

TUGAS AKHIR TT 090361

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA TANGKI BAKAR DI MINI PLANT KONDENSAT

Muhammad Miftachulhuda NRP 2411.031.027

Dosen Pembimbing Totok Ruki Biyanto, PhD. NIP: 19710702 199802 1 001

Ir. Sarwono, MM

NIP: 19580530 198303 1 002

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI JURUSAN TEKNIK FISIKA Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2014



FINAL PROJECT TT 090361

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM ON FUEL TANK ON MINI PLANT CONDENSATE

Muhammad Miftachulhuda NRP 2411.031.027

Advisor Lecturer Totok Ruki Biyanto, PhD. NIP: 19710702 199802 1 001

Ir. Sarwono, MM

NIP: 19580530 198303 1 002

PROGRAM OF STUDY D3 METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING DEPARTMENT OF PHYSICS Faculty of Industrial Technology Institute of Technology Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA TANGKI BAKAR DI MINI PLANT KONDENSAT

TUGAS AKHIR

Oleh:

Muhammad Miftachulhuda

NRP 2411.031.027

Surabaya, 18 Juli 2014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Totok Ruki Biyanto, PhD

NIP. 19710702 1999802 1 001

Ir. Sarwono, MM NIP: 19580530 198303 1 002

Ketua Jurusan

Teknik Fisika FTI-ITS

Ketua Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi

Dr. Ir. Totok Sochartant

NIP. 196503091990021001

Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito, MSc NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA TANGKI BAKAR DI MINI PLANT KONDENSAT

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Muhammad Miftachulhuda NRP 2411.031.027

Dis	setujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:
1.	Totok Ruki Biyanto, PhD. (Pembimbing I)
2.	Ir. Sarwono, MM (Pembimbing II)
3.	Hendra Cordova, ST. MT. (Ketua Penguji)
4.	Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes
5.	Dr. Gunawan Nugroho, ST. MT (Penguji III)

SURABAYA Juli 2014

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA TANGKI BAKAR DI MINI PLANT KONDENSAT

Nama : Muhammad Miftachulhuda

NRP : 2409 030 027

Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi

Dosen Pembimbing : Totok Ruki Biyanto, PhD

Ir. Sarwono, MM

Abstrak

Pada sistem pengendalian sebuah plant secara umum terdapat beberapa variabel proses yang harus dikendalikan diantaranya laju aliran (flow), pressure, level, dan temperatur. Variabel-variabel tersebut merupakan faktor penting dalam sistem pengendalian temperatur di tangki bakar di mini plant kondensat. Dimana sistem yang ada sekarang masih belum dirancang secara otomatis dan masih dilakukan secara manual. Oleh sebab itu akan dirancang sistem pengendalian otomatis dengan menggunakan mikrokontroller Arduino Uno, dengan adanya pengendalian otomatis ini maka suhu pada tangki bakar dapat diatur dengan mengatur *supply* bahan bakar pada ruang pembakaran. Dalam hal ini apabila pengapian pada ruang pembakaran telah ditentukan set point awalnya maka dengan otomatis motor operating valve menyesuaikan dengan debit bahan bakar disalurkan ke burner. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai kontroler dan motor operating valve sebagai aktuatornya. Selain itu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu yang terdapat pada plant kondensat ini adalah thermistor.

Kata kunci: Sistem Pengendalian Temperatur, Thermistor, Mikrokontroller Arduino Uno

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM ON FUEL TANK ON MINI PLANT CONDENSATE

Name : Muhammad Miftachulhuda

NRP : 2411 031 027

Department : D3 Metrology and Instrumentation

Advisor Lecturer : Totok Ruki Biyanto, PhD

Ir. Sarwono, MM

Abstract

In a plant control system in general there are several variables that must be controlled include process flow rate (flow), pressure, level, and temperature. These variables are important factors in the temperature control system in the fuel tank in a mini plant condensate. Where the current system is not designed to automatically and is still done manually. Therefore, the automatic control system will be designed using the Arduino Uno microcontroller, with automatic control of the temperature in the fuel tank can be set by adjusting the fuel supply to the combustion chamber. In this case if the ignition in the combustion chamber initially predetermined set point then the valve operating the motor automatically adjusts the fuel flow supplied to the burner. This system uses an Arduino Uno microcontroller as operating a motor controller and valve as aktuatornya. In addition to the sensors used to measure the temperature of the condensate contained in this plant is the thermistor.

Keywords: Temperature Control Systems, Thermistor, Arduino Uno microcontroller

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, dan juga mengucapkan salawat dan salam pada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun ke jalan yang terang sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini mengambil judul "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Mini Plant *Boiler* Di Workshop Instrumentasi"

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang dipenuhi setiap Mahasiswa sebelum menyelesaikan pendidikannya Program Studi di DIII Metrologi Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS. Dengan terangkainya beberapa ilmu yang telah didapatkan dan digunakan dalam Tugas Akhir ini diharapkan untuk mampu mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1. Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW yang selalu memberikan berkah dan rahmatnya kepada kita semua.
- 2. Bapak, Ibu dan kakak tercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moril maupun materiil serta perhatiannya.
- 3. Bapak DR. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
- 4. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito, MSc selaku Ketua Program Studi DIII Metrologi dan Instrumentasi.
- 5. Bapak Totok Ruki Biyanto, PhD dan Ir. Sarwono MM. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran serta bimbingannya.
- Bapak Ir. Jerri Susatio, MT selaku dosen wali yang selalu membimbing selama masa perkuliahan di DIII Metrologi dan Instrumentasi.

- 7. Bapak Fitri Adi Iskandarianto, ST, MT yang telah memberikan izin menggunakan Workshop Instrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir.
- 8. Teman-teman DIII Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2011 Workshop Instrumentasi yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 9. Segenap tim Mini Plant kondensat yang telah bekerja keras selama ini.
- 10. Semua elemen yang telah membantu saya dalam masa perkuliahan selama ini.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak kekurangan baik menyangkut isi maupun bahasa yang digunakan sehingga tidak menutup kemungkinan bagi penulis untuk menerima kritik maupun saran yang membangun demi tersempurnakannya Laporan Tugas Akhir ini. Besar harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 16 Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAN	MAN JUDUL	i	
LEMBAR PENGESAHAN			
ABSTRAK			
ABSTRACT KATA PENGANTAR			
			DAFTA
DAFTA	R GAMBAR	xi	
DAFTA	R TABEL	xii	
DAFTA	R GRAFIK	xiii	
Bab I	Pendahuluan	1	
1.1	Latar Belakang	1	
1.2	Permasalahan	1	
1.3	Batasan Masalah	2	
1.4	Tujuan	2	
1.5	Metodologi Penelitian	2	
1.6	Sistematika laporan	3	
Bab II	Teori Penunjang	1 2 2 2 3 5 5	
2.1	Sistem Pengendalian Proses	5	
2.2	Mikrokontroler Arduino Uno	7	
2.3	LCD 2x16	12	
2.4	Motor DC	13	
2.5	Thermistor	15	
2.6	Relay	18	
2.7	Mode Kontroller ON-OFF	20	
2.8	Relay	17	
Bab III	Perancangan dan Pembuatan Alat	23	
3.1	Blok Diagram Perancangan Alat	23	
3.2	Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras		
	(Hardware)	25	
3.3	Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak		
	(Software)	31	
Rah IV	Panguijan Alat dan Pambahasan	33	

4.1	Pengujian Alat	33			
4.2	Pembahasan	42			
Bab V	Kesimpulan dan Saran	43			
5.1	Kesimpulan	43			
5.2	Saran	43			
DAFTAR PUSTAKA					
LAMPIRAN					

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok Aliran Proses Pengendalian	7
Gambar 2.2	Board Arduino ATmega328	7
Gambar 2.3	LCD 2x16	12
Gambar 2.4	Timing diagram data write	12
Gambar 2.5	Timing diagram data read	13
Gambar 2.6	Prinsip Kerja Motor DC	13
Gambar 2.7	Induksi Gaya Pada Motor DC	14
Gambar 2.8	Gaya Pada Konduktor	15
Gambar 2.9	Sensor Suhu Thermistor	17
Gambar 2.10	Relay	15
Gambar 2.11	Mode Pengendalian On Off	21
Gambar 3.1	Diagram Blok Perancangan Alat	23
Gambar 3.2	Flowchart perancangan pembuatan tugas	
	akhir	24
Gambar 3.3	Sistem Power 5 Volt	26
Gambar 3.4	Sistem Power 12 Volt	26
Gambar 3.5	Power Supply 5 Volt dan 12 Volt	27
Gambar 3.6	Rangkaian Arduino Uno	28
Gambar 3.7	Arduino Uno	29
Gambar 3.8	Aktuator Motor Valve	29
Gambar 3.9	LCU (Local Unit Control)	30
Gambar 3.10	Flowchart Perancangan Software	31
Gambar 4.1	Grafik Hubungan SV dengan PV	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian <i>Power Supply</i> 5 volt	33
Tabel 4.2 Pengujian <i>Power Supply</i> 12 volt	34
Tabel 4.3 Pengujian MOV	34
Tabel 4.4 Pengujian Aliran Bahan Bakar	35
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Thermistor	37
Tabel 4 6 Hasil Perhitungan Standart Deviasi	40

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kontrol sistem suhu air merupakan tugas penting dalam industri. Dikarenakan air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Dalam industri Power Plant, terdapat tiga bagian yang membentuknya yaitu tangki deaerator, Boiler dan Turbin.⁽¹⁾

Dalam hal ini boiler merupakan sebuah plant yang memiliki fungsi untuk membangkitkan listrik dengan tenaga uap air. Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah: Kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan Air *makeup* (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan*plant* proses. Kondensat merupakan perubahan dari uap menjadi zat cair. Untuk menjadika uap air maka harus di panaskan dengan suhu tertentu.⁽²⁾

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan sebuah alat pengendalian temperature pada tangki bakar di mini plant kondensat. Pada Tugas Akhir ini menggunakan mode control onoff, sedangkan untuk mengeksekusi perintah yang diinginkan menggunakan arduino dan untuk mengendalikan temperaturnya menggunakan sensor *thermistor* Untuk displaynya menggunakan LCD.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu bagaimana cara membangun dan merancang system pengendalian pengendalian temperatur pada tangki pembakaran.

- Bila terjadi *high temperature* pada tangki pembakaran pada saat proses sedang berjalan.
- Bila terjadi *low temperature* pada tangki pembakaran pada saat proses sedang berjalan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

- Plant yang dikendalikan adalah mini plant kondensat.
- *Mode Control* yang digunakan adalah *mode on-off*.
- Controller menggunakan Arduino
- Dalam sistem ini motor operating valve akan membuka dan menutup secara continue untuk mengendalikan aliran bahan bakar pada burner yang nantinya akan mempengaruhi temperatur pada tangki bakar

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir mini plant kondensat antara lain :

- Mengendalikan *temperature* pada mini plant kondensat.
- Optimalisasi pembakaran pada mini plant kondensat.

1.5 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- Merancang sistem yang dibutuhkan dalam pembuatan mini kondensat.
- Mendesain ulang semua komponen komponen dari sistem yang ada.
- Pembuatan sistem dari rancang bangun mini plant kondensat :
 - Membuat mekanik dari perancangan *hardware*.
 - Membuat rangkaian pembentuk sistem keseluruhan dari perancangan penulis.

- Membuat sistem pengendalian temperatur pada mini plant kondensat.
- Mengintegrasikan rangkaian dari alat ke mikrokontroller Arduino Uno.
- Pengujian sistem dari rancang bangun sistem pengendalian temperatur pada mini plant kondensat. Menguji rangkaian dari perancangan alat untuk mengetahui performansi alat, baik keakuratan dan keoptimalan alat.
- Penyusunan Laporan.
- Menyusun hasil teori dari pembuatan *hardware* dan *software*, analisa data dan kesimpulan dari data dan sistem yang ada.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika laporan.

Bab II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang teori-teori sistem pengendalian proses, sistem pengendalian *temperature*, instrument yang digunakan dan prinsip kerja Arduino.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang desain sistem pengendalian temperatur pada tangki bakar yang meliputi sensor, kontroler, dan aktuator.

Bab IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Berisi tentang analisa hasil desain sistem pengendalian temperature pada tangki bakar beserta pembahasannya.

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Sistem Pengendalian proses

System pengendalian dalam industry proses memiliki tujuan untuk mencapai suatu kondisi proses agar diperoleh produksi terakhir yang sesuai yang diharapkan. Misalnya mempertahankan suhu air $100\ ^{0}$ C.

Pengendalian proses pada industry memerlikan alat-alat otomatis untuk mengendalikan peralatan-peralatan yang ada, karena pengendalian proses secara otomatis memiliki peranan yang sangat signifikan diantaranya dalam hal keamanan (*safety*), kehandalan operasi (*operability*), dan keuntungan eknomi (*profitability*).

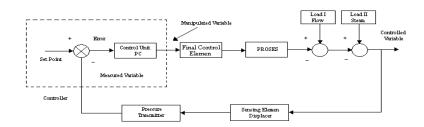
Besaran fisis yang umum dikendalikan dalam proses antara lain tekanan (*pressure*), laju aliran (*flow*), suhu (*temperature*). Penggabungan dari pengendalian otomatis itulah yang disebut system pengendalian proses dan peralatan yang membentuk dalam system pengendalian disebut instrumentasi pengendalian proses.

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 pointnya.
- *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.

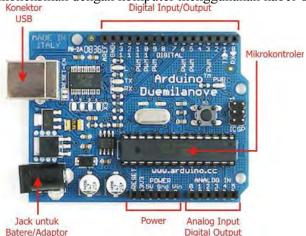
Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi 4 langkah, yaitu : mengukur – membandingkan - menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur , merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa 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 aktuator.



Gambar 2.1 Diagram Blok Aliran Proses Pengendalian

2.2 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroller yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-*support* mikrokontroller; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.2 Board Arduino ATmega328

Arduino memiliki kelebihan tersendiri disbanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga

mempunyai bahasa pemrogramanya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagi pin output digital 14-16.

'Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontro

Berikut ini adalah konfigurasi dari arduino duemilanove 328 :

- Mikronkontroler ATmega328
- Beroperasi pada tegangan 5V
- Tegangan input (rekomendasi) 7 12V
- Batas tegangan input 6 20V

- Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
- Pin analog input 6
- Arus pin per input/output 40 mA
- Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1KB (ATmega328)
- Kecepatan clock 16 MHz

Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Powernya diselek secara otomatis. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input supply. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut:

• Vin

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

• 5V

Regulasi power *supply* digunakan untuk power mikrokontroller dan komponen lainnya pada board. 5V

dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya.

> 3V3

Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA

➤ Pin Ground

berfungsi sebagai jalur ground pada arduino

Memori

ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50 KOhms.

Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB FTDI ke TTL chip serial.
- Interupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasikan untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi analogWrite().
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensuport komunikasi SPI, yang mana

- masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
- LED: 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

2.2.1 Manfaat KIT Arduino Uno

Arduino Uno adalah KIT Elektronik atau papan rangkaian elektronik open. Source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah Chip. Mikrokontroller dengan jenis AVR dari Perusahaan Atmel. Arduino Uno adalah sebuah board Mikrokontroller yang berbaris Atmega 3288. Arduino Uno memiliki 4 PIN. Input/output yang mana 6 PIN dapt digunakan sebagai output PWM, 6 analog Input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, Jack Power, Kepala ICSP, dan tombol Reset. Arduino Uno mampu men-suport Mikrokontroller, dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

2.2.2 Komunikasi Arduino Uno

Arduino memiliki sejumlah fasilitas Uno untuk komputer, berkomunikasi dengan Arduino lain. mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran board ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '16U2 menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan SoftwareSerial memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital

Uno itu. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan dari bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.3 LCD 2 x 16

Untuk menampilkan hasil dari pengukuran kecepatan, inputan setpoint kecepatan yang kita inginkan kita membutuhkan tampilan (display), LCD (Liquid Cristal Display) merupakan sejenis crystal yang akan berpendar jika diberi tegangan tertentu, sehingga perpendaran tersebut dapat diatur untuk membentuk angka, huruf dan lain sebagainya. LCD yang digunakan dalam percobaan ini adalah menggunakan LCD dengan banyak baris dan karakter adalah 2 x 16



Operasi – operasi yang terdapat pada LCD yaitu:

➤ Operasi Write

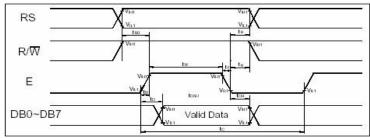
Operasi *Write* adalah waktu penulisan data pada saat data dimasukkan ke LCD. Pada Gambar 2.16 dapat dilihat diagram pada waktu pengisian data ke Mikrokontroller.



Gambar 2.4 Timing Diagram Data Write

≻Operasi Read

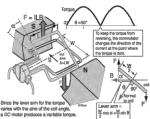
Sedangkan *Operasi read* adalah pembacaan pada saat data masuk ke dalam LCD



Gambar 2.5 Timing Diagram Data Read

2.4 Motor DC

Motor DC adalah suatu rangkaian mesin yang dapat berfungsi mengubah tenaga listrik arus lemah atau listrik DC (arus searah) menjadi tenaga gerak mekanik, dimana tenaga gerak tersebut dapat berupa putaran penuh dari motor tersebut. Motormotor yang arus searah tersebut mempunyai beberapa kumparan syang tidak hanya satu, biasanya rangkaian tersebut memiliki kumparan komutator yang cukup banyak untuk mendapatkan torsi yang terus menerus.

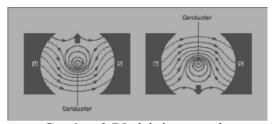


Gambar 2.6 Prinsip kerja motor DC

Ada dua kondisi yang dibutuhkan untuk menghasilkan gaya pada konduktor, yaitu konduktor harus mengalirkan arus dan konduktor harus berada di dalam medan magnet.Ketika dua

kondisi ini ada, maka konduktor akan menderita gaya yang kana menggerakkan konduktor sesuai dengan arah medan magnet. Prinsip ini merupakan dasar operasi motor DC.

Setiap konduktor yang mengalirkan arus memiliki aliran medan magnet disekitarnya. Jika konduktor berarus ditempatkan pada medan magnet, akan terinduksi gaya yang menggerakkan konduktor. Hal ini digambarkan pada gambar 2.7. Tanda silang (x) menunjukkan arah arus adalah masuk, sementara tanda titik (.) menunjukkan arah arus keluar.

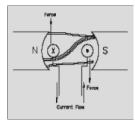


Gambar 2.7 Induksi gaya pada motor DC

Di atas konduktor sebelah kiri, medan magnet yang dihasilkan konduktor berlawanan dengan medan magnet utama. Sementara di bagian bawah, medan magnet konduktor searah dengan medan magnet utama. Maka medan di bawah konduktor lebih kuat dari medan di atas sehingga gaya terinduksi pada konduktor ke arah atas.

Hal sebaliknya terjadi pada konduktor kanan, dimana gaya induksi yang terjadi adalah ke arah bawah. Pada motor DC, konduktor dibentuk sebagai *loop* sehingga dua bagian konduktor berada pada medan magnet pada saat yang bersamaan. Kombinasi efek dari kedua konduktor dan medan magnet utama mengahasilkan gaya pada masingmasing bagian konduktor.

Ketika konduktor ditampatkan pada *rotor* (bagian yang bergerak) gaya yang dihasilkan akan menyebabkan *rotor* berputar sebagaimana digambarkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Gaya pada konduktor

2.5 Thermistor

Termistor atau *thermal resistor* adalah suatu jenis resistor yang sensitive terhadap perubahan suhu. Prinsipnya adalah memberikan perubahan resistansi yang sebanding dengan perubahan suhu. Perubahan resistansi yang besar terhadap perubahan suhu yang relatif kecil menjadikan termistor banyak dipakai sebagai sensor suhu yang memiliki ketelitian dan ketepatan yang tinggi. Termistor yang dibentuk dari bahan oksida logam campuran (sintering mixture), kromium, kobalt, tembaga, besi, atau nikel, berpengaruh terhadap karakteristik termistor, sehingga Pemilihan bahan oksida tersebut harus dengan perbandingan tertentu. Dimana termistor merupakan salah satu jenis sensor suhu yang mempunyai koefisien temperatur yang tinggi.

Komponen dalam termistor ini dapat mengubah nilai resistansi karena adanya perubahan temperatur. Dengan demikian dapat memudahkan kita untuk mengubah energi panas menjadi energi listrik. Termistor dapat dibentuk dalam bentuk yang berbeda-beda, bergantung pada lingkunganyang akan dicatat suhunya. Lingkungan ini termasuk kelembaban udara, cairan, permukaan padatan, dan radiasi dari gambar dua dimensi. Maka, termistor bisa berada dalam alat±alat seperti disket, mesin cuci, tasbih (manik-manik), balok,dan satelit. Ukurannya kecil dibandingkan dengan termometer lain, ukurannya dalam range 0.2mm sampai 2mm. Termistor dibedakan dalam 2 jenis, yaitu termistor yang mempunyaikoefisien negatif, yang disebut NTC (Negative Temperature Coefisient), temistor yang mempunyai

koefisien positif yang disebut PTC (*Positive Temperature Coefisient*). Kedua jenis termistor ini mempunyai fungsinya masing masing, tetapidi pasaran, yang lebih banyak digunakan adalah termistor NTC. Karena termistor NTC material penyusunnya yaitu metal oksida, dimana harganya lebih murah darimaterial penyusun PTC yaitu Kristal tunggal.

Tipe Thermistor Dibagi 2:

1. NTC

NTC merupakan termistor yang mempunyai koefisient negatif. Dimana bahannya terbuat dari logam oksida yaitu dari serbuk yang halus kemudian dikompress dan disinter pada temperatur yang tinggi. Kebanyakan pada material penyusun termistor biasa mengandung unsur - unsur seperti Mn₂O₃, NiO, CO2O3, Cu2O, Fe2O3, TiO2, dan U2O3. Oksida-oksida ini sebenarnya mempunyai resistansi yang sangat tinggi, tetapi dapat diubah menjadi bahan semikonduktor dengan menambahkan beberapa unsur lain yang mempunyai valensi yang berbeda disebut dengan doping dan pengaruh dari resistansinya dipengaruhi perubahan temperatur yang diberikan. Thermistor logam oksida digunakan dalam daerah 200°K sampai 700°K. Untuk digunakan pada temperatur yang sangat tinggi, thermistor dibuat dari Al2O3, BeO, MgO, Y2O3, dan Dy2O3.

2. PTC

PTC merupakan termistor dengan koefisien yang positif. Termistor PTC memiliki perbedaan dengan NTC antara lain :

- 1. Koefisien temperatur dari thermistor PTC bernilai positif hanya dalam interfal temperatur tertentu, sehingga diluar interval tersebut akan bernilai nol atau negatif,
- 2. Harga mutlak dan koefisien temperatur dari termistor PTC jauh lebih besar daripada termistor NTC.

Jenis-jenis PTC:

Jenis pertama terdiri dari thermally sensitif silicon resistors, kadang-kadang disebut sebagai "Silistors". Device ini

menunjukkan nilai koefisien suhu positif yang cukup seragam (sekitar 0,77% /°C) kebanyakan dari silistor melalui berbagai wilayah/rentang operasional, tetapi dapat juga menunjukkan koefisien suhu negatif diwilayah temperatur yang melebihi 150°C. Device ini paling sering digunakan untuk kompensasi terhadap device semiconducting silicon dalam kisaran temperature antara -60°C ke 150°.

Jenis kedua merupakan polycrystalline bahan keramik resistivitasnya tinggi tetapi biasanya terbuat vang semiconduktor dengan penambahan dopants. Umumnya dibuat dari campuran barium, timah dan strontium titanatesdengan tambahan seperti yttrium, manganese, tantalum dan silika. Device ini memiliki daya tahan-suhu karakteristik negatif yang sangat kecil. Koefisien suhu device ini hingga mencapai suhu yang kritis, yang disebut sebagai "Curie", perubahan atau transisi suhu. merupakan pendekatan. device inimulai Suhu kritis ini menunjukkan peningkatan, resistansi suhu koeficient positif seperti peningkatan resistansi yang besar.



Gambar 2.9 Sensor Suhu Thermistor

Kakteristik Thermistor

Kebanyakan termistor digunakan pada daerah temperatur dalam konsentrasi inonisasi (n atau p) yang berpengaruh terhadap

fungsi temperatur. Dimana energy aktivasi E_a adalah hubungan pada energi gap dan tingkat impuritas. Dimana nilai hambatan semakin kecil ketika temperaturnya dinaikkan, ini yang biasa disebut termistor NTC

Dimana R adalah hambatan pada suhu T, R_0 adalah hambatan awal ketika T_0 (pada temperatur ruang), B adalah Konstanta termistor dimana besarnya bergantung dari jenis bahan dan memiliki dimensi yang sama dengan suhu. Hargakonstanta termistor yang memenuhi pasar biasanya antara rentang 2000-5000 K.

Dengan $\rho=R\frac{A}{l}$ merupakan resistivitas listrik thermistor. Selain konstanta thermistor (B), sensitivitas (α)juga menentukan karakteristik dari termistor. Nilai sensitivitas menentukan sejauh mana termistor yang dibuat dapat dengan cepat mendeteksi perubahan temperatur lingkunagan termistor. Termistor yang baik sensitifitasnya lebih besar dari -2,2%/K.

Ciri khas dari harga α adalah sekitar = -5% yang mana 10 kali lebih sensitiv dari pada detektor temperatur resistansi metal. Resistansi dari termistor berada pada daerah 1 K Ω sampai 10 M Ω .

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya *relay* yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbaik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari *on* ke *off* agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak *relay* ada tiga jenis, yaitu:

- Normally Open (NO), apabila kontak-kontak tertutup saat relay dicatu
- *Normally Closed (NC)*, apabila kontak-kontak terbuka saat *relay* dicatu

Change Over (CO), relay mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika relay dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain.

Penggunaan relav perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).



Gambar 2.10 Relay

2.7 Mode Kontroller ON-OFF

perancangan sebuah Pada 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 proses pengendalian. suatu Mode proses digunakan dalam pengendalian pengeriaan vang proses pengendalian adalah mode pengendalian proses secara 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 point.

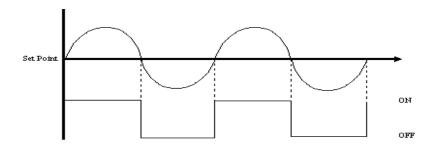
Persamaannya adalah: m = N1 jika e < 0

m = N2 Jika e > 0

Dimana: m = manipulated variable

N1 = harga maksimum dari m (ON)

N2 = harga minimum dari m (OFF)



Gambar 2.11 *Mode* Pulsa Pengendalian *ON/OFF*

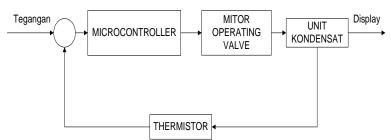
Pada gambar 5 terlihat jika *error* sering naik turun dengan cepat, maka variabel termanipulasi (m) akan sering sekali berubah dari maksimum ke minimum atau sebaliknya, hal ini dalam prakteknya tidak disukai, untuk itu pada pengendalian diberi gap. Pengendalian proses merupakan sebuah *loop* aliran sinyal-sinyal dari masing-masing instrument pendukungnya. Sinyal sinyal yang mengalir melalui instrument ini membawa informasi berupa data-data sesuai dengan karakteristik instrument-nya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

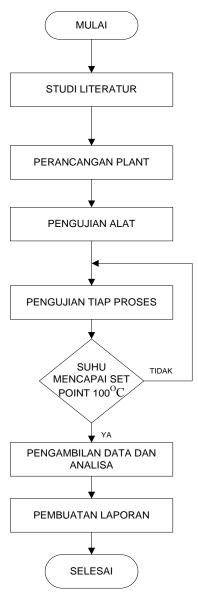
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Pembuatan alat yang dijadikan percobaan terdiri dari arduino uno sebagai controller yang mendapat inputan dari sensor untuk memberi perintah kepada aktuator, dalam hal ini sensor yang digunakan adalah thermistor dan aktuatornya menggunakan motor operating valve. Untuk diagram bloknya seperti dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan Alat

Pada diagram blok diatas dijelaskan pada saat mengatur set point dimasukkan ke Microcontroller Arduino Uno high dan low, kemudian controller memerintahkan motor operating valve untuk mengeksekusi perintah dari controller. Motor Operating Valve berfungsi untuk membuka bukaan valve yang ada pada tangki minyak tanah untuk menyuplai bahan bakar pada kompor. Kompor membakar tangki bakar yang didalamnya ada air dan untuk menghasilkan uap. Dalam tangki bakar diatur suhu air yang ada didalamnya, maka diberikan sensor thermistor, ketika temperatur air belum mencapai set point maka Motor Operating Valve akan membuka dan ketika temperature mencapai set point maka motor akan menutup.



Gambar 3.2 Flowchart perancangan pembuatan tugas akhir

3.2 Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut ini adalah pembuatan perangkat keras (Hardware) yang telah disusun antara lain :

3.2.1 Perancangan Catu Daya

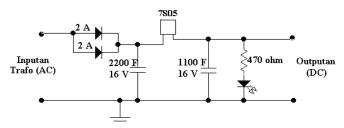
Catu daya (power supply) merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. Besar power supply ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing – masing. Pada perancangan sistem ini power supply digunakan untuk mensupply rangkaian minimum system, rangkaian sensor dan driver relay

Pada rangkaian *power supply* pada umumnya kita sering menggunakan IC regulator dalam mengontrol tegangan yang kita inginkan. 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 system* (Mikroprosesor atau 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

3.2.2 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 1N 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.

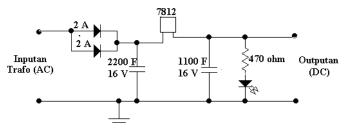


Gambar 3.3 Sistem Power 5 Volt

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 1,5 A. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan untuk rangkaian *minimum system* mikrokontroler, rangkaian serial dan rangkaian sensor.

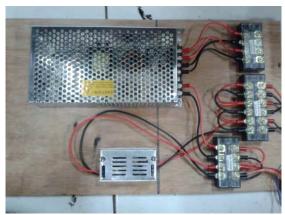
3.2.3 Rangkaian Tegangan 12 Volt

Rangkaian ini merupakan aplikasi dari regulator tegangan IC 7809, yang dapat mengeluarkan tegangan 12 Volt Dc. Rangkaian ini dibangun dari beberapa komponen yakni, dioda 1N 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.



Gambar 3.4 Sistem Power 12 Volt

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 78012. Hasil keluaran dari IC 78012 adalah tegangan 12 Volt dengan arus 2,5 A. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan untuk *driver relay*.



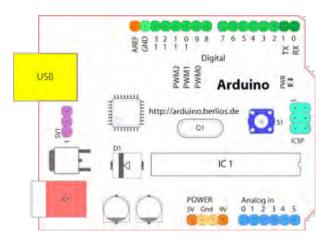
Gambar 3.5 Power supply 5 Volt dan 12 Volt

3.2.4 Rangkaian Arduino Uno

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya sebagai contoh arduino uno menggunakan ATmega 328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah microcontroller, pada gambar berikut ini

diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari *microcontroller* ATmega328 (dipakai pada Arduino Uno).



Gambar 3.6 Rangkaian Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai.

Arduino Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU.



Gambar 3.7 Arduino Uno

3.2.5 Perancangan Rangkaian Aktuator Motor Valve

Dalam sistem pengendalian temperatur ini, aktuator yang digunakan adalah *motor operating valve*. Dan perancangannya sebagai berikut:



Gambar 3.8 Aktuator Motor Valve

3.2.6 Perancangan Local Control Unit

Untuk memonitoring data dari variabel proses yang dikendalikan, digunakan *local control unit*. Dimana di dalamnya terdapat kontroler berupa Arduino Uno beserta wiring yang terhubung ke plant.

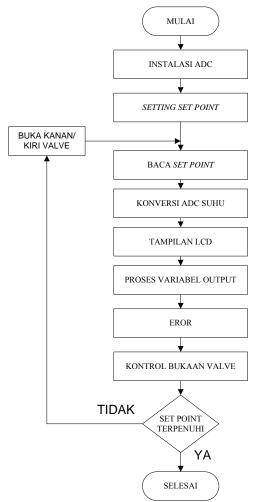


Gambar 3.9 LCU (Local Unit Control)

Didalam LCU (Local Unit Control) 3 rak antara lain :

- 1. Rak pertama merupakan tempat untuk mengontol MOV (*Motor Opening Valve*) untuk putaran ke kanan dan ke kiri. Untuk putar kanan dan putear kiri membutuhkan 2 *relay* yang mana satu *relay* mewakili 1 arah.
- 2. Rak kedua merupakan tempat untuk mengontrol 2 *solenoid*, 1 pompa air dan 1 kompresor. Untuk mengontrol komponen komponen tersebut membutuhkan 3 *relay*,
- 3. Dan rak ketiga merupakan tempat untuk power supply.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (Software)



Gambar 3.10 Flowchart Perancangan Software

Pada *flowchart* diatas menjelaskan tentang perancangan *software* pada mikrokontroller Arduino uno. Dimulai dari input

ADC pada Arduino kemudian akan di masukkan nilai *set point*. ADC akan membaca dan akan menkonversi menjadi nilai *temperature* yang akan tampil pada LCD. Kemudian data pengukuran akan menghasilkan *error*, selanjutnya kontroler akan bekerja *on/off* setelah *setpoint* terpenuhi untuk buka tutup *Motor Opening Valve*.

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat

Pengujian pada alat pengukur temperatur dengan sensor thermistor. Bagian—bagian yang diuji perangkat keras (*hardware*). Untuk keperluan pengujian ini digunakan bermacam-macam alat bantu yang berguna dalam pengukuran, baik itu untuk pengujian rangkaian *supply*, pengujian sensor, maupun pengujian sistem.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Supply

Rangkaian *power supply* ini terdiri dari rangkaian *power supply* dengan *output* 5 volt, 12 volt dan 24 volt. Dalam pengujiannya, rangkaian ini disambungkan ke tegangan PLN 220 *Volt* AC (bolak-balik).

Tabel 4.1 Pengujian Power Supply 5 V

	<u> </u>	11 1
No.	Tegangan	Tegangan
	Supply(V)	Pengukuran (V)
1	223	5,05
2	221	5,02
3	221	5,03
4	223	5,02
5	223	5,04
Jumlah		25.16
	Rata – rata	5.032

Untuk tabel di atas merupakan tabel data *power supply 5* volt. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan hasil rata-rata 5,032 volt. Walaupun data ini tidak tepat dengan 5 volt. Namun, dapat digunakan untuk mengaktifkan sensor rangkaian *arduino uno* dan mengaktifkan rangkaian *signal conditioning*.

Tabel 4.2 Pengujian Power Supply 12 V

		11 /
No.	Tegangan	Tegangan
110.	Supply(V)	Pengukuran (V)
1	222	12,01
2	222	12,02
3	221	11,99
4	223	12,00
5	223	11,99
6	222	12,02
Jumlah		72,03
	Rata – rata	12,005

Data di atas merupakan pengambilan data *power supply* 12 volt dan dilakukan sebanyak 5 kali dengan nilai rata-rata 12,005 volt. Walaupun tidak tepat dengan 12 volt. Namun, dapat digunakan untuk mengaktifkan motor de.

4.1.2 Pengujian MOV

Tabel 4.3 Pengujian MOV

No.	Tegangan	Waktu (s)
1	5 Volt	0.48
2	9 Volt	0.45
3	12 Volt	0.40

Pengambilan data sebanyak 3 kali, masing-masing menggunakan tegangan suplly 5 volt, 9 volt dan 12 volt. Pengujian MOV dilakukan untuk mengetahui kecepatan bukaan valve pada tangki bahan bakar dengan bukaan 45 %.

4.1.3 Pengujian Aliran Bahan Bakar

Tabel 4.4 Pengujian Aliran Bahan Bakar

	- 422 01 11 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2				
No	Gelas Ukur (ml)	Waktu (s)	Debit ml/s		
1	100	3.4	29.4117647		
2	200	5.8	34.4827586		
3	300	7.8	38.4615385		
4	400	9.6	41.6666667		
5	500	11.3	44.2477876		

pengambilan data sebanyak 5 kali menggunakan gelan ukur dan stopwatch. Tegangan yang digunakan pada saat pengujian ini adalah 12 volt.

4.1.4 Pengujian Sensor Thermistor

Pengujian rangkaian sensor suhu Thermistor bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu. Pengujian tersebut dilakukan melalui proses perbandingan. Adapun cara pengujiannya yaitu:

- 1. Menentukan set point 100 °C
- 2. Melakukan pengukuran suhu dengan termometer digital dan mengukur resistansi (ohm) dari sensor Thermistor
- 3. Mencari persamaan untuk sensor Thermistor agar memiliki nilai yang relatif sama dengan termometer
- 4. Menghitung koreksi, standart deviasi, akurasi, presisi dan *error*.
- 5. Menghitung ketidakpastian alat serta mengambil kesimpulan terhadap perfomansi alat tersebut.

4.1.4.1 Perhitungan Akurasi, *Error* dan Presisi

Akurasi merupakan selisih antara nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya. Untuk mendapatkan nilai akurasi, maka dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$
 (4.1)

dengan:

A = Akurasi $Y_n = Nilai Sebenarnya$ $X_n = Nilai Pengukuran$

Error merupakan penyimpangan nilai pengukuran terahadap nilai sebenarnya.

Prosen error % =
$$\left| \frac{Yn - Xn}{Yn} \right| \times 100 \%$$
 (4.2)

Presisi merupakan keterdeteksian hasil pengukuran yang berulang-ulang terhadap rata-rata pengukuran. dilakukan Perhitungan prosen presisi ditunjukkan pada persamaan berikut.

Prosen presisi % = 100% -
$$\left(\left|\frac{Xn - \overline{Xn}}{\overline{Xn}}\right| \times 100\%\right)$$
 (4.3)

dengan:

 \overline{Xn} Rata-rata pembacaan nilai pengukuran

Data hasil pengujian pada sensor Thermistor dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Thermistor

Sv	Pv	Resistansi	Akurasi	Eror	Presisi
		(ohm)			
100	100.4	116.35	99.6	0.4	99.77039
100	100.6	116.35	99.4	0.6	99.57073
100	100.1	116.35	99.9	0.1	99.93012
100	100.3	116.35	99.7	0.3	99.87022
100	100.6	116.35	99.4	0.6	99.57073
100	100.1	116.35	99.9	0.1	99.93012
100	100.3	116.35	99.7	0.3	99.87022
100	100.2	116.35	99.8	0.2	99.77039
100	100.4	116.35	99.6	0.4	99.77039
100	100	116.35	100	0	99.83029
100	99.4	116.33	99.4	0.6	99.23131
100	99.8	116.33	99.8	0.2	99.63063
100	99.7	116.33	99.7	0.3	99.5308
100	99.8	116.33	99.8	0.2	99.63063
100	99.4	116.33	99.4	0.6	99.23131
100	99.6	116.33	99.6	0.4	99.43097
100	99.3	116.33	99.3	0.7	99.13148
100	99.7	116.33	99.7	0.3	99.5308
100	99.9	116.33	99.9	0.1	99.73046
100	100.1	116.35	99.9	0.1	99.93012
100	100.5	116.35	99.5	0.5	99.67056
100	100.4	116.35	99.6	0.4	99.77039
100	100.8	116.35	99.2	0.8	99.37107
100	100.8	116.35	99.2	0.8	99.37107
100	100.9	116.35	99.1	0.9	99.27124
100	100.7	116.35	99.3	0.7	99.4709

100	100.5	116.35	99.5	0.5	99.67056
100	100.5	116.35	99.5	0.5	99.67056
100	100.2	116.35	99.8	0.2	99.97005
100	100.1	116.35	99.9	0.1	99.93012
	Rata-rata		99.57727	0.396667	99.63529

Pengambilan data dilakukan dengan waktu 30 detik. Dari table diatas dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi dari pengukuran adalah sebesar 99.58%, hal ini berarti bahwa alat tersebut memiliki nilai pengukuran yang cukup mendekati nilai pengukuran sebenarnya. Rata-rata *error* yang diperoleh adalah 0.4%, hal ini berarti bahwa hasil pengukuran tidak *linier*, karena terdapat penyimpangan. Sedangkan rata-rata presisi yaitu sebesar 99,6%, hal ini dipengaruhi oleh perbedaan rata-rata hasil pengukuran.

Grafik hubungan antara hasil pengukuran suhu dengan sensor LM35 dan hasil pengukuran suhu dengan termometer dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut



Gambar 4.1 Grafik Hubungan SV dengan PV

Berdasarkan gambar 4.1 di atas, hasil grafik hubungan SV dengan PV memiliki penyimpangan terhadap *linier*itas. *Linier*itas merupakan Hasil penyimpangan tersebut menunjukkan bahwa data hasil pengukuran kurang stabil, sehingga alat tersebut memiliki ketidak*linier*an (nonlinieritas).

4.1.4.2 Perhitungan Standart Deviasi

Standar deviasi merupakan ukuran penyebaran yang menunjukkan standar penyimpangan atau deviasi data terhadap rata-ratanya. Perhitungan standar deviasi ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$STD = \sqrt{\frac{\sum (Xn - \overline{Xn})^2}{n-1}}$$
 (4.4)

dengan:

STD = Standar Deviasi

Xn = Nilai hasil pengukuran

 \overline{Xn} = Nilai rata-rata hasil pengukuran

N = Banyaknya data

Hasil perhitungan standart deviasi sensor Thermistor dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Standart Deviasi

SV	PV	KOREKSI (y)	D=y-ybar	D^2
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100.6	0.6	0.203333	0.041344444
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.3	0.3	-0.09667	0.009344444
100	100.6	0.6	0.203333	0.041344444
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.3	0.3	-0.09667	0.009344444
100	100.2	0.2	-0.19667	0.038677778
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100	0	-0.39667	0.157344444
100	99.4	0.6	0.203333	0.041344444
100	99.8	0.2	-0.19667	0.038677778
100	99.7	0.3	-0.09667	0.009344444
100	99.8	0.2	-0.19667	0.038677778
100	99.4	0.6	0.203333	0.041344444
100	99.6	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	99.3	0.7	0.303333	0.092011111
100	99.7	0.3	-0.09667	0.009344444
100	99.9	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100.8	0.8	0.403333	0.162677778
100	100.8	0.8	0.403333	0.162677778
100	100.9	0.9	0.503333	0.253344444
100	100.7	0.7	0.303333	0.092011111
100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778

100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778
100	100.2	0.2	-0.19667	0.038677778
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
Ra	ta-rata	0.39666667		
Jumlah				1.749666667
Stand	art Devias	si		0.245628446

4.1.3 Perhitungan Ketidakpastian

Ketidakpastian merupakan perkiraan atau taksiran rentang nilai pengukuran, dimana nilai sebenarnya dari obyek yang diukur terletak. Perhitungan ketidakpastian ditunjukkan pada persamaan berikut.

• Ketidakpastian =
$$\frac{STD}{\sqrt{n}}$$
 (4.5)

Berdasarkan persamaan 4.5, maka hasil perhitungan ketidakpastian sensor LM35 adalah sebagai berikut.

$$\begin{array}{lll} U_{A1} & = & & \frac{0.137032}{\sqrt{30}} \\ U_{A1} & = & & \frac{0.137032}{5.477225575} \\ U_{A1} & = & & 0.044845413 \end{array}$$

• Ketidakpastian Regresi

$$U_{A2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

$$U_{A2} = \sqrt{0.03/5}$$

$$U_{A2} = 0.08$$
(4.6)

Ketidakpastian resolusi

$$U_{B1} = \frac{\text{Resolusi}/2}{\sqrt{3}}$$

$$U_{B1} = (0.1 \times 0.5)/\sqrt{3}$$

$$U_{B1} = 0.028867513$$
(4.7)

• Ketidakpastian kombinasi (Gabungan)

$$U_{c} = \sqrt{U_{AI}^{2} + U_{A2}^{2} + U_{B1}^{2}}.$$

$$U_{c} = \sqrt{0.044845413^{2} + 0.08^{2} + 0.028867513^{2}}$$

$$U_{c} = 0.095177361$$
(4.8)

Menentukan V_{eff}

Veff =
$$\frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4}$$

$$v_i$$

$$V_{\text{eff}} = 14.87476962$$
(4.9)

• Menentukan nilai
$$U_{exp}$$

 $U_{exp} = K \times Uc$ (4.10)
 $U_{exp} = 2.998 \times 0.095177361$
 $U_{exp} = 0.285341729$

4.2 Pembahasan

Laporan tugas akhir ini membahas tentang pengendalian temperature pada tangki bakar, dengan menggunakan arduino uno sebagai controller, MOV sebagai actuator dan thermistor sebagai sensornya. Komponen-komponen lain yang membentuk plant ini antara lain, *relay* 12 volt memiliki fungsi untuk putar kanan dan kiri motor, LCD memiliki fungsi untuk mendisplaykan hasil pengukuran sensor, dan LED memiliki fungsi sebagai lampu indicator untuk arah putaran motor.

Cara kerja alat ini adalah ketika suhu dibawah set point, maka valve akan membuka, dan ketika suhu sudah mencapai set point maka valve akan menutup, untuk buka dan tutupnya valve MOV sebagai eksekutor mendapat perintah dari controller dan dalam system ini set point memiliki nilai 100°C.

Dari perhitungan perfomansi alat diperoleh data sebagai berikut. Pengambilan data ini dilakukan selama 30 detik dan menghasilkan data sebanyak 30 yang diambil dari record arduino. Set point yang digunakan 100°C dan perhitungan akurasi sensor thermistor yang dihasilkan adalah sebesar 99.58%. Perhitungan *error* pada sensor thermistor adalah sebesar 9.4%. Perhitungan presisi sensor thermistor adalah sebesar 99,6%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor thermistor memiliki *nonlinieritas* atau terjadi penyimpangan, sehingga data yang dihasilkan masih terdapat *error* yang cukup besar.

Kendala yang dialami dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah untuk *wiring* kabel masih belum rapi, sehingga pada saat *troubleshooting* susah dilakukan, ketika mendekati sidang ada beberapa alat yang rusak dengan tiba-tiba.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

- Pada sistem pengendalian yang telah dibuat, kontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Dimana output sensor akan diterima oleh Arduino Uno dan kemudian Arduino Uno akan mengeksekusi perintah untuk diteruskan ke aktuator motor operating valve.
- Pada pengujian dengan *input process variable* (PV) dapat diketahui sinyal *error*
- Perhitungan akurasi sensor thermistor yang dihasilkan adalah sebesar 99.58%. Perhitungan *error* pada sensor thermistor adalah sebesar 0.4%. Perhitungan presisi sensor thermistor adalah sebesar 99.6%.
- Sensor thermistor memiliki *nonlinieritas* atau terjadi penyimpangan, sehingga data yang dihasilkan masih terdapat *error* yang cukup besar.

5.2 Saran

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

• Sistem pengendalian pada miniplant sudah cukup baik dan bisa ditambahkan SIS (Safety Instrumented System) untuk menunjang sistem proteksi pada proses yang sedang berjalan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

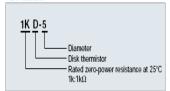
- 1. T. Karuppiah, "Desuperheater Temperature Control System Using Distributed Control System (DCS)", International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, july 2013.
- Tugino, Purwanto Yohanes, Handayani Tri,
 "RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TINGGI PERMUKAAN AIR DAN SUHU CAIRAN BERBASIS PLC SCADA", Jurnal Teknik Elektro, Juni 2011.
- 3. Curtis D. Johnson, "Process Control Instrumentation Technology" Fifth Edition, Prentice Hall, 1997.
- 4. *"Modul Praktikum Pengendalian"*, D3 Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika.FTI-ITS. Surabaya, 2005.
- 5. Malvino, "*Prinsip Prinsip Elektronika*", Erlangga.Jakarta, 1997.
- 6. National Semiconductor, "National Data Acquisition Databook", National Semiconductor, USA, 1996.

TEMPERATURE COMPENSATION

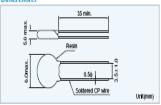
D THERMISTOR

The D thermistor, based on resistance changes, is used in transistor, coil and other temperature compensating circuits found in TV's, radio, etc.

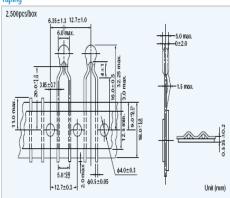
Part number



Dimensions



Taping

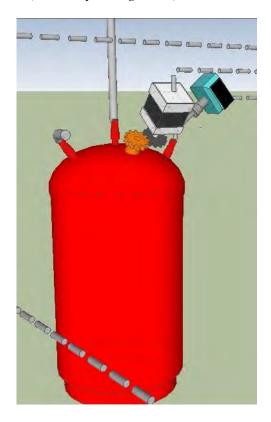


Specifications

Part No.	R25*1	B value*2	Dissipation factor (mW/°C)	Thermal time constant(s)*3	Rated power at 25°C(mW)	Operating temp. range(℃)
50D-5	50.0Ω±15%	3250K±5%	3.5	13	297	-40~+110
80D-5	80.0Ω±15%	3300K±5%	3.5	13	297	-40~+110
100D-5	100.0Ω±15%	3300K±5%	3.5	13	297	-40~+110
200D-5	200.0Ω±15%	3400K±5%	3.5	13	297	-40~+110
250D-5	250.0Ω±15%	3450K±5%	3.5	13	297	-40~+110
300D-5	300.0Ω±15%	3500K±5%	3.5	13	297	-40~+110
360D-5	360.0Ω±15%	3550K±5%	3.5	13	297	-40~+110
500D-5	500.0Ω±15%	3650K±5%	3.5	13	297	-40~+110
800D-5	800.0Ω±15%	3850K±5%	3.5	13	297	-40~+110
1KD-5	1.0kΩ±15%	3950K±5%	3.5	13	297	-40~+110
1.5KD-5	1.5kΩ±15%	3950K±5%	3.5	13	297	-40~+110
2KD-5	2.0kΩ±15%	4000K±5%	3.5	13	297	-40~+110
5KD-5	5.0kΩ±15%	4100K±5%	3.5	13	297	-40~+110
8KD-5	8.0kΩ±15%	4200K±5%	3.5	13	297	-40~+110
10KD-5	10.0kΩ±15%	4200K±5%	3.5	13	297	-40~+110
15KD-5	15.0kΩ±15%	4250K±5%	3.5	13	297	-40~+110
20KD-5	20.0kΩ±15%	4300K±5%	3.5	13	297	-40~+110
25KD-5	25.0kΩ±15%	4300K±5%	3.5	13	297	-40~+110
50KD-5	50.0kΩ±15%	4650K±5%	3.5	13	297	-40~+110
100KD-5	100.0kΩ±15%	4850K±5%	3.5	13	297	-40~+110

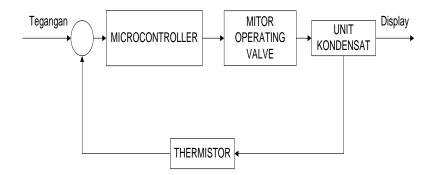
- Ras : Rated zero-power resistance value at 25°C, ±10% are also available.
 B value : determined by rated zero-power resistance at 25°C and 85°C.
 Time when thermistor temperature reaches 63.2% of the temperature difference.
- The value is measured in the air.

Gambar MOV (Motor Operating Valve)

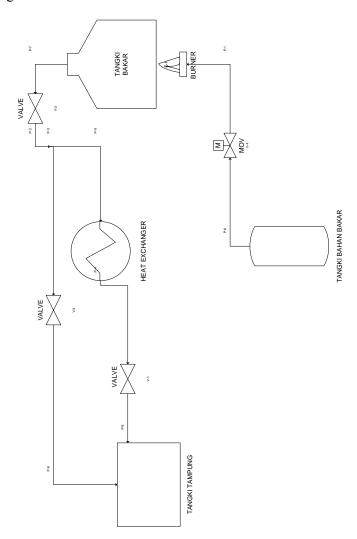


Gambar diatas merupakan rancangan pembuatan motor opening valve, yang mana memakai motor gerbox. Preinsip kerjanya ketika motor mendapat perintah dari controller maka motor akan memutar membuka (ketika suhu dibawah 100 °C) dan menutup (ketika suhu sudah mencapai 100 °C)

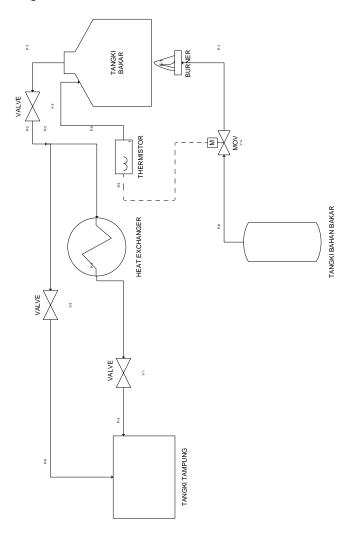
Gambar diagram blok dari system pengendalian temperature pada tangki bakar Di Mini Plant Kondensat



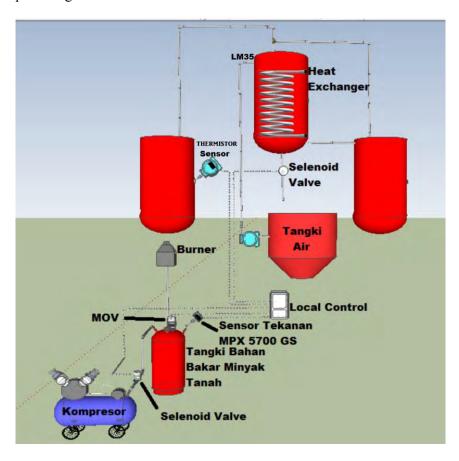
Gambar PFD dari system pengendalian temperature pada tangki bakar Di Mini Plant Kondensat



Gambar P&ID dari system pengendalian temperature pada tangki bakar Di Mini Plant Kondensat



Gambar Hock Up dari system pengendalian temperature pada tangki bakar Di Mini Plant Kondensat



Prinsip kerja dari system pengendalian temperature pada tangki bakar Di Mini Plant Kondensat.

Controller di setting untuk memerintahkan actuator dengan set point 100 °C, inputan controller dari sensor suhu yang diletakkan pada tangki bakar. Pada mini plan ini kontrollernya menggukan Arduino uno, aktuatornya menggunakan MOV, dan sensornya menggunakan thermistor.

Ketika sensor memberi sinyal ke kontrol bahwa air masih belum mencapai set point maka MOV akan membuka dan menyuplay bahan bakar ke burner, namun ketika sesnsor sudah memberikan sinyal bahwa suhu air yang ada di dalam tangki bakar sudah mencapai set point maka motor akan menutup.

Peralatan yang digunakan pada mini plant ini

- 1. Tangki
- 2. Sensor Thermistor
- 3. Motor operating valve
- 4. Burner

LEMBAR KERJA KALIBRASI SENSOR THERMISTOR

No. Sertifikat:

Nama Alat:

Kapasitas:

Resolusi:

Type / Model:

Nomor Seri:

Merk / buatan:

Tgl Diterima:

Nama Standard:

Ketelusuran:

Lokasi Kalibrasi:

Kondisi Lingkungan:

Nama Standard:

Kelas : No. Sertifikat : Metode kalibrasi : Ketelusuran : -

Acuan:

SV	PV	KOREKSI (y)	D=y-ybar	D^2
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100.6	0.6	0.203333	0.041344444
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.3	0.3	-0.09667	0.009344444
100	100.6	0.6	0.203333	0.041344444
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.3	0.3	-0.09667	0.009344444
100	100.2	0.2	-0.19667	0.038677778
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100	0	-0.39667	0.157344444
100	99.4	0.6	0.203333	0.041344444
100	99.8	0.2	-0.19667	0.038677778
100	99.7	0.3	-0.09667	0.009344444
100	99.8	0.2	-0.19667	0.038677778
100	99.4	0.6	0.203333	0.041344444

100	99.6	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	99.3	0.7	0.303333	0.092011111
100	99.7	0.3	-0.09667	0.009344444
100	99.9	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778
100	100.4	0.4	0.003333	1.11111E-05
100	100.8	0.8	0.403333	0.162677778
100	100.8	0.8	0.403333	0.162677778
100	100.9	0.9	0.503333	0.253344444
100	100.7	0.7	0.303333	0.092011111
100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778
100	100.5	0.5	0.103333	0.010677778
100	100.2	0.2	-0.19667	0.038677778
100	100.1	0.1	-0.29667	0.088011111
Rata	-rata	0.39666667		

KETIDAKPASTIAN KALIBRASI

Standart Deviasi	0.245628446
Ketidakpastian Hasil Pengukura (UA1)	0.044845413
Ketidakpastian Standar Regresi (UA2)	0.08
Ketidakpastian Resolusi (UB1)	0.028867513
Ketidakpastian Gabungan (Uc)	0.095177361
Derajat kebebasan effektif (Veff)	14.87476962
Faktor Cakupan (k)	2.998
Ketidakpastian Diperluas (Uexp)	0.285341729

BIODATA PENULIS



Penulis, Muhammad Nama Miftachulhuda dilahirkan Trenggalek, 30 September 1992. menempuh pendidikan Penulis formal di TK Kartini, SDN 1 Tasikmadu, SMPN 1 Watulimo, dan SMAN 8 Kediri Pada tahun 2011, Penulis mengikuti Seleksi Mahasiswa Baru Diploma 3 dan diterima di Jurusan Metrologi dan Instrumentasi, Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi

Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan NRP 2411031027. Penulis mengambil Tugas Akhir dengan judul RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA TANGKI BAKAR DI MINI PLANT KONDENSAT, dengan bidang minat Instrumentasi. Apabila ada pertanyaan tentang Tugas Akhir penulis, dapat menghubungi 085736308646 dan E-mail miftachulhuda1992@gmail.com.