digunakan untuk mengurangi tegangan referensi internal, yang berarti mengubah jangkauan analog yang dapat ditangani oleh ADC 0804. Jika masukan $V_{ref}/2$ tidak dihubungkan, maka jangkauan masukan analog adalah 0 volt sampai +5 volt. Jika dihubungkan ke suatu tegangan eksternal sebesar V_x volt, maka jangkauan masukan analog akan menjadi $0-(2 V_x)$ volt. Contoh jika V_{ref} dihubungkan ke tegangan +2 volt, maka jangkauan masukan analog adalah 0 volt sampai +4 volt.

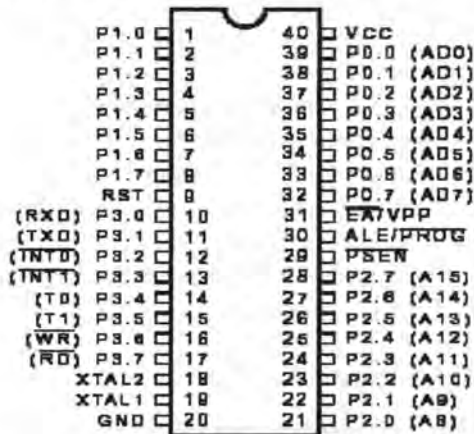
Secara umum algoritma pengoperasian ADC 0804 adalah sebagai berikut :

- Memberikan pulsa logika 0 ke CS.
- Memberikan pulsa logika 0 ke WR.
- Setelah mendeteksi adanya perubahan logika dari logika 1 ke 0 pada keluaran INTR yang menandai berakhirnya proses konversi, maka pada CS dan RD diberi pulsa logika 0.
- Membaca data digital hasil konversi pada D0 – D7.

2.8 Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian mikrokontroler ini digunakan untuk mengkonfigurasi sinyal dari ADC 0804 agar dapat ditransmisikan secara serial ke mikrokontroler *I/O Module*. *Output* dari ADC 0804 8 bit dari D0 sampai D7 dapat dikoneksikan ke salah satu *port input* mikrokontroler. Sedangkan untuk aktifasi ADC 0804 dapat menggunakan *port*

mikrokontroler yang masih sisa. Dengan rangkaian tersebut data *output* dari ADC0804 8 bit D0-D7 dapat langsung terbaca oleh mikrokontroler AT89S51. Pada gambar 2.15 P1 digunakan untuk membaca data sinyal ADC sedangkan mentransmisikan data menggunakan port 3.0 (pin 10) dan port 3.1 (pin 11) sebagai *receive* dan transfer data.



Gambar 2.15 Konfigurasi Pin IC AT89S51 ^[11]

Fungsi-fungsi pin dari IC AT89S51 adalah sebagai berikut :

- Vcc : Supply Tegangan, +5 Volt
- GND : Ground, 0 Volt
- AD.0 – AD.7 : Port 0, 8 jalur data bersifat *bidirectional* digunakan untuk pertukaran data dari CPU ke rangkaian *Input/Output*. Data dapat dikirim atau diterima melalui instruksi *Input/Output* dari CPU. Setiap pinnya dapat mengendalikan langsung 8 beban TTL.
- P1.0 – P1.7 : Port 1, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, biasa digunakan sebagai jalan pertukaran data dari peralatan luar ke CPU. Dapat mengendalikan beban 4 TTL

secara langsung. Setiap pin dapat diakses secara operasi tiap bit atau byte bergantung pemrogram.

- A.8 – A.15 : Port 2, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung. Port ini digunakan sebagai jalan untuk pertukaran data dari CPU ke *external* memori atau rangkaian *Input/Output*.
- P3.0 – P3.7 : Port 3, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung. Digunakan untuk pertukaran data dari CPU ke rangkaian *Input/Output*. Pada port 3 ini setiap pin juga memiliki fungsi alternatif seperti dijelaskan dalam Tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port ^[11]

Port Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (<i>Serial Input Port</i>)
P3.1	TXD (<i>Serial Output Port</i>)
P3.2	INT0 (<i>External Interrupt 1</i>)
P3.3	INT1(<i>External Interrupt 2</i>)
P3.4	T0 (<i>Timer 0 External Input</i>)
P3.5	T1 (<i>Timer 1 External Input</i>)

P3.6	WR (<i>External data memory write strobe</i>), berfungsi sebagai output, jika WR aktif menunjukkan bahwa CPU menuliskan data ke memori atau peralatan I/O.
P3.7	RD (<i>External data memory read strobe</i>), berfungsi sebagai output, jika RD aktif menunjukkan bahwa CPU membaca data dari memori atau peralatan I/O

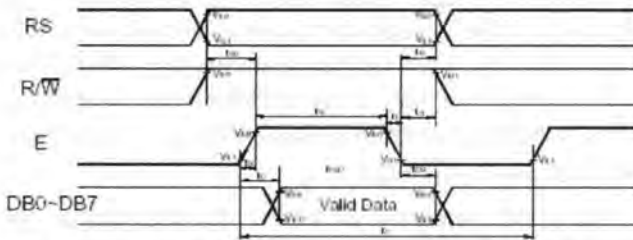
- RST : Reset berfungsi sebagai inputan mikro. Mengaktifkan RST berarti mengembalikan CPU ke keadaan awal.
- ALE/PROG : *Address Latch Enable*, berfungsi sebagai keluaran untuk mengunci jalur keluaran port 2 untuk mengakses *external* memori.
- PSEN : *Program Strobe Enable*, sinyal/strobe baca untuk memori eksternal. Ketika AT89S51 ingin membaca data pada memori eksternal maka SEN akan aktif.
- EA/Vpp : *External Access Enable (EA)*, selalu dihubungkan ke GND untuk mengaktifkan AT89S51 jika ingin mengakses ke memori program eksternal, jika untuk mengakses memori program internal dihubungkan ke Vcc.
- XTAL1 : Jalan masukan dari *Inverting Osilator amplifier* dan ke rangkaian internal clock.
- XTAL2 : Jalan keluaran dari *Inverting Osilator amplifier*.

2.9 LCD 2 x 16

Untuk menampilkan hasil dari pengukuran kecepatan, inputan setpoint kecepatan yang kita inginkan kita membutuhkan

- **Operasi Read**

Sedangkan Operasi read adalah pembacaan pada saat data masuk ke dalam LCD



Gambar 2.18 Timing Diagram Data Read^[15]

2.10 Relay

Relay adalah peralatan yang menggunakan elektromagnet dalam memberikan gaya untuk membuka atau menutup switch. Dengan kata lain, suatu switch dengan menggunakan tenaga listrik. Suatu switch atau relay pada saat keadaan tidak fiktif memiliki dua kondisi yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Dalam pemilihan suatu relay yang harus diperhatikan adalah kapasitas arusnya. Relay merupakan piranti control yang dapat berguna untuk menutup dan membuka kontak. Relay mekanis digunakan untuk menyambung atau memutuskan beban listrik. Proses *switching* ini dikontrol oleh rangkaian elektrik. Relay magnetic sering digunakan untuk mengontrol relay yang lain atau beban dengan daya yang kecil. Seringnya pengulangan membuka dan menutup, kontak dapat mengalami kerusakan akibat dari bunga api dan gesekan mekanis, sehingga bagian dari kontak tersebut dapat diganti dengan kontak yang baru. Hal ini sering terjadi terutama pada kontak magnetic. Material-material kontak yang sering digunakan adalah logam-logam khusus seperti Tembaga (Ag), Emas (Au), Platina (Pt), Nikel (Au-Ni) dan gabungan senyawa-senyawa seperti Ag-Au-Ni.

Sumber tegangan yang dipakai untuk dialirkan ke coil supaya terjadi gaya elektromagnetik adalah:

a. Sumber arus searah (DC)

Standar tegangan untuk relay DC adalah 6, 12, 24, 48, dan 100 (volt). Kinerja relay DC lebih mantap karena kecepatan *switching* relay DC lebih rendah dibandingkan dengan relay AC karena induktansi dari coil menekan kecepatan menaikkan arus. Kerugiannya adalah memerlukan catu daya DC yang khusus.

b. Sumber arus bolak balik

Relay AC biasanya dieksitasi dengan sumber tegangan 100 atau 200 (V) dengan frekwensi 50 atau 60 (Hz). Pada arus bolak-balik panas dapat terjadi pada kumparan dan inti besi. Untuk catu tegangan yang lebih rendah dari tegangan minimum yang diijinkan akan terjadi desah dan kinerjanya tidak stabil. Untuk sumber daya arus searah (DC) lebih stabil artinya pada coil tidak terjadi getaran karena sumber DC tidak dipengaruhi oleh adanya frekuensi.

Pada relay DC ini kontaktornya tidak bergetar sehingga mempunyai usia pakai yang lama. Untuk sumber daya arus bolak-balik (AC) kurang stabil sehingga terjadi cattering atau getaran pada kontaknya karena sumber daya AC pada coil yang mempunyai frekuensi yaitu antara 50 – 60 Hz.

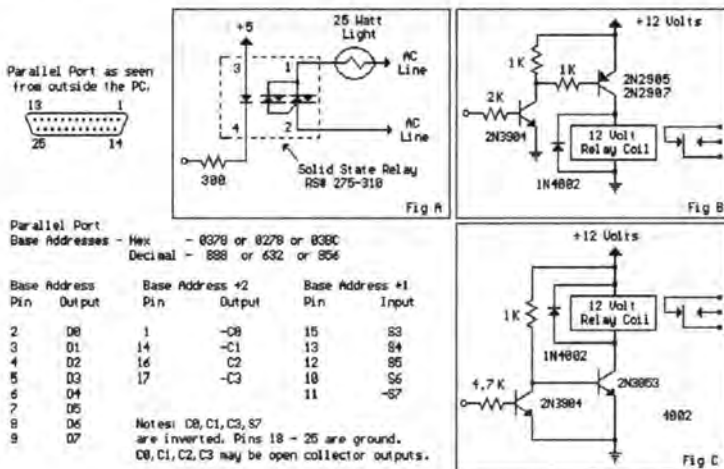
Karena adanya pengaruh frekuensi ini pada sumber daya kontrolnya maka usia pakai kontak (baik NC maupun NO) relay AC tidak untuk waktu yang cukup lama atau cepat sekali aus.



Gambar 2.19 Relay DC^[16]

2.11 Driver Relay

Driver relay ini digunakan untuk menghubungkan port paralel pada komputer dengan hardware luar berupa pengaktifan relay. Disini driver relay menggunakan transistor sebagai penguat arus, karena outputan arus dari PC tidak mampu untuk menggerakkan relay. Disamping itu digunakan juga optocoupler sebagai pelindung PC dari terjadinya arus balik yang dapat merusak komponen dalam komputer.



Gambar 2.20 Driver Relay^[16]

2.12 Mode Pengendalian Proses

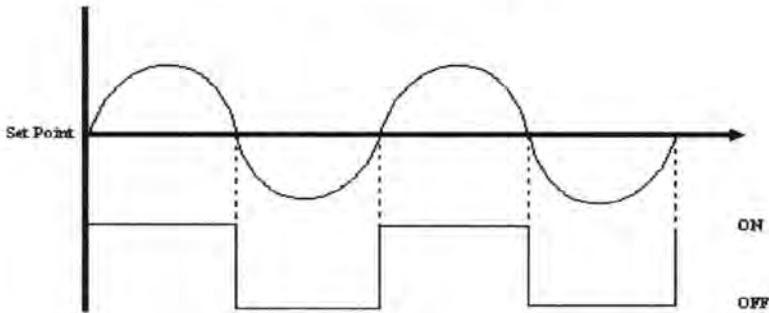
Pada perancangan sebuah proses pengendalian dibutuhkan adanya suatu penetapan proses mode pengendalian proses terlebih dahulu, hal tersebut dikarenakan mode pengendalian proses merupakan hal yang paling utama dalam perancangan suatu proses pengendalian. Mode proses pengendalian yang digunakan dalam pengerjaan proses pengendalian adalah mode pengendalian proses secara ON-OFF.

Mode Kontroller ON/OFF

Aksi pengendalian dari controller ini hanya mempunyai dua kedudukan, maksimum atau minimum, tergantung dari variable terkontrolnya, apakah lebih besar atau lebih kecil dari set poin.

Persamaanya adalah: $m = N1$ jika $e < 0$
 $m = N2$ Jika $e > 0$(2.4)


dimana : m = manipulated variable
 $N1$ = harga maksimum dari m (ON)
 $N2$ = harga minimum dari m (OFF)



Gambar 2.21 Mode Pulsa Pengendalian ON/OFF^[4]

Pada gambar 2.21 terlihat jika error sering naik turun dengan cepat, maka variabel termanipulasi (m) akan sering sekali berubah dari maksimum ke minimum atau sebaliknya, hal ini dalam prakteknya tidak disukai, untuk itu pada pengendalian diberi gap.

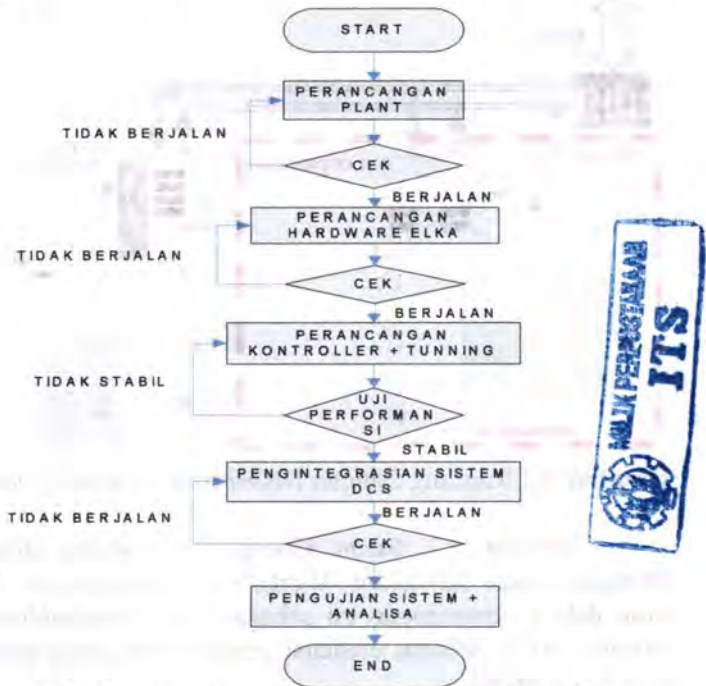
Pengendalian proses merupakan sebuah loop aliran sinyal-sinyal dari masing-masing instrument pendukungnya. Sinyal sinyal yang mengalir melalui instrument ini membawa informasi berupa data-data sesuai dengan karakteristik instrumentnya.



BAB III
PERANCANGAN
DAN PEMBUATAN
ALAT

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada Bab III akan dijelaskan perancangan *Local Control Unit (LCU) Pressure* pada *Miniplant Workshop Instrumentasi*, baik berupa *software* dan *hardware*. Untuk perancangan *hardware* terdiri perancangan suplai daya, sensor dan *transmitter*, *Analog to Digital Converter (ADC)*, *Minimum System Mikrokontroler AT89S51*, *driver relay*, dan *LCD*. Untuk aplikasi *software* digunakan bahasa pemrograman *assembly*. Secara lebih jelas tahapan-tahapan yang ditempuh dalam pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada *flowchart* dibawah. Dari gambar 3.1 dapat dilihat urutan perancangan dan pembuatan alat secara sistematis.

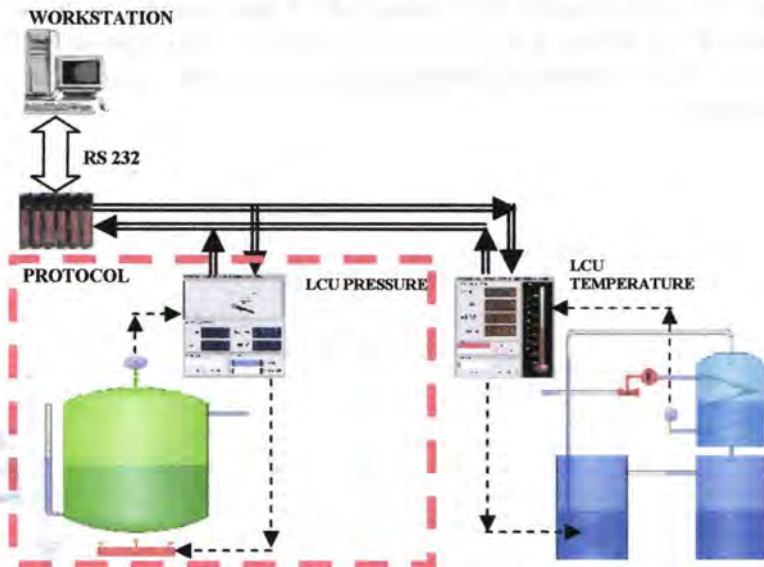


Gambar 3.1 Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat

3.1 Perancangan Sistem Distributed Control System (DCS)

➤ Hierarki Distributed Control System (DCS)

Rancangan sistem kontrol terdistribusi dalam tugas akhir kami terdiri atas dua buah sistem pengendalian lokal (LCU), yaitu sistem pengendalian *pressure* dan *temperature*. Keduanya dihubungkan secara serial dengan sebuah sistem komunikasi yang mengatur protokol komunikasi sistem secara keseluruhan, sehingga data dapat diakses oleh *workstation* secara bersamaan dan *real time*. Namun pada pembahasan tugas akhir ini lebih dikhususkan pada rancang bangun *local control unit pressure*.

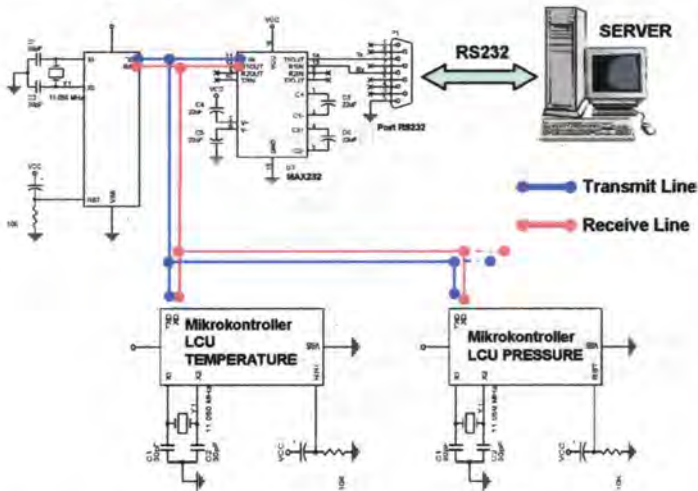


Gambar 3.2 Rancang Bangun *Distributed Control System (DCS)*

Gambar 3.2 bagan kinerja DCS secara detail yang dibangun pada *Miniplant Workshop Instrumentasi*. Tinjauan dasar dalam perancangan ini sebagai dasar pengimplementasian teknologi DCS sebagai efisiensi pengontrolan pada sebuah *real plant* sesungguhnya.

➤ Sistem Komunikasi

Pada *group* yang kedua terdapat *Communication System*. Sistem komunikasi menggunakan Mikrokontroler AT89S51 dibangun mengadopsi prinsip kerja dari *Hub*, jadi pada sistem ini akan terjadi pertukaran data antara LCU dan Server DCS.



Gambar 3.3 Skema Rangkaian Komunikasi Interface dengan LCU

Untuk mengirim *request* perintah pengambilan data digunakan metode *byte control protocol*. Pada metode ini terdapat *byte* pembuka dan penutup dari masing-masing *session* pengiriman data serta *error check*. Tabel dibawah memetakan secara detail tentang karakter-karakter yang berfungsi untuk memerintahkan LCU untuk mengirimkan data maupun untuk memberikan perintah merubah parameter proses pada LCU. Arsitektur dalam sistem komunikasi dalam DCS Workshop Instrumentasi dapat kita lihat pada gambar 3.3. Untuk komunikasi antara *communication interface* dengan *server station* menggunakan RS232, sedangkan komunikasi antara *communication interface* dengan LCU – LCU menggunakan

sistem *bus protocol*. Pada tabel 3.1 menjelaskan penggunaan alamat-alamat kode IP pada sistem pengendalian secara keseluruhan.

Tabel 3.1 Protokol Komunikasi

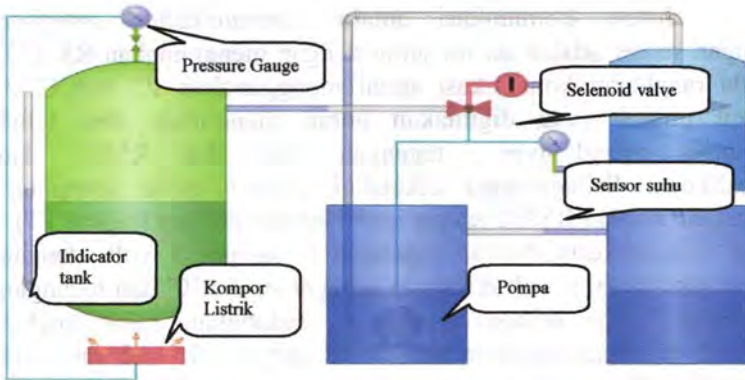
No	Keterangan	Kode IP	Data
1	Ambil data		
	LCU Pressure	a	PV_pressure
		b	SP_pressure
		c	ER_pressure
	LCU Temperature	d	PV_temperature
		e	SP_temperature
		f	ER_temperature
2	Perintah ganti SP		
	LCU Pressure	g	Start data
		h	Stop data
	LCU Temperature	i	Start data
		j	Stop data
4	Perintah start/stop utility		
	Kompor Listrik	o	Hidupkan
	Kompor Listrik	p	Matikan
	Pompa	r	Hidupkan
	Pompa	s	Matikan
	Solenoid Valve	q	Hidupkan
	Solenoid Valve	t	Matikan
5	Indikator start/stop utility		
	Kompor Listrik	u	#100 mati, #200 nyala
	Pompa	v	#100 mati, #200 nyala
	Solenoid Valve	w	#100 mati, #200 nyala

Sistem komunikasi antara *communication interface* dengan server adalah secara serial dengan menggunakan RS 232. Pada rangkaian komunikasi serial menggunakan IC MAX232, suatu piranti yang digunakan untuk mengubah, atau lebih tepatnya mengkonversi, tegangan TTL dan RS232 dan sebaliknya. Sebagaimana diketahui, dalam dunia komputer, tegangan tingkat RS232 sangat jauh berbeda dengan tingkat TTL. Jika TTL bekerja dengan tegangan 0 sampai 5 volt, dengan tegangan sekitar 0 volt dianggap sebagai logika '0' dan tegangan disekitar 5 volt sebagai logika '1', sedangkan untuk tingkat RS232, tegangan kerjanya antara -15 sampai +15 volt dan cara menerjemahkan logika '0' dan '1'-nya sangat berbeda, untuk itu diperlukan suatu piranti khusus yaitu IC MAX232 yang digunakan untuk melakukan konversi tingkat TTL dan RS232

Group yang ketiga *Local Control Unit* merupakan lokal kontrol yang akan menangani *trouble shooting* pada plant dan sekaligus berhubungan secara langsung dengan plant. ^[1] Pada tugas akhir ini lokal kontrol unit akan diperankan oleh Mikrokontroler AT89S51.

➤ Server Workstation

Untuk akuisisi data dan *user interface* maka dibutuhkan sebuah *server workstation*, dimana dalam kata lain berfungsi untuk merekam data *plant* dan juga sebagai penghubung antara operator dengan proses pada *plant*. *Server Workstation* disini juga mampu melakukan eksekusi pada panel-panel kontrol yang terdapat pada *plant* pengendalian dimana hal ini ditujukan untuk memudahkan operator yang berada pada *workstation* untuk melakukan *monitoring* serta eksekusi pada proses pengendalian itu sendiri. Pada tugas akhir ini *server workstation* dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic, dengan database acces. Berikut ini adalah tampilan dari HMI (Human Machine Interface) dari *server workstation*



Gambar 3.4 Tampilan HMI P&ID Proses

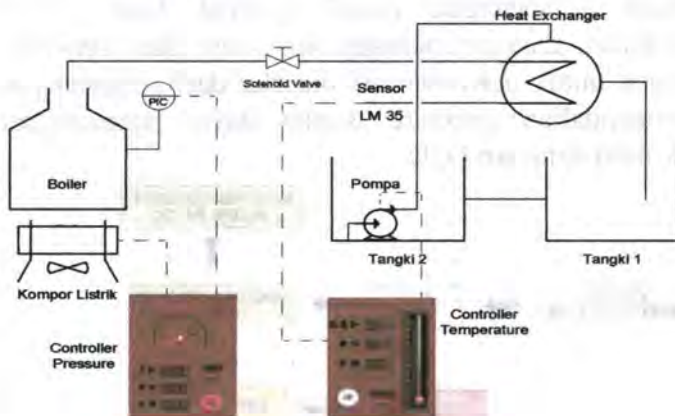
Pada gambar 3.4 dapat dilihat tampilan pemrograman Visual Basic yang digunakan pada tampilan HMI (*Human Machine Interface*) dari *server workstation* yang telah dirancang sesuai dengan keadaan *plant* yang sebenarnya. Terdapat komponen-komponen pendukung proses pengendalian seperti kompor listrik (*heater*), *solenoid valve*, pompa air, dan tangki. Pada tampilan disini juga disediakan tampilan kondisi proses pengendalian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan HMI Pressure Control Unit

3.2 Perancangan *Miniplant Workshop Instrumentasi*

Pada perancangan dan pembangunan *miniplant workshop instrumentasi* ini difokuskan pada perbaikan sistem desain *miniplant* yang sudah ada sebelumnya. *Miniplant Workshop Instrumentasi* terdiri dari dua *loop* pengendalian. Pada *loop* pertama sebagai *loop* pengendalian tekanan (*pressure*) dan *loop* kedua sebagai *loop* pengendalian temperature. *Miniplant Workshop Instrumentasi* terdapat tangki tertutup seperti vessel dimana tangki tertutup tersebut sudah berisi air guna menghasilkan uap (*steam*) yang akan dikendalikan tingkat tekanan (*pressure*). Gas uap (*steam*) yang dihasilkan dilewatkan dalam pipa besi menuju solenoid valve sebelum masuk pada suatu kolom yang dinamakan *heat exchanger*. Pada kolom *heat exchanger* perpindahan panas yang terjadi melalui pipa besi yang dilalui gas uap (*steam*) tersebut menuju air yang berada di dalam kolom *heat exchanger* secara konduktif. Kolom *heat exchanger* disini terhubung dengan dua tangki berisi air yang salah satunya terdapat pompa air di dalamnya. Pompa air disini digunakan untuk memompa air pada kolom *heat exchanger* yang kemudian air disini bersirkulasi pada kedua tangki serta kolom *heat exchanger* itu sendiri.



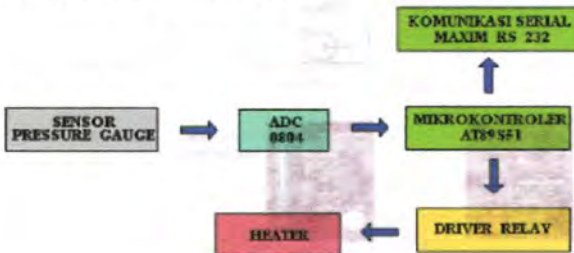


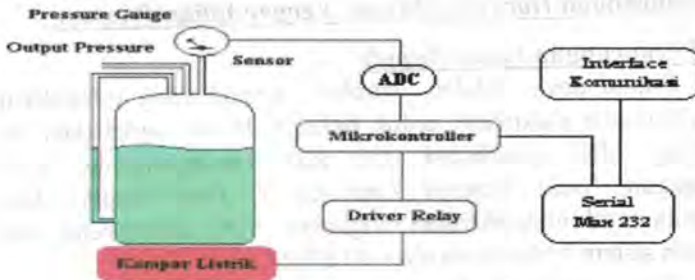
Gambar 3.6 Rancang Bangun *Miniplant Workshop Instrumentasi*

Pada gambar 3.6 dapat dijelaskan perancangan sistem pengendalian yang dibangun. Disini terdapat *plant* sekaligus *Local Control Unit (LCU)* yang berada diatasnya. Hal ini ditujukan untuk mempermudah proses *monitoring* dan *control* bagi *user* serta memberikan aplikasi tentang *miniplant* itu sendiri.

➤ **Perancangan Local Control Unit (LCU) Pressure**

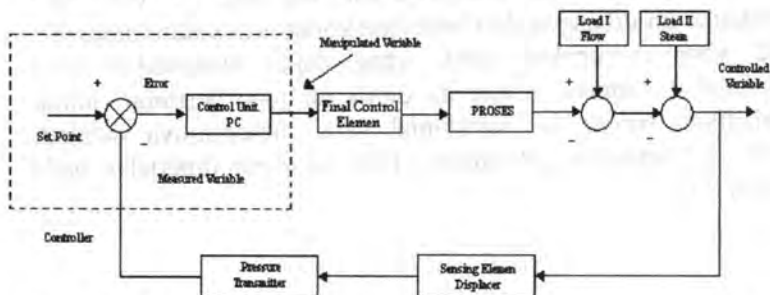
Pada perancangan *Local Control Unit (LCU) Pressure* terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan untuk *hardware* ini dimulai dari perancangan *plant* pengendalian *pressure*, suplai daya, perancangan sistem akuisisi data dan LCD.





Gambar 3.7 Skema *Local Control Unit (LCU) Pressure*

Informasi data digital dari *Local Control Unit (LCU) Pressure* akan dikirim menuju port *Communication Interface* melalui rangkaian serial Maxim RS 232. Sedangkan *Communication Interface* itu sendiri berfungsi sebagai pengatur lalulintas interfacing konikasi data antara LCU dengan *server DCS*. Proses yang terjadi pada sistem pengendalian dimulai dengan pengukuran dari *pressure gauge* sebagai sensor *pressure* sebagai harga proses *variable (PV)*. Hasil pengukuran oleh *pressure gauge* mendapatkan harga tegangan dalam *range output 0 – 5 Volt*. Besarnya nilai tegangan tersebut digunakan sebagai input *Analog to digital Converter (ADC)*, selanjutnya keluaran (output) dari ADC dapat dimasukkan ke dalam *Mikrokontroler*. Skema pada gambar 3.7 beracuan pada hakekat sistem pengendalian pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram Blok Sistem Pengendalian *Pressure*^[9]

3.3 Perancangan Hardware Sistem Pengendalian Pressure

➤ Perancangan Power Supply

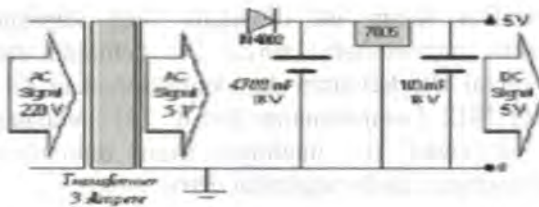
Suplai daya adalah sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronik untuk bekerja. Besar suplai daya ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing-masing. Pada perancangan *Local Control Unit (LCU) Level* suplai daya digunakan untuk mengaktifkan rangkaian ADC, *driver relay*, dan minimum sistem Mikrokontroler AT89S51.

Pada rangkaian *Power Supply* pada umumnya sering menggunakan IC Regulator dalam mengontrol tegangan yang diinginkan. Regulator tegangan menjadi sangat penting gunanya apabila kita mengaplikasikan *system power* tersebut untuk rangkaian – rangkaian yang membutuhkan tegangan yang sangat stabil. Misalkan untuk sistem digital, terutama untuk minimum sistem Mikrokontroler yang sangat membutuhkan tegangan dan arus yang sangat stabil.

IC Regulator yang umum digunakan untuk, mengontrol tegangan adalah IC keluarga 78XX. IC ini dapat mengontrol tegangan dengan baik. Keluaran tegangan yang diinginkan tinggal melihat tipe yang ada. Misalkan tipe 7805 dapat memberikan keluaran tegangan 5 Volt dengan toleransi ± 1 , dengan arus keluaran maksimal 1500 mA.

✓ Rangkaian Tegangan 5 Volt

Rangkaian ini merupakan aplikasi dari regulator tegangan IC 7805, yang dapat mengeluarkan tegangan 5 Volt DC. Rangkaian ini dibangun dari beberapa komponen yakni, dioda 2N 4002 yang merupakan dioda yang dapat melewatkan arus maksimal 2 Ampere, selain itu dioda ini juga berfungsi untuk menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang. Hal ini dapat diperjelas pada gambar 3.9.

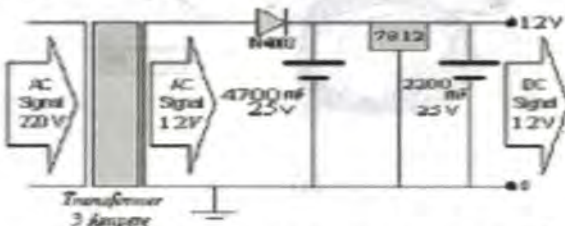


Gambar 3.9 Rangkaian Catu Daya 5 V^[14]

Kemudian selain itu dibangun oleh kapasitor yang berfungsi untuk memperhalus sinyal DC keluaran dari dioda. Setelah itu sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di inputkan pada regulator 7805. Hasil keluaran dari IC 7805 adalah tegangan 5 Volt dengan arus 2 A. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan pada sensor dan *transmitter*, ADC, *driver relay*, dan minimum sistem Mikrokontroler AT89S51.

✓ Rangkaian Tegangan 12 Volt

Rangkaian ini merupakan aplikasi dari regulator tegangan IC 7812, yang dapat mengeluarkan tegangan 12 Volt DC. Rangkaian ini dibangun dari beberapa komponen yakni, dioda 2N 4002 yang merupakan dioda yang dapat melewati arus maksimal 2 Ampere, selain itu dioda ini juga berfungsi untuk menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang. Hal ini dapat diperjelas pada gambar 3.10.



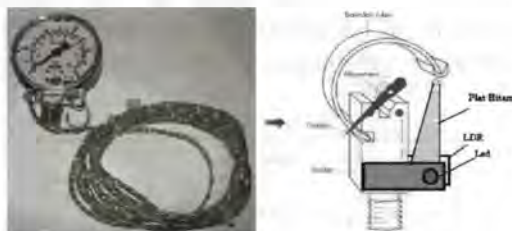
Gambar 3.10 Rangkaian Catu Daya 12 V^[14]

Kemudian selain itu dibangun oleh kapasitor yang berfungsi untuk memperhalus sinyal DC keluaran dari dioda. Setelah itu sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di inputkan pada regulator 7812. Hasil keluaran dari IC 7812 adalah tegangan 12 Volt. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan pada rangkaian *driver relay*.

➤ Perancangan Sensor / Transmitter

Dalam tugas akhir ini menggunakan sensor *pressure gauge* yang telah dimodifikasi dengan menggunakan LDR dan led. LDR dan led dipasang berhadapan yang dihalangi oleh plat hitam. LDR dan led ini dipasang pada bagian leher *pressure gauge*, sedangkan plat hitam dipasang pada *link*. LDR dan led dihubungkan dengan resistor sebesar 470Ω dan *multitone* sebagai pengatur outputan dari sensor seperti pada gambar 3.11.

Prinsip kerja dari sensor ini adalah ketika ada tekanan yang masuk pada *pressure gauge* maka *bourdon* akan mengembang. Mengembangnya *bourdon* membuat *link* terangkat sehingga menyebabkan plat hitam juga terangkat. Dengan terangkatnya plat hitam maka cahaya yang diterima oleh LDR semakin banyak. Sesuai dengan prinsip kerja dari LDR sendiri semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin besar tegangan yang terukur.



(a)

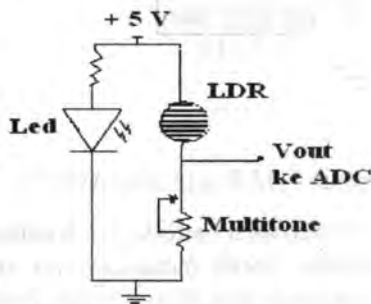


(b)

Gambar 3.11 (a) Rangkaian Sensor. (b) Peletakan sensor pada *plant*^[1]

Oleh karena itu tekanan dapat diukur dengan tegangan yang terukur yang kemudian dimasukkan ke ADC. Untuk mendapatkan inputan sensor 0 – 5 Volt maka *pressure gauge* disetting dengan mengubah-ubah multitone. Modifikasi lain dari pembuatan sensor ini adalah dengan menambahkan rangkaian pembagi. Rangkaian pembagi ini digunakan untuk mengeset tegangan keluaran dari LDR untuk memenuhi range 0 sampai 5 Volt sebelum masuk ke ADC.

Dengan menggunakan rumus (2.1) maka dapat kita setting keluaran rangkaian pembagi yang masuk ke ADC dengan menyesuaikan buka tutupnya plat hitam. Perubahan hambatan LDR dihasilkan oleh besar kecilnya cahaya yang jatuh pada LDR, yang tergantung buka tutupnya plat hitam. Oleh karena itu semakin besar tekanan maka semakin banyak pula cahaya yang datang.



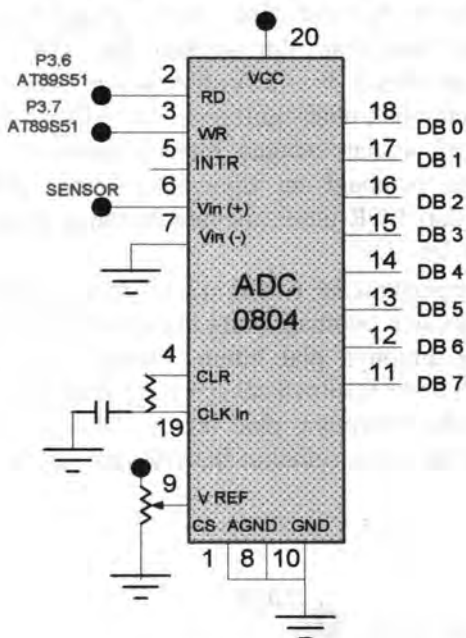
Gambar 3.12 Rangkaian Pembagi^[14]

➤ **Sistem Akuisisi Data**

Dalam Perancangan tugas akhir ini dibutuhkan Akuisisi data berupa pengkonversi ADC (*Analog to Digital*) agar sinyal dari sensor dapat dibaca oleh mikrokontroller agar dapat memberikan perintah pengendalian kepada rangkaian *driver relay*.

✓ **Perancangan ADC**

Perancangan rangkaian ADC dalam tugas akhir ini memakai ADC 0804 produksi *National Semiconductor*. Gambar 3.13 adalah gambar rangkain ADC yang dirancang :



Gambar 3.13 Rangkaian ADC^[15]

ADC tipe ini memakai metode pendekatan berturut-turut (Successive Aproximation) untuk mengkonversi masukan analog (0 – 5,02 Volt DC) menjadi data digital 8-bit. Pada gambar 3.13

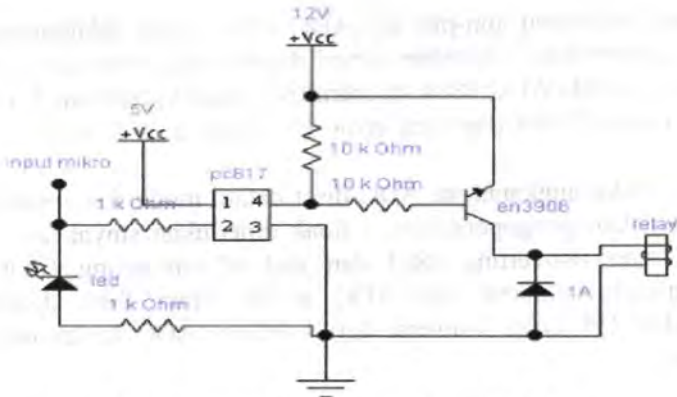
terdapat hubungan pin-pin IC ADC 0804 yang dihubungkan dalam pemenuhan kebutuhan sinyal digital untuk masukan pada PPI 8255. Pada ADC 0804 ini memiliki input V_{cc} sebesar 5 Volt DC, resolusi 8-bit dan total error $\pm \frac{1}{4}$ LSB, $\pm \frac{1}{2}$ LSB, dan ± 1 LSB.

Pada rangkaian ini ADC diset dalam mode free-running, artinya dalam pengoperasiannya tidak diperlukan sinyal kontrol seperti start converting (SC) dan end of converting (EOC). Dikarenakan keluaran dari ADC adalah biner 8-bit dengan desimal 0-255 maka konversi dari keluaran ADC ke tegangan adalah :

$$V_{out} = \frac{\text{Data desimal} * V_{ref}}{256} \dots\dots\dots(3.1)$$

✓ Rangkaian Driver Relay

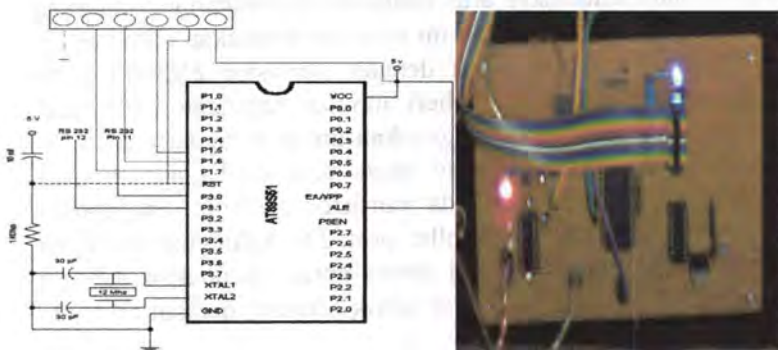
Fungsi utama dari driver relay ini adalah sebagai pengaktif relay yang selanjutnya relay tersebut mengaktifkan device selanjutnya. Pada driver relay ini digunakan transistor 2N3906 type PNP yang berfungsi sebagai transistor switching, pada kaki emitter diberi masukan tegangan sebesar 5V sehingga ketika transistor tersebut aktif maka tegangan 5V akan keluar dari kaki collector, transistor tersebut akan mengontak (*switching*) atau aktif dan meneruskan arus ketika diberi inputan ground pada kaki basisnya. Pada rangkaian ini juga menggunakan optocoupler PC817 yang fungsinya sama dengan transistor 2N3906 yaitu sebagai switching, IC ini diberi inputan tegangan pada kaki *collector* sebesar 12V yang digunakan untuk mengaktifkan relay 12 volt. Seluruh rangkaian ini akan aktif ketika ada inputan ground yang menuju basis pada transistor 2N3906, dan inputan ini diberikan dari mikrokontroller port 2.0. Sehingga rangkaian seperti pada gambar 3.14 ini aman untuk digunakan sebagai pengendali on-off untuk kompor listrik (*heater*) dengan arus AC (bolak-balik).



Gambar 3.14 Rangkaian Driver Relay

✓ **Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Kontroller**

Dalam perancangan lokal kontrol ini diperlukan suatu rangkaian minimum sistem AT89S51 yang berfungsi sebagai gerbang pengidentifikasi data yang masuk maupun yang keluar melewati minimum sistem ini. Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 port parallel yakni port 0, port 1, port 2, dan port 3, keempat port tersebut bisa dipakai sebagai *port parallel* dengan 8 bit saluran data, atau digunakan sebagai *bit adressed* (Satu pin saluran dipakai sebagai pin masukan tersendiri).



Gambar 3.15 Minimum Sistem AT89S51 [11]

Sebagai pengendali yang utama dari *Local Control Unit (LCU) Pressure* digunakan minimum sistem mikrokontroler AT89S51, minimum sistem mikrokontroler AT89S51 didukung oleh unit memori dinamik (*RAM*) berkapasitas 128 *byte* yang dipakai sebagai memori dari program.

Sistem mikrokontroler AT89S51 ini membutuhkan sumber frekuensi yang didapat dari sebuah rangkaian penguat osilator pembalik (*inverting oscillator amplifier*) yang tersusun dari sebuah Cristal dengan frekuensi 11.985 MHz dan tiga buah kapasitor keramik sebesar 30pF, 10 pF, dan 0,1 mF yang dihubungkan pada kaki-kaki XTAL1 dan XTAL2 (kaki nomor 18 dan 19).

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 buah port paralel dengan lebar data 8 bit, terdiri dari port 0, port 1, port 2, dan port 3 yang berfungsi sebagai port masukan atau keluaran. Pada sistem tugas akhir penulis ini mikrokontroler mendapatkan *inputan* (masukan) dari rangkaian sensor *pressure gauge* dan memberi keluaran pada tampilan pada LCD. Port pada mikrokontroler yang digunakan sebagai port *input* adalah port 1.0 dan port 1.1, yang berfungsi sebagai port *output* (keluaran) adalah port 1.3 dan port 1.4. Disamping port masukan dan keluaran, perlu dipasang input reset untuk sistem mikrokontroler pada kaki nomor 9 dengan menambahkan rangkaian komponen resistor sebesar 1 Kilo ohm dan kapasitor elektrolit sebesar 10 mF.

✓ **Display LCD (*Liquid Crystal Display*)**

LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (*CGROM - Character Generator ROM*) dan memori sementara (*RAM*) yang bisa digunakan bila memerlukan karakter khusus (berkapasitas 8 karakter).

RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD. Pin untuk LCD sendiri adalah pin pengisian data agar data dapat diterima dan diolah melalui

Mikrokontroller ke LCD. Sebelum data dibaca oleh LCD maka data diisi oleh RS.

Tabel 3.2 Tabel Fungsi Pin LCD^[15]

Sinyal	Input/Output	Fungsi
DB ₀ - DB ₇	Input/Output	Data
E	Input	Sinyal operasi
R/W	Input	Sinyal seleksi <i>Read and Write</i> 0 : <i>Write</i> 1 : <i>Read</i>
RS	Input	Sinyal seleksi Register 0 : Register instruksi 1 : Register data
V _{LC}	-	Pengaturan contrast
V _{DD}	-	+5V
V _{SS}	-	Ground

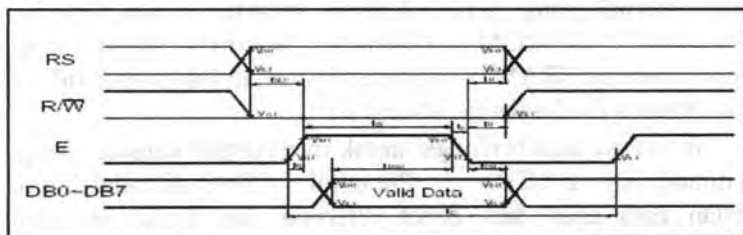
Pin-pin yang digunakan untuk kontrol LCD adalah :

1. RS : Pin 2.0
2. E : Pin 2.1
3. RS : Pin 2.0
4. E : Pin 2.1

Operasi *Write* adalah waktu penulisan data pada saat data dimasukkan ke LCD.

- Operasi *Write*

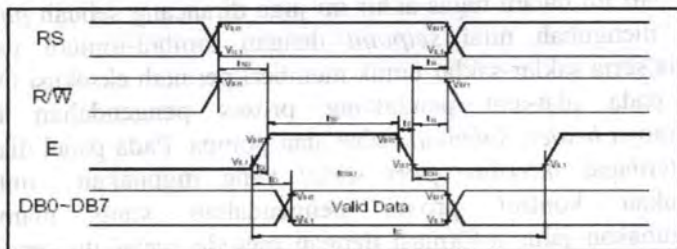
Pada Gambar 3.16 dapat dilihat diagram pada waktu pengisian data ke *Microcontroller*.



Gambar 3.16 Timing Diagram Data Write^[15]

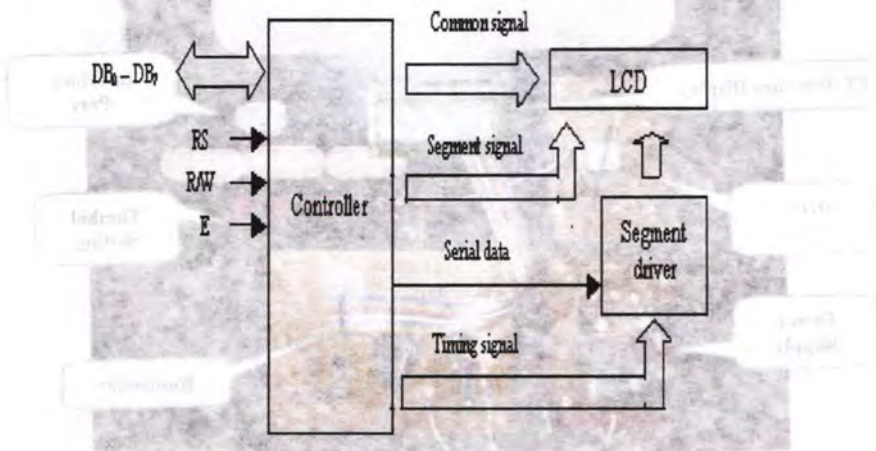
- Operasi Read

Sedangkan Operasi read adalah pembacaan pada saat data masuk ke dalam LCD



Gambar 3.17 Timing Diagram Data Read^[15]

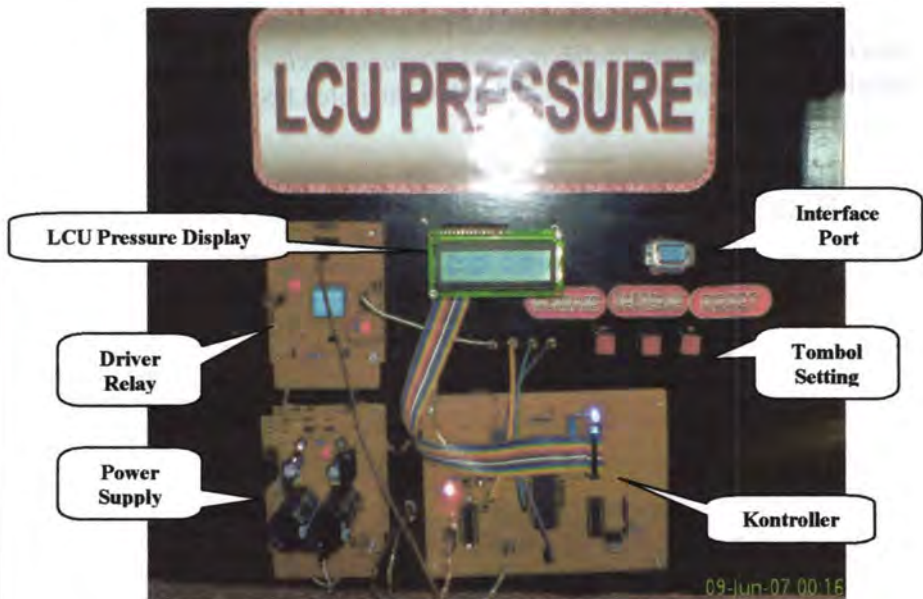
Pin untuk LCD sendiri adalah pin pengisian data agar data dapat diterima dan diolah melalui *Microcontroller* ke LCD. Sebelum data dibaca oleh LCD maka data diisi oleh RS.



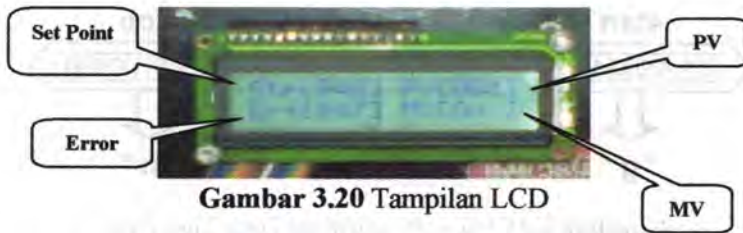
Gambar 3.18 Diagram blok LCD

➤ Local Panel

Dalam suatu *local control unit* yang ada pada industri, terdapat suatu *panel* untuk merubah parameter-parameter loop pengendalian, salah satunya adalah untuk mengubah *set point*. Maka dari itu dalam tugas akhir ini juga dirancang sebuah *panel* untuk mengubah nilai *setpoint* dengan tombol-tombol yang tersedia serta saklar-saklar untuk memberi perintah eksekusi ON-OFF pada alat-alat pendukung proses pengendalian ini, diantaranya *heater*, *solenoid valve*, dan pompa. Pada panel disini juga terdapat *interface port serial* yang digunakan untuk melakukan kontrol proses pengendalian yang mampu menggunakan jalur informasi dengan metode *serial* itu sendiri. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.19 dan gambar 3.20.



Gambar 3.19 Panel LCU Secara Umum



Gambar 3.20 Tampilan LCD

Panel ini terdiri dari LCD 2 x 16, tombol untuk mengubah *setpoint*, tombol *reset* rangkaian elektronika, MCB sebagai on / off panel secara keseluruhan, saklar dan indikator on / off panel

3.4 Metode Pengambilan Data pada LCU Pressure

Data - data yang diambil dari LCU Pressure adalah *set point* (SP), *proses variabel* (PV), *manipulated variabel* (MV), dan *error*. Dalam proses pengambilan data dari server ke LCU Pressure membutuhkan protokol komunikasi data. Protokol pengambilan data dari LCU level seperti tabel 3.3

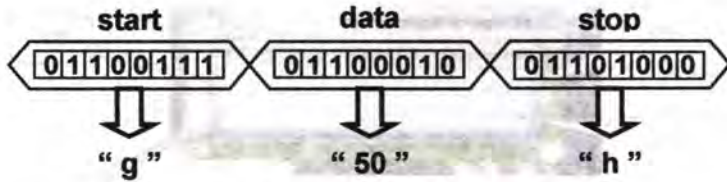
Tabel 3.3 Protokol Pengambilan Data LCU

Ambil data		
LCU Pressure	a	PV_Pressure
	b	SP_Pressure
	c	Error

Perintah pengambilan data diatas akan secara sequensial dikirim ke lcu level dimulai ketika *user* menekan tombol start pada tampilan utama server. Jadi server akan melakukan pengecekan perubahan nilai variabel-variabel proses.

➤ **Metode untuk mengganti perintah setpoint**

Untuk mengganti set point pada LCU protocolnya menggunakan dua kode IP. Kode IP pertama sebagai *start* data dan kode IP kedua sebagai stop data.



Gambar 3.21 Paket Pengiriman Data Tiap *Byte*

Dari gambar 3.21 mendeskripsikan algoritma pemrograman dalam memberikan perintah dalam mengganti set point. Pada awal memulai komunikasi dengan hardware komunikasi server akan mengirimkan perintah pemberitahuan pada *hardware* komunikasi untuk bersiap menerima data pergantian *set point*. Data selanjutnya yang dikirim adalah nilai dari set point yang kemudian ditutup dengan pengiriman karakter untuk memberitahu kepada *hardware* komunikasi untuk mengakhiri *session* pergantian *set point*.

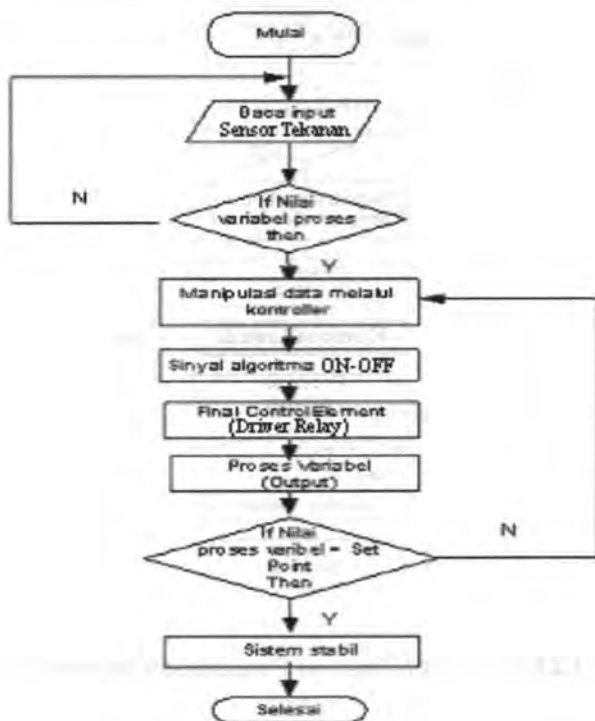
Setelah mengakhiri *session server* kembali melanjutkan pengiriman karakter untuk mengambil data proses dari LCU. Sebagai contoh berikut protokol perintah ganti *set point* Pada protokol di *server* akan dikirimkan kode IP terlebih dahulu yaitu "i" kemudian baru diikuti oleh data variabel *set point* baru dan diakhiri dengan kode IP stop pengiriman data.

Tabel 3.4 Protokol Perintah Ganti *Setpoint*

Perintah ganti SP		
LCU Pressure	g	Start data
	h	Stop data

3.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

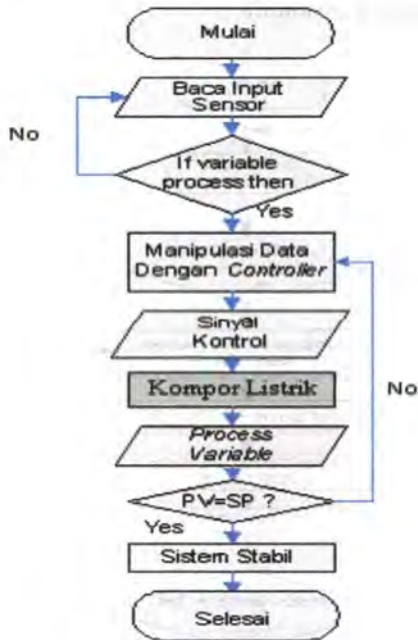
Perancangan *software* digunakan untuk mendukung kerja dari perangkat *hardware*. Perancangan *software* ini dibuat dengan menggunakan program *assembly*.



Gambar 3.22 Flowchart Sistem Pengendalian Tekanan

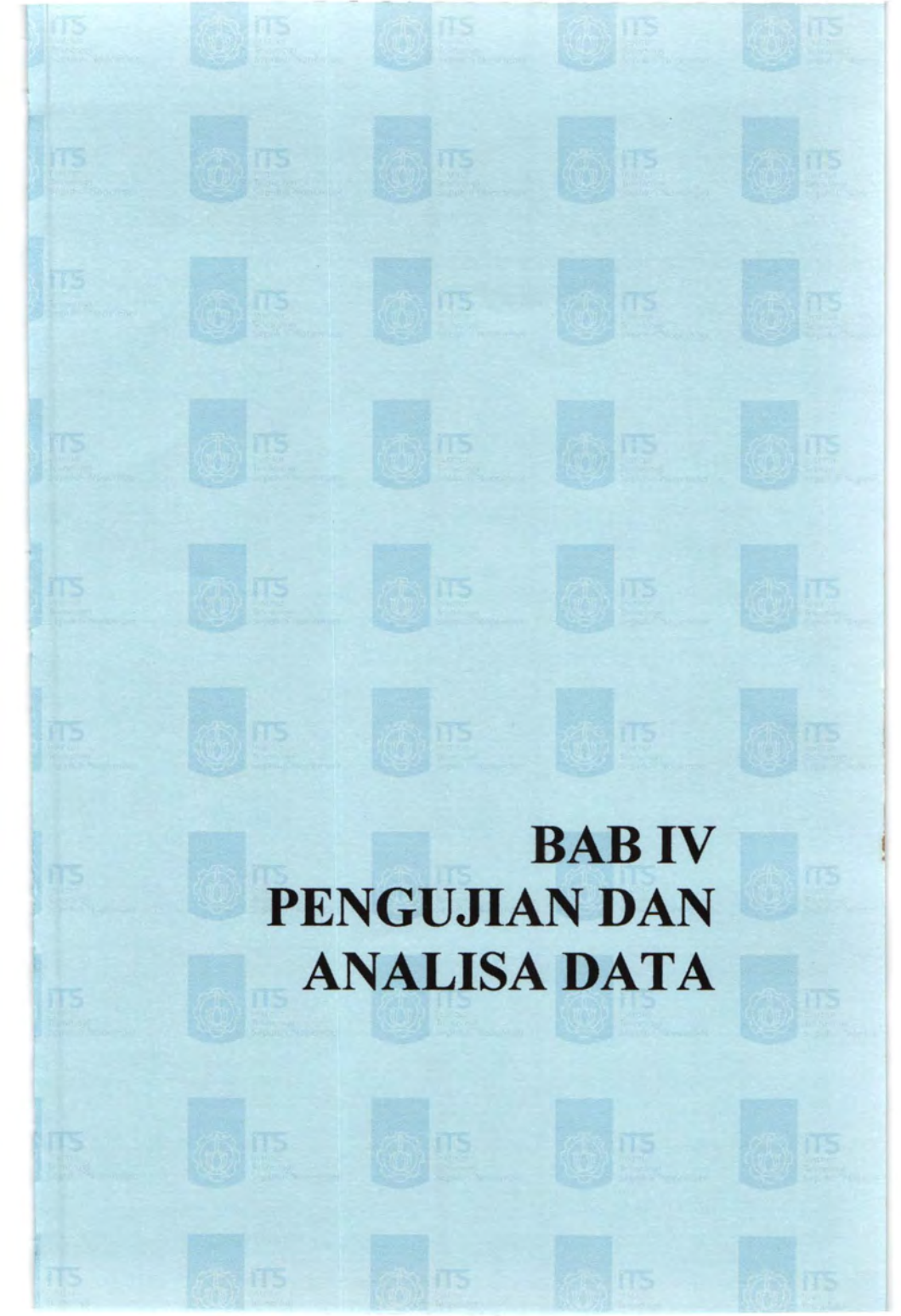
Pada saat kontroler diaktifkan maka aksi awal adalah pembacaan sensor dan dilanjutkan dengan perintah set point, setelah itu ditampilkan. Manipulasi data melalui kontroler dengan algoritma ON-OFF. Hasil manipulasi data kontroler ditransmisikan sebagai sinyal manipulasi *relay*. Jika nilai proses variabel sudah sesuai dengan set point maka sistem stabil dan jika

belum sinyal PV dikembalikan ke kontroler untuk dilakukan perhitungan kembali.



Gambar 3.23 Flowchart Program Penggantian Setpoint LCU dari Server

Pada flowchart diatas *controler* melakukan inialisasi komunikasi *serial*, kemudian diperiksa apakah ada *serial interrupt* atau tidak. Kemudian *controller* cek kode IP apakah sesuai atau tidak, jika sesuai maka nilai *set point* dari *server* diambil dan menjadi masukkan bagi LCU.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the letters 'ITS' and the full name of the institution in Indonesian: 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember'. The logos are arranged in a grid and are semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pada bab IV akan dibahas mengenai pengujian dan kalibrasi terhadap hardware yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis. Untuk pengujian statis meliputi pengujian terhadap sensor *pressure*, kemudian dilanjutkan pengujian terhadap pengkondisian sinyal yaitu rangkaian pembagi (*divider*), ADC, dan pembacaan *interface* melalui komunikasi. Setelah itu akan dilanjutkan dengan pengujian dinamik terhadap sistem untuk mendapatkan parameter kontrol kestabilan. Setelah melakukan pengujian statis dan pengujian dinamis akan didapatkan data pengukuran dan parameter kontrol kestabilan dan untuk mengetahui keakuratan kinerja alat maka akan dilakukan kalibrasi *hardware*.

Mekanisme kerja sistem pada alat sistem pengendalian *pressure* berbasis Mikrokontroler AT89S51, adalah didasarkan pada pengukuran sensor yang berada dalam *pressure gauge*. Dalam hal ini *pressure gauge* telah dimodifikasi dengan LDR dan led yang dihubungkan dengan rangkaian pembagi (*divider*). Keluaran dari sensor berupa tegangan yang kemudian masuk ke ADC untuk dikonversi. Setelah data dimasukkan ADC maka data yang telah dikonversi akan dilanjutkan ke mikrokontroler. Setelah data dari ADC dimasukkan ke mikrokontroler maka hasil pengukuran tersebut akan ditampilkan ke LCD berupa pengukuran digital dan memberikan perintah berupa eksekusi sistem pengendalian melalui rangkaian *driver relay*. Sistem pembuatan progresif kerja digambarkan desain algoritma dibawah ini:

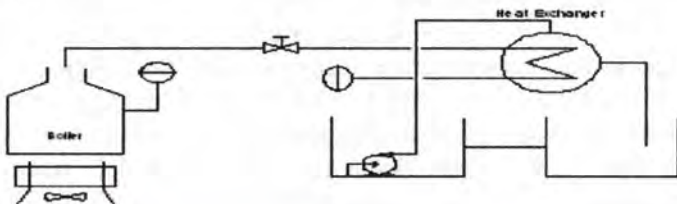
- Instalasi sensor, komponen *hardware*, memulai adanya akuisisi data.
- Sensor dikoneksikan ke tangki sebagai sumber tekanan.
- Sensor *pressure gauge* menerima tekanan dari perubahan level didalam tangki.

- *Signal Conditioning* yaitu rangkaian pembagi (*divider*) mengkondisikan pengukuran sinyal untuk pengukuran minimum dan pengukuran maksimum tekanan (*pressure*) ke dalam satuan tegangan listrik.
- ADC mengkonversi data sinyal analog pengukuran menjadi data sinyal digital 0 – 255 bit
- Mikrokontroler membaca sinyal ADC 0-255 untuk dimasukkan ke LCD dan rangkaian *driver relay*.
- LCD menampilkan hasil pengukuran .
- Rangkaian *driver relay* menerima data dari mikrokontroler dan melakukan eksekusi pada sistem pengendalian.

4.1 Pengujian Alat

4.1.1 Pengujian Plant Sistem Pengendalian Pressure

Sebelum dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat, maka harus terlebih dahulu dilakukan pengujian pada tiap komponen pada *miniplant* yang terlibat pada *Local Pressure Control*.



Gambar 4.1 Gambar *Loop Pengendalian Pressure*

Adapun komponen – komponen pada *miniplant* sistem pengendalian variabel tekanan (*pressure*) dan suhu (*temperature*) Workshop Instrumentasi adalah sbagai berikut:

✓ **Tangki Tekanan**

- Tangki tertutup (*pressurised*)
- REFRIGERANT 134a
- C.A.S.No.811.97.2.011.s
- NET Weight (13,6 kg)

✓ **Tangki Air**

- Tangki terbuka
- Diameter = 30 cm
- Tinggi = 48,5 cm

✓ **Tangki *Heat Exchanger***

- Tangki terbuka
- Diameter = 5 inche
- Tinggi = 45 cm

✓ **Kompur Listrik (*Heater*)**

- MASPION Electronic Stove
- *Power Cable* = H03VVH2-F (2 x 0,5 mm²)
- AC 220V – 240V 50 Hz
- 300 Watt – 600 Watt

✓ ***Solenoid Valve***

- KEYGEN VALVE
- AC 220V – 240V 50 Hz

- *Normally Close*
- Pipa keluar-masuk = 5 inche
- ✓ **Pompa Air**
 - AQUILLA P950 Liquid Filter
 - AC 220V – 240V 50 Hz
 - 26 Watt – 30 Watt
 - Ketinggian maksimal = 1,5 meter
 - 1300 liter / jam
- ✓ **Pipa**
 - Pipa Besi = 0,5 inche
 - Pipa PVC = 0,25 inche
- ✓ **Relay**
 - GEMRIN J2X 18F (4453)
 - 5A 240 VAC
 - 28 VDC DC 12V

4.1.2 Pengujian Hardware

✓ **Pengujian Sumber Tegangan**

Power Supply (sumber tegangan) yang digunakan pada perancangan *hardware* adalah DC 5 Volt dan DC 12 Volt. Penggunaan sumber tegangan DC 5 Volt adalah untuk rangkaian pembagi (*divider*), ADC, mikrokontroler AT89S51, dan rangkaian *driver relay*. Sedangkan sumber tegangan DC 12 Volt digunakan untuk pengaktifan *relay* sebagai eksekusi sistem pengendalian. Berikut ini adalah data pengujian catu daya 5 Volt dan 12 Volt:

Tabel 4.1 Tegangan *Power Supply* 5 Volt

No.	Perc. ke-	Tegangan 5 Volt			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	4.97	4.96	4.96	4.963
2	2	4.96	4.96	4.96	4.96
3	3	4.97	4.97	4.97	4.97
4	4	4.95	4.96	4.97	4.96
5	5	4.96	4.97	4.96	4.963
6	6	4.97	4.96	4.97	4.967
7	7	4.96	4.96	4.96	4.96
8	8	4.97	4.96	4.96	4.963
9	9	4.96	4.97	4.97	4.967
10	10	4.96	4.97	4.96	4.963

Dari data tersebut dapat dibuat grafik antar percobaan sebagai berikut:

**Gambar 4.2** Grafik Tegangan *Power Supply* 5 Volt

Dari data tersebut maka dapat dicari nilai deviasi percobaan yang dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Deviasi Tegangan *Power Supply* 5 Volt

No.	Perc. ke-	Deviasi			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	-0.007	0.003	0.003	-0.011
2	2	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0
4	4	0.01	0	-0.01	0.013
5	5	0.003	-0.007	0.003	0.009
6	6	-0.003	0.007	-0.003	-0.009
7	7	0	0	0	0
8	8	-0.007	0.003	0.003	-0.011
9	9	0.007	-0.003	-0.003	0.011
10	10	0.003	-0.007	0.003	0.009

Dari data tersebut dapat dibuat grafik deviasi antar percobaan sebagai berikut:



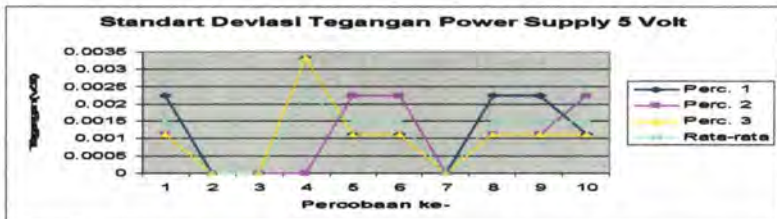
Gambar 4.3 Grafik Deviasi Tegangan *Power Supply* 5 Volt

Dari data tersebut dapat dicari nilai standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Standart Deviasi Tegangan *Power Supply* 5 Volt

No.	Perc. ke-	Standart Deviasi			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	0.002	0.001	0.001	0.001
2	2	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0
4	4	0.003	0	0.003	0.002
5	5	0.001	0.002	0.001	0.001
6	6	0.001	0.002	0.001	0.001
7	7	0	0	0	0
8	8	0.002	0.001	0.001	0.001
9	9	0.002	0.001	0.001	0.001
10	10	0.001	0.002	0.001	0.001

Dari data tersebut dapat dibuat grafik standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Standart Deviasi Tegangan *Power Supply* 5 Volt

Data yang diperoleh pada percobaan pengambilan data catu daya 12 Volt adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Tegangan *Power Supply* 12 Volt

No.	Perc. ke-	Tegangan 12 Volt			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	11.96	11.95	11.94	11.95
2	2	11.96	11.95	11.95	11.95
3	3	11.96	11.95	11.95	11.95
4	4	11.96	11.95	11.94	11.95
5	5	11.95	11.95	11.96	11.95
6	6	11.94	11.96	11.96	11.95
7	7	11.96	11.95	11.95	11.95
8	8	11.95	11.95	11.96	11.95
9	9	11.96	11.96	11.95	11.96
10	10	11.95	11.95	11.95	11.95

Dari data tersebut dapat dibuat grafik antar percobaan sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Tegangan *Power Supply* 12 Volt

Dari data tersebut dapat dicari nilai deviasi antar percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Deviasi Tegangan *Power Supply* 12 Volt

No.	Perc. ke-	Deviasi			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	-0.01	0	0.01	-0.013
2	2	-0.007	0.003	0.003	-0.011
3	3	-0.007	0.003	0.003	-0.011
4	4	-0.01	0	0.01	-0.013
5	5	0.003	0.003	-0.007	0.002
6	6	0.013	-0.007	-0.007	0.022
7	7	-0.007	0.003	0.003	-0.011
8	8	0.003	0.003	-0.007	0.002
9	9	-0.003	-0.003	0.007	-0.002
10	10	0	0	0	0

Dari data tersebut dapat dibuat grafik deviasi antar percobaan sebagai berikut:



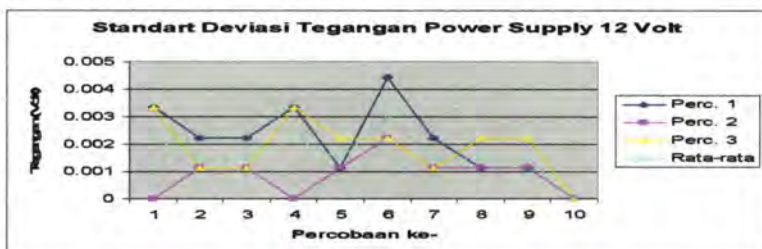
Gambar 4.6 Grafik Deviasi Tegangan *Power Supply* 12 Volt

Dari data tersebut dapat dicari nilai standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Standart Deviasi Tegangan *Power Supply* 12 Volt

No.	Perc. ke-	Standart Deviasi			Rata
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
1	1	0.003	0	0.003	0.002
2	2	0.002	0.001	0.001	0.001
3	3	0.002	0.001	0.001	0.001
4	4	0.003	0	0.003	0.002
5	5	0.001	0.001	0.002	0.001
6	6	0.004	0.002	0.002	0.003
7	7	0.002	0.001	0.001	0.001
8	8	0.001	0.001	0.002	0.001
9	9	0.001	0.001	0.002	0.001
10	10	0	0	0	0

Dari data tersebut dapat dibuat grafik standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Standart Deviasi Tegangan *Power Supply* 12 Volt

✓ Pengujian Sensor

Sensor tekanan (*pressure*) yang digunakan pada proses pengendalian ini adalah *pressure gauge* yang telah mengalami modifikasi dengan memberikan filamen gelap, LDR, dan LED. Pengujian pada rangkaian sensor adalah dengan menghalangi LED dan LDR yang berhadapan lurus dengan filamen gelap kemudian mengukur tegangan keluaran dari LDR yang masuk ke rangkaian *Analog to Digital Converter* (ADC).

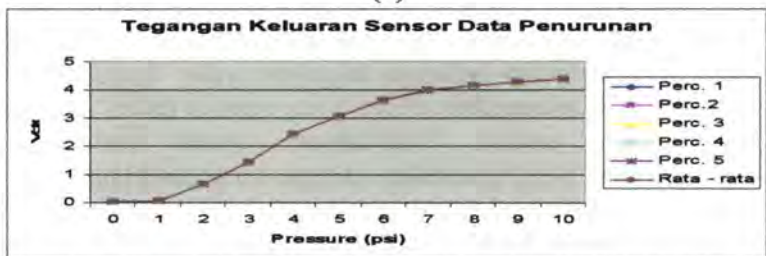
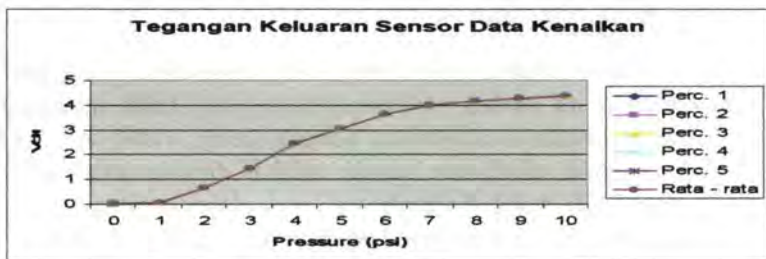
Tegangan keluaran sensor bisa berubah karena sumber cahaya yang sebelumnya diterima utuh oleh receiver dihambat oleh filament gelap sehingga tegangan yang diteruskan pun berbeda. LED merupakan *device* yang apabila dialiri arus akan mengeluarkan cahaya. Kaki-kakinya masih mengeluarkan tegangan yang jika dirangkai dengan komponen lain keluaran tegangannya bisa lebih kecil atau apabila dikuatkan dengan Op-Amp bisa lebih besar. Perubahan tegangan akibat masukan (penerusan cahaya dari sumber) yang diterima oleh LDR berbeda-beda, maka keluaran untuk dibaca oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) pun berbeda-beda. Berdasarkan pengujian nilai tekanan terhadap tegangan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.7 Tegangan Keluaran Sensor

No.	Pressure	Tegangan Keluaran Sensor										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5		Naik	Turun
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun		
1	0	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.028	0.022
2	1	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.058	0.054
3	2	0.65	0.66	0.66	0.65	0.65	0.66	0.65	0.66	0.65	0.65	0.652	0.656
4	3	1.43	1.43	1.43	1.44	1.44	1.43	1.43	1.43	1.44	1.43	1.434	1.432
5	4	2.43	2.43	2.43	2.44	2.44	2.43	2.43	2.43	2.43	2.44	2.432	2.434
6	5	3.05	3.06	3.05	3.05	3.06	3.06	3.05	3.05	3.06	3.06	3.054	3.056
7	6	3.62	3.62	3.62	3.63	3.62	3.63	3.63	3.63	3.62	3.62	3.622	3.626
8	7	3.99	3.98	3.99	3.99	3.98	3.99	3.98	3.99	3.99	3.99	3.986	3.988
9	8	4.17	4.16	4.16	4.17	4.17	4.16	4.17	4.16	4.17	4.17	4.168	4.164
10	9	4.29	4.28	4.28	4.29	4.28	4.29	4.28	4.29	4.28	4.28	4.282	4.286
11	10	4.38	4.37	4.37	4.37	4.38	4.37	4.38	4.38	4.37	4.38	4.376	4.374

Dari data tersebut dapat dibuat grafik antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:





Gambar 4.8 Grafik Tegangan Keluaran Sensor. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

Dari data tersebut dapat dicari nilai deviasi antar percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.8 Deviasi Tegangan Keluaran Sensor

No.	Pressure	Deviasi Tegangan Keluaran Sensor										Rata-rata		
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5				
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	
1	0	0.002	-0.002	0.002	0.008	-0.008	-0.002	0.002	-0.002	0.002	-0.002	-0.002	-0.002	0.002
2	1	0.002	-0.004	-0.008	0.006	0.002	-0.004	0.002	0.006	0.002	-0.004	-0.002	-0.002	0.003
3	2	-0.002	0.004	0.008	-0.006	-0.002	0.004	-0.002	0.004	-0.002	-0.006	-0.006	0.0016	0.005
4	3	-0.004	-0.002	-0.004	0.008	0.006	-0.002	-0.004	-0.002	0.006	-0.002	-0.005	-0.005	0.002
5	4	-0.002	-0.004	-0.002	0.006	0.008	-0.004	-0.002	-0.004	-0.002	0.006	0.0016	-0.005	0.005
6	5	-0.004	0.004	-0.004	-0.006	-0.006	0.004	-0.004	-0.006	-0.006	0.004	-0.019	-0.003	0.005
7	6	-0.002	-0.006	-0.002	0.004	-0.002	0.004	0.008	0.004	-0.002	-0.006	0.0016	0.005	0.005
8	7	0.004	-0.008	0.004	0.002	-0.006	0.002	-0.006	0.002	0.004	0.002	-0.003	-0.002	0.005
9	8	0.002	-0.004	-0.008	0.006	0.002	-0.004	0.002	-0.004	0.002	0.006	-0.002	-0.005	0.005
10	9	0.008	-0.006	-0.002	0.004	-0.002	0.004	-0.002	0.004	-0.002	-0.006	0.0016	0.005	0.005
11	10	0.004	-0.004	-0.006	-0.004	0.004	-0.004	0.004	0.006	-0.006	0.006	0.0048	-0.005	0.005

Dari data tersebut dapat dibuat grafik deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 4.9 Grafik Deviasi Tegangan Keluaran Sensor.

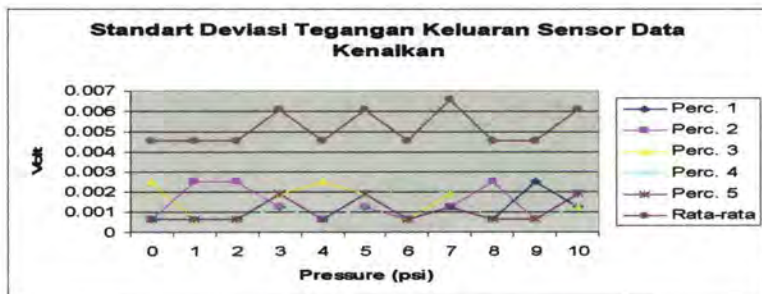
(a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan.

Dari data tersebut dapat dicari nilai standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:

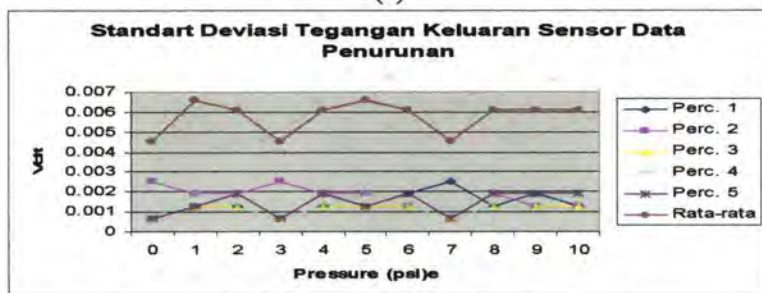
Tabel 4.9 Standart Deviasi Tegangan Keluaran Sensor

No.	Pressure	Standart Deviasi Tegangan Keluaran Sensor										Rata-rata		
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5		Naik	Turun	
1	0	0.0006	0.0006	0.0006	0.0025	0.0025	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0046	0.0046
2	1	0.0006	0.0013	0.0025	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0046	0.0061
3	2	0.0006	0.0013	0.0025	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0046	0.0061
4	3	0.0013	0.0006	0.0013	0.0025	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0019	0.0061	0.0046
5	4	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0025	0.0013	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0046	0.0061
6	5	0.0013	0.0013	0.0013	0.0019	0.0019	0.0013	0.0013	0.0019	0.0019	0.0013	0.0013	0.0061	0.0061
7	6	0.0006	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0013	0.0025	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0046	0.0061
8	7	0.0013	0.0025	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0006	0.0061	0.0046
9	8	0.0006	0.0013	0.0025	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0046	0.0061
10	9	0.0025	0.0019	0.0006	0.0013	0.0006	0.0013	0.0006	0.0013	0.0006	0.0019	0.0006	0.0046	0.0061
11	10	0.0013	0.0013	0.0019	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0019	0.0019	0.0006	0.0061	0.0061

Dari data tersebut dapat dibuat grafik standart deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 4.10 Grafik Standart Deviasi Tegangan Keluaran Sensor. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

Berdasarkan data yang diperoleh didapat $P = 0,435$ Volt/psi dengan $P =$ tekanan (psi).

✓ Pengujian ADC 0804

Tegangan referensi ADC 0804 adalah 2,54 Volt, sehingga tegangan maksimal 4,3 Volt. Pengujian ADC 0804 yaitu dengan memberikan data tegangan analog dari 0.02 Volt sampai tegangan maksimal 4,3 Volt. Tegangan analog yang diinputkan ke ADC 0804 dibandingkan dengan tegangan yang terbaca di LCD dengan persamaan :

$$V = (\text{data biner}/255) \times (4,3-0,02)V \dots\dots\dots(4.1)$$

Resolusi dari ADC 0804 ini adalah $1/2^8 \times (0,43-0,1) = 16$ mVolt/bit. Artinya setiap kenaikan 1 bit, tegangannya naik 16 mVolt.

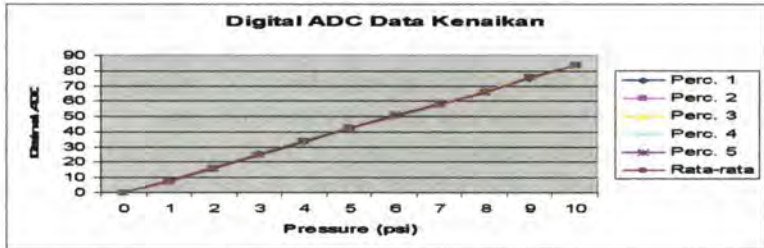
Cara pembacaan mikro oleh ADC adalah sebagai berikut; ADC memiliki memori RAM sendiri yang terkoneksi otomatis dengan RAM mikro. RAM ADC menyimpan data, sedemikian hingga bisa membaca program masukan dari mikrokontroler. RD atau read pada mikrokontroler dihubungkan dengan RD pada ADC, begitu pula WR. RD dan WR adalah sinyal control pengendali untuk konversi dan melakukan pengiriman data dari mikro ke ADC. Inputan dari hasil konversi data digita 8-bit ADC, di generate atau dibangkitkan oleh tegangan inputan pada +Vin pin ADC yang nantinya dikonversi oleh ADC dalam data digital - 8bit. Alur konversinya seperti yang tersebut di atas.

Pengujian rangkain *Analog to digital converter* (ADC) ini dilakukan dengan memberikan sinyal inputan pada ADC berupa tegangan analog DC mulai dari 0,02 volt sampai dengan 4,3 volt, kemudian dilakukan pengamatan hasil konversi dengan bantuan software untuk mendapatkan informasi yang diperlukan. Selanjutnya hasil pengukuran dan pengkonversian dari perangkat lunak dibandingkan dengan harga sebenarnya (sinyal inputan). Data diambil 11 sample dan pengujian dilakukan 5 kali secara data kenaikan dan data penurunan sehingga diperoleh 110 buah data. Pengambilan data ini digunakan untuk membuktikan apakah respon dari *Analog to digital converter* (ADC) adalah linier sesuai dengan *data sheet* dari *Analog to digital converter* (ADC). Data yang diperoleh dari percobaan adalah sebagai berikut:

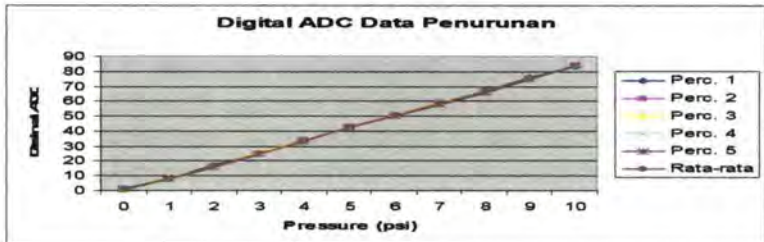
Tabel 4.10 Digital ADC

No.	Pressure	Digital ADC										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5		Naik	Turun
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun		
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.4
2	1	8	8	7	8	8	9	8	7	8	8	7.8	8
3	2	16	17	16	16	17	16	16	18	16	16	16.2	16.2
4	3	25	25	25	24	25	26	26	25	25	25	25.2	25
5	4	33	33	34	34	34	33	34	33	34	33	33.6	33.2
6	5	42	43	43	43	42	43	42	43	42	43	42.2	43
7	6	50	51	50	50	50	51	50	50	51	50	50.2	50.4
8	7	58	59	59	59	58	59	58	58	58	58	58.2	58.6
9	8	67	67	66	67	67	67	66	67	66	66	66.4	66.8
10	9	75	76	76	75	76	75	75	76	75	75	75.6	75.2
11	10	84	83	84	84	83	84	84	83	84	84	83.6	83.6

Dari data tersebut dapat dibuat grafik antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



(a)



(b)

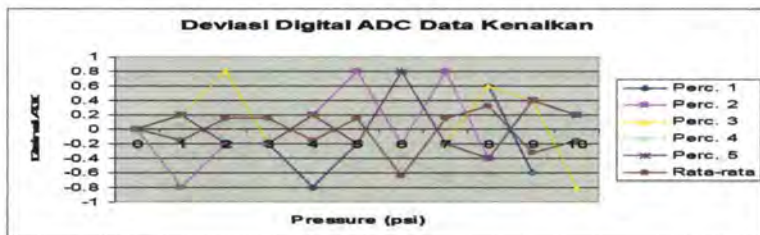
Gambar 4.11 Grafik Digital ADC. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

Dari data tersebut dapat dicari nilai deviasi antar percobaan sebagai berikut:

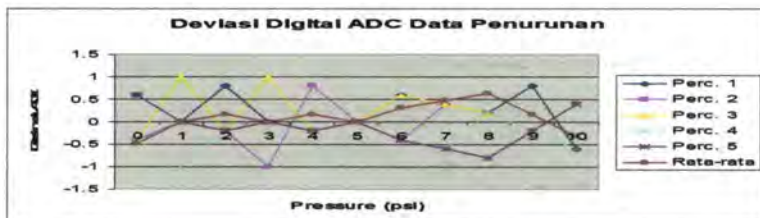
Tabel 4.11 Deviasi Digital ADC

No.	Pressure	Deviasi Digital ADC										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5		Naik	Turun
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun		
1	0	0	0.6	0	-0.4	0	-0.4	0	-0.4	0	0.6	0	-0.48
2	1	0.2	0	-0.6	0	0.2	1	0.2	-1	0.2	0	-0.16	0
3	2	-0.2	0.8	-0.2	-0.2	0.8	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.16	0.16
4	3	-0.2	0	-0.2	-1	-0.2	1	0.8	0	-0.2	0	0.16	0
5	4	-0.8	-0.2	0.2	0.8	0.2	-0.2	0.2	-0.2	0.2	-0.2	-0.16	0.16
6	5	-0.2	0	0.8	0	-0.2	0	-0.2	0	-0.2	0	0.16	0
7	6	-0.2	0.6	-0.2	-0.4	-0.2	0.6	-0.2	-0.4	0.8	-0.4	-0.64	0.32
8	7	-0.2	0.4	0.6	0.4	-0.2	0.4	-0.2	-0.6	-0.2	-0.6	0.16	0.48
9	8	0.6	0.2	-0.4	0.2	0.6	0.2	-0.4	0.2	-0.4	-0.8	0.32	0.64
10	9	-0.6	0.8	0.4	-0.2	0.4	-0.2	-0.6	-0.2	0.4	-0.2	-0.32	0.16
11	10	0.2	-0.6	0.2	0.4	-0.8	0.4	0.2	-0.6	0.2	0.4	-0.16	-0.32

Dari data tersebut dapat dibuat grafik deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



(a)



(b)

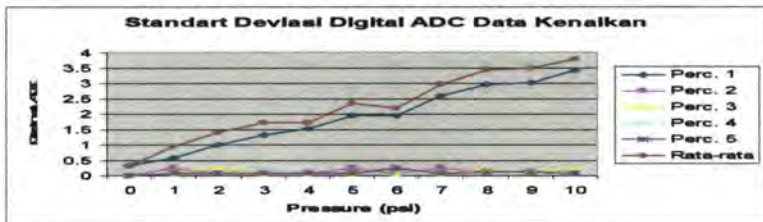
Gambar 4.12 Grafik Deviasi Digital ADC. (a) Data Kenaikan.
(b) Data Penurunan

Dari data tersebut dapat dicari nilai standart deviasi antar percobaan sebagai berikut:

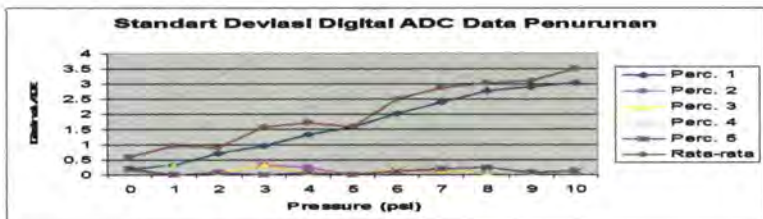
Tabel 4.12 Standart Deviasi Digital ADC

No.	Pressure	Standart Deviasi Digital ADC										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5			
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
1	0	0.316	0.19	0	0.126	0	0.126	0	0.126	0	0.19	0.316	0.607
2	1	0.569	0.316	0.253	0	0.063	0.316	0.063	0.316	0.063	0	0.961	0.949
3	2	1.012	0.696	0.063	0.063	0.253	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	1.404	0.898
4	3	1.328	0.949	0.063	0.316	0.063	0.316	0.253	0	0.063	0	1.72	1.581
5	4	1.518	1.328	0.063	0.253	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	1.72	1.72
6	5	1.961	1.581	0.253	0	0.063	0	0.063	0	0.063	0	2.353	1.581
7	6	1.961	2.024	0.063	0.126	0.063	0.19	0.063	0.126	0.253	0.126	2.201	2.492
8	7	2.593	2.403	0.253	0.126	0.063	0.126	0.063	0.19	0.063	0.19	2.985	2.884
9	8	2.973	2.783	0.126	0.063	0.19	0.063	0.126	0.063	0.126	0.253	3.441	3.023
10	9	3.036	2.909	0.126	0.063	0.126	0.063	0.19	0.063	0.126	0.063	3.504	3.112
11	10	3.415	3.036	0.063	0.126	0.253	0.126	0.063	0.19	0.063	0.126	3.807	3.504

Dari data tersebut dapat dibuat grafik standart deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 4.13 Grafik Standart Deviasi Digital ADC. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

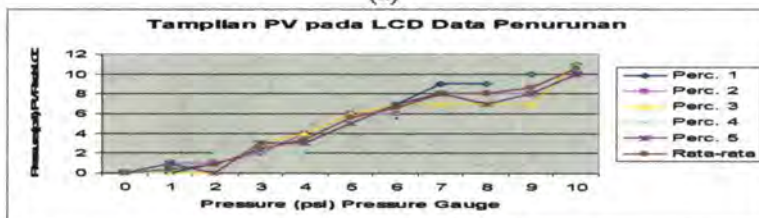
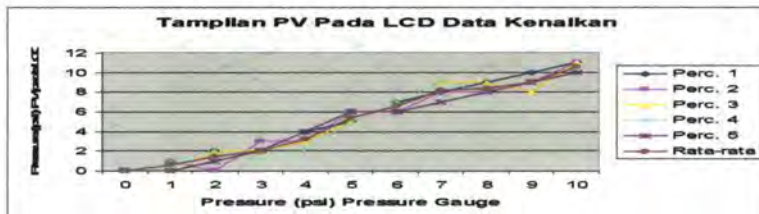
✓ **Pengujian Validasi Local Control Unit (LCU) Pressure**

Uji validasi *Local Control Unit (LCU) Pressure* dilakukan dengan membandingkan data hasil pengontrolan yang terlihat pada tampilan LCD pada panelboard dengan data tekanan pada *pressure gauge* di tangki yang sebenarnya. Data yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Tampilan PV Pada LCD

No.	Pressure	Tampilan PV Pada LCD										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5		Naik	Turun
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0,6	0,4
3	2	2	1	0	1	2	0	2	2	1	0	1,4	0,8
4	3	2	2	3	2	2	3	1	2	2	3	2	2,4
5	4	4	4	3	4	3	4	2	2	4	3	3,2	3,4
6	5	5	6	6	6	5	6	5	5	6	5	5,4	5,6
7	6	7	7	6	6	7	7	7	6	6	7	6,6	6,6
8	7	8	9	8	8	9	7	9	8	7	8	8,2	8
9	8	9	9	8	8	9	7	8	9	8	7	8,4	8
10	9	10	10	9	8	8	7	9	10	9	8	9	8,6
11	10	11	11	11	10	11	11	10	11	10	10	10,6	10,6

Dari data tersebut dapat dibuat grafik antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



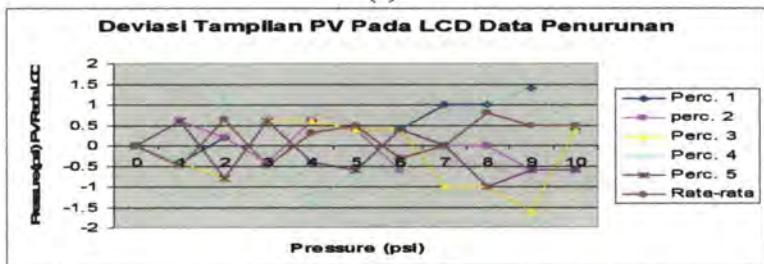
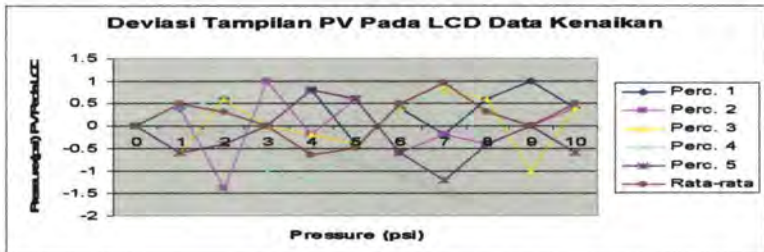
Gambar 4.14 Grafik Tampilan PV Pada LCD. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

Dari data tersebut dapat dicari nilai deviasi antar percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.14 Deviasi Tampilan PV Pada LCD

No	Pressure	Deviasi Tampilan PV Pada LCD										Rata-rata			
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5					
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0.4	-0.4	0.4	0.6	-0.6	-0.4	0.4	-0.4	-0.6	0.6	0.48	-0.48		
3	2	0.6	0.2	-1.4	0.2	0.6	-0.8	0.6	1.2	-0.4	-0.8	0.32	0.64		
4	3	0	-0.4	1	-0.4	0	0.6	-1	-0.4	0	0.6	0	-0.48		
5	4	0.8	0.6	-0.2	0.6	-0.2	0.6	-1.2	-1.4	0.8	-0.4	-0.64	0.32		
6	5	-0.4	0.4	0.6	0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.6	0.6	-0.6	-0.48	0.48		
7	6	0.4	0.4	-0.6	-0.6	0.4	0.4	0.4	-0.6	-0.6	0.4	0.48	-0.32		
8	7	-0.2	1	-0.2	0	0.8	-1	0.8	0	-1.2	0	0.96	0		
9	8	0.6	1	-0.4	0	0.6	-1	-0.4	1	-0.4	-1	0.32	0.8		
10	9	1	1.4	0	-0.6	-1	-1.6	0	1.4	0	-0.6	0	0.48		
11	10	0.4	0.4	0.4	-0.6	0.4	0.4	-0.6	0.4	-0.6	-0.6	0.48	0.48		

Dari data tersebut dapat dibuat grafik deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



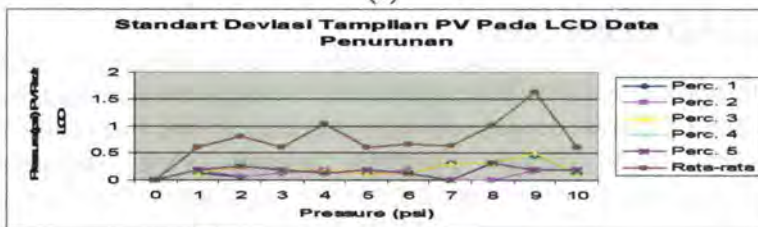
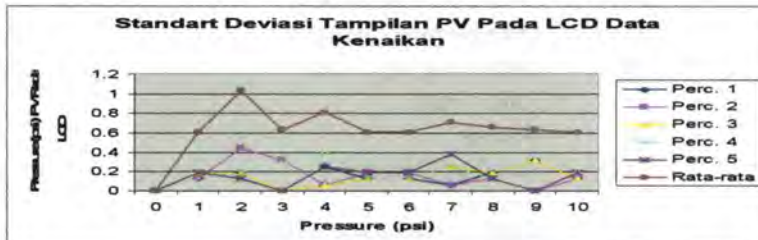
Gambar 4.15 Grafik Deviasi Tampilan PV Pada LCD. (a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

Dari data tersebut dapat dicari nilai standart deviasi sebagai berikut:

Tabel 4.15 Standart Deviasi Tampilan PV Pada LCD

No.	Pressure	Standart Deviasi Tampilan PV Pada LCD										Rata-rata	
		Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5			
		Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0.126	0.126	0.126	0.19	0.19	0.126	0.126	0.126	0.19	0.19	0.607	0.607
3	2	0.19	0.063	0.443	0.063	0.19	0.253	0.19	0.379	0.126	0.253	1.037	0.81
4	3	0	0.126	0.316	0.126	0	0.19	0.316	0.126	0	0.19	0.632	0.607
5	4	0.253	0.19	0.063	0.19	0.063	0.19	0.379	0.443	0.253	0.126	0.81	1.037
6	5	0.126	0.126	0.19	0.126	0.126	0.126	0.126	0.19	0.19	0.19	0.607	0.607
7	6	0.126	0.126	0.19	0.19	0.126	0.126	0.126	0.19	0.19	0.126	0.607	0.658
8	7	0.063	0.316	0.063	0	0.253	0.316	0.253	0	0.379	0	0.708	0.632
9	8	0.19	0.316	0.126	0	0.19	0.316	0.126	0.316	0.126	0.316	0.658	1.012
10	9	0.316	0.443	0	0.19	0.316	0.606	0	0.443	0	0.19	0.632	1.619
11	10	0.126	0.126	0.126	0.19	0.126	0.126	0.19	0.126	0.19	0.19	0.607	0.607

Dari data tersebut dapat dibuat grafik standart deviasi antar percobaan data kenaikan dan data penurunan sebagai berikut:



Gambar 4.16 Grafik Standart Deviasi Tampilan PV Pada LCD.
(a) Data Kenaikan. (b) Data Penurunan

4.1.3 Perhitungan Data

Perhitungan dari hasil data yang diperoleh digunakan rumus untuk mencari nilai rata-rata, deviasi, dan standart deviasi dari hasil data tersebut. Untuk mencari nilai-nilai tersebut dari data yang diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rata-rata (} Y_n \text{)} \quad : \quad \frac{\sum X_n}{n} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\text{Deviasi (} D \text{)} \quad : \quad X_n - Y_n \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{Standart Deviasi (} STD \text{)} \quad : \quad [(X_n - Y_n)^2 / (n - 1)]^{1/2} \dots\dots(4.4)$$

$$\text{Sensitivitas} \quad : \quad X_2 - X_1 / Y_2 - Y_1 \dots\dots\dots(4.5)$$

- dimana: X_1 = Data yang diperoleh terbesar
 X_2 = Data yang diperoleh terkecil
 Y_1 = Data pembagi terbesar
 Y_2 = Data pembagi terkecil
 X_n = Data yang diperoleh
 Y_n = Rata - rata
 D = Deviasi
 STD = Standart Deviasi
 \sum = Jumlah
 n = Jumlah data yang diambil

4.1.4 Pengujian Sistem

Setelah dilakukan pengujian semua hardware maka dilakukan pengujian keseluruhan sistem dengan mengintegrasikan antara hardware dengan software yang telah dibuat. Pada software yang telah dibuat algoritma kontrol yang digunakan menggunakan mode kontrol ON-OFF yang telah diset didalam software terlebih dahulu. Mode kontrol ON-OFF itu sendiri memiliki perumusan sebagai berikut:

$$m = N1 \text{ jika } e < 0$$

$$m = N2 \text{ jika } e > 0 \dots\dots\dots(4.5)$$

dimana : $m = \text{manipulated variable}$

$N1 = \text{harga maksimum dari } m \text{ (ON)}$

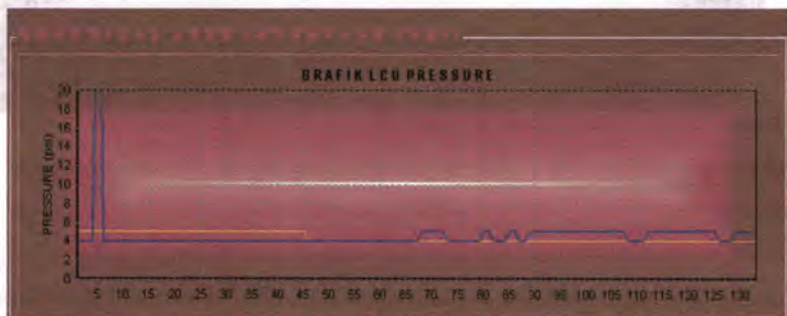
$N2 = \text{harga minimum dari } m \text{ (OFF)}$

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara pengujian *Tracking Setpoint*. Berikut ini adalah data hasil pengujian *Tracking Setpoint*:

➤ Uji Tracking Setpoint Jenis Ramp

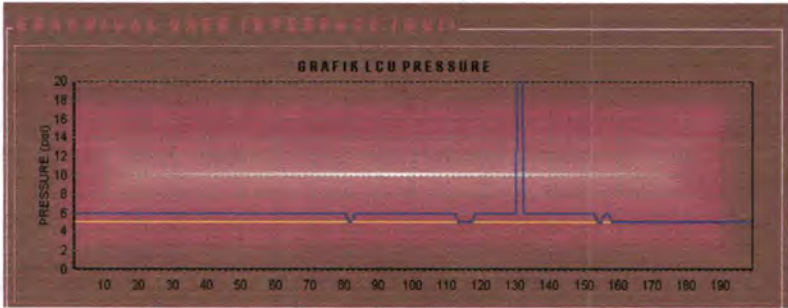
Pengujian *tracking setpoint* secara ramp ini berguna untuk mengetahui respon dinamik pada sistem yaitu kemampuan pengendali dalam mengatasi kondisi pada keadaan proses pengendalian yang diinginkan, hal ini dilakukan dengan cara memberikan pengujian pada system pengendalian dengan *setpoint* yang berbeda. Pada uji *tracking setpoint* secara ramp sebagai berikut setpoint diubah 3 kali yaitu dari setpoint 5 Psi setelah mencapai *offset* kemudian diubah ke setpoint 6 Psi dan saat mencapai keadaan *offset* lagi, *set point* diubah lagi ke *setpoint* 7 Psi.

✓ Uji Setpoint 5 Psi



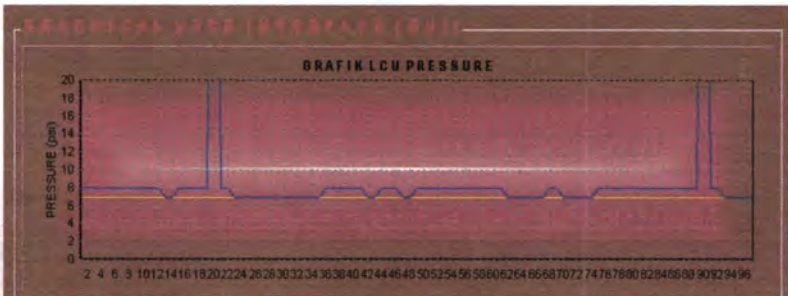
Gambar 4.17 Grafik Uji *Setpoint* Jenis Ramp 5 Psi pada *Workstation*

✓ Uji Setpoint 6 Psi



Gambar 4.18 Grafik Uji *Setpoint* Jenis Ramp 6 Psi pada *Workstation*

✓ Uji Setpoint 7 Psi



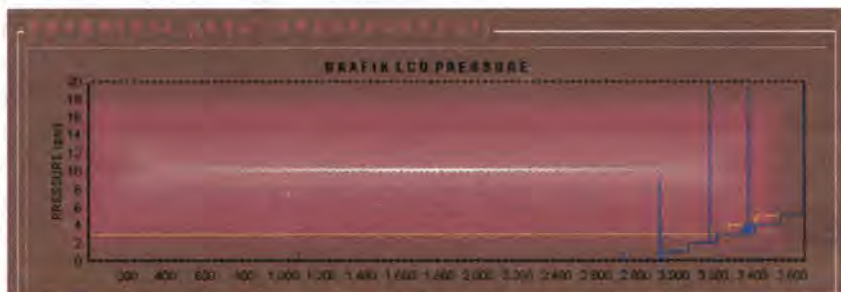
Gambar 4.19 Grafik Uji *Setpoint* Jenis Ramp 7 Psi pada *Workstation*

Pada hasil pengujian *tracking setpoint* secara *ramp* ini menunjukkan bahwa sistem yang telah dirancang mampu menunjukkan hasil yang baik, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.17, 4.18, dan 4.19 bahwa kondisi *setpoint* yang diinginkan mampu ditunjukkan pada tampilan *server workstation* yang telah

dibuat sehingga terbukti sistem pengendalian berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

➤ **Uji Tracking Setpoint Jenis Step**

Pengujian *tracking setpoint* secara ramp ini berguna untuk mengetahui respon dinamik pada sistem yaitu kemampuan pengendali dalam mengatasi kondisi pada saat diberikan gangguan internal berupa perubahan setpoint sehingga nantinya diharapkan apakah sistem dapat kembali ke keadaan kesetimbangan yang baru. Pada uji *Tracking Setpoint* sebagai berikut setpoint diubah 3 kali yaitu dari setpoint 3 (psi) setelah mencapai *offset* kemudian diubah ke setpoint 4 (psi) dan saat mencapai keadaan *offset* lagi, *set point* diubah lagi ke *setpoint* 5 (psi).



Gambar 4.20 Grafik Uji *Setpoint* Jenis *Step* pada *Workstation*

4.2 Analisa Data

Local Control Unit (LCU) Pressure pada rancangan *Distributed Control System (DCS)* disini merupakan suatu bagian dari sistem pengendalian proses yang menggunakan komponen-komponen pendukung seperti tangki tertutup (*pressurise*), kompor listrik (*heater*), indikator *level* air dalam tangki, dan sensor tekanan berupa *pressure gauge*. Proses yang dikendalikan berupa tekanan keluaran tangki tertutup dimana tingkat tekanan

disini diukur oleh *pressure gauge* yang telah dimodifikasi sebagai indikator tekanan sekaligus sensor tekanan sebagai inputan sinyal yang akan diolah pada rangkaian elektronika.

Pada proses pengendalian tekanan (*pressure*) disini digunakan mode pengendalian ON-OFF sebagai perhitungan algoritmanya. Perhitungan algoritma disini telah diset dalam kontroler yang terdapat pada LCU itu sendiri. Kinerja secara umum pada LCU *Pressure* ini meliputi masukan sinyal dari rangkaian sensor (*divider*) ke ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk diolah yang nantinya akan menjadi masukan bagi kontroler. Pada kontroler dilakukan perhitungan data yang diperoleh sesuai dengan perhitungan algoritma yang telah diberikan kemudian memberikan aksi pada rangkaian *driver relay* untuk mengeksekusi kompor listrik (*heater*).

Dari data yang diperoleh dan setelah dilakukan perhitungan maka hasil perancangan sensor tekanan menggunakan *pressure gauge* yang telah dimodifikasi sehingga perubahan sinyal mampu diolah oleh *controller* dan memiliki nilai sensitivitas sebesar 0,435 V/psi. Hal ini sangat didukung oleh kemampuan sensor yang dapat mengukur dengan linier. Akan tetapi sensor yang digunakan dapat melakukan pengukuran antara tekanan antara 0 – 10 psi. Hal ini dikarenakan diameter dari sensor (LDR) yang hanya mampu menangkap *range* perubahan sudut penghalang cahaya masukan antara 0 – 10 Psi pada indikator tekanan (*pressure gauge*). Kemampuan sensor disini memberikan perubahan tegangan keluaran antara 0,02 Volt – 0,43 Volt, sehingga resolusi dari ADC 0804 yang diolah dari rangkaian *divider* adalah 16 mVolt / bit, artinya setiap kenaikan 1 bit pada ADC maka tegangannya naik 16 mVolt. Dengan kata lain, diameter dari sensor (LDR) sangat berpengaruh pada hasil pengukuran itu sendiri.

Kontroler disini sebagai pengolah data masukan serta pemberi perintah eksekusi pada proses pengendalian ini juga memiliki tingkat ketepatan kerja, dimana hal tersebut merupakan suatu hal yang terpenting pada perancangan LCU ini. Hal ini

dapat dibuktikan dengan cara pengujian melalui uji *tracking setpoint* secara *step* dan *ramp*. Pada hasil pengujian menunjukkan kontroler pada LCU *pressure* ini yaitu Mikrokontroler AT89S51 ini mampu melakukan perintah dengan baik dari *local* maupun pada *server workstation*.

Pada perancangan proses pengendalian LCU *pressure* ini memiliki tingkat linearitas terbaik pada tekanan 3 – 8 Psi, hal ini dapat ditunjukkan oleh ketepatan hasil pengukuran secara keseluruhan yaitu pada indikator tekanan *pressure gauge* yang sesuai dengan hasil perhitungan sinyal sensor tekanan oleh kontroler. Untuk diluar *range* tersebut, pengolahan sinyal sensor tekanan tidak sesuai dengan indikator tekanan yang terdapat pada tangki.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo, which consists of a circular emblem with a book and a lamp, followed by the text 'ITS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER'.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- ✓ *Local Control Unit (LCU) Pressure* berbasis mikrokontroler AT89S51 sebagai kontroler dan *pressure gauge* sebagai sensor yang dirancang dengan mode pengendalian ON-OFF memiliki tingkat linearitas terbaik pada tekanan 3 – 8 Psi dan *range* pengukuran antara 0 – 10 Psi.
- ✓ Hasil perancangan sensor tekanan menggunakan *pressure gauge* yang telah dimodifikasi sehingga perubahan sinyal mampu diolah oleh *controller* dan memiliki nilai sensitivitas sebesar 0,435 V/psi.
- ✓ Pada uji sensitivitas ADC didapatkan nilai sensitivitas ADC sebesar 1,6 mV/desimal
- ✓ *Local Control Unit (LCU) Pressure* dapat diakses oleh sistem pengendalian terdistribusi. Pada *server workstation* dapat melakukan perubahan nilai *setpoint* yang diinginkan dan mampu melakukan monitoring proses pengendalian yang sedang berlangsung serta memberikan perintah eksekusi pengaktifan alat-alat pendukung proses pengendalian.

5.2. Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kelanjutan penelitian pada MiniPlant ini, antara lain :

- ✓ Dalam perancangan sistem pengendalian *pressre* pada *miniplant Workshop D3 Instrumentasi* ini menggunakan sensor tekanan berupa *Pressure Gauge* yang telah dimodifikasi, dengan menggunakan *Pressure Gauge* yang telah dimodifikasi sebagai sensor sinyal yang dihasilkan

tidak linier, maka untuk penelitian selanjutnya hendaknya menggunakan sensor yang lebih baik atau lebih linier sehingga dapat mencapai hasil yang maksimal. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang linier maka range yang dirancang disesuaikan dengan range yang dimiliki sensor.

- ✓ Dalam perancangan Lokal *Pressure* Kontrol pada *Miniplant* di *Workshop D3 Instrumentasi* pada *local control* hanya bisa merubah setingan *setpoint* saja, maka untuk penelitian selanjutnya hendaknya pada *local control* selain dapat merubah setingan *setpoint* juga dapat merubah setingan *Error* atau *Manipulated Variabel (MV)*.
- ✓ Perancangan *Distributed Control System (DCS)* dalam hal *transfer* informasi pada *workstation* hanya mampu dikoneksikan melalui kabel serial, maka pada perancangan selanjutnya diharapkan mampu melakukan koneksi data melalui *wireless connection* atau jaringan.



**DAFTAR
PUSTAKA**

DAFTAR PUSTAKA

1. Rifky Muhammad, *"Perancangan Distributed Control System (DCS) Miniplant Workshop Instrumentasi Pada Local Control Unit (LCU) Flow"*, Surabaya, 2006
2. Mahadewi Ratih. *"Perancangan Sistem Pengendalian Level 4 Buah Tangki Yang Kompleks Dan Nonlinier Dengan Menggunakan PID Kontroler"*, Jurusan Teknik Fisika, ITS, Surabaya, 2006
3. Kristian Adi Putra, *"Rancang Bangun Distributed Control system pada Miniplant Di Workshop Instrument"*, Jurusan Teknik Fisika, ITS, Surabaya, 2005
4. *"Modul Praktikum Pengendalian"*, D3 Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika.FTI-ITS. Surabaya, 2005
5. Industrial Automation Research Group, *"Distributed Control System (DCS) Basic"*, Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol – Departemen Teknik Fisika – ITB, 2004
6. Nazaruddin, Yul Yunazwin, *"Distributed Control Systems"*, Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol – Departemen Teknik Fisika – ITB, 1997
7. S K Singh, *"Industrial Instrumentation and Control"*, Tata McGraw-Hill, New Delhi, India, 2003
8. Terrence L. Blevins, Gregory K. McMillan, Willy K. Wojsznis, Michael W. Brown, *"Advanced Control Unleshed Plant Performance Management for Optimum Benefit"* ISA – The Instrumentation, Systems and Automation Society,

Amerika Serikat, 2003

9. Gunterus.F, "**Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses**", Elex Media Komputindo, Jakarta, 1994
10. Murrill, Paul W, "**Fundamentals of Process Control Theory**", Instrument society of America, 1991.
11. Eko Putra, Agfianto, "**Belajar Mikrokontroler AT89C51 / 52 / 55**" Gaya Media, 2002.
12. Ogata.Katsuhiko,"**Teknik Kontrol Automatik-Jilid I**", Erlangga. Indonesia.1997.
13. Curtis D. Johnson, "**Process Control Instrumentation Technology**" Fifth Edition, Prentice Hall, 1997.
14. Malvino, "**Prinsip – Prinsip Elektronika**", Erlangga.Jakarta, 1997.
15. Christanto, S.T. Pusporini, Kris, S.T, M.T, "**Panduan Dasar Mikrokontroler Keluarga MCS-51**", Innovative Eelectronic, Surabaya, 2004.
16. Zuhail, "**Dasar Tenaga Listrik**", ITB, Bandung, 1986
17. "**Modul Praktikum Elektronika**".2005,D3 Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika.FTI-ITS. Surabaya.
18. National Semiconductor, "**Natonal Data Acquisition Databook**", National Semiconductor, USA, 1996.
19. Christanto, S.T. Pusporini, Kris, S.T, M.T, "**Panduan Dasar Mikrokontroler Keluarga MCS-51**", Innovative Eelectronic, Surabaya, 2004.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A
DATA SPESIFIKASI ALAT

1. Tangki Tekanan

- Tangki tertutup (*pressurized*)
- REFRIGERANT 134a
- C.A.S.No.811.97.2.011.s
- NET Weight (13,6 kg)

2. Tangki Air

- Tangki terbuka
- Diameter = 30 cm
- Tinggi = 48,5 cm

3. Tangki *Heat Exchanger*

- Tangki terbuka
- Diameter = 5 inche
- Tinggi = 45 cm

4. Kompor Listrik (*Heater*)

- MASPION Electronic Stove
- *Power Cable* = H03VVH2-F (2 x 0,5 mm²)
- AC 220V – 240V 50 Hz
- 300 Watt – 600 Watt

5. *Solenoid Valve*

- KEYGEN VALVE
- AC 220V – 240V 50 Hz

- *Normally Close*
- Pipa keluar-masuk = 5 inche

6. Pompa Air

- AQUILLA P950 Liquid Filter
- AC 220V – 240V 50 Hz
- 26 Watt – 30 Watt
- Ketinggian maksimal = 1,5 meter
- 1300 liter / jam

7. Pipa

- Pipa Besi = 0,5 inche
- Pipa PVC = 0,25 inche

8. Relay

- GEMRIN J2X 18F (4453)
- 5A 240 VAC
- 28 VDC DC 12V

LAMPIRAN B INSTRUKSI MANUAL

HARDWARE

1. Berikan supply input tegangan 220 Volt AC (PLN) pada unit Power Supply melalui kabel yang terhubung pada Travo 3 Ampere.
2. Tekan tombol MCB ke posisi ON sehingga indikator lampu menyala.
3. Berikan *supply input* tegangan pada rangkaian *power supply* untuk rangkaian hardware melalui trafo 3 Ampere.
4. Berikan *supply input* pada kompor listrik (*heater*) dan posisikan pada keluaran daya 600 watt.
5. Pada sensor tekanan, hubungkan kabel output sensor ke *port* input ADC di hardware.
6. Tekan tombol reset pada *panel board* LCU *Pressure*.
7. Masukkan nilai *setpoint* yang diinginkan.
8. *Hardware* siap untuk dioperasikan.

LAMPIRAN C
LISTING PROGRAM

```
$mod51

;Konfigurasi Adc

Data_ADC      equ    70h

Rd_ADC        bit    P3.6
Wr_ADC        bit    P3.7

T_Start       bit    p1.0

H_PrB         equ    60h
H_rb          equ    61h
H_R           equ    62h
H_P           equ    63h
H_s           equ    64h

Stp           equ    65h
PV            equ    66h
Er            equ    67h

stp_R         equ    68h
stp_p         equ    69h
stp_s         equ    6ah

PV_R          equ    6bh
PV_p          equ    6ch
PV_s          equ    6dh

ER_R          equ    71h
ER_p          equ    72h
ER_s          equ    73h

Heater        bit    p2.4

s_inc         bit    p3.4
```

```

s_Dec      bit    p3.5
;
Kode_set   equ    6eh
D_As       equ    6fh

          ORG    0H
          jmp    Start

          Org    23h
          jmp    Serial_In

```

Start:

```

          MOV    SCON,#01010000B      ;Set Mode 1
          MOV    TMOD,#00100000B      ;Set Timer 8 bit
auto reload
          MOV    TH1,#0FDh           ;Baud Rate 9600 bps pada
kristal 11,0592 MHz
          mov    TCON,#01000000B
          SETB   TR1                 ;Start Timer 1
          Setb   EA
          Setb   ES
          CLR    RI                   ;Clear Receive Flag
          clr    ti

          MOV    R1,#03FH
          CALL   WRITE_INS
          MOV    R1,#0DH
          CALL   WRITE_INS
          MOV    R1,#06H
          CALL   WRITE_INS
          MOV    R1,#01H
          CALL   WRITE_INS
          MOV    R1,#0C0H
          CALL   WRITE_INS

```



```

                jmp    M_Start

WRITE_INS:     MOV    P0,R1
                CLR    P3.3
                CALL   DELCD
                SETB   P3.2
                CLR    P3.2
                CALL   DELCD
                RET

WRITE_DATA:    MOV    P0,R1
                SETB   P3.3
                CALL   DELCD
                SETB   P3.2
                CLR    P3.2
                CALL   DELCD
                RET

DELCD:         MOV    20H,#0FH
DELCD1:        MOV    19H,#0FH
                DJNZ   19H,$
                DJNZ   20H,DELCD1
                RET

DELCDX:        MOV    20H,#0F4H
DELCDY:        MOV    19H,#0FFH
                DJNZ   19H,$
                DJNZ   20H,DELCDY
                RET

BARISX:        MOV    R4,#16
                MOV    R1,#80H
                CALL   WRITE_INS
TULISX:        CLR    A
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    R1,A
                INC    DPTR
                CALL   WRITE_DATA
                CALL   DELCDX
                DJNZ   R4,TULISX
BARISY:        MOV    R4,#16

```

```

MOV R1,#0C0H
CALL WRITE_INS
TULISY: CLR A
MOV A,@A+DPTR
MOV R1,A
INC DPTR
CALL WRITE_DATA
CALL DELCDX
DJNZ R4,TULISY

CALL DELCD
DJNZ R3,BARISX
RET

```

M_start:

```

setb Heater
mov stp,#5
;
;
mov dptr,#data_ne
mov r3,#6
CALL barisx

loop_ukur: call baca_ADC
call konversi_ADC
Call Hitung_Tekanan
;
;
Call Kontrol_Prs
;
;
call tampil_data
;
;
jnb S_Inc,Inc_Stp
jnb S_Dec,Dec_Stp
;
;
Call Delay10ms
Call Delay10ms
Call Delay10ms
jmp loop_ukur

```

Inc_Stp:

```

jnb    S_inc,$
clr    c
mov    a,stp
subb   a,#100
jc     Masih_bawah_stp
nop
jmp    Loop_Ukur

```

Masih_bawah_stp:

```

clr    c
inc    Stp
jmp    Loop_Ukur

```

Dec_Stp:

```

jnb    S_Dec,$
clr    c
mov    a,Stp
jz     Nol_Stp
dec    Stp
jmp    Loop_Ukur

```

Nol_Stp:

```

nop
jmp    Loop_Ukur

```

Kontrol_Prs:

```

clr    c
mov    a,Stp
subb   a,Pv
jc     Negatif_Kondisi

```

;

Positif_Kondisi:

```

clr    c
mov    Er,a
clr    Heater
Call   Tampil_Eror_Plus
Call   Tampil_On
ret

```

Negatif_Kondisi:

```

clr    c
mov    a,PV
subb   a,Stp
mov    Er,a
setb   Heater
Call   Tampil_Error_Min
Call   Tampil_Off
ret

```

tampil_data:

```

mov    Dptr,#Karakter

Mov    R1,#84h
Call   Write_ins
Mov    a,Stp_r
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

Mov    R1,#85h
Call   Write_ins
Mov    a,Stp_p
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

Mov    R1,#86h
Call   Write_ins
Mov    a,Stp_s
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

Mov    R1,#8Ch
Call   Write_ins
Mov    a,PV_r
Movc   a,@a+Dptr

```

```

Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#8Dh
Call   Write_ins
Mov    a,PV_p
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#8Eh
Call   Write_ins
Mov    a,PV_s
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0cfh
Call   Write_ins

```

```
ret
```

Tampil_Eror_Plus:

```
Mov    Dptr,#Karakter
```

```

Mov    R1,#0C2h
Call   Write_ins
Mov    a,#19
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0C4h
Call   Write_ins
Mov    a,ER_r
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```



```

Mov    R1,#0C5h
Call   Write_ins
Mov    a,ER_p
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0C6h
Call   Write_ins
Mov    a,ER_s
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0cfh
Call   Write_ins
ret

```

Tampil_Eror_Min:

```

mov    Dptr,#Karakter

```

```

Mov    R1,#0C2h
Call   Write_ins
Mov    a,#20
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0C4h
Call   Write_ins
Mov    a,ER_r
Movc   a,@a+Dptr
Mov    R1,a
Call   Write_Data

```

```

Mov    R1,#0C5h
Call   Write_ins
Mov    a,ER_p

```

```

Movc  a,@a+Dptr
Mov   R1,a
Call  Write_Data

```

```

Mov   R1,#0C6h
Call  Write_ins
Mov   a,ER_s
Movc  a,@a+Dptr
Mov   R1,a
Call  Write_Data

```

```

Mov   R1,#0cfh
Call  Write_ins
ret

```

Tampil_ON:

```

mov   Dptr,#Karakter

```

```

Mov   R1,#0CCh
Call  Write_ins
Mov   a,#16
Movc  a,@a+Dptr
Mov   R1,a
Call  Write_Data

```

```

Mov   R1,#0CDh
Call  Write_ins
Mov   a,#17
Movc  a,@a+Dptr
Mov   R1,a
Call  Write_Data

```

```

Mov   R1,#0CEh
Call  Write_ins
Mov   a,#15
Movc  a,@a+Dptr
Mov   R1,a
Call  Write_Data

```



```
ret
```

```
Tampil_Off:
```

```
mov Dptr,#Karakter
```

```
Mov R1,#0CCh
```

```
Call Write_ins
```

```
Mov a,#16
```

```
Movc a,@a+Dptr
```

```
Mov R1,a
```

```
Call Write_Data
```

```
Mov R1,#0CDh
```

```
Call Write_ins
```

```
Mov a,#18
```

```
Movc a,@a+Dptr
```

```
Mov R1,a
```

```
Call Write_Data
```

```
Mov R1,#0CEh
```

```
Call Write_ins
```

```
Mov a,#18
```

```
Movc a,@a+Dptr
```

```
Mov R1,a
```

```
Call Write_Data
```

```
Mov R1,#0cfh
```

```
Call Write_ins
```

```
ret
```

```
konversi_ADC:
```

```
clr c
```

```
mov a,data_adc
```

```
mov PV,Data_adc
```

```
mov b,#100
```

```
div ab
```

```
mov PV_r,a
```

```

mov    a,b
mov    b,#10
div    ab
mov    PV_p,a
mov    PV_s,b

```

```

mov    a,Stp
mov    b,#100
div    ab
mov    Stp_r,a
mov    a,b
mov    b,#10
div    ab
mov    Stp_p,a
mov    Stp_s,b

```

```

mov    a,Er
mov    b,#100
div    ab
mov    ER_r,a
mov    a,b
mov    b,#10
div    ab
mov    ER_p,a
mov    ER_s,b
ret

```

```

Baca_ADC:  mov    P1,#0ffh
           clr    Wr_ADC
           nop
           setb  Wr_ADC
           nop
           nop
           clr   Rd_ADC
           Mov   Data_ADC,P1
           setb  Rd_ADC
           ret

```

;Hitung_Tekanan:

```

Mov    H_PrB,#0
Mov    H_Rb,#0
Mov    H_r,#0
Mov    H_p,#0
Mov    H_s,#0

```

;Persamaan $0.10 * (\text{Digit})$

;Perkalian $(10 * D)/100$

```

mov    a,Data_Adc
jz     Zero_Data
;
Mov    r6,Data_Adc

```

Loop_Kali_1:

```

mov    r7,#10
Loop_Kali_2:
inc    H_S
mov    a,H_s
cjne  a,#10,Not_10_K
mov    H_S,#0
inc    H_p
mov    a,H_p
cjne  a,#10,Not_10_K
mov    H_p,#0
inc    H_r
mov    a,H_r
cjne  a,#10,Not_10_K
mov    H_r,#0
inc    H_rb
mov    a,H_rb
cjne  a,#10,Not_10_K
mov    H_rb,#0
inc    H_PrB
mov    a,H_PrB

```



```

                cjne  a,#10,Not_10_K
                mov   H_Prbb,#0

Not_10_K:      nop
                djnz  R7,Loop_Kali_2
                djnz  r6,Loop_Kali_1

```

```

;-----
Zero_Data:    Mov    pv_r,#0
              Mov    pv_p,H_rb
              Mov    pv_s,H_r
;

```

```

                clr    c
                mov   a,pv_p
                mov   b,#10
                mul   ab
                add   a,pv_s
                mov   pV,a
                ret

```

```

delay10ms:   mov    R0,#0
d10msb:     mov    R1,#0
            djnz  R1,$
            djnz  R0,d10msb
            ret

```

```

;-----Serial Interrupt-----

```

```

Serial_In:
            CLR    EA
            JNB   RI,$
            CLR   RI
            MOV   A,SBUF

```

```

Cek_PV:
            cjne  a,#a',Cek_StP
            mov   a,pV
            call  Kirim_Data
            setb  EA
            reti

```

Cek_StP:

```

cjne a,#'b',Cek_MV
mov a,Stp
call kirim_data
Setb EA
reti

```

Cek_MV:

```

cjne a,#'c',Cek_Set_Point
mov a,Er
call kirim_data
Setb EA
reti

```

Cek_Set_point:

```

cjne a,#'g',Cek_Of_Set_point
Mov Kode_Set,#20
Setb EA
reti

```

Cek_Of_Set_point:

```

cjne a,#'h',Not_Id_Ku
Mov Kode_Set,#10

```

;

```

clr c
Mov a,Stp_p
mov b,#10
mul ab
add a,Stp_s
mov Stp,a

```

;

```

Setb EA
reti

```

Not_Id_Ku:

```

Mov a,Kode_set
cjne a,#20,Not_Data_Set

```

```

Mov    a,SBuf
Call   Data_Ascii
Mov    Stp_p,Stp_S
Mov    Stp_s,D_As
Not_Data_Set:
setb   EA
reti

KIRIM_Data:
MOV    SBUF,A
JNB    TI,$
CLR    TI
ret

```

Karakter:

```

DB    00110000b    ;0
DB    00110001b    ;1
DB    00110010b    ;2
DB    00110011b    ;3
DB    00110100b    ;4
DB    00110101b    ;5
DB    00110110b    ;6
DB    00110111b    ;7
DB    00111000b    ;8
DB    00111001b    ;9
DB    01000001b    ;A(10)
DB    01000010b    ;B(11)
Db    01000011b    ;C(12)
Db    01000100b    ;D(13)
Db    01000101b    ;*(14)
Db    00100000b    ;#(15)
Db    01001111b    ;O(16)
Db    01101110b    ;n(17)
Db    01100110b    ;f(18)
Db    00101011b    ;+(19)
Db    00101101b    ;-(20)

```

C-16

Data_Ascii:

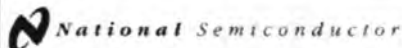
```
As_0:  cjne    a,#0',As_1
        Mov    D_As,#0
        ret
As_1:  cjne    a,#1',As_2
        Mov    D_As,#1
        ret
As_2:  cjne    a,#2',As_3
        Mov    D_As,#2
        ret
As_3:  cjne    a,#3',As_4
        Mov    D_As,#3
        ret
As_4:  cjne    a,#4',As_5
        Mov    D_As,#4
        ret
As_5:  cjne    a,#5',As_6
        Mov    D_As,#5
        ret
As_6:  cjne    a,#6',As_7
        Mov    D_As,#6
        ret
As_7:  cjne    a,#7',As_8
        Mov    D_As,#7
        ret
As_8:  cjne    a,#8',As_9
        Mov    D_As,#8
        ret
As_9:  cjne    a,#9',As_not
        Mov    D_As,#9
        ret
As_not:
        ret
```

```
Data_ne:
DB      ' SeLaMaT DaTanG '      ;1
DB      '<<<>>-----<<<>>'
DB      ' TuGaS AkHiR '      ;2
DB      'D3-InsTRuMenTaSi'
DB      ' ElaK_GrOSe '      ;3
DB      ' 2404.030.002 '
DB      'RaNcAnG BanGuN'      ;4
DB      ' D C S '
DB      ' LCU PreSSure '      ;5
DB      '<<<>>-----<<<>>'
DB      'Stp[ ] PV[ ]'      ;6
DB      'Er [ ] MV[ ]'
```

end

LAMPIRAN D DATASHEET

ADC 0804



December 1984

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS800A derivative control bus with TRI-STATE[®] output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

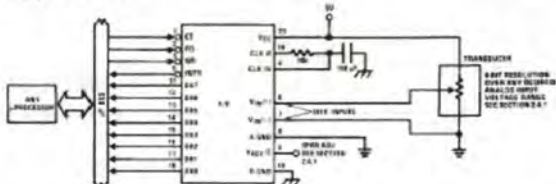
- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed—access time < 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM338) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DD} , 2.5 V_{OC} , or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

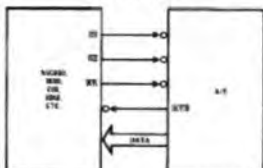
- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Typical Applications



R, revised 11-1

8080 Interface



L, revised 11-31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	$V_{REF}/2 - 2.500 V_{OC}$ (No Adjustments)	$V_{REF}/2 -$ No Connection (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4$ LSB		
ADC0802		$\pm 1/2$ LSB	
ADC0803	$\pm 1/2$ LSB		
ADC0804		± 1 LSB	
ADC0805			± 1 LSB

TRI-STATE[®] is a registered trademark of National Semiconductor Corp.
2.5V is a registered trademark of Zilog, Inc.

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
A) Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	260°C
Dual-In-Line Package (plastic)	300°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	100V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} = T_A = T_{MAX}$
ADC0801/02LJ, ADC0802LJ/883	-55°C; $T_A = +125^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/04LCJ	-40°C; $T_A = +85^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/04LCN	-40°C; $T_A = +85^\circ\text{C}$
ADC0804LCN	0°C; $T_A = +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCV	0°C; $T_A = +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCWM	0°C; $T_A = +70^\circ\text{C}$
Range of V_{CC}	4.5 V_{CC} to 6.3 V_{CC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{CC}$, $T_{MIN} = T_A = T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$ unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±1%	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 - 2.500 V_{CC}$			±1%	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±1%	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 - 2.500 V_{CC}$			±1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			±1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 3)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 8)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analogue Input Voltage Range	(Note 4) V_{I+} or V_{I-}	$GND - 0.05$		$V_{CC} + 0.05$	V_{CC}
DC Common-Mode Error	Over Analogue Input Voltage Range		±1%	±1%	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5 V_{CC} \pm 10\%$ Over Allowed V_{I+} and V_{I-} Voltage Range (Note 4)		±1%	±1%	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{CC}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$ (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Note 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	$V_{CC} = 5V$, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1485 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	RTR led to WR with $CS = 0 V_{CC}$, $f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$	8770		9708	conv/s
$W_{WR(50\%)}$	Width of WR Input (Start Pulse Width)	$CS = 0 V_{CC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100 \text{ pF}$		195	200	ns
$t_{TR-STATE}$	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L = 10 \text{ pF}$, $R_L = 10k$ (See TRI-STATE Test Circuit)		125	200	ns
W_{WR}	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of RTR			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffer)			5	7.5	pF

CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)

V_{IN} (1)	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 5.25 V_{CC}$	2.0	15	V_{CC}
--------------	---	------------------------	-----	----	----------

IC 232

Features

- Meets All RS-232C Specifications
- Requires Only Single +5V Power Supply
- Onboard Voltage Doubler/Inverter
- Low Power Consumption
- 2 Drivers
 - ±9V Output Swing for +5V Input
 - 300Ω Power-off Source Impedance
 - Output Current Limiting
 - TTL-CMOS Compatible
 - 30V/μs Maximum Slew Rate
- 2 Receivers
 - ±30V Input Voltage Range
 - 3kΩ to 7kΩ Input Impedance
 - 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection
- All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

- Any System Requiring RS-232C Communications Port
 - Computer - Portable and Mainframe
 - Peripheral - Printers and Terminals
 - Portable Instrumentation
 - Modems
 - Dataloggers

Description

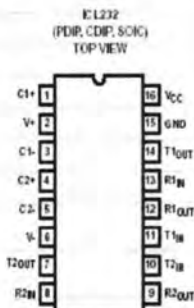
The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

The drivers feature true TTL-CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to ±30V, and have a 3kΩ to 7kΩ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

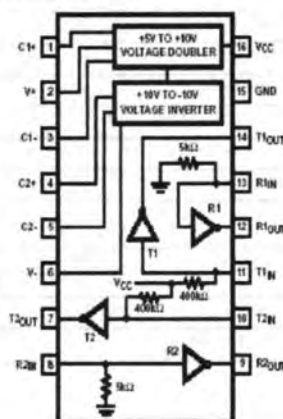
Ordering Information

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
ICL232CPE	0°C to +70°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232CE	0°C to +70°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232CBE	0°C to +70°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232IPE	-40°C to +85°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232IE	-40°C to +85°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232IBE	-40°C to +85°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232MIE	-55°C to +125°C	16 Lead Ceramic DIP

Pinouts



Functional Diagram



Absolute Maximum Ratings

V_{CC} to Ground	$(V_{CC} - 0.3V) < V_{CC} < 6V$
V_I to Ground	$(V_{CC} - 0.3V) < V_I < 12V$
V_O to Ground	$-12V < V_O < (V_{CC} + 0.3V)$
Input Voltages	
$T1_{IN}, T2_{IN}$	$(V - 0.3V) < V_{IN} < (V + 0.3V)$
$R1_{IN}, R2_{IN}$	$\pm 30V$
Output Voltages	
$T1_{OUT}, T2_{OUT}$	$(V - 0.3V) < V_{OUT} < (V + 0.3V)$
$R1_{OUT}, R2_{OUT}$	$(V_{CC} - 0.3V) < V_{ROUT} < (V_{CC} + 0.3V)$
Short Circuit Duration	
$T1_{OUT}, T2_{OUT}$	Continuous
$R1_{OUT}, R2_{OUT}$	Continuous
Storage Temperature Range	$66^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (Soldering 10s)	$+300^\circ C$

Thermal Information

Thermal Resistance	θ_{JA}	θ_{JC}
Ceramic DIP Package	80°C/W	24°C/W
Plastic DIP Package	100°C/W	—
SOIC Package	100°C/W	—
Maximum Power Dissipation	250mW	
Operating Temperature Range		
ICL232C	0°C to +70°C	
ICL232I	-40°C to +85°C	
ICL232M	-55°C to +125°C	

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

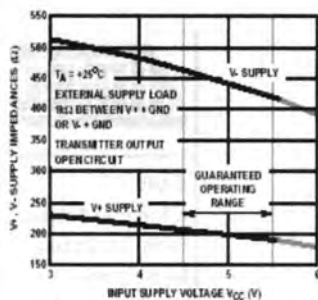
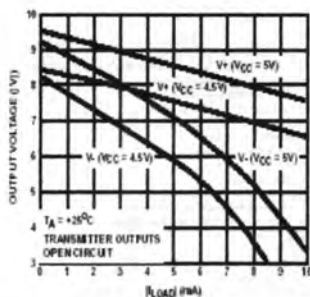
Electrical Specifications Test Conditions: $V_{CC} = +5V \pm 10\%$, T_A = Operating Temperature Range; Test Circuit as in Figure 8 unless Otherwise Specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
Transmitter Output Voltage Swing, T_{OUT}	$T1_{OUT}$ and $T2_{OUT}$ loaded with 3k Ω to Ground	± 5	± 9	± 10	V
Power Supply Current, I_{CC}	Outputs Unloaded, $T_A = +25^\circ C$	—	5	10	mA
T_{IN} Input Logic Low, V_{IL}		—	—	0.8	V
T_{IN} Input Logic High, V_{IH}		2.0	—	—	V
Logic Pullup Current, I_b	$T1_{IN}, T2_{IN} = 0V$	—	15	200	μA
RS-232 Input Voltage Range, V_{IN}		-30	—	+30	V
Receiver Input Impedance, R_{IN}	$V_{IN} = \pm 3V$	3.0	5.0	7.0	k Ω
Receiver Input Low Threshold, $V_{IN}(L, L)$	$V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$	0.8	1.2	—	V
Receiver Input High Threshold, $V_{IN}(L, H)$	$V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$	—	1.7	2.4	V
Receiver Input Hysteresis, V_{HYS}		0.2	0.5	1.0	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V_{OL}	$I_{OL} = 3.2mA$	—	0.1	0.4	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V_{OH}	$I_{OH} = -10mA$	3.5	4.6	—	V
Propagation Delay, t_{PD}	RS-232 to TTL	—	0.5	—	ns
Instantaneous Slew Rate, SR	$C_L = 10pF$, $R_L = 3k\Omega$, $T_A = +25^\circ C$ (Notes 1, 2)	—	—	30	V/ns
Transition Region Slew Rate, SR _T	$R_L = 3k\Omega$, $C_L = 2500pF$ Measured from +3V to -3V or -3V to +3V	—	3	—	V/ns
Output Resistance, R_{OUT}	$V_{CC} = V_I = V_O = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$	300	—	—	Ω
RS-232 Output Short Circuit Current, I_{SC}	$T1_{OUT}$ or $T2_{OUT}$ shorted to GND	—	± 10	—	mA

NOTES:

1. Guaranteed by design.
2. See Figure 4 for definition.

Typical Performance Curves

FIGURE 1. V_+ , V_- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC} FIGURE 2. V_+ , V_- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

PLASTIC DIP, CERAMIC DIP	SOC	PIN NAME	DESCRIPTION
1	1	C1+	External capacitor "+" for internal voltage doubler.
2	2	V+	Internally generated +10V (typical) supply.
3	3	C1-	External capacitor "-" for internal voltage doubler.
4	4	C2+	External capacitor "+" internal voltage inverter.
5	5	C2-	External capacitor "-" internal voltage inverter.
6	6	V-	Internally generated -10V (typical) supply.
7	7	T2 _{OUT}	RS-232 Transmitter 2 output $\pm 10V$ (typical).
8	8	R2 _{IN}	RS-232 Receiver 2 input, with internal 9K pull-down resistor to GND.
9	9	R2 _{OUT}	Receiver 2 TTL/CMOS output.
10	10	T2 _{IN}	Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pull-up resistor to V_{CC} .
11	11	T1 _{IN}	Transmitter 1 TTL/CMOS input, with internal 400K pull-up resistor to V_{CC} .
12	12	R1 _{OUT}	Receiver 1 TTL/CMOS output.
13	13	R1 _{IN}	RS-232 Receiver 1 input, with internal 9K pull-down resistor to GND.
14	14	T1 _{OUT}	RS-232 Transmitter 1 output $\pm 10V$ (typical).
15	15	GND	Supply Ground.
16	16	VCC	Positive Power Supply +5V $\pm 10\%$.

AT89S51

Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write-Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timers/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



**8-bit
Microcontroller
with 4K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

AT89S51

Rev. 2487A-10/01



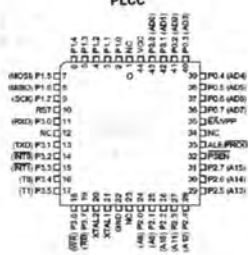


Pin Configurations

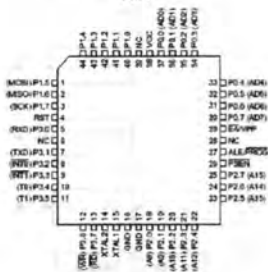
PDIP



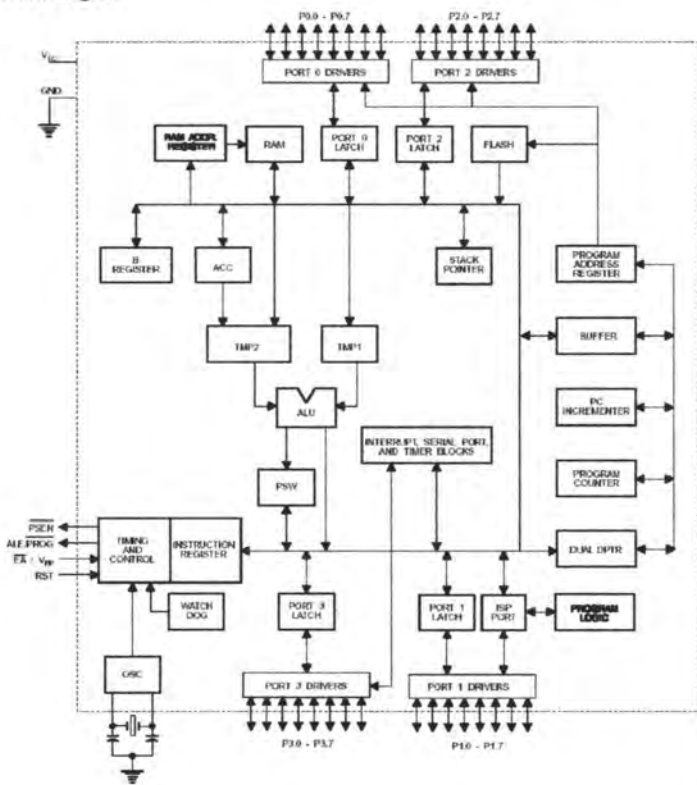
PLCC



TQFP

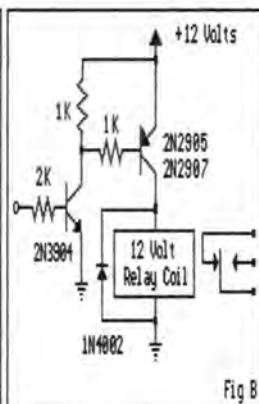
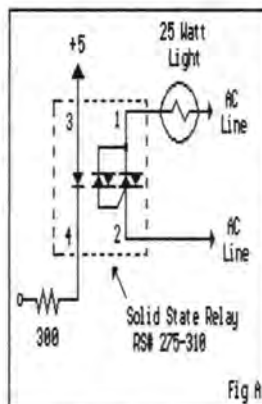
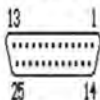


Block Diagram



DRIVER RELAY

Parallel Port as seen from outside the PC.



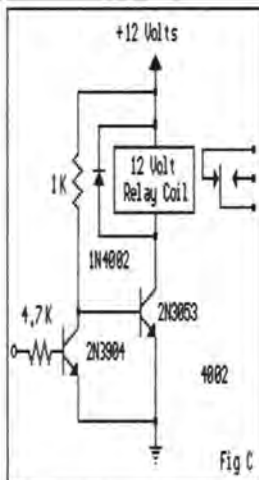
Parallel Port

Base Addresses - Hex - 0378 or 0278 or 038C

Decimal - 888 or 632 or 956

Base Address Pin	Output	Base Address +2 Pin	Output	Base Address +1 Pin	Input
2	D0	1	-C0	15	S3
3	D1	14	-C1	13	S4
4	D2	16	C2	12	S5
5	D3	17	-C3	10	S6
6	D4			11	-S7
7	D5				
8	D6				
9	D7				

Notes: C0, C1, C3, S7 are inverted. Pins 18 - 25 are ground. C0, C1, C2, C3 may be open collector outputs.



LAMPIRAN E SPECIAL THANK'S TO

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis telah dibantu oleh beberapa pihak yang telah membantu terlaksananya pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun beberapa pihak tersebut adalah :

✓ **Keluarga Besar NUGROHO EKO YANANTO**

Keluarga Besar dari sang penulis ini yang telah memberikan dukungan terbesar baik secara spiritual maupun material. Dukungan yang diberikan selama ini telah membuat sang penulis mampu mengerjakan Tugas Akhir ini dengan lancar serta menjadikan sang penulis menjadi manusia yang paling berarti dalam hidup baik untuk diri sendiri maupun orang lain. Suasana hangat dalam kehidupan berkeluarga merupakan dukunagn moral bagi sang penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih...

✓ **Orang Tua Penulis di Kampus**

Para dosen yang telah membuat sang penulis menjadi orang yang berilmu dan bermanfaat bagi lingkungan. Dosen – dosen yang membantu dan melancarkan pengerjaan Tugas Akhir ini merupakan bantuan yang sangat utama dalam kelancaran pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih...

✓ **Sahabat-Sahabat**

Sahabat – sahabat sang penulis DCS Team, Farit-Salam-Richo dengan gelar *Whoktonk* yang telah bekerja sama dengan sang penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir dan membantu serta memberikan dukungan besar. Andhika OGA beserta istri dan kawan-kawan KARINDA yang telah memberikan hiburan ketika sang penulis sedang stress mengerjakan Tugas Akhir. Dukungan kalian semua merupakan semangat pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih...

✓ **Kawan – Kawan di Kampus**

Kawan – kawan angkatan 2004 yang bersedia senasib dan seperjuangan dengan sang penulis yang membantu sang penulis dalam melaksanakan hidup bersama di kampus. Angkatan 2005 atas bantuannya. Angkatan 2006 yang telah memberikan sebuah suasana baru dalam kehidupan di kampus, memberikan waktu dan tenaga untuk membantu pelaksanaan Tugas Akhir ini. Angkatan – angkatan TUA yang telah memberikan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih...

✓ ***Spirit Of My Life***

Makhluk yang telah membuat sang penulis menjadi orang yang paling berarti dalam hidupnya, yang membuat sang penulis mengalami perubahan besar dalam hidupnya, yang telah membuat sang penulis memahami arti hidup, yang telah membuat sang penulis mengerti akan arti cinta dan kasih sayang yang sebenarnya, yang memberikan sang penulis hangatnya rasa cinta dan kasih sayang. Makhluk ciptaan Allah SWT ini telah mampu memberikan tujuan hidup paling berarti bagi sang penulis. Terima kasih...
Terima kasih ndutQ...