

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANAS DENGAN TEMPERATUR TERKENDALI

Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli
Madya (A.Md)

Oleh :

Muhammad Yamidi

2304220125



**PROGRAM D3 INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA DAN INDUSTRI
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Muhammad Yamidi
NPM : 2304220125
Jurusan : D3 Instrumentasi
Peminatan : Instrumentasi Industri
Tanggal Sidang : 27 Desember 2007
Judul Tugas Akhir :

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANAS DENGAN TEMPERATUR TERKENDALI

Laporan Tugas Akhir ini telah diuji, diperiksa dan disahkan oleh :

PEMBIMBING

(Drs. Arief Sudarmadji. MT)

Penguji I

Penguji II

Penguji III

(Drs. Lingga Hermanto, MSi)

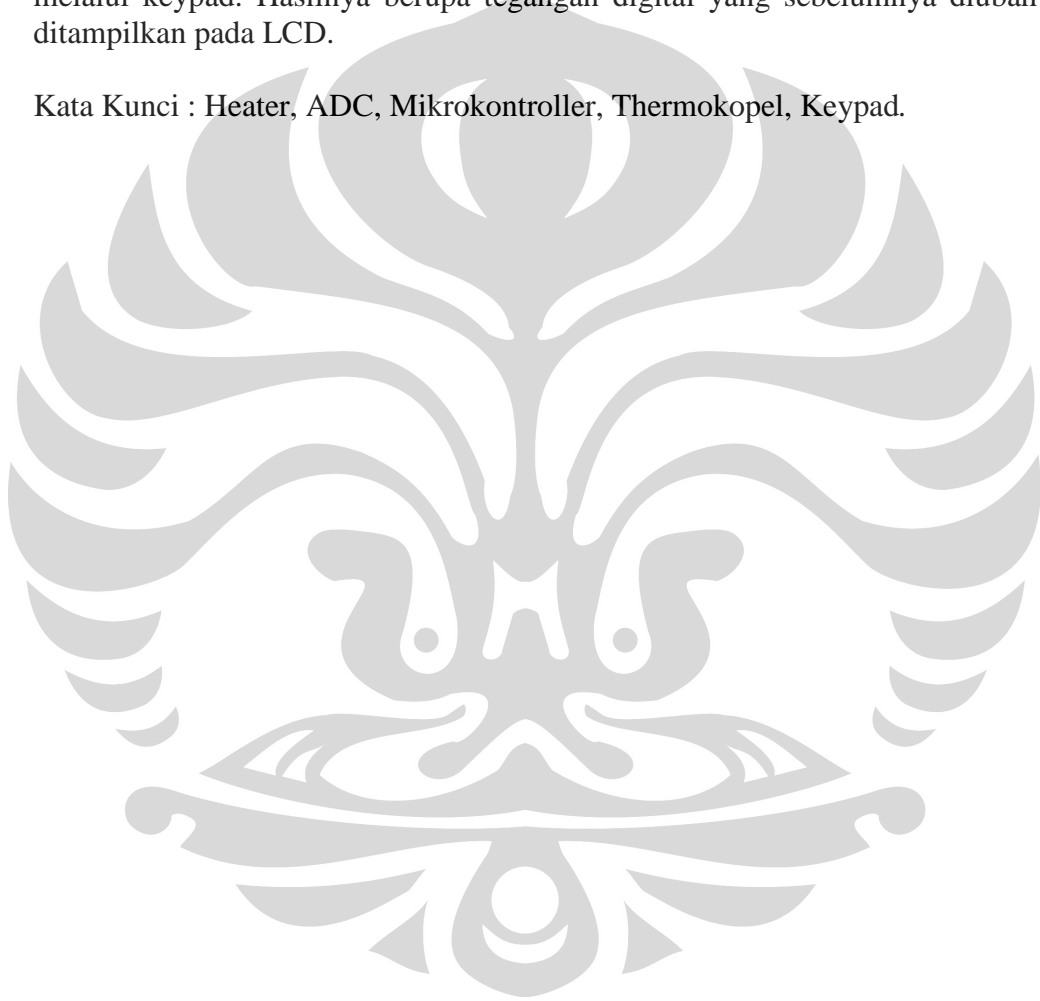
(Supriyanto, SSi)

(Surya Dharma. MSi)

ABSTRAK

Telah dibuat suatu Rancang Bangun Sistem Pemanas dengan Temperatur terkendali. Alat ini sering dipakai pada lab furnace. Pada sistem pemanas ini penulis menggunakan heater jenis keramik yang mempunyai temperatur maksimum 800 °C. Alat ini dikendalikan dengan menggunakan Mikrokontroler dimana penulis menggunakan dua jenis IC mikrokontroler yaitu AT 89S52 dan Atmega32. AT 89S52 difungsikan untuk keypad sedangkan Atmega32 difungsikan sebagai pengendali. Untuk pengukuran besarnya temperatur penulis menggunakan thermokopel jenis K dimana thermokopel jenis ini dapat mengukur hingga 1000 °C. Pada alat ini penulis dapat mengendalikan heater dengan cara memberikan perintah kepada pengendali melalui keypad. Hasilnya berupa tegangan digital yang sebelumnya diubah melalui ADC dan ditampilkan pada LCD.

Kata Kunci : Heater, ADC, Mikrokontroler, Thermokopel, Keypad.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT beserta Nabi Muhammad SAW, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Walaupun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANAS DENGAN TEMPERATUR TERKENDALI” yang bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program studi Diploma III Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia.

Dalam melaksanakan Tugas Akhir sampai penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang berlimpah tanpa henti yang telah memberikan secercah pengetahuan serta ilmu yang bermanfaat
2. Baginda besar Rasulullah Muhammad SAW, yang menjadi suri teladan dalam setiap elemen kehidupan.
3. Kedua Orang tuaku yang tercinta, serta kakak-kakakku, beserta keluarga tercinta yang telah memberi dukungan moril dan materiil selama ini.
4. Drs. Arief Sudarmaji, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dr Prawito selaku Ketua Jurusan program Diploma III Instrumentasi Elektronika dan Industri FMIPA, UI.
6. Bapak Surya Dharma, M.Si selaku koordinator Tugas Akhir program Diploma III Instrumentasi Elektronika dan Industri FMIPA, UI.
7. Dosen-dosen pengajar Jurusan Instrumentasi Elektronika dan Industri yang selama hampir tiga tahun telah memberikan ilmu-ilmunya.

8. Sahabat-sahabatku seperjuangan yang tergabung dalam bersatu dalam TA yang telah memberikan dorongan dan doanya.
9. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi Industri dan Elektronika angkatan 2004.
10. Kepada teman-teman kontrakan KUTEK & KUKEL CITY: Are, Benny, tjunks, Rachmat, Slamet, Syamsul, gemboel, Abenk, Banu. Haeril, Vai.
Matur nuwun sanget gih mas sedoyo bantuanipun.
11. Buat Abenk, don't cry anymore, selama seminggu banyak hal yang ga indah yang kita lewati.
12. Terima kasih atas semua perhatian, dukungan dan pengertiannya selama proses TA ini, Novi Oktiani Pratiwi.
13. Seluruh keluarga besar FMIPA UI.
14. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan Bapak / Ibu dan Saudara/i sekalian.

Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki penulis, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu penulis tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penyusunan tugas akhir ini.

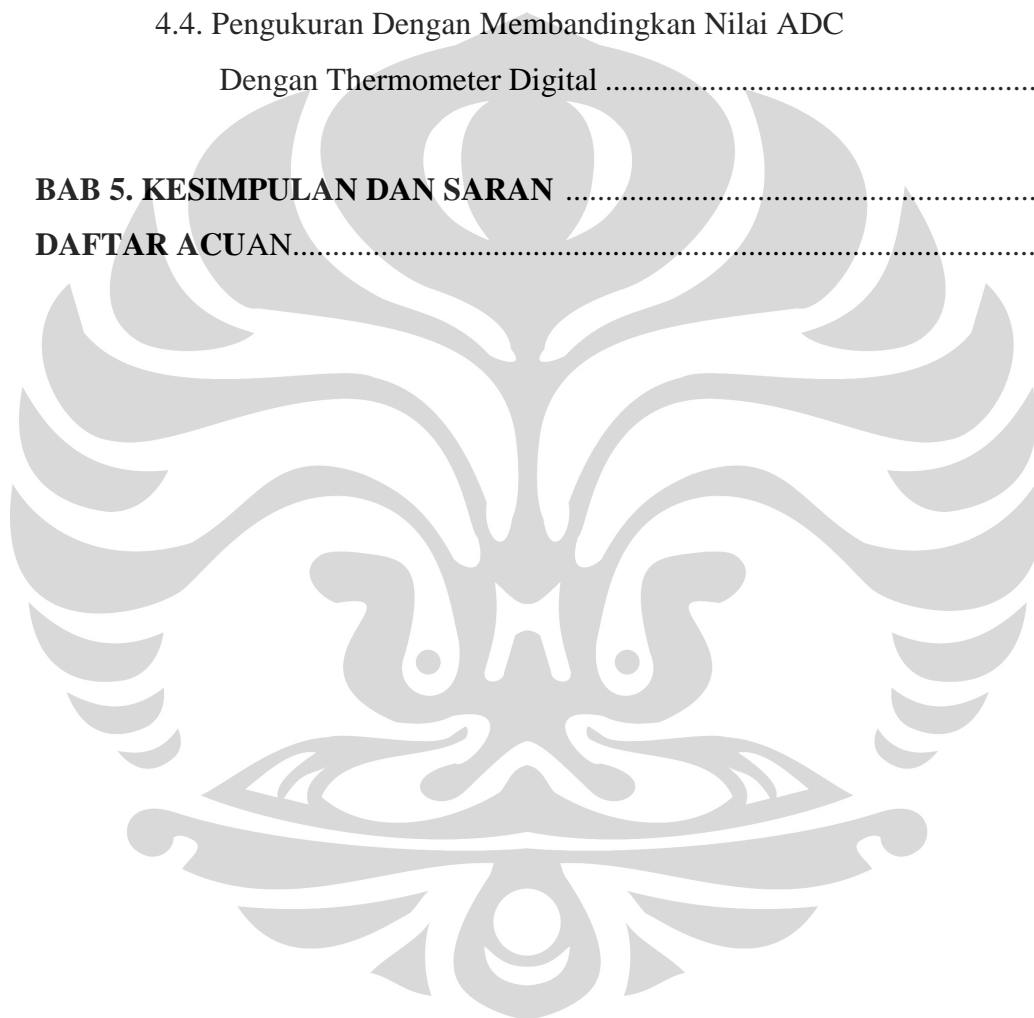
Depok, Desember 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Deskripsi Singkat	2
1.5. Metode Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TEORI DASAR	5
2.1 Heater	5
2.2 Thermocouple	6
2.3 Mikrokontroler	8
2.4 Mikrokontroler Atmega 32	12
2.5 Keypad.....	14
2.6 Metode PID.....	15
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM	19
3.1. Perancangan Mekanik	19
3.2. Perancangan Hardware.....	20
3.3. Rangkaian Minimum Sistem Atmega32.....	20
3.4. Rancangan Cold Junction	22
3.5. Rangkaian Miniatur Sistem Keypad	23

3.6. Flowchart Proses pada Rangkaian Miniatur Sistem AT89S52	24
3.7. Flowchart Program Pada Sistem Minimum ATmega32	26
BAB 4. DATA PERCOBAAN DAN ANALISA	28
4.1. Pengukuran Temperatur Dalam	28
4.2. Pengukuran Suhu Luar	28
4.3. Pengukuran Menggunakan Program Leb View	29
4.4. Pengukuran Dengan Membandingkan Nilai ADC Dengan Thermometer Digital	32
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
DAFTAR ACUAN.....	36

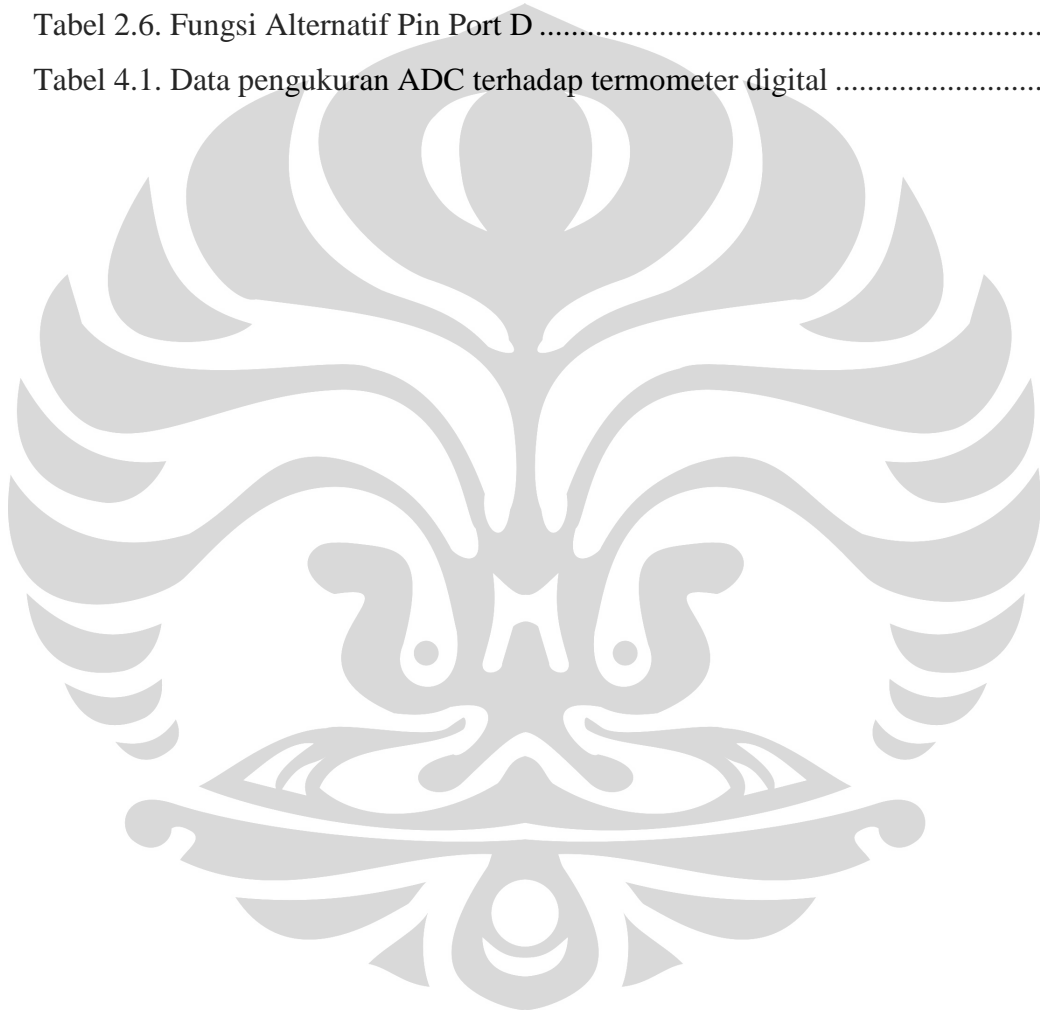


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Grafik Respon Termokopel.....	7
Gambar 2. 2 Termokopel	7
Gambar 2. 3 Diagram Blok MCS-51	8
Gambar 2. 4 Pin-pin 89S52	10
Gambar 2. 5 Konfigurasi Atmega 32	11
Gambar 2. 6 Rangkaian Keypad	14
Gambar 2. 7 Diagram blok kontroler proporsional.....	16
Gambar 2. 8 Blok Proses Feedback Control.....	16
Gambar 2. 9 Blok diagram hubungan antara besaran kesalahan dengan kontroler Integral.....	18
Gambar 2. 10 Blok Diagram kontroler diferensial.....	18
Gambar 3. 1 Rancangan Mekanik.....	19
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem.....	20
Gambar 3. 3 Rangkaian Minimum Sistem Atmega 32	21
Gambar 3. 4 Driver Termocouple Yang Terhubung ke Port 0 Atmega 32.....	22
Gambar 3. 5 Rangkaian Minimum Sistem Keypad	23
Gambar 3. 6. Flowchart pada proses minimum sistem AT89S52	24
Gambar 3. 7 Flowchart Program Pada Sistem Minimum ATmega 32.....	26
Gambar 4. 1 Diagram blok LabVIEW	29
Gambar 4. 2 Front Panel LabVIEW.....	30
Gambar 4. 3. Grafik temperatur terhadap nilai ADC.....	30
Gambar 4. 4. Diagram blok LabVIEW.....	31
Gambar 4. 5. Grafik temperatur terhadap waktu.....	31
Gambar 4. 6. Grafik pengukuran ADC terhadap termometer digital.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Ic Antar Keluaran MCS 51	8
Tabel 2.2. Fungsi Khusus Port 3	10
Tabel 2.3. Fungsi Alternatif Pin Port A	12
Tabel 2.4. Fungsi Alternatif Pin Port B.....	12
Tabel 2.5. Fungsi Alternatif Pin Port C	13
Tabel 2.6. Fungsi Alternatif Pin Port D	13
Tabel 4.1. Data pengukuran ADC terhadap termometer digital	31



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah mengapa alat ini dibuat, tujuan dari penelitian, batasan masalah dari alat yang akan di buat oleh penulis, deskripsi singkat mengenai alat yang akan dibuat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin meningkatnya kemajuan zaman dan semakin berkembangnya ilmu teknologi didunia ini, tetapi hal tersebut tidak diikuti dengan meningkatnya sumber daya manusianya. Dizaman yang serba mengedepankan teknologi ini masih ada saja kita temui alat-alat yang masih tradisional yang banyak kekurangannya dibandingkan dengan alat-alat modern dengan teknologi yang lebih canggih.

Ditempat-tempat usaha atau pabrik-pabrik baik yang berskala besar ataupun yang berskala rumah tangga masih sering kita jumpai alat pemanas yang masih menggunakan teknologi terdahulu yang tidak efisien dan membuang buang bahan bakar yang sangat tak terkendali dan juga masih belum adanya alat yang mampu mengontrol alat tersebut sehingga panas yang dihasilkan alat tersebut kurang bias terdeteksi sehingga bias mengakibatkan hal-hal yang tidak diharapkan.

Dengan latar belakang diatas, saya ingin membuat alat yang mampu menghapus kekurangan kekurangan alat yang telah ada sebelumnya. Untuk alat saya akan membuat alat pemanas yang dapat terkontrol yaitu Rancang Bangun Sistem Pemanas Dengan Temperatur Terkendali.

1.2. Tujuan Penelitian

Membuat rancang bangun system pemanas yang dapat dikendalikan dengan menggunakan computer

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan rancang bangun alat baik mekanik ataupun pengendalinya (software dan hardware).

1.4. Deskripsi Singkat

Pada rancang bangun sistem pemanas dengan temperatur terkendali ini kita mengendalikan panas yang mana panas tersebut diperoleh dari pemasangan heater. Heater disini berada dalam satu lingkaran pipa stainless steel sehingga panas yang dihasilkan dari heater tersebut akan terkonsentrasi didalam alat tersebut.

Alat ini dapat menghasilkan panas hingga mencapai suhu 1000 derajat Celcius. Untuk mengukur suhu tersebut digunakan thermocouple yang bisa mengukur sampai suhu alat tersebut. Alat ini dikendalikan dengan menggunakan komputer.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam pembuatan Rancang Bangun Sistem Pemanas Dengan Temperatur Terkendali adalah sebagai berikut;

1 Studi Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dengan mengacu kepada buku-buku, *data sheet*, informasi dari internet, dan lain-lain.

2 Perancangan Sistem

Pada tahap ini penulis berusaha untuk membuat suatu rancangan sistem kontrol baru yang hendak dibuat di dalam penelitian nantinya. Di sini saya akan mempelajari sistem kontrol yang telah ada dan juga menganalisa kembali kelebihan dan juga kekurangan dari sistem kontrol tersebut agar dapat memperoleh sebuah rancangan sistem kontrol baru yang lebih baik.

3 Pembuatan Alat

Langkah selanjutnya merupakan pembuatan alat dari rancangan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

4 Pengujian Sistem dan Komponen Pendukung

Hal pertama yang harus diuji terlebih dahulu adalah sistem alat (hardware), kemudian baru pemrograman (software), kemudian komunikasi antara hardware dan software.

5 Pengumpulan Data

Di sini alat diuji secara keseluruhan sebagai suatu kesatuan sistem. Setelah itu dapat dilihat apakah perangkat keras dan lunak sudah dapat bekerja dengan benar ataukah masih dibutuhkan beberapa perbaikan. Jika alat sudah dapat bekerja dengan benar, maka dapat dilakukan pengumpulan data yang dianggap penting atau diinginkan.

6 Penulisan Hasil Penelitian

Hasil dari pengujian dan pengumpulan data kemudian dianalisa. Dari sini kita dapat menarik kesimpulan dari penelitian yang telah kita lakukan. Beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab. Agar lebih mempermudah pemahaman dan pembacaan, maka laporan tugas akhir ini disusun menjadi seperti di bawah ini :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TEORI DASAR

Pada Bab ini berisi tentang konsep yang mendasari cara kerja dari sistem Rancang Bangun Sistem Pemanas Dengan Temperatur Terkendali.

BAB 3. PERANCANGAN SISTEM

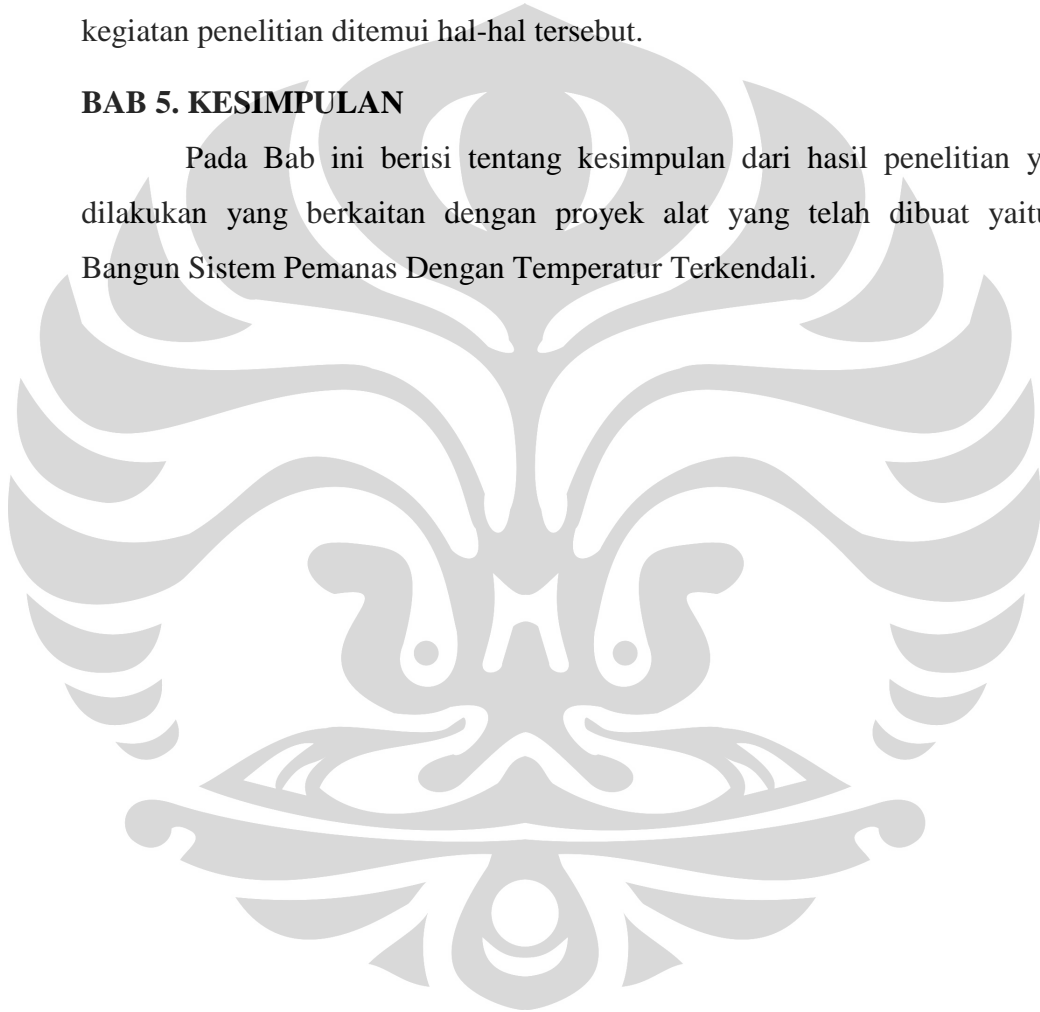
Merupakan penjelasan pembuatan rancangan sistem kontrol baik hardware atau software dengan menginputkan program atau data yang akan digunakan sebagai pengujian dari alat tersebut.

BAB 4. PENGUJIAN SISTEM DAN PENGAMBILAN DATA

Sistem yang telah dirancang kemudian diuji dengan parameter-parameter yang terkait. Pengujian ini meliputi pengujian *software* dan *hardware* dilakukan secara simultan. Di samping pengujian, proses pengambilan data kerja sistem ini juga dituliskan di bab ini untuk memastikan kemampuan sistem secara keseluruhan. Dari hasil ini dapat dilakukan analisa terhadap kerja sistem, sehingga dapat diketahui apa yang menjadi penyebab dari kendala atau kegagalan bila selama kegiatan penelitian ditemui hal-hal tersebut.

BAB 5. KESIMPULAN

Pada Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yang berkaitan dengan proyek alat yang telah dibuat yaitu Rancang Bangun Sistem Pemanas Dengan Temperatur Terkendali.



BAB 2

TEORI DASAR

Dalam melakukan penelitian banyak hal yang harus kita pelajari mengenai teori-teori yang berkaitan pada proyek yang akan dikerjakan. Penelitian ini diperlukan adanya teori-teori yang melandasi penelitian ini antara lain :

2.1 Heater

Heater merupakan suatu benda dengan temperatur tinggi yang mentransfer energi ke benda yang bertemperatur rendah melalui radiasi elektromagnetik. Panjang gelombang dari radiasi infra red dengan range dari 78 nm sampai 1mm. Sebuah klarifikasi dari heater adalah terhubungnya daerah panjang gelombang dari emisi energi utama. Gelombang pendek untuk range dari 78 nm sampai 1400 nm, medium untuk range antara 1400 nm sampai 8000 nm sedangkan untuk range terjauh adalah diatas 3000 nm.

Element dari heter jenis ini kebanyakan memakai konstruksi dari sebuah emisi api atau filament elektrik panas sebaai pemancarnya. Jika sebuah operasi elektrik infra red heater digunakan, filament biasanya akan melindungi dari sebuah resistansi panas. Material yang banyak digunakan pada heater jenis ini adala kawat yang berpelindung, alternatif temperatur rendah dari kawat adalah karbon, campuran dari besi, khromium, aluminium. Industri infrared heater terkadang menggunakan sebuah pelapis emas dalam pipa kwarsa. Emas digunakan karena hambatan oksidasinya sangat tinggi mencapai 95%.

Aplikasi dari infrared heater ini biasanya digunakan dalam industri manufacturing sebagai proses pembuatan lapisan, pemanas untuk membentuk plastik, pengepresan plastik, pembuatan gelas, memasak dan masih banyak lagi. Selain itu pula infrared heater ini banyak diunakan dikebun binatang dan klinik-klinik hewan khususnya untuk reptil dan binatang-binatang tropis.

Pada alat ini saya menggunakan infrared heater jenis keramik dimana heater ini mempunyai daya 500 W dan juga dapat menghasilkan kalor sampai temperatur

maksimumnya adalah 800 ° C. Heater dengan temperatur sebesar ini biasanya digunakan di laboratorium-laboratorium furnace.

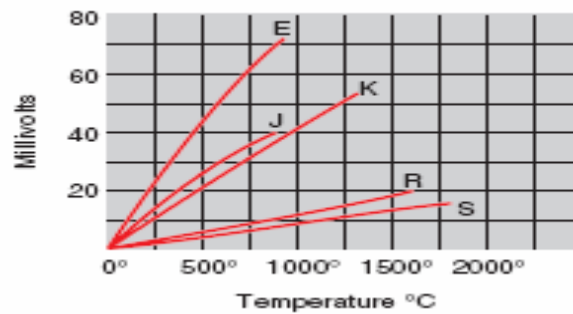
2.2 Thermocouple

Sensor yang digunakan penulis dalam mengkonversi besaran fisik (panas) menjadi besaran listrik adalah Thermocouple. Thermocouple merupakan sambungan dua logam yang berbeda dan mempunyai output tegangan yang sebanding dengan beda suhu antara sambungan panas dan ujung kawat (sambungan dingin). Beda tegangan pada sambungan disebut hot junction voltage (V_h), dan tegangan pada sambungan referensi disebut cold junction voltage (V_c). Dari pers 2.1 dapat dilihat bahwa beda tegangan (V_{net}) sebanding dengan beda suhu antara kedua sambungan.

$$V_{net} = V_h - V_c \dots\dots\dots (\text{pers 2.1})$$

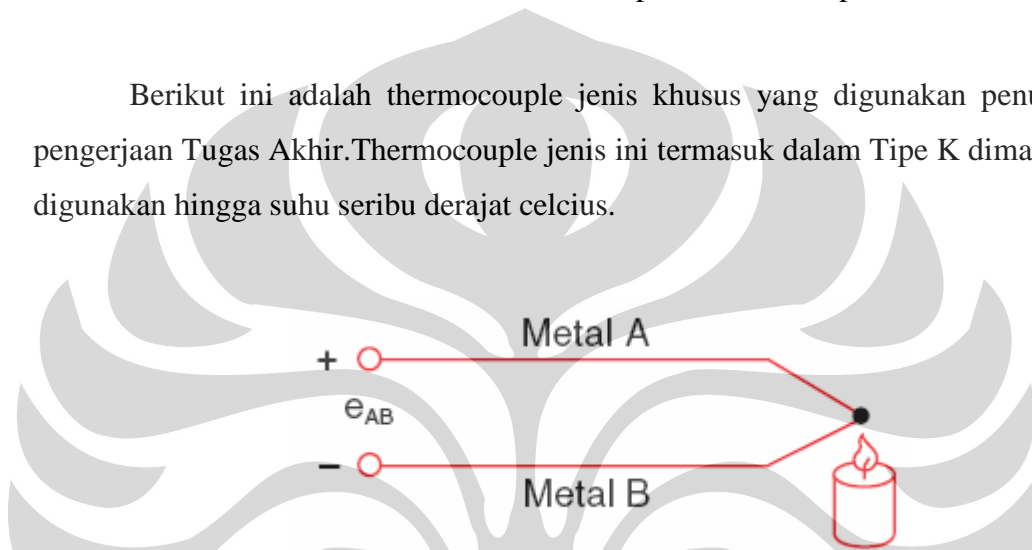
Thermocouple terbentuk dari dua metal untuk menghasilkan tegangan keluaran. Setiap kombinasi dari setiap paduan metal memiliki kelebihan tergantung dari kebutuhan tingkat besarnya suhu. Perbedaan metal menghasilkan tegangan keluaran yang mendekati linier berbanding lurus dengan kenaikan suhu. Paduan metal yang biasa digunakan pada tipe E adalah Chromel – Constantan, tipe J adalah Besi – Constantan, tipe K adalah Chromel – alomel, tipe R-S adalah Platinum – Platinim Rhodium dan tipe T adalah Tembaga – Constantan. Gaya Elektromotiv (emf) atau dikenal juga sebagai tegangan keluaran dari thermocouple sangat kecil, biasanya hanya beberapa milivolt. Thermocouple digunakan untuk mengukur temperatur dalam jangkauan – 270 ° C sampai dengan 2300 ° C, dengan sinyal keluaran sekitar 100 mV. Saat thermocouple dirancang untuk penggunaan dalam suhu lebih dari 500 ° C sampai dengan 2300 ° C biasanya menggunakan gabungan kabel platinum dan rhodium-alloy untuk menjaga device tidak mencair.

Berikut adalah respon tegangan keluaran thermocouple terhadap temperatur berdasarkan tipe thermocouple.



Gambar 2. 1 Grafik Respon Thermocouple

Berikut ini adalah thermocouple jenis khusus yang digunakan penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir. Thermocouple jenis ini termasuk dalam Tipe K dimana mampu digunakan hingga suhu seribu derajat celsius.



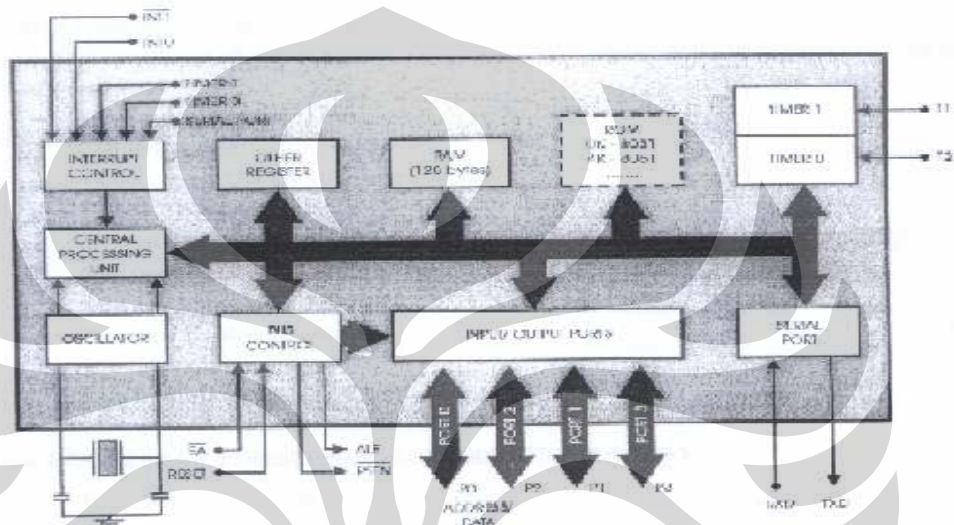
Gambar 2. 2 Thermocouple

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler dengan arsitektur 8052 merupakan salah satu jenis IC mikrokontroler yang paling lama dan paling banyak digunakan di dunia. Jenis ini dikeluarkan pertama kali oleh Intel dan kemudian menjadi sangat populer. Berbagai seri mikrokontroler berjenis 8052 telah diproduksi oleh berbagai perusahaan dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat *low cost* dan *high performance*. Beberapa pabrikan yang terkenal antara lain Atmel, Philips, dan Siemens. Pada Intel, seri-seri mikrokontroler berjenis 8052 tergabung dalam satu keluarga mikrokontroler yaitu keluarga MCS-51.

AT89S52 merupakan single chip computer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang bertujuan mengontrol. AT89S52

merupakan IC yang digunakan untuk mengolah data (kontrol) pada sistem minimum. AT89S52 memiliki 4 buah port parallel. P0, P1, P2, P3 semuanya bisa sebagai port I/O. P0 membutuhkan *pull up eksternal* selama proses verifikasi program. Seri mikrokontroler berarsitektur 8052, baik dari keluarga Intel MCS-51 maupun dari buatan yang lain. 8052 memiliki beragam tipe dan fasilitas, namun kesemuanya memiliki karakteristik yang sama, dan juga set instruksi yang relatif tidak berbeda dan dapat dilihat pada gambar Diagram Blok MCS-51.



Gambar 2.3 Diagram Blok MCS-51

Perbedaan antara seri yang satu dengan yang lain pada keluarga MCS-51 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan antar-IC Keluarga MCS-51

PART NUMBER	ON-CHIP CODE MEMORY	ON-CHIP DATA MEMORY	TIMERS
8051	4 KB ROM	128 bytes	2
8031	0	128 bytes	2
8751	4 KB EPROM	128 bytes	2
8052	8 KB ROM	128 bytes	3
8032	0	128 bytes	3
8752	8 KB EPROM	128 bytes	3
8951	4 KB EEPROM	128 bytes	2

Penjelasan Fungsi Pin Mikrokontroler AT89S52

IC mikrokontroler dikemas (*packaging*) dalam bentuk yang berbeda. Namun pada dasarnya fungsi kaki yang ada pada IC memiliki persamaan. Gambar salah satu bentuk IC seri mikrokontroler AT89S52 dapat dilihat pada gambar 2.16.

Berikut adalah penjelasan fungsi tiap kaki yang biasa ada pada seri mikrokontroler 8052 gambar pin – pin pada AT89S52.

A. Port 0

Merupakan dual-purpose port (port yang memiliki dua kegunaan). Pada desain yang minimum (sederhana) digunakan sebagai port I/ O (Input/ Output). Port 0 terdapat pada pin 32-39. Kelebihan pada port 0 adalah memiliki internal pull up.

B. Port 1

Merupakan port yang hanya berfungsi sebagai port I/ O, kecuali pada IC 8032/ 8052 yang menggunakan P1.0 dan P1.1 sebagai input eksternal untuk timer ketiga (T3). Port 1 terdapat pada pin 1-8.

Port Pin Fungsi Alternatif

P1.5 MOSI (digunakan untuk In System Programming)

P1.6 MISO (digunakan untuk In System Programming)

P1.7 SCK (digunakan untuk In System Programming)

C. Port 2

Merupakan dual-purpose port. Pada desain minimum digunakan sebagai port I/ O. Pada desain lebih lanjut digunakan sebagai high byte dari address. Port 2 terdapat pada pin 21-28.

D. Port 3

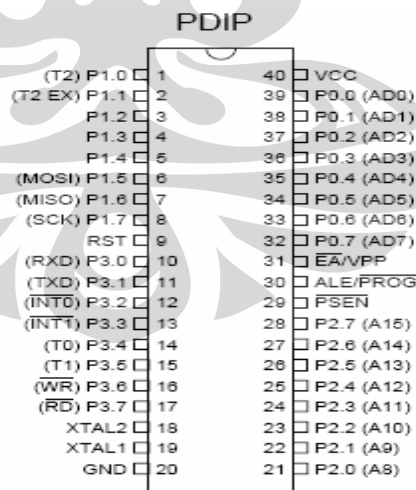
Merupakan dual-purpose port. Selain sebagai port I/ O juga mempunyai fungsi khusus yang ditunjukkan pada tabel 2. 2.

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port 3

PORT PIN	ALTERNATE FUNCTIONS
P3.0	RXD (<i>serial input port</i>)
P3.1	TXD (<i>serial output port</i>)
P3.2	_INT0 (<i>external interrupt 0</i>)
P3.3	_INT1 (<i>external interrupt 1</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>)
P3.7	_RD (<i>external data memory read strobe</i>)

E. On-Chip Oscillator

8052 telah memiliki on-chip oscillator yang dapat bekerja jika di-drive menggunakan kristal. Tambahan kapasitor diperlukan untuk menstabilkan system. Nilai kristal yang biasa digunakan pada keluarga MCS-51 adalah 12MHz walaupun pada jenis 80C31BH-1 dapat menggunakan kristal dengan frekuensi sampai 16 Mhz. On-chip oscillator tidak hanya dapat di-drive dengan menggunakan kristal, tapi juga dapat digunakan TTL oscillator.



Gambar 2. 4 Pin-pin 89S52

Tabel 2.3 fungsi alternatif pin port A

Pin Port	Fungsi Alternatif
PA 0	A/D Converter Channel 0
PA 1	A/D Converter Channel 1
PA 2	A/D Converter Channel 2
PA 3	A/D Converter Channel 3
PA 4	A/D Converter Channel 4
PA 5	A/D Converter Channel 5
PA 6	A/D Converter Channel 6
PA 7	A/D Converter Channel 7

Port B (PB. 0 – PB. 7)

Sebagai Port I/O dengan internal pull-up resistor, fungsi alternatif pin dari port A dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 fungsi alternatif pin port B

Pin Port	Fungsi Alternatif
PB 0	T0 (Timer/Counter 0 External counter input)
PB 1	T1 (Timer/Counter 1 External counter input)
PB 2	AIN 0 (input positif analog comparator)
PB 3	AIN 1 (input negatif analog comparator)
PB 4	SS (SPI slave select input)
PB 5	MOSI (SPI bus master output/slave input)
PB 6	MISO (SPI bus master input/slave output)
PB 7	SCK (SPI bus serial clock)

Port C (PC. 0 – PC. 7)

Sebagai Port I/O dengan internal pull-up resistor, fungsi alternatif pin dari port A dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 fungsi alternatif pin port C

Pin Port	Fungsi Alternatif
PC 0	SCL (two-wire serial bus clock line)
PC 1	SDA (two-wire serial bus data I/O line)
PC 2	TCK (JTAG clock)
PC 3	TMS (JTAG tes mode select)
PC 4	TOO (JTAG tes data out)
PC 5	TDI (JTAG tes data in)
PC 6	TO SC1 (Timer Oscillator Pin1)
PC 7	TO SC2 (Timer Oscillator Pin2)

Port D (PD. 0- PD. 7)

Sebagai Port I/O dengan internal pull-up resistor , fungsi alternatif pin dari port A dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 fungsi alternatif pin port D

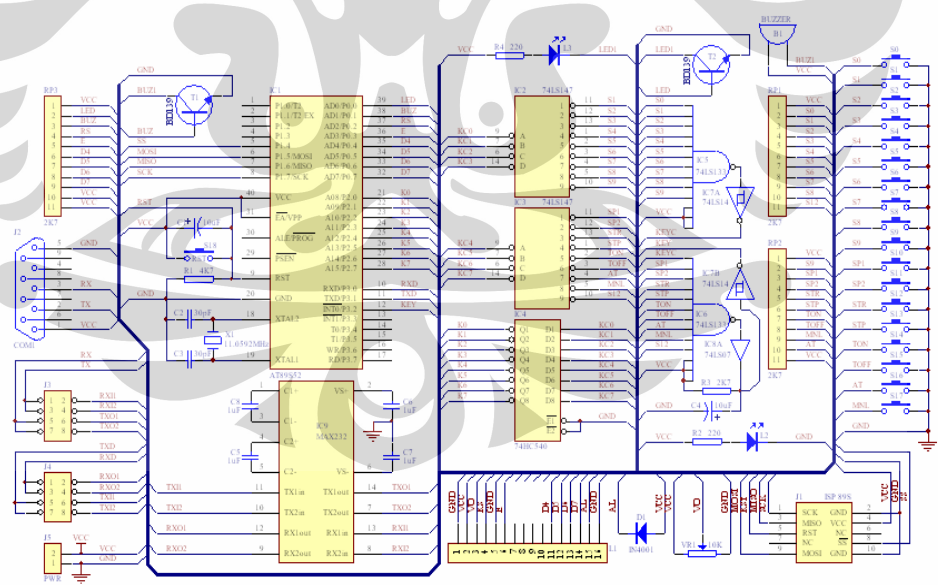
Pin Port	Fungsi Alternatif
PD 0	RXD (USART input pin)
PD 1	TXD (USART output pin)
PD 2	INT0 (External Interrupt 0 input)
PD 3	INT1 (External Interrupt 1 input)
PD 4	OC1B (Timer/Counter1 output compare B match output)
PD 5	OC1A (Timer/Counter1 output compare A match output)
PD 6	ICP1 (Timer/Counter1 input capture pin)
PD 7	OC2 (Timer/Counter2 output compare A match output)

2.5 Keypad

Saat pembuatan suatu alat agar mudah dalam pemerintahan kita memerlukan setidaknya suatu komponen yang memberikan data keluaran yang dapat diterima mikrokontroler sebagai input. Seperti push button, limit switch, sensor, keypad, dan lain-lain. Dalam hal ini saya menggunakan keypad guna memberikan data perintah untuk mikrokontroler sebagai penentuan langkah-langkah yang diinginkan.

Keypad memiliki berbagai jenis type, ada single key, matrix 3 X 4, 4 X 4, dan sebagainya.. Dari jenis-jenis keypad yang ada memiliki kareakteristik tersendiri. Karakter keypad menentukan data-data yang dikeluarkan, dari masing-masing keypad memiliki nilai keluaran data yang berbeda. Data-data yang dihasilkan akan mempengaruhi berkerja atau tidaknya sebuah keypad. Karena bekerja atau tidaknya keypad akan mempengaruhi berjalannya suatu program. Jika data keypad yang dihasilkan tidak sesuai dengan program maka program tidak dapat berkerja. Keypad yang dipakai penulis memiliki 18 buah push button yang mempunyai fungsi berbeda – beda.

Keypad merupakan penggabungan tombol-tombol push buttom yang dirangkai menjadi sebuah saklar yang mampu memberikan nilai output. Keypad dalam kinerjanya seperti saklar yang memiliki hubungan nilai hambatan, ketika salah satu tombol keypad tertekan maka akan ada dua hambatan yang akan terhubung. Dalam pencarian data kita perlu menghubungkan bit-bit yang ada pada keypad, saat ada satu tombol keypad yang ditekan maka akan ada dua hambatan yang terhubung. Saat dua hambatan yang terhubung maka keypad menghasilkan nilai output yang dapat diterima mikrokontroller. Saat data diterima mikrokontroller maka programakan bekerja sesuai dengan yang diperintahkan.



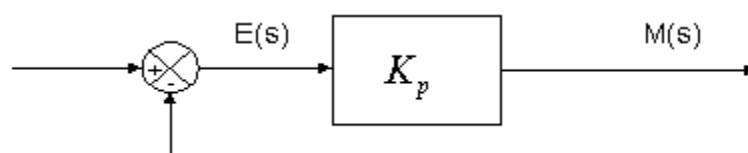
Gambar 2. 6 Rangkaian Keypad

2. 6 Metode PID

Keberadaan kontroller dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun sistem tersebut. Artinya, karakteristik plant harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroler. Salah satu tugas komponen kontroler adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol adalah mendapatkan sinyal aktual senantiasa (diinginkan) sama dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baiklah kinerja sistem kontrol yang diterapkan. Apabila perbedaan antara nilai setting dengan nilai keluaran relatif besar, maka kontroler yang baik seharusnya mampu mengamati perbedaan ini untuk segera menghasilkan sinyal keluaran untuk mempengaruhi plant. Dengan demikian sistem secara cepat mengubah keluaran plant sampai diperoleh selisih antara setting dengan besaran yang diatur sekecil mungkin. Oleh karena itu PID (*Proporsional Integral Diferensial*) disini difungsikan untuk penghitungan nilai error dari suatu alat tersebut.

❖ **Kontroler Proporsional**

Kontroler proporsional memiliki keluaran yang sebanding/proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Secara lebih sederhana dapat dikatakan, bahwa keluaran kontroler proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Perubahan pada sinyal masukan akan segera menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluarannya sebesar konstanta pengalinya. Gambar 2. 7 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara besaran setting, besaran aktual dengan besaran keluaran kontroler proporsional. Sinyal keasalahan (error) merupakan selisih antara besaran setting dengan besaran aktualnya. Selisih ini akan mempengaruhi kontroler, untuk mengeluarkan sinyal positif (mempercepat pencapaian harga setting) atau negatif (memperlambat tercapainya harga yang diinginkan).

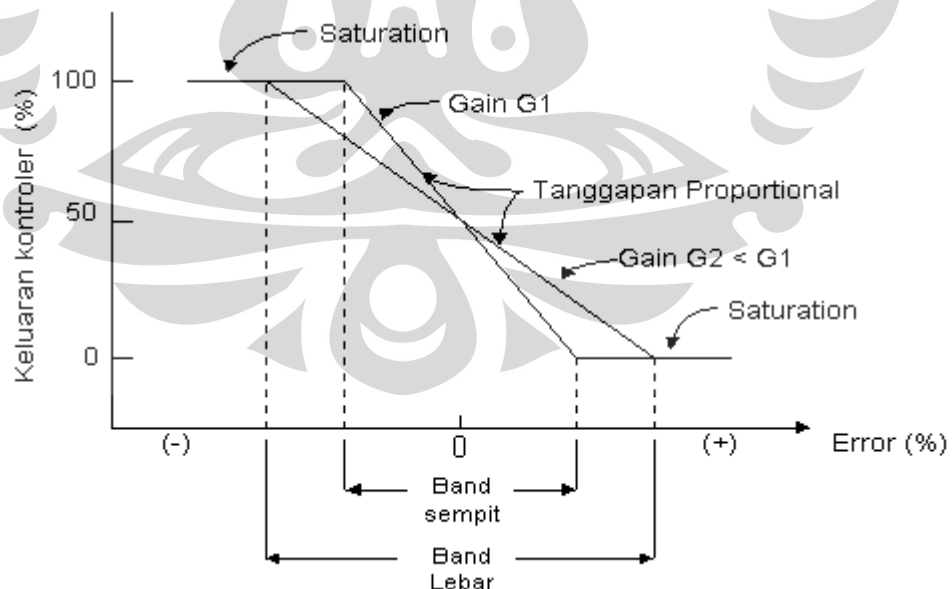


Gambar 2. 7. Diagram blok kontroler proporsional

Kontroler proporsional memiliki 2 parameter, pita proporsional (*proportional band*) dan konstanta proporsional. Daerah kerja kontroler efektif dicerminkan oleh Pita proporsional, sedangkan konstanta proporsional menunjukkan nilai faktor penguatan terhadap sinyal kesalahan, K_p . Hubungan antara pita proporsional (PB) dengan konstanta proporsional (K_p) ditunjukkan secara prosentasi oleh persamaan berikut:

$$PB = \frac{1}{K_p} \times 100\%$$

Gambar 2. 8 menunjukkan grafik hubungan antara PB, keluaran kontroler dan kesalahan yang merupakan masukan kontroler. Ketika konstanta proporsional bertambah semakin tinggi, pita proporsional menunjukkan penurunan yang semakin kecil, sehingga lingkup kerja yang dikuatkan akan semakin sempit.



Gambar 2.8. Blok Proses Feedback Control

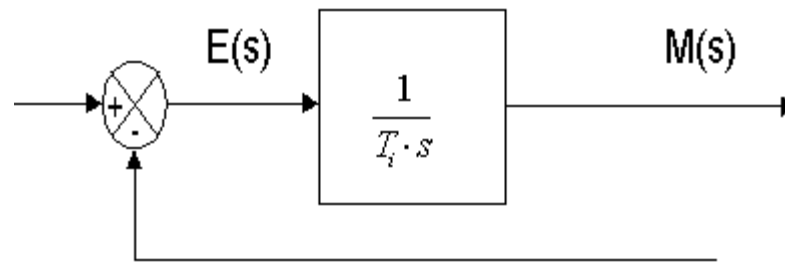
Ciri-ciri kontroler proporsional harus diperhatikan ketika kontroler tersebut diterapkan pada suatu sistem. Secara eksperimen, pengguna kontroler proporsional harus memperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini :

- a. Kalau nilai K_p kecil, kontroler proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
- b. Kalau nilai K_p dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantabnya.
- c. Namun jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi.

❖ **Kontroler Integral**

Kontroler integral berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol. Kalau sebuah plant tidak memiliki unsur integrator ($1/s$), kontroler proporsional tidak akan mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan mantabnya nol. Dengan kontroler integral, respon sistem dapat diperbaiki, yaitu mempunyai kesalahan keadaan mantapnya nol. Kontroler integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran kontroler sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. Keluaran kontroler ini merupakan jumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Kalau sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan. Sinyal keluaran kontroler integral merupakan luas bidang yang dibentuk oleh kurva kesalahan penggerak- lihat konsep numerik. Sinyal keluaran akan berharga sama dengan harga sebelumnya ketika sinyal kesalahan berharga nol. Gambar berikut menunjukkan contoh sinyal kesalahan yang disulutkan ke dalam kontroler integral dan keluaran kontroler integral terhadap perubahan sinyal kesalahan tersebut.

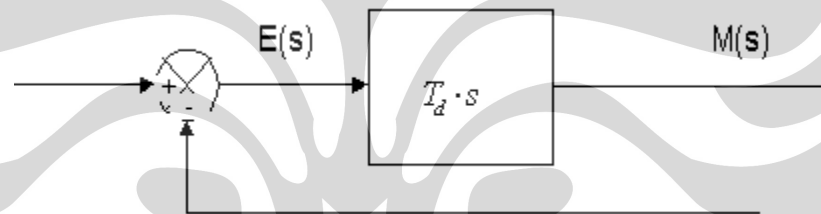
Gambar berikut menunjukan blok diagram antara besaran kesalahan dengan keluaran suatu kontroler integral :



Gambar 2. 9. Blok diagram hubungan antara besaran kesalahan dengan controller integral

❖ Kontroler Diferensial

Keluaran kontroler diferensial memiliki sifat seperti halnya suatu operasi derivatif. Perubahan yang mendadak pada masukan kontroler, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Gambar 2. 10 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara sinyal kesalahan dengan keluaran kontroler.



Gambar 2. 10. BlokDiagram kontroler diferensial

Karakteristik kontroler diferensial adalah sebagai berikut :

- a. Kontroler ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan pada masukannya (berupa sinyal kesalahan).
- b. Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan kontroler tergantung pada nilai T_d dan laju perubahan sinyal kesalahan.
- c. Kontroler diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga kontroler ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi kontroler diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif, dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

BAB 3

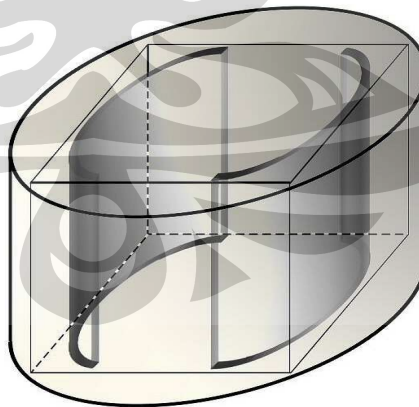
PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* serta *software* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat “Rancang Bangun Sistem Pemanas Dengan Temperatur Terkendali”. Dalam bab ini selain perancangan alat, juga akan dibahas mengenai cara kerja alat.

3.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada alat ini adalah sebagian besar menggunakan bahan stainless steel. Alasan kita menggunakan stainless steel disini adalah karena bahan tersebut dapat menahan panas yang cukup tinggi yaitu kira-kira sampai 1000 °C sehingga cocok dengan karakteristik heater yang dipakai. Disini Heater yang dipakai dapat menghasilkan panas dengan suhu maksimum adalah 800 °C sehingga kita tidak perlu khawatir akan rusaknya mekanik tersebut.

Disamping itu kita menggunakan bahan ceramic fiber yaitu bahan yang dapat menahan panas hingga mencapai suhu 1000 °C, disamping itu pula kita juga menggunakan rocool yang berfungsi untuk menahan panas.



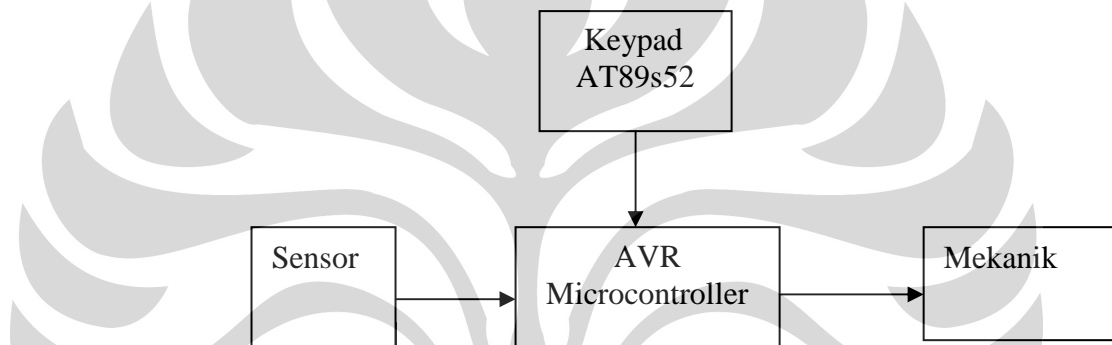
Gambar 3. 1 Rancangan Mekanik

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa mekanik tersebut berupa kubus yang diletakan didalam sebuah pipa atau silinder. Ukuran tebal dari kubus adalah 1,2 cm

dengan panjang 10 cm, lebar 8,5 cm serta tinggi 13,5 cm. Untuk ukuran pipa atau silinder adalah tebal 3 mm dengan diameter 14 cm. Tujuan dipakainya pipa dengan ukuran tersebut supaya panas yang dihasilkan oleh heater tidak banyak yang keluar sehingga suhu didalam lebih tinggi dari pada suhu luar atau suhu permukaan.

3.2. Perancangan Hardware

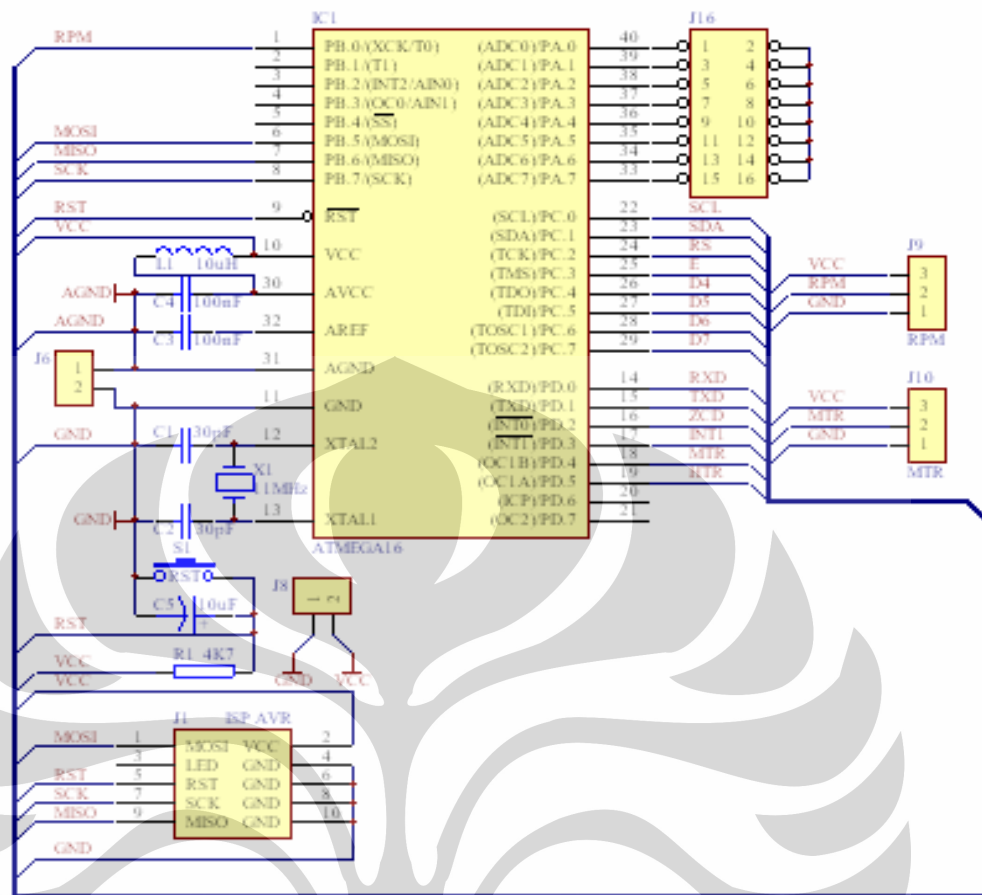
Pada perancangan hardware hal pertama yang harus kita ketahui adalah bagaimana antara hardware dengan software bisa bekerja dengan baik. Untuk itu kita harus mengetahui bagaimana diagram kerja alat yang kita buat baik software maupun hardware.



Gambar 3. 2 Blok diagram sistem

3.3. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroller Atmega 32

Dalam proses pembuatan model pengontrolan objek digunakan IC mikrokontroller Atmega32. Alasan penulis menggunakan IC ini karena IC ini sangat mudah dipahami, banyak terdapat dipasaran dan harganya juga relatif murah.



Gambar 3. 3 Rangkaian Minimum Sistem Atmega 32

Sistem minimum ini dilengkapi dengan 4 buah port (port 0 – port 3) dan masing-masing port memiliki cara fungsi sendiri seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada port 0 digunakan respack karena dengan menggunakan respack maka tegangan mikro pada port 0 jika berlogika 1 menjadi 5V.

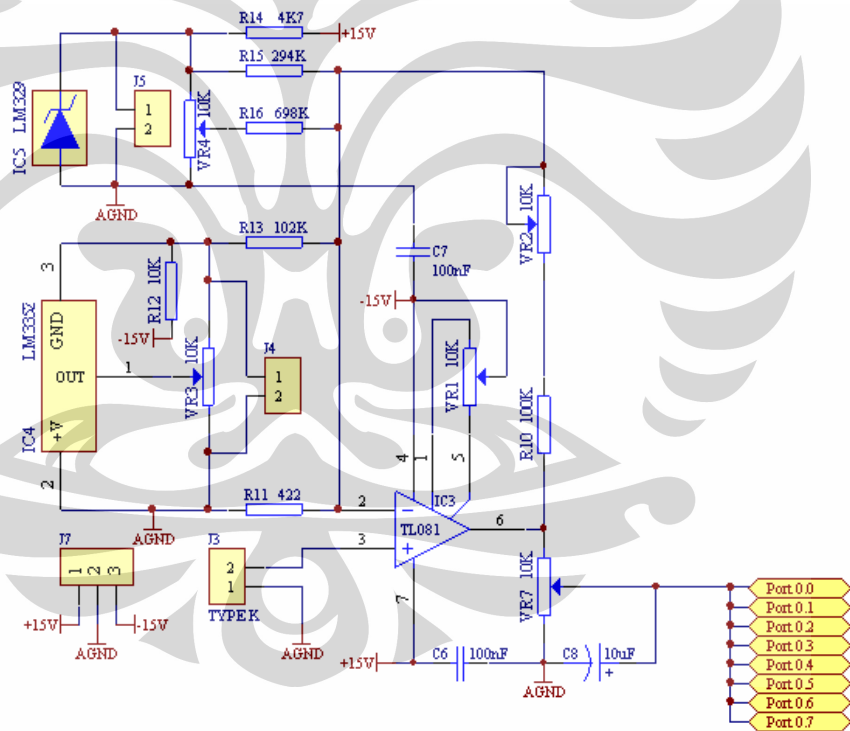
Sistem minimum ini dilengkapi dengan kabel ISP sehingga memudahkan untuk mendownload program. Dengan adanya perangkat Isp ini proses download menjadi lebih mudah. Pada rangkaian sistem minimum ini dilengkapi dengan kristal untuk membangkitkan frekuensi tinggi.

Untuk supplynya digunakan 4 buah dioda yang berfungsi sebagai pengaman. Dengan menggunakan 4 buah dioda maka secara otomatis rangkaian ini dirancang untuk dapat menerima input walaupun supplynya terbalik. Gambar diatas merupakan

sistem minimum yang sangat sederhana tetapi sangat banyak digunakan dalam bidang mikrokontroller.

3.4. Rangkaian Cold Junction

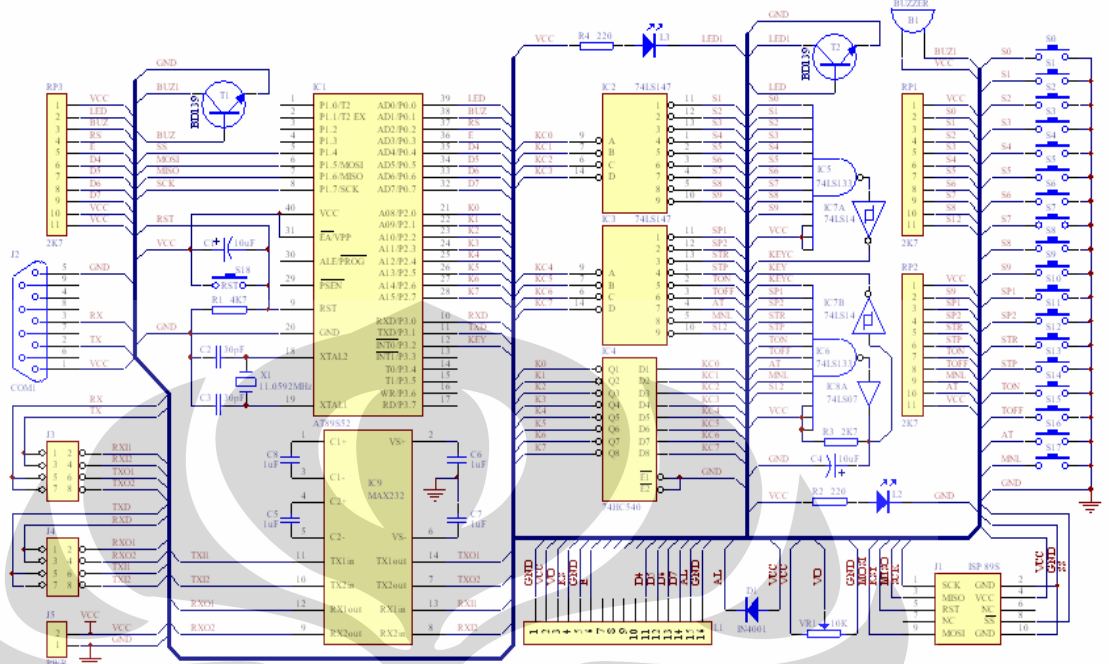
Rangkaian Cold Junction ini menggunakan *operational amplifier* --biasa disingkat op-amp. Dalam penggunaannya op-amp ini difungsikan sebagai komparator. Thermocouple yang terhubung dengan kaki non-inverting amplifier bertindak sebagai tegangan referensi masukan yang berubah terhadap panas yang dideteksi. Besarnya penguatan dari tegangan thermocouple disesuaikan oleh variabel resistor. Penggunaan IC LM 335 dan IC LM 329 pada op-amp adalah sebagai dua masukan yang akan dibandingkan. Besarnya tegangan keluaran pada op-amp akan sangat tergantung pada tegangan masukan yang terhubung pada kaki inverting dan besar tegangan referensi yang di umpan oleh thermocouple.



Gambar 3. 4 Driver thermocouple yang terhubung dengan port 0 Atmega32

3.5. Rangkaian Miniatur System Keypad

Rangkaian Miniatur Sistem dan Keypad dapat dilihat pada gambar berikut ini :

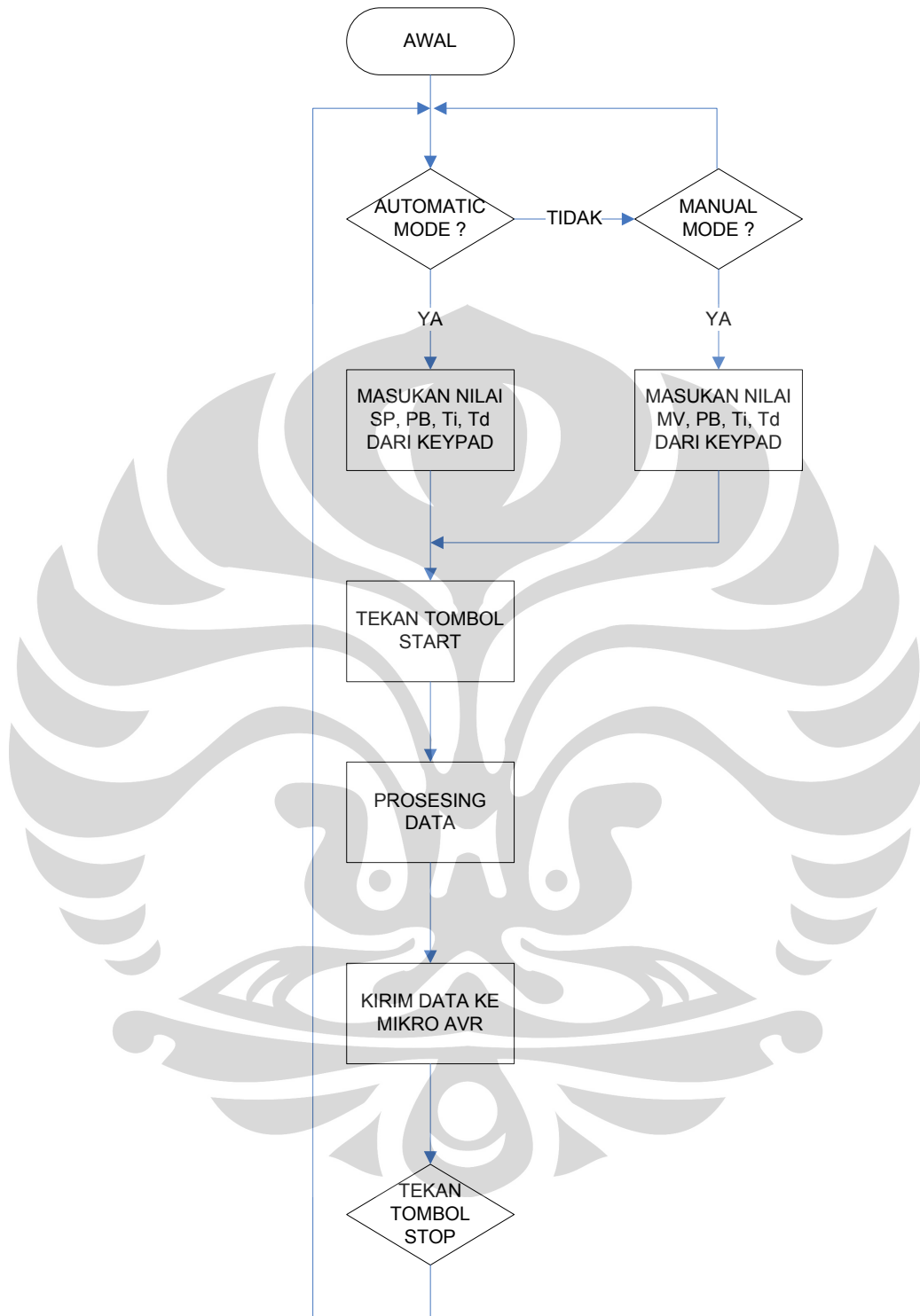


Gambar 3. 5 Rangkaian Miniatur Sistem Keypad

Rangkaian minsis ini menggunakan IC mikrokontroller Atmel 89S52, alasan penulis memakai 89S52 karena memori pada IC ini lebih besar disamping itu juga IC ini mempunyai tiga buah timer. Pada minsys rangkaian ini terdiri dari rangkaian keypad yang digunakan untuk mengirim data kepada mikrokontroller Atmega32 atau rangkaian minsys AVR, pengiriman data yang digunakan berupa pengiriman melalui serial yang dilakukan oleh rangkaian serial MAX232, selain itu terdapat juga beberapa IC yang digunakan untuk proses interrupts.

Rangkaian keypad ini terdapat 18 buah keypad yang mempunyai fungsi-fungsi berbeda yaitu sebagai fungsi angka 0 sampai 9 dan juga sebagai fungsi untuk memberikan perintah AUTO, MANUAL, SP/MV, Pb, Ti, Td, STR dan STOP.

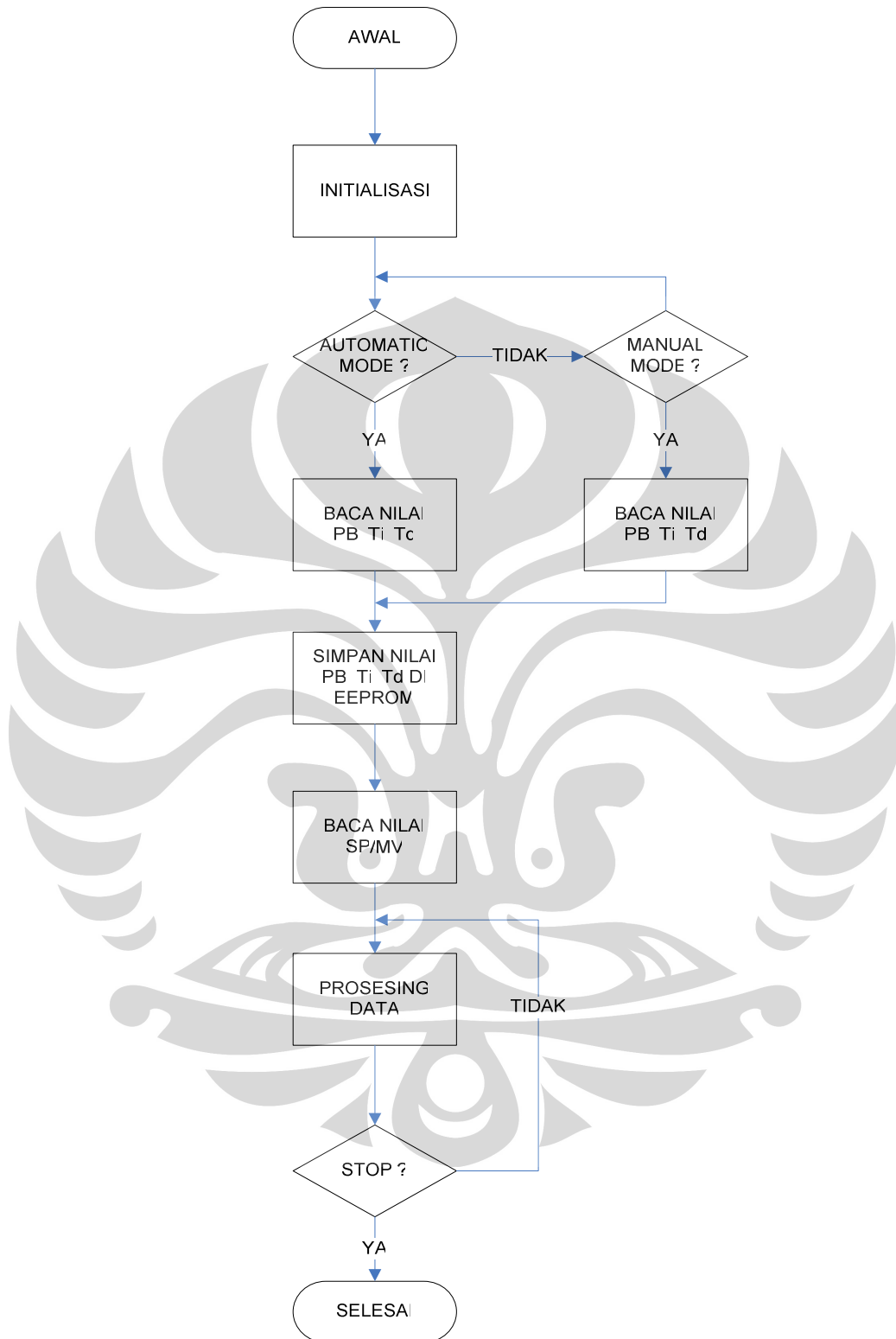
3.6. Flow Chart Proses pada Rangkaian Miniature System Atmel 89S52



Gambar 3. 6 Flowchart pada proses rangkaian minimum sistem ATmel 89S52

Dari flowchart diatas dapat dijelaskan bahwa pada awal proses, program akan menginisialisai variable-variabel yang digunakan pada program keypad tersebut, pada keadaan awal ini LCD akan menampilkan tulisan pada upperline " PID CONTROLLER", dan pada lowerline "V:1.0 FISIKA UI", lalu proses selanjutnya dengan memasukan nilai parameter PB, Ti, dan Td yang berfungsi agar proses respon output pada pengendalian heater ini memiliki respon yang akurat dan stabil, setelah memasukan nilai parameter PID tersebut maka nilai-nilai parameter yang dimasukkan tersebut akan disimpan, selanjutnya menekan tombol AT pada keypad yang bermaksud proses akan berjalan dengan program Automatic Mode, pada LCD tersebut akan menampilkan tulisan " AUTOMATIC MODE", jika tombol AT ini tidak ditekan maka program akan berjalan disitu saja dan masih menunggu Automatic Mode berjalan, jika belum ditekan program masih bias menerima perubahan nilai-nilai parameter PID untuk diperbaharui dengan menekan kembali tombol PB, Ti, dan Td, jika telah masuk pada proses Automatic mode selanjutnya menentukan set point dengan menekan tombol SP pada keypad, lalu memasukan nilai set point tersebut dengan menekan atau memasukan input angka sesuai dengan nilai pengendalian yang diinginkan, selanjutnya dengan menekan tombol STR bermaksud untuk program akan berjalan mengolah data set point dan mengolah atau menjalankan program tersebut sesuai dengan nilai-nilai yang telah dimasukkan tersebut, tombol STP digunakan untuk menstop proses yang sedang dilakukan dalam pengendalian heater tersebut, jika proses stop berjalan maka program akan kembali ke Automatic Mode agar program bias diganti pada setting nilai-nilai parameter PID dan input set point. Pada saat tombol MNL ditekan maka pada LCD akan menampilkan "MANUAL MODE", maka selanjutnya hampir sama dengan automatic mode hanya saja berbeda pada tampilan LCD, pada automatic jika Sp ditekan akan menampilkan SP akan tetapi jika pada manual apabila SP ditekan maka tampilan pada LCD adalah MV.

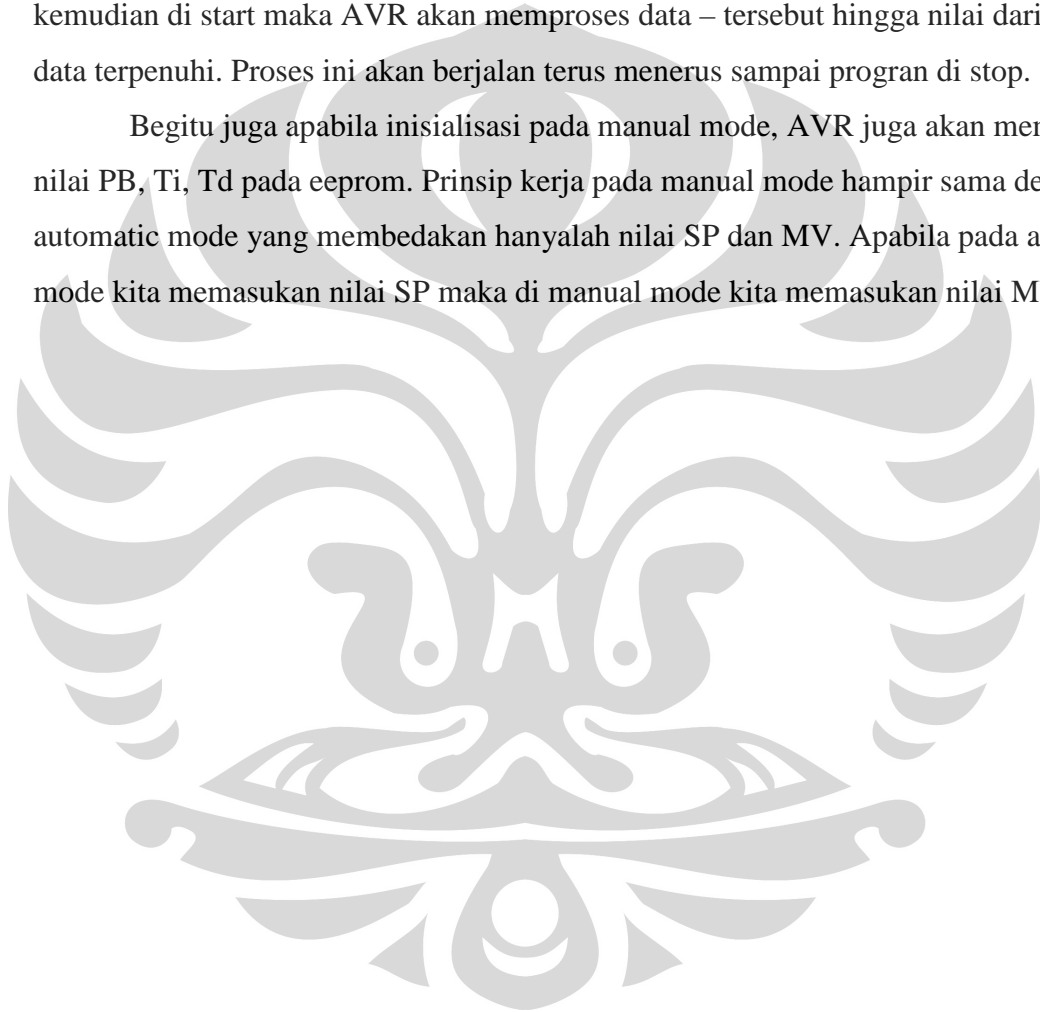
3. 7. Flowchart Program Pada Sistem Minimum ATmega32



Gambar 3. 7 Flowchart Program Pada Atmega32

Pada flowchart diatas adalah pengendali untuk heater dimana pada Atmega32 ini inputnya dari keypad. Dapat dilihat bahwa pada awalnya Atmega32 ini menginisialisasi perintah dari keypad yaitu antara pilihan automatic mode atau manual mode. Apabila pilihan ke automatic mode maka AVR akan membaca nilai PB, Ti, Td yang sudah tersimpan pada eeprom. Data pada eeprom ini adalah data inputan dari keypad. Apabila sudah membaca data pada eeprom AVR akan membaca nilai SP yaitu nilai untuk mengendalikan alat. Nilai SP ini juga inputan dari keypad. Setelah membaca nilai SP kemudian di start maka AVR akan memproses data – tersebut hingga nilai dari semua data terpenuhi. Proses ini akan berjalan terus menerus sampai program di stop.

Begitu juga apabila inisialisasi pada manual mode, AVR juga akan membaca nilai PB, Ti, Td pada eeprom. Prinsip kerja pada manual mode hampir sama dengan automatic mode yang membedakan hanyalah nilai SP dan MV. Apabila pada automatic mode kita memasukan nilai SP maka di manual mode kita memasukan nilai MV.



BAB 4

DATA PERCOBAAN DAN ANALISA

Setelah dilakukan pengerjaan keseluruhan sistem, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak.

Pengujian-pengujian tersebut meliputi :

- Pengukuran Temperatur Dalam
- Pengukuran Temperatur Luar
- Pengukuran dengan menggunakan program LabVIEW
- Pengukuran dengan membandingkan nilai ADC dengan thermometer digital

4.1 Pengukuran Temperatur Dalam

Pengukuran Temperatur dalam dilakukan dengan menggunakan thermocouple digital dimana thermocouple tersebut dimasukan kedalam mekanik. Pengetesan alat dilakukan dengan cara heater di ON-OFF selama satu jam dan diambil data suhu temperaturnya hingga mencapai 700 °C. Dalam range 0-700 °C waktu yang dibutuhkan tidak melebihi sampai satu jam.

Dalam waktu tersebut alat tidak mengalami kerusakan akibat temperatur yang sangat tinggi tersebut. Heater disini mempunyai temperatur maksimum sampai 800 °C. Suhu yang dihasilkan oleh heater tersebut cukup maksimal karena tidak banyak suhu yang terbuang keluar. Hal yang mempengaruhi hal tersebut karena didalam mekanik alat tersebut terdapat dua jenis isolator panas. Dimana salah satu isolator tersebut dapat menahan panas hingga 1000 °C, jadi panas yang terbuangpun tidak banyak.

4.2 Pengukuran suhu luar

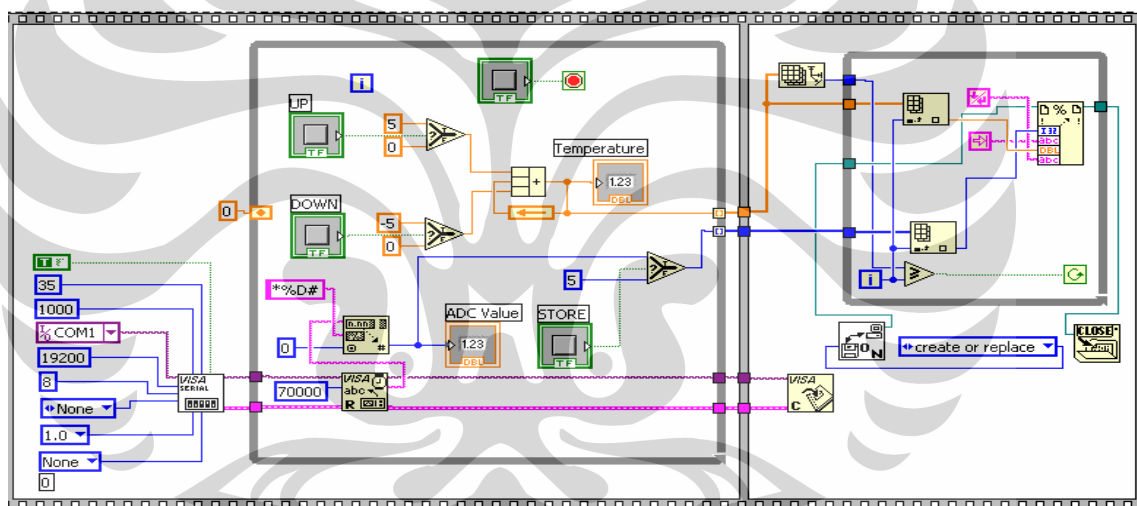
Pengukuran suhu luar dilakukan juga dengan menggunakan thermocouple hanya saja pada pengukuran suhu luar ini thermocouple hanya disentuhkan dibagian permukaan mekanik alat. Dari pengukuran tersebut kita mendapati adanya temperatur panas yang keluar dari heater. Suhu luar ini mencapai 125 °C. Akan tetapi dalam mencapai suhu tersebut membutuhkan waktu yang lama. Pada saat lima belas menit pertama suhu luar masih 0 °C jadi pada saat lima belas menit pertama tersebut belum ada kalor yang keluar ke permukaan mekanik.

Pada saat lima belas menit kedua hingga mencapai satu jam barulah didapati adanya kalor yang terdapat dipermukaan mekanik. Hal ini disebabkan karena terlalu dekatnya jarak antara kotak pembungkus heater dengan silinder sehingga terjadi kontak induksi. Untuk mengurangi hal tersebut dibutuhkan silinder yang lebih besar sehingga antara silinder dan heater terdapat ruangan yang lebih besar yang dapat menghindari kontak tersebut.

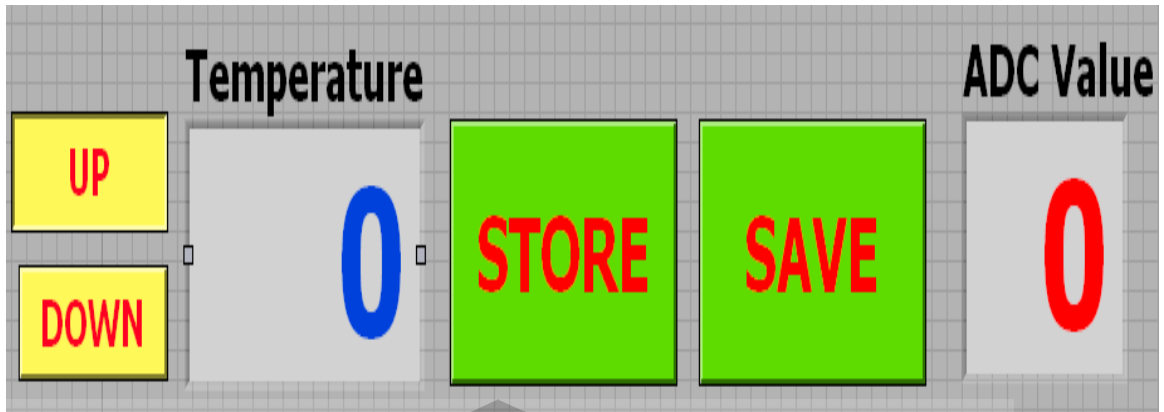
4.3.1 Pengukuran Dengan Menggunakan Program LabVIEW

Pada pengukuran ini kita menggunakan program LabVIEW dengan cara rangkaian pengendali yaitu AVR dengan IC Atmega32 kita hubungkan dengan komputer menggunakan serial 232. Rangkaian ini dapat mengirimkan data serial ke komputer karena terdapat IC MAX232 jadi serial yang digunakanpun adalah serial 232.

Gambar diagram block yang digunakan pada pengambilan data dapat dilihat pada gambar 14



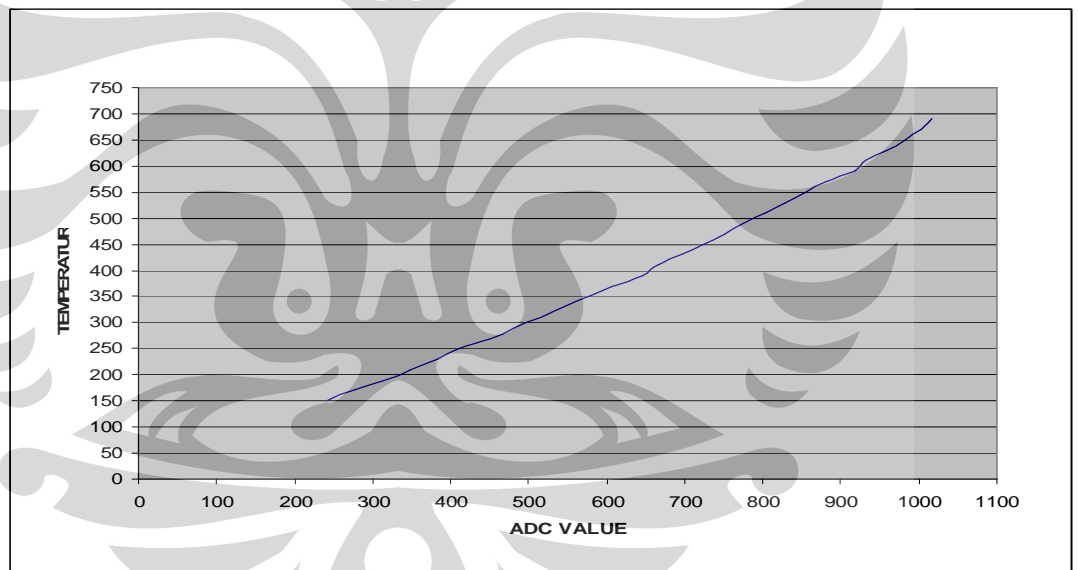
Gambar 4. 1 Diagram block LabVIEW



Gambar 4. 2 Front Panel LabVIEW

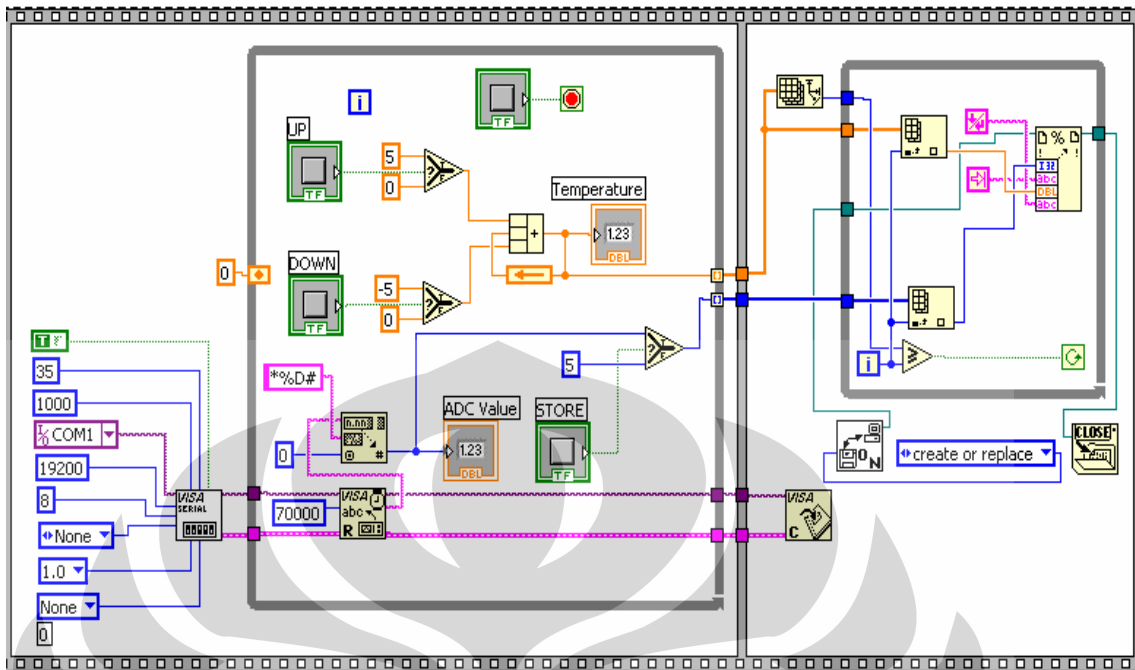
Dengan menggunakan diagram block diatas maka kita akan mendapatkan data sebagai berikut seperti terlampir pada lampiran 1 tabel L1.1

Dari data tabel tersebut didapat grafik sebagai berikut



Gambar 4. 3 Grafik Temperatur terhadap nilai ADC

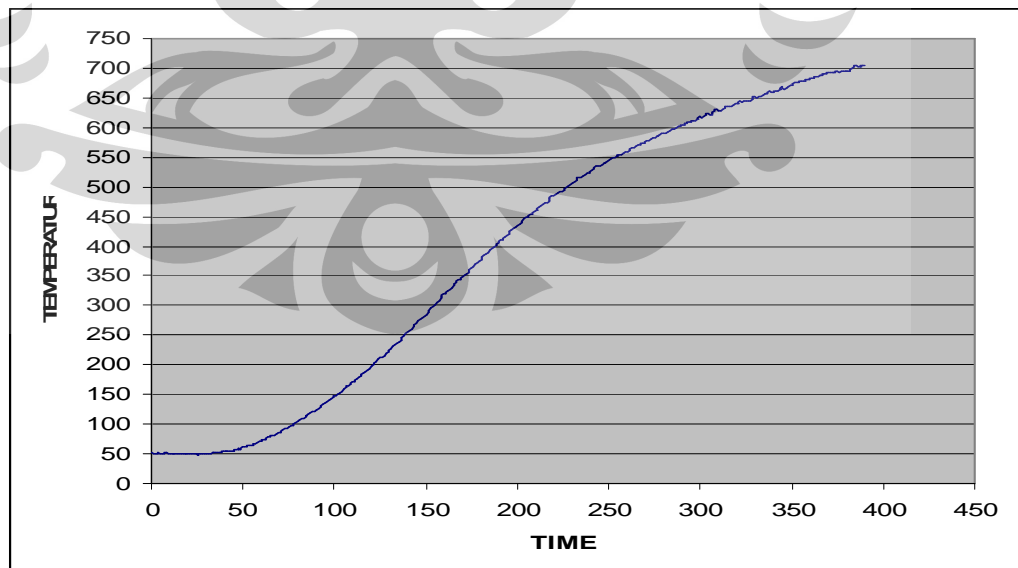
Pengambilan data dengan menggunakan program LabVIEW yang kedua



Gambar 4. 4 Diagram blok LabVIEW

Dengan menggunakan diagram block diatas maka kita akan mendapatkan data sebagai berikut seperti terlampir pada lampiran 1 tabel L1.2

Dari data tabel tersebut didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Temperatur terhadap waktu

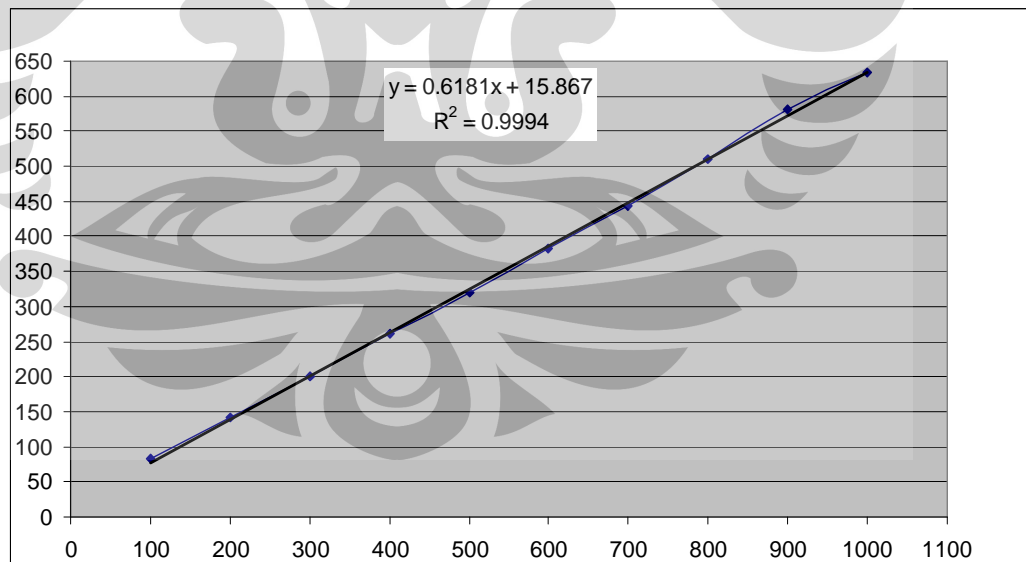
4.3.2 Pengukuran Dengan Membandingkan Nilai ADC Dengan Thermometer Digital

Pada pengambilan data dengan metode ini kita membandingkan nilai ADC yang tertera pada lcd dengan thermometer digital. Data yang yang didapat dari pengambilan dengan metode ini adalah sebagai berikut

Tabel 4.1 Data pengukuran ADC terhadap termometer digital

ADC	THERMOMETER DIGITAL
100	83
200	141
300	201
400	261
500	320
600	382
700	444
800	511
900	582
1000	633

Dari data diatas didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Grafik Pengukuran ADC terhadap termometer digital

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa persamaan yang didapat adalah :

$$y = 0.6181x + 15.867$$

Sehingga apabila nilai $x = 0$, maka :

$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0 + 15.867$$

$$y = 15.867$$

dari hasil diatas ($y = 15.867$), maka dapat diasumsikan bahwa nilai $y =$ temperatur ($^{\circ}\text{C}$). Sehingga dapat dikatakan bahwa saat pengambilan data suhu ruangan adalah 15.867°C atau dapat dibulatkan menjadi 16°C .

Pada saat penambilan data kita memasukkan set point tidak dari 0 melainkan set point langsung kita isi dengan angka 100. dari sini kita bisa lihat bahwa temperatur sebenarnya dapat kita hitung dengan menggunakan persamaan diatas dimana nilai set point (ADC) disini adalah x .

Apabila nilai $x = 100$, maka ;

$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0.6181 * 100 + 15.867$$

$$y = 61.81 + 15.867$$

$$y = 77.677$$

Apabila nilai $x = 200$, maka ;

$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0.6181 * 200 + 15.867$$

$$y = 123.62 + 15.867$$

$$y = 139.487$$

Apabila nilai $x = 300$, maka ;

$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0.6181 * 300 + 15.867$$

$$y = 185.43 + 15.867$$

$$y = 201.297$$

Apabila nilai $x = 400$, maka ;

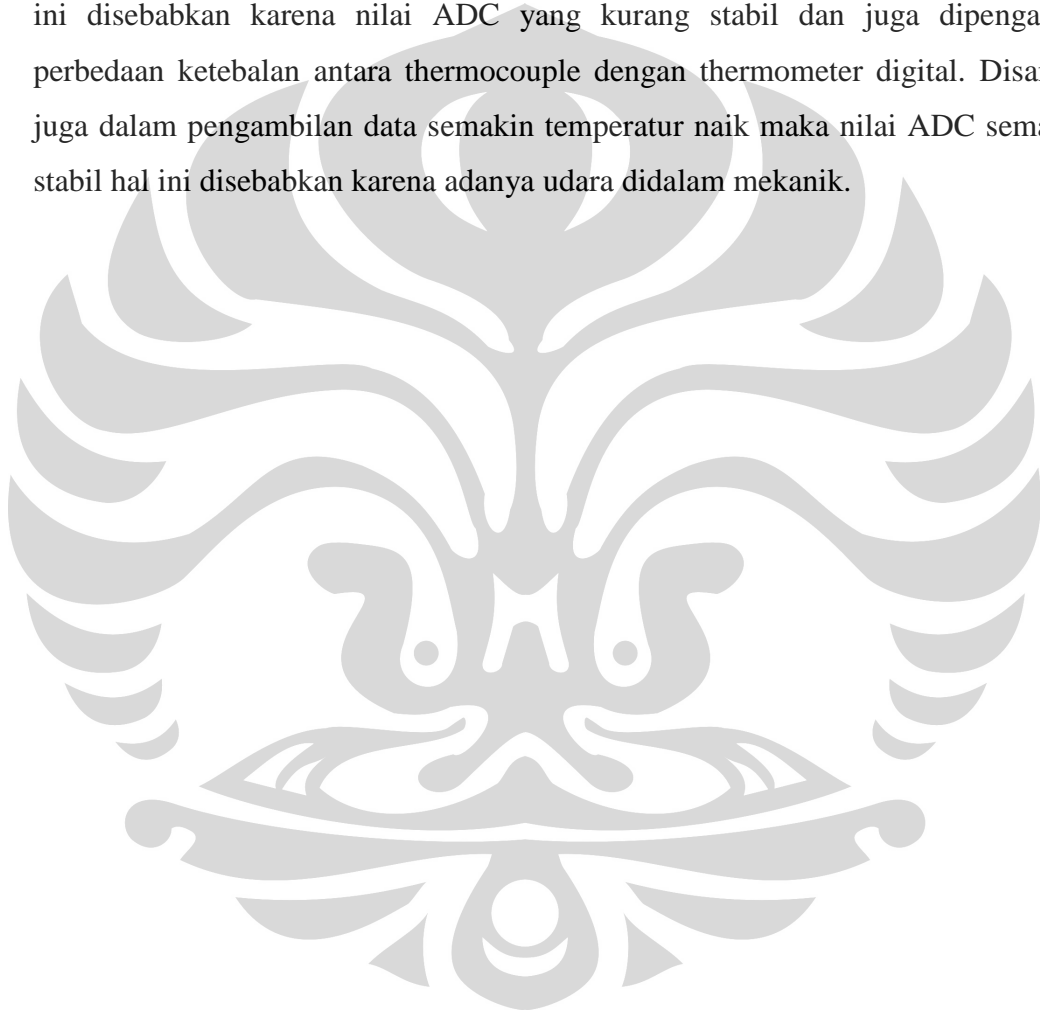
$$y = 0.6181x + 15.867$$

$$y = 0.6181 * 400 + 15.867$$

$$y = 247.24 + 15.867$$

$$y = 263.107$$

Dari perhitungan diatas kita bisa melihat bahwa nilai y adalah nilai temperatur sebenarnya. Setelah melihat data dan perhitungan kita mendapati nilai yang berbeda, hal ini disebabkan karena nilai ADC yang kurang stabil dan juga dipengaruhi oleh perbedaan ketebalan antara thermocouple dengan thermometer digital. Disamping itu juga dalam pengambilan data semakin temperatur naik maka nilai ADC semakin tidak stabil hal ini disebabkan karena adanya udara didalam mekanik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perancangan peralatan serta pengambilan data, maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa :

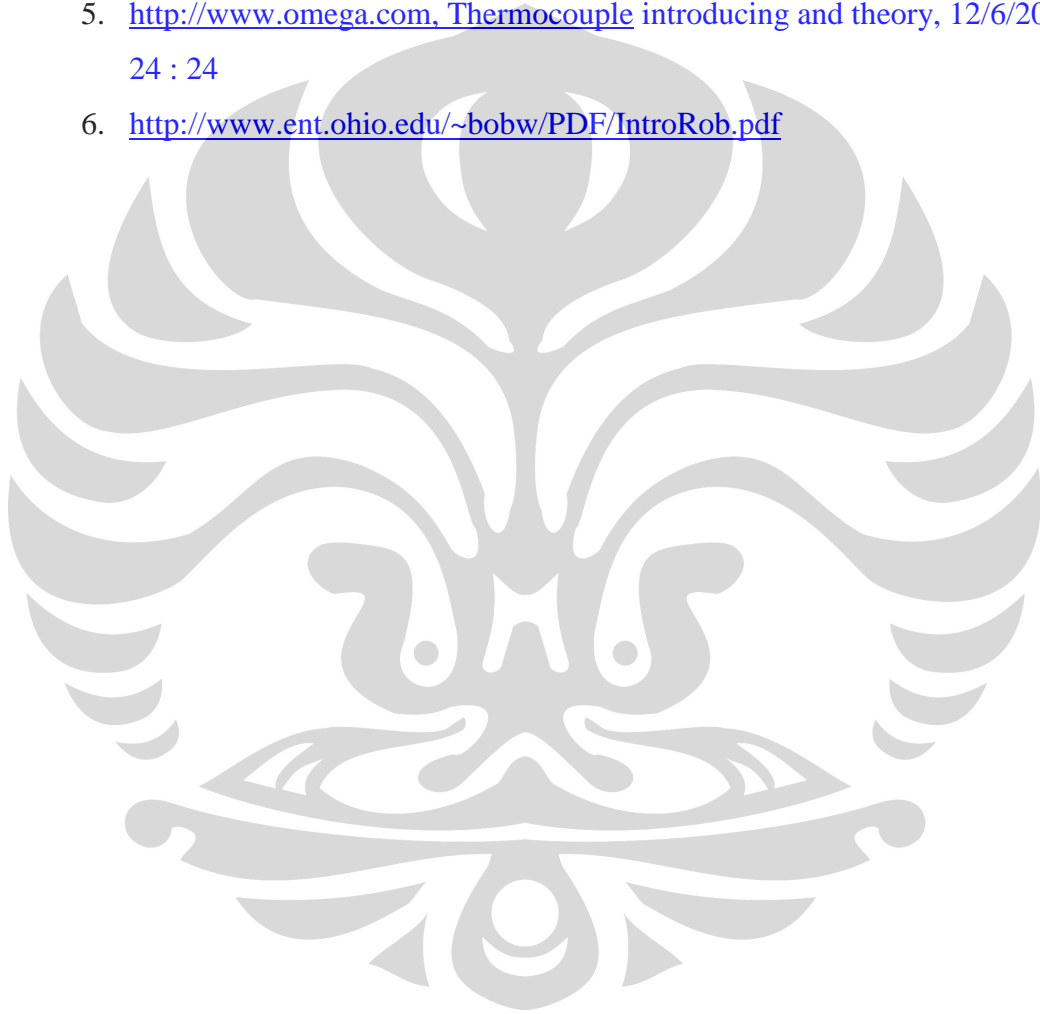
- 1) Heater jenis ini mempunyai respon yang baik untuk memperoleh temperatur tinggi dengan waktu yang cepat
- 2) Temperatur yang dapat dihasilkan oleh heater ini maksimum adalah 800 °C hal ini dapat diketahui dari percobaan pada saat temperatur heater mencapai 700 °C apabila masih terus di ON kan temperatur masih bergerak
- 3) Saat heater dikendalikan temperature yang dihasilkan oleh heater mencapai 630 °C
- 4) Karena diameter silinder yang kurang besar maka kalor yang dihasilkan oleh heater juga akan mempengaruhi suhu luar atau suhu permukaan
- 5) Semakin tinggi temperatur maka nilai ADC semakin tidak stabil
- 6) Karena berbedanya ketebalan alat ukur yang digunakan maka berbeda pula antara nilai thermometer digital dengan thermocouple

Saran

1. Sebaiknya buatlah mekanik yang lebih besar sehingga tidak terjadi induksi kalor yang dapat menyebabkan temperatur luar menjadi tinggi karena hal ini dapat membahayakan.
2. Heater ini mempunyai temperatur maksimal hanya sampai 800 °C, jadi sebaiknya kontrol untuk heater jangan sampai melebihi temperatur tersebut.
3. Sebaiknya gunakan dua alat ukur yang sama agar didapat nilai hasil pengukuran yang sama.

DAFTAR ACUAN

1. Budiharto Widodo, S.Si, M.Kom, *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.
2. Eugene Lister. *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1993
3. Putra, Agfianto Eko., “Belajar Mikrokontroler”, Penerbit Gava Media, 2003.
4. Tokheim, Roger L., “Digital Electronics”, Prentice-Hall International, Inc.
5. <http://www.omega.com>, *Thermocouple introducing and theory*, 12/6/2007, 24 : 24
6. <http://www.ent.ohio.edu/~bobw/PDF/IntroRob.pdf>



Lampiran 1



Tabel L.1.1 : Perbandingan nilai Temperatur terhadap nilai ADC

ADC VALUE	TEMPERATUR
242	150
277	170
314	190
349	210
383	230
411	250
450	270
482	290
515	310
546	330
578	350
607	370
645	390
666	410
696	430
723	450
750	470
775	490
803	510
829	530
855	550
881	570
917	590
932	610
958	630
982	650
1003	670
1016	690

Tabel L.1.2 : Data nilai temperature pada waktu konstant

TIME (s)	TEMPERATUR (°C)
0	53
1	51
2	51
3	51
4	52
5	51
6	51
7	51
8	52
9	51
10	51
11	51
12	51
13	51
14	51
15	51
16	51
17	51
18	51
19	51
20	51
21	51
22	51
23	51
24	51
25	48
26	51
27	51
28	51
29	51
30	51
31	51
32	51
33	52
34	52
35	52
36	52
37	52
38	53
39	54
40	54
41	54
42	55
43	56

44	56
45	56
46	58
47	58
48	59
49	58
50	61
51	62
52	63
53	64
54	65
55	65
56	67
57	68
58	70
59	71
60	72
61	74
62	75
63	76
64	78
65	79
66	81
67	82
68	83
69	85
70	87
71	89
72	91
73	93
74	94
75	96
76	98
77	99
78	101
79	103
80	105
81	107
82	109
83	111
84	114
85	115
86	117
87	119
88	121
89	123
90	125
91	127
92	129

93	132
94	134
95	136
96	138
97	140
98	143
99	145
100	147
101	149
102	151
103	154
104	156
105	159
106	162
107	164
108	166
109	168
110	171
111	173
112	177
113	178
114	181
115	184
116	186
117	189
118	191
119	194
120	198
121	200
122	202
123	206
124	209
125	212
126	213
127	216
128	220
129	222
130	225
131	228
132	231
133	234
134	237
135	240
136	242
137	245
138	248
139	253
140	255
141	259

142	260
143	264
144	267
145	270
146	274
147	276
148	279
149	281
150	284
151	288
152	292
153	295
154	299
155	302
156	306
157	309
158	312
159	315
160	319
161	321
162	324
163	328
164	330
165	334
166	337
167	340
168	343
169	345
170	348
171	351
172	354
173	356
174	360
175	363
176	366
177	370
178	373
179	376
180	378
181	381
182	384
183	387
184	390
185	393
186	396
187	398
188	401
189	404
190	407

191	410
192	412
193	415
194	418
195	420
196	424
197	427
198	429
199	432
200	434
201	437
202	440
203	443
204	447
205	448
206	450
207	453
208	454
209	458
210	461
211	462
212	465
213	468
214	471
215	473
216	474
217	477
218	480
219	484
220	484
221	487
222	489
223	492
224	493
225	495
226	497
227	500
228	502
229	504
230	507
231	509
232	512
233	515
234	516
235	516
236	518
237	520
238	522
239	524

240	526
241	529
242	531
243	535
244	535
245	535
246	537
247	539
248	540
249	542
250	544
251	546
252	549
253	550
254	551
255	552
256	554
257	555
258	557
259	558
260	560
261	562
262	564
263	565
264	567
265	568
266	570
267	571
268	573
269	574
270	576
271	577
272	579
273	581
274	582
275	583
276	584
277	586
278	588
279	590
280	590
281	591
282	593
283	595
284	596
285	598
286	598
287	599
288	601

289	603
290	604
291	605
292	606
293	607
294	609
295	610
296	612
297	612
298	614
299	615
300	619
301	617
302	619
303	621
304	624
305	622
306	624
307	625
308	627
309	630
310	628
311	629
312	630
313	632
314	635
315	635
316	635
317	636
318	638
319	640
320	639
321	640
322	644
323	642
324	644
325	646
326	646
327	646
328	647
329	649
330	652
331	650
332	652
333	652
334	654
335	657
336	656
337	657

338	661
339	659
340	660
341	662
342	661
343	663
344	665
345	669
346	665
347	667
348	668
349	670
350	672
351	674
352	675
353	676
354	677
355	678
356	678
357	679
358	681
359	681
360	681
361	683
362	683
363	685
364	686
365	687
366	688
367	689
368	690
369	691
370	692
371	692
372	693
373	692
374	692
375	694
376	693
377	694
378	694
379	694
380	695
381	696
382	696
383	699
384	703
385	704
386	703

387	703
388	703
389	704
390	704



Lampiran 2



Listing Program Pada Keypad

```
$regfile = "8052.DAT"      'memberikan data hardware yang digunakan'  
$large  
$crystal = 11059200      'nilai kristal yang digunakan'  
$baud = 19200           'nilai kecepatan transfer data serial'  
Config Lcd = 16 * 2      'konfigurasi LCD yang digunakan'  
Config Lcdpin = Pin , Db4 = P0.4 , Db5 = P0.5 , Db6 = P0.6 , Db7 = P0.7 , E = P0.3 ,  
Rs = P0.2               'konfigurasi port yang digunakan untuk LCD'  
On Int0 Int0_isr        'mengaktifkan interrupts0'  
Enable Interrupts       'mengaktifkan global interrupts'  
Enable Int0             'mengaktifkan interrupts0'  
Dim Sp_flag As Bit      'deklarasi Variabel yang digunakan'  
Dim Ti_flag As Bit  
Dim Pb_flag As Bit  
Dim Strt_flag As Bit  
Dim Stp_flag As Bit  
Dim Auto_flag As Bit  
Dim Manual_flag As Bit  
Dim Td_flag As Bit  
Dim Enter_flag As Bit  
Dim Balik As Bit  
Dim Ulang As Bit  
Dim Minus_flag As Bit  
Dim Keypad As Byte  
Dim Iterasi As Byte  
Dim Data_seri As Byte  
Dim Set_point As Word  
Dim Pb As Word  
Dim Ti As Word  
Dim Td As Word
```

```

Dim Pv As String * 4
Dim Mv As Integer
Dim Kata1 As String * 6
Dim Kata2 As String * 6
Led1 Alias P0.0      'inisialisasi P0.0=Led1'
Buzzer Alias P0.1   'inisialisasi P0.1=Buzzer'
Program_utama:
Reset Led1          'P0.0 diberi nilai 0,Led nyala'
Reset Buzzer        'P0.1 diberi nilai 0,Buzzer bunyi'
Sp_flag = 0         'memberi nilai awal variabel'
Ti_flag = 0
Td_flag = 0
Strt_flag = 0
Stp_flag = 0
Auto_flag = 0
Manual_flag = 0
Pb_flag = 0
Minus_flag = 0
Balik = 1
Cursor Off
Cls
Upperrline
Lcd " PID CONTROLLER " 'tampilan pada upperline LCD'
Lowerline
Lcd "V:1.0 FISIKA UI" 'tampilan pada lowerline LCD'
Do
Do
Loop Until Balik = 0 'menjalankan interrupts sampai nilai balik=0'
If Ti_flag = 1 Then Goto Ti_prog 'jika Ti =1 loncat ke Ti_prog'
If Td_flag = 1 Then Goto Td_prog 'jika Td =1 loncat ke Td_prog'
If Strt_flag = 1 Then Goto Start_prog 'jika Strt =1 loncat ke Start _prog'
If Sp_flag = 1 Then Goto Sp_prog 'jika Sp =1 loncat ke Sp _prog'
If Pb_flag = 1 Then Goto Pb_prog 'jika Pb =1 loncat ke Pb _prog'

```

```
If Auto_flag = 1 Then Goto Auto_prog      'jika Auto =1 loncat ke Auto _prog'  
If Manual_flag = 1 Then Goto Manual_prog  'jika Manual =1 loncat ke Manual _prog'  
If Stp_flag = 1 Then Goto Stop_program    'jika Stp =1 loncat ke Stop _prog'  
Goto Program_utama
```

```
'-----Program Untuk Keypad-----'  
'-----'
```

```
Int0_isr:  
Keypad = P2  
Set Led1  
Set Buzzer  
Waitms 100  
Reset Led1  
Reset Buzzer  
If Keypad > 15 Then  
    Keypad = Keypad / 16  
    Select Case Keypad
```

```
    Case 1:  
        Ti_flag = 1
```

```
    Case 2:  
        Td_flag = 1
```

```
    Case 3:  
        Strt_flag = 1
```

```
    Case 4:  
        Stp_flag = 1
```

```
    Case 5:  
        Sp_flag = 1
```

```
    Case 6:  
        Pb_flag = 1
```

```
    Case 7:  
        Auto_flag = 1
```

```
    Case 8:  
        Manual_flag = 1
```

```
End Select  
Balik = 0  
End If
```

Return

```
Auto_prog:  
Lowerline  
Lcd " AUTOMATIC MODE "  
Wait 1  
Kata2 = "AUTO"  
Goto Program_utama
```

```
Manual_prog:  
Lowerline  
Lcd " MANUAL MODE "  
Wait 1  
Kata2 = "MANUAL"  
Goto Program_utama
```

```
Start_prog:  
Kata1 = "START"  
Cls  
Upperline  
Lcd " PID CONTROLLER "  
If Kata2 = "AUTO" Then  
    Print "$" ; Kata1 ; ":" ; Kata2 ; ":" ; Set_point ; "%"  
End If  
If Kata2 = "MANUAL" Then  
    Print "$" ; Kata1 ; ":" ; Kata2 ; ":" ; Mv ; "%"  
End If  
Goto Display_prog
```

```
Stop_program:  
Kata1 = "STOP"  
If Kata2 = "AUTO" Then  
    Print "$" ; Kata1 ; ":" ; Kata2 ; ":" ; Set_point ; "%"  
End If  
If Kata2 = "MANUAL" Then  
    Print "$" ; Kata1 ; ":" ; Kata2 ; ":" ; Mv ; "%"  
End If  
Goto Program_utama
```

```
Sp_prog:  
Disable Interrupts  
Ulang = 1  
Iterasi = 0  
Cursor Off  
Bitwait P3.2 , Set  
Lowerline
```

```

Lcd "          "
If Kata2 = "AUTO" Then
  Set_point = 0
  Locate 2 , 1
  Lcd " SP = " ; Set_point ; " " ; Chr(223) ; "C"
  Do
    Bitwait P3.2 , Reset
    Keypad = P2
    Set Led1
    Set Buzzer
    Waitms 100
    Reset Led1
    Reset Buzzer
    If Keypad < 16 Then
      Iterasi = Iterasi + 1
      If Iterasi = 1 Then
        Set_point = Keypad
      Else
        Set_point = 10 * Set_point
        Set_point = Set_point + Keypad
      End If
    End If
  End If
  Lcd "          "
  Locate 2 , 1
  Lcd " SP = " ; Set_point ; " " ; Chr(223) ; "C"
  Bitwait P3.2 , Set
  If Keypad > 15 Then
    Keypad = Keypad / 16
    If Keypad = 5 Then
      Ulang = 0
      Print "*S:" ; Set_point ; "#"
    End If
  End If
  Loop Until Ulang = 0
  Balik = 1
  Enable Interrupts
  If Strt_flag = 1 Then
    Sp_flag = 0
    Goto Display_prog
  Else
    Goto Program_utama
  End If
End If
If Kata2 = "MANUAL" Then
  Mv = 0
  Locate 2 , 1
  Lcd " MV = " ; Mv ; " %"

```

```

Do
  Bitwait P3.2 , Reset
  Keypad = P2
  Set Led1
  Set Buzzer
  Waitms 100
  Reset Led1
  Reset Buzzer
  If Keypad < 16 Then
    Iterasi = Iterasi + 1
    If Iterasi = 1 Then
      Mv = Keypad
    Else
      Mv = 10 * Mv
      Mv = Mv + Keypad
    End If
  End If
  If Keypad > 15 Then
    Keypad = Keypad / 16
    If Keypad = 5 Then
      Ulang = 0
      Print "*M:" ; Mv ; "#"
    End If
    If Keypad = 4 Then
      Mv = -1 * Mv
    End If
  End If
  If Mv > 100 Then Mv = 100
  If Mv < -100 Then Mv = -100
  Lcd "      "
  Locate 2 , 1
  Lcd " MV = " ; Mv ; " %"
  Bitwait P3.2 , Set
Loop Until Ulang = 0
Balik = 1
Enable Interrupts
If Strt_flag = 1 Then
  Sp_flag = 0
  Goto Display_prog
Else
  Goto Program_utama
End If
End If

```

```

Pb_prog:
Disable Interrupts

```

```

Ulang = 1
Iterasi = 0
Pb = 0
Cursor Off
Bitwait P3.2 , Set
Lowerline
Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd " PB = " ; Pb ; " %"
Do
  Bitwait P3.2 , Reset
  Keypad = P2
  Set Led1
  Set Buzzer
  Waitms 100
  Reset Led1
  Reset Buzzer
  If Keypad < 16 Then
    Iterasi = Iterasi + 1
    If Iterasi = 1 Then
      Pb = Keypad
    Else
      Pb = 10 * Pb
      Pb = Pb + Keypad
    End If
  End If
  Lcd "      "
  Locate 2 , 1
  Lcd " PB = " ; Pb ; " %"
  Bitwait P3.2 , Set
  If Keypad > 15 Then
    Keypad = Keypad / 16
    If Keypad = 6 Then
      Ulang = 0
      Print "*P:" ; Pb ; "#"
    End If
  End If
Loop Until Ulang = 0
Balik = 1
Enable Interrupts
Goto Program_utama

```

```

Ti_prog:
Disable Interrupts
Ulang = 1
Iterasi = 0

```



```

Ti = 0
Cursor Off
Bitwait P3.2 , Set
Lowerline
Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd " Ti = " ; Ti ; " S"
Do
  Bitwait P3.2 , Reset
  Keypad = P2
  Set Led1
  Set Buzzer
  Waitms 100
  Reset Led1
  Reset Buzzer
  If Keypad < 16 Then
    Iterasi = Iterasi + 1
    If Iterasi = 1 Then
      Ti = Keypad
    Else
      Ti = 10 * Ti
      Ti = Ti + Keypad
    End If
  End If
  Lcd "      "
  Locate 2 , 1
  Lcd " Ti = " ; Ti ; " S"
  Bitwait P3.2 , Set
  If Keypad > 15 Then
    Keypad = Keypad / 16
    If Keypad = 1 Then
      Ulang = 0
      Print "*I:" ; Ti ; "#"
    End If
  End If
End Do
Loop Until Ulang = 0
Balik = 1
Enable Interrupts
Goto Program_utama

Td_prog:
Disable Interrupts
Ulang = 1
Iterasi = 0
Td = 0
Cursor Off
Bitwait P3.2 , Set

```

```

Lowerline
Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd " Td = " ; Td ; " S"
Do
  Bitwait P3.2 , Reset
  Keypad = P2
  Set Led1
  Set Buzzer
  Waitms 100
  Reset Led1
  Reset Buzzer
  If Keypad < 16 Then
    Iterasi = Iterasi + 1
    If Iterasi = 1 Then
      Td = Keypad
    Else
      Td = 10 * Td
      Td = Td + Keypad
    End If
  End If
  Lcd "      "
  Locate 2 , 1
  Lcd " Td = " ; Td ; " S"
  Bitwait P3.2 , Set
  If Keypad > 15 Then
    Keypad = Keypad / 16
    If Keypad = 2 Then
      Ulang = 0
      Print "*D:" ; Td ; "#"
    End If
  End If
Loop Until Ulang = 0
Balik = 1
Enable Interrupts
Goto Program_utama

```

```

Display_prog:
Locate 2 , 1
Lcd "      "
Locate 2 , 1
If Kata2 = "AUTO" Then
  Lcd "SP:" ; Set_point
  Locate 2 , 8
  Lcd "AT PV:" ; Pv
End If

```

```
If Kata2 = "MANUAL" Then
  Lcd "MV:" ; Mv
  Locate 2 , 8
  Lcd "MN PV:" ; Pv
End If:
Do
  Data_seri = Inkey()
  Keypad = P2
  If Keypad = 64 Then
    Stp_flag = 1
  End If
  If Sp_flag = 1 Then Goto Sp_prog
  If Data_seri = 42 Then
    Pv = ""
    Ulang = 1
    Do
      Data_seri = Waitkey()
      If Data_seri <> 35 Then
        Pv = Pv + Chr(data_seri)
      Else
        Ulang = 0
      End If
    Loop Until Ulang = 0
    Locate 2 , 14
    Lcd " "
    Locate 2 , 14
    Lcd Pv
  End If
Loop Until Stp_flag = 1
Goto Stop_program
Goto Stop_program
```

Listing Program Pengendali pada AVR

```
$regfile = "m32DEF.dat"      'memberikan data hardware yang digunakan'  
$crystal = 11059200         'penkonfigurasi kristal yang dipakai'  
$baud = 19200  
  
Config Lcd = 16 * 2         'konfigurasi lcd yaitu 16 karakter dengan 2 baris'  
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.4 , Db5 = Portc.5 , Db6 = Portc.6 , Db7 = Portc.7 , E  
= Portc.3 , Rs = Portc.2    'pin untuk lcd'  
Config Timer0 = Timer , Prescale = 8  
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc 'konfigurasi ADC single'  
Config Portd.5 = Output    'Port 5 sebagai Output'  
  
Power_heater Alias Portd.5 'port 5 sebagai power heater dan juga output'  
  
Enable Interrupts  
Enable Timer0  
Enable Urxc  
  
On Timer0 Time_base_isr    'mempersiapkan Timer0 sebagai Time_base_isr'  
On Urxc Serial_in_isr     'mempersiapkan Urxc sebagai output serial'  
  
Dim Kata As String * 16   'inisialisasi kata sebagai string bila mencapai 16  
karakter'  
Dim Kata1 As String * 5  
Dim Kata2 As String * 6  
Dim Kata_r As String * 2  
Dim Balik As Bit         'inisialisasi Balik sebagai bit hanya menghitung 0-1'  
Dim Ulang As Bit  
Dim Program_flag As Bit  
Dim Time_base As Byte    'inisialisasi Time_base sebagai Byte Nilai 0-255'  
Dim Data_seri As Byte
```

Dim Periode As Byte
Dim Heater As Byte
Dim Set_point As Word 'inisialisasi Set_point sebagai word'
Dim Nilai_adc As Word
Dim Temp As Single 'inisialisasi Temp sebagai single untuk bilangan koma'
Dim Error As Single
Dim Error_old As Single
Dim Sigma_error As Single
Dim Batas As Single
Dim Diff_error As Single
Dim Mv As Single
Dim Mv_m As Integer 'inisialisasi Mv_m sebagai integer dengan range -32767 -
32768
Dim Mv_p As Single
Dim Mv_i As Single
Dim Mv_d As Single
Dim Pb As Word
Dim Ti As Word
Dim Td As Word
Dim Test_pb As Word
Dim Test_ti As Word
Dim Test_td As Word

\$eprom

Pid:

Data 0 , 9999 , 0 'nilai yang ada pada data'

\$data

Program_utama: 'program awal'

Reset Power_heater 'power heater low atau mati'

```

Cursor Off
Upperline
Lcd " PID CONTROLLER "
Lowerline
Lcd "V:1.0 FISIKA UI"
If Kata1 = "START" Then
    Start Timer0          'memulai timer'
    Start Adc             'memulai ADC'
    Readeeprom Pb , Pid  'membaca eeprom Pb,Pid'
    Readeeprom Ti        'membaca eeprom Ti'
    Readeeprom Td        'membaca eeprom Td'
    Batas = 100 * Ti
    Ulang = 1
    If Kata2 = "AUTO" Then
        Locate 1 , 1
        Lcd "          "
        Locate 1 , 1
        Lcd Pb ; ":" ; Ti ; ":" ; Td
        Locate 2 , 1
        Lcd "          "
        Locate 2 , 1
        Lcd "MV=   PV=  "
        Locate 2 , 4
        Lcd Mv
    End If
    If Kata2 = "MANUAL" Then
        Locate 1 , 1
        Lcd "          "
        Locate 1 , 1
        Lcd " MANUAL MODE "
        Locate 2 , 1
        Lcd "          "

```

```

Locate 2 , 1
Lcd "MV=   PV=  "
Locate 2 , 4
Lcd Mv
End If
Do
  If Program_flag = 1 Then           'jika proram_flag bernilai satu maka
                                     Nilai_adc mengambil data dari Getadc(0)
    Nilai_adc = Getadc(0)
    Temp = Nilai_adc * 0.6181
    Program_flag = 0
    If Kata2 = "AUTO" Then
      Error = Set_point - Temp
      Sigma_error = Sigma_error + Error
      If Sigma_error > Batas Then Sigma_error = Batas
      If Sigma_error < 0 Then Sigma_error = 0
      Diff_error = Error - Error_old
      Error_old = Error
      If Error > 0 Then
        Mv_p = Error / Pb
        Mv_p = Mv_p * 100
        Mv_i = Sigma_error / Ti
        Mv_d = Td * Diff_error
        Mv = Mv_p + Mv_i
        Mv = Mv + Mv_d
      Else
        Mv = 0
      End If
      If Mv > 100 Then
        Mv = 100
      End If
      If Mv <= 0 Then

```

```

    Mv = 0
End If
Locate 2 , 4
Lcd "  "
Locate 2 , 4
Mv = Round(mv)
Lcd Mv
End If
If Kata2 = "MANUAL" Then
    Locate 2 , 4
    Lcd "  "
    Locate 2 , 4
    Lcd Mv_m
End If
Temp = Round(temp)
Kata = Fusing(temp , "#.#")
Select Case Len(kata)
    Case 5
        Kata = Left(kata , 3)

    Case 4
        Kata = Left(kata , 2)

    Case 3
        Kata = Left(kata , 1)
End Select
Locate 2 , 14
Lcd "  "
Locate 2 , 14
Lcd Kata
Print "*" ; Kata ; "#"
End If

```



```
    If Kata1 = "STOP" Then
        Mv = 0
        Ulang = 0
    End If
    Loop Until Ulang = 0
    Stop Timer0
    Stop Adc
End If
Waitms 50
Goto Program_utama
```

```
Time_base_isr:
Periode = Periode + 1
If Periode = 54 Then
    Periode = 0
    Time_base = Time_base + 1
    If Heater <= 0 Then
        Reset Power_heater
        Heater = 0
    Else
        Set Power_heater
        Heater = Heater - 1
    End If
    If Time_base = 100 Then
        Time_base = 0
        Program_flag = 1
        Heater = Mv
    End If
End If
Return
```

```

Serial_in_isr:
Disable Interrupts
Kata = ""
Balik = 1
Data_seri = Inkey()
If Data_seri = 42 Then
    Data_seri = Waitkey()
    Kata1 = Chr(data_seri)
    Data_seri = Waitkey()
    If Data_seri = 58 Then
        Do
            Data_seri = Waitkey()
            If Data_seri <> 35 Then
                Kata = Kata + Chr(data_seri)
            Else
                Balik = 0
            End If
        Loop Until Balik = 0
    End If
    If Kata1 = "P" Then
        Pb = Val(kata)
        Readeeprom Test_pb , Pid
        Readeeprom Test_ti
        Readeeprom Test_td
        Cls
        Locate 1 , 1
        Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
        Test_pb = Pb
        Writeeprom Test_pb , Pid
        Readeeprom Test_pb , Pid
        Locate 2 , 1

```

```

Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
Wait 5
End If
If Kata1 = "I" Then
    Ti = Val(kata)
    Readeeprom Test_pb , Pid
    Readeeprom Test_ti
    Readeeprom Test_td
    Cls
    Locate 1 , 1
    Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
    Test_ti = Ti
    Writeeprom Test_pb , Pid
    Writeeprom Test_ti
    Readeeprom Test_pb , Pid
    Readeeprom Test_ti
    Locate 2 , 1
    Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
    Wait 5
End If
If Kata1 = "D" Then
    Td = Val(kata)
    Readeeprom Test_pb , Pid
    Readeeprom Test_ti
    Readeeprom Test_td
    Cls
    Locate 1 , 1
    Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
    Test_td = Td
    Writeeprom Test_pb , Pid
    Writeeprom Test_ti
    Writeeprom Test_td

```

```

Readeeprom Test_pb , Pid
Readeeprom Test_ti
Readeeprom Test_td
Locate 2 , 1
Lcd Test_pb ; ":" ; Test_ti ; ":" ; Test_td
Wait 5
End If
If Kata1 = "M" Then
    Mv_m = Val(kata)
    Mv = Mv_m
End If
If Kata1 = "S" Then Set_point = Val(kata)
End If
If Data_seri = 36 Then
    Do
        Data_seri = Waitkey()
        If Data_seri <> 58 Then
            Kata = Kata + Chr(data_seri)
        Else
            Balik = 0
        End If
    Loop Until Balik = 0
    Kata1 = Kata
    Balik = 1
    Kata = ""
    Do
        Data_seri = Waitkey()
        If Data_seri <> 58 Then
            Kata = Kata + Chr(data_seri)
        Else
            Balik = 0
        End If
    
```

```
Loop Until Balik = 0
Kata2 = Kata
Balik = 1
Kata = ""
Do
  Data_seri = Waitkey()
  If Data_seri <> 37 Then
    Kata = Kata + Chr(data_seri)
  Else
    Balik = 0
  End If
Loop Until Balik = 0
If Kata2 = "AUTO" Then
  Set_point = Val(kata)
End If
If Kata2 = "MANUAL" Then
  Mv_m = Val(kata)
  Mv = Mv_m
End If
End If
Enable Interrupts
Return
```