



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI TEMPERATURE PADA PRODUKSI
BROWN'S GAS MENGGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY CELL**

**ALKHABIB LUTHFI EFENDI
NRP. 10 51 15 000 00 058**

**DOSEN PEMBIMBING
Arief Abdurrahman, S.T, M.T
NIP . 19870712 201404 1 002**

**Herry Sufyan Hadi ST, MT
NPP . 19882017111056**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI TEMPERATURE PADA
PRODUKSI BROWN'S GAS MENGGUNAKAN GENERATOR HHO
TIPE DRY CELL**

**ALKHABIB LUTHFI EFENDI
NRP. 10 51 15 000 00 058**

**DOSEN PEMBIMBING
Aried Abdurrahman, S.T, M.T
NIP . 19870712 201404 1 002**

**Herry Sufyan Hadi ST, MT
NPP . 19882017111056**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT TF 145565

***DESIGN OF AUTOMATION SYSTEM
TEMPERATURE ON BROWN'S GAS PRODUCTION
USE HHO GENERATOR TYPE DRY CELL***

**Alkhabib Luthfi Efendi
NRP. 1051150000058**

Advisor Lecturer I
Arief Abdurrakhman, ST, MT.
19870712 201404 1 002
Advisor Lecturer II
Herry Sufyan Hadi, S.T, MT.
NIP. 1988201711056

***DIPLOMA III OF INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakulty of Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018***

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI
TEMPERATURE PADA PRODUKSI BROWN'S GAS
MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY
CELL
TUGAS AKHIR**

Oleh :

ALKHABIB LUTHFI EFENDI
NRP. 1051150000058

Surabaya, 24 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing 1



Arief Abdurrahman, S.T.,M.T.
NIP. 1987707122014041002

Dosen Pembimbing 2



Herry Sufyan Hadi, S.T.,M.T.
NIP. 1988201711056

Kepala Departemen teknik
Instrumentasi




Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001




**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI
TEMPERATURE PADA PRODUKSI BROWN'S GAS
MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY
CELL
TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Alkhabib Luthfi Efendi
NRP. 1051150000058

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Arief Abdurrahman S.T.,M.T.  Dosen Pembimbing 1
2. Herry Sufyan Hadi ,S.T.,M.T.  Dosen Pembimbing 2
3. Murry Raditya,S.T.,M.T.  Dosen Penguji 1

SURABAYA
24 Juli 2018

**“RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI
TEMPERATURE PADA PRODUKSI BROWN’S GAS
MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY CELL ”**

Nama : Alkhabib Luthfi Efendi
NRP : 10511500000058
Program Studi : D3 Teknologi Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Arief Abdurrahman, S.T, M.T
Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T

Abstrak

Elektrolisis adalah suatu proses untuk memisahkan senyawa kimia menjadi unsur-unsurnya atau memproduksi suatu molekul baru dengan memberi arus listrik. Sedangkan elektrolisis air adalah proses elektrolisa yang dimanfaatkan untuk memecah molekul air (H_2O) menjadi Hidrogen (H_2) dan Oksigen (O_2). Sistem otomasi *temperatur* pada produksi *brown's gas* berfungsi untuk menjaga *temperature* gas secara otomatis sehingga temperatur gas di dalam storage dapat dijaga sebesar $45^{\circ}C$ agar mendapatkan efisiensi generator yang maksimal. Proses otomasi *temperature* dimulai dari keluaran sensor *temperature* yaitu *thermocouple* yang berupa tegangan dan diproses oleh ATmega 32 yang kemudian mengatur aktuator untuk variasi tegangan 12,8 dan 5 volt yang berupa relay. Hasil efisiensi generator pada temperature $45^{\circ}C$ adalah sebesar 20,64%. Nilai ketidakpastian dari sensor *thermocouple* adalah U_{a1} sebesar 0.420, U_{a2} sebesar 0.691, U_{b1} sebesar 0.003, U_{b2} sebesar 0 U_c sebesar 0.610 dan U_{exp} sebesar 1.49.

Kata Kunci: Elektrolisis, otomasi, temperature, efisiensi generator.

DESIGN OF AUTOMATION SYSTEM TEMPERATURE ON BRON'S GAS PRODUCTION USE HHO GENERATOR TYPE DRY CELL

Name of Student : Alkhabib Luthfi Efendi
NRP : 10511500000058
Department : Diploma of Instrumentation
Technology
Advisor Lecturer : Arief Abdurrakhman, S.T, M.T
Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T

Abstract

Electrolysis is a process for separating chemical compounds into their elements or producing a new molecule by giving an electric current. While electrolysis of water is an electrolysis process that is utilized to break down water molecules (H₂O) into Hydrogen (H₂) and Oxygen (O₂). The temperature automation system in brown's gas production serves to keep the gas temperature automatically so that the gas temperature inside the storage can be maintained 45°C for get maximum generator efficiency . The process of temperature automation starts from the temperature sensor output of thermocouple in the form of voltage and processed by ATmega 32 which then set the actuator for variations in the form of relay voltage. There are three variations of voltage used for the temperature that will enter the combustion chamber to keep awake that is 12V, 8V and 5V. The result of generatir efficiency at temperature 45°C is 20,64%. The uncertainty value of the thermocouple sensor is U_{a1} 0.420, U_{a2} 0.691, U_{b1} 0.003, U_{b2} 0 U_c 0.610 and U_{exp} 1.49.

Keyword : Electrolysis, automation, temperature, generator efficiency

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI TEMPERATURE PADA PRODUKSI BROWN’S GAS MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY CELL”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Teknik Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
2. Bapak Arief Abdurrahman, S.T, M.T selaku pembimbing pertama tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T selaku pembimbing kedua tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Orang tua saya tercinta yang selalu memberikan dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual, dan

material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.

5. Kelompok TA “Brown’s Gas” Aditya Catur Prasetyo, Vivi Normalia Hanania , dan Dimaswari Egi Asmiresi yang bersama – sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Teman – teman seperjuangan tugas akhir D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Kakak – kakak lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
8. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 16 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Lingkup Kajian	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Laporan.....	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrolisis	5
2.2 Brown's Gas	8
2.3 Sistem Pengendalian	9
2.4 Thermocouple Tipe-K	14
2.5 Mikrokontroler ATmega32.....	15
2.6 <i>Relay</i>	17
2.7 LCD 20x4	19
2.8 <i>Software Code Vision AVR</i>	20
2.9 Karakteristik Statik	21
2.10 Kalibrasi	22

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem	25
3.2 Metodologi Penelitian	26
3.3 Perancangan Sistem Pengendalian Temperatur	26

3.4	Gambaran Umum.....	27
3.5	Perancangan Software.....	31
3.6	Pengambilan Data.....	30
3.7	Analisa dan Pembahasan.....	31
3.8	Penulisan laporan.....	31

BAB IV. PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Sensor <i>Thermocouple</i> tipe K.....	33
4.2	Pembahasan.....	41

BAB V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A	(<i>Gambar P&Id Brown's Gas</i>).....	A-1
LAMPIRAN B	(<i>Gambar P&Id Sistem Otomasi Temperatur</i>).....	B-1
LAMPIRAN C	(<i>Tabel Data Respon Sensor</i>).....	C-1
LAMPIRAN D	(<i>Data Sheet Relay</i>).....	D-1
LAMPIRAN E	(<i>Data Sheet MAX6675</i>).....	E-1
LAMPIRAN F	(<i>Data Sheet Thermocouple</i>).....	F-1
LAMPIRAN G	(<i>Listing Program pada CV AVR</i>).....	G-1
LAMPIRAN H	(<i>WIRING ALAT</i>).....	H-1

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Konsentrasi KOH dan Konduktivitas ..	7
Gambar 2.2	Pemecahan molekul air menjadi gas HHO	8
Gambar 2.3	Diagram Blok Close Loop	10
Gambar 2.4	Diagram Blok Open Loop.....	10
Gambar 2.5	Sinyal Digital	13
Gambar 2.6	Diagram Blok On-Off.....	14
Gambar 2.7	<i>Thermocouple</i> Tipe-K	14
Gambar 2.8	ATmega32	16
Gambar 2.9	Relay.....	17
Gambar 2.10	Jenis Relay	19
Gambar 2.11	LCD.....	19
Gambar 3.1	Flowchart Sistem.....	25
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem Pengendalian Temperatur	27
Gambar 3.3	Storage	28
Gambar 3.4	Sambungan dan Masuknya gas HHO	28
Gambar 3.5	Termokopel tipe K dan MAX6675	29
Gambar 3.6	Tampilan <i>software</i> khazama 1.7.0.....	32
Gambar 4.1	Diagram Blok Pembacaan Sensor Termokopel ..	33
Gambar 4.2	Kalibrasi Sensor Data Naik.....	34
Gambar 4.3	Kalibrasi Sensor Data Turun.....	35
Gambar 4.4	Respon sensor terhadap waktu	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi MAX6675 dengan ATmega32	29
Tabel 4.1 Tabel Pembacaan Naik <i>Thermocouple Type K</i>	33
Tabel 4.2 Tabel Pembacaan Turun <i>Thermocouple Type K</i>	34
Tabel 4.3 Perbandingan Data Naik dan Data Turun	35

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat perkembangan kehidupan. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Berdasarkan data yang diperoleh dari *Indonesian Petroleum Association* (IPA) bahwa permintaan energi di Indonesia pada tahun 2010 adalah 3,3 juta *barrel oil equivalent per day* (boepd). Pada tahun 2025, permintaan energi diperkirakan meningkat menjadi 7,7 juta *barrel oil equivalent per day*. *Indonesian Petroleum Association* (IPA) juga menyatakan bahwa saat ini ada gejala krisis energi di Indonesia^[1]. Tahun 2020 diperkirakan Indonesia kekurangan pasokan minyak dan gas sebesar 2,4 - 2,5 juta *barrel oil equivalent per day*^[1].

Dengan menipisnya cadangan minyak maka mendorong manusia untuk menemukan energi-energi alternatif yang bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbarui agar dapat memenuhi kebutuhan akan bahan bakar minyak. Salah satu bahan bakar alternatif yaitu gas HHO (*Brown's gas*). *Brown's gas* mempunyai prospek sangat baik dalam usaha mengurangi konsumsi bahan baik untuk mesin bensin dan mesin diesel, meningkatkan kinerja mesin, dan memperbaiki kualitas emisi gas buang mesin^[2]. Seperti yang dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Chadwell dan Dingle didapatkan bahwa pada mesin diesel, injeksi air dapat mengurangi emisi NOx sebesar 82% dan torsi nya mengalami peningkatan. Injeksi air pada mesin *spark ignition* dapat menghilangkan detonasi dan mengurangi NOx lebih dari 50%; angka oktan naik lebih dari 50%; dan meningkatkan kerja mesin antara 30% -50%^[2]

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah diuraikan diatas menunjukkan peluang yang besar untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar, kinerja mesin kendaraan, dan kualitas emisi mesin. Peningkatan efisiensi tersebut juga dipengaruhi oleh *temperature*. Besar *temperature* untuk ruang pembakaran yang baik adalah sebesar 45°C. Pada kondisi tersebut jika uap air tersebut mengembun kemudian tercampur pada bahan bakar, akan dapat menyulitkan mesin untuk distart. Selain itu tingginya temperatur pada ruang pembakaran juga akan membuat ruang bakar menjadi panas dan akan mengurangi kinerja piston menjadi tidak maksimal. Sistem elektrolisis yang efisien yang bebas dari gangguan uap air harus dikaji sebagai bagian terpenting dari *mixfuel management system*^[3]. Oleh karena itu maka penulis mengajukan judul tentang “ rancang bangun sistem otomasi *temperature* pada *brown's gas*.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

Bagaimana merancang sistem otomasi *temperature* produksi *brown's gas*?

1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahannya yaitu adalah:

1. Merancang sistem otomasi *temperature* produksi *brown's gas* untuk menghasilkan efisiensi generator yang maksimal.
2. Bahan generator yang digunakan adalah *stainless steel 360*
3. Engine yang digunakan pengujian adalah motor automatic transmittion 110 cc
4. Bahan storage yang digunakan adalah PVC
5. Bahan yang digunakan pengujian adalah KOH + Aquades.

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun sistem otomasi temperature yaitu :

Merancang sistem pengendalian *temperature* produksi *brown's* gas untuk menghasilkan efisiensi generator yang maksimal.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu adalah sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini dapat digunakan bagi peserta untuk pengetahuan dalam bidang energi terbarukan
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di program studi D3 Teknik Instrumentasi.

1.6 Sistematika Laporan

Adapun sistematika dalam laporan tugas akhir ini adalah disusun dengan perincian sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab I menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, sistematika laporan dan manfaat.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab II mengulas tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan tugas akhir. Bab ini berisi ulasan dari elektrolisis, mikrokontroller atmega 32 dan teori penunjang yang lain.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab III membahas terkait dari perancangan alat dan pembuatan alat yang diulas secara detail dari proses awal pembuatan alat sampai tahap akhir pembuatan alat.

BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab IV mengulas hasil data yang diperoleh dari alat. Bab ini menjelaskan kinerja dari alat untuk mengetahui kemampuan alat.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab V berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk rekomendasi tugas akhir atau pengembangan selanjutnya.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Elektrolisis

Elektrolisis adalah suatu proses untuk memisahkan senyawa kimia menjadi unsur-unsurnya atau memproduksi suatu molekul baru dengan memberi arus listrik. Sedangkan elektrolisis air adalah proses elektrolisa yang dimanfaatkan untuk memecah molekul air (H_2O) menjadi Hidrogen (H_2) dan Oksigen (O_2). Elektrolisis air pada dasarnya dilakukan dengan mengalirkan arus listrik ke air melalui dua buah elektroda (Katoda dan Anoda). Agar proses elektrolisa dapat terjadi dengan cepat maka air tersebut dicampur dengan elektrolit sebagai katalis.^[4]

Elektrolisis air pada dasarnya dilakukan dengan mengalirkan arus listrik ke air melalui dua buah elektroda (Katoda dan Anoda). Agar proses elektrolisa dapat terjadi dengan cepat maka air tersebut dicampur dengan elektrolit sebagai katalis.

- Reaksi oksidasi di anoda (+) : $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^+ (\text{aq}) + 4 \text{e}^-$
- Reaksi reduksi di katoda (-) : $2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 (\text{g})$
- Reaksi keseluruhan : $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$

Jika elektrolit yang digunakan adalah larutan basa seperti KOH, NaOH (basa dari golongan periode IA, alkali tanah) maka akan terjadi reaksi basa. Pada reaksi basa, reaksi reduksi terjadi di katoda dimana molekul air mengikat elektron (e^-) sehingga terpecah menjadi gas Hidrogen dan anion OH. Anion OH tersebut kemudian tertarik kesisi anoda dan terpecah menjadi gas oksigen dan molekul H_2O . Akan tetapi jika elektrolit yang digunakan dari jenis garam seperti NaCl, KCl, dan Na_2CO_3 , maka akan terjadi reaksi

asam dan basa. Dari kedua reaksi asam ataupun basa dapat dilihat bahwa pada kedua reaksi tersebut produk yang dihasilkan dari elektrolisa 2 mol H_2O memiliki komposisi yang sama yaitu 2 mol gas Hidrogen dan 1 mol gas Oksigen. Pada kedua jenis reaksi diatas gas Hidrogen juga dihasilkan pada elektroda negatve (katoda) dan gas oksigen dihasilkan pada elektroda positif (anoda).

Adapun Faktor yang mempengaruhi elektrolisis antara lain adalah:

2.1.1 Penggunaan Katalisator

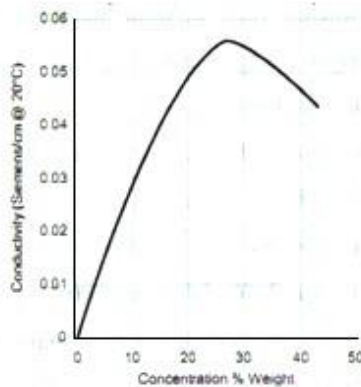
Misalnya H_2SO_4 dan KOH berfungsi mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kesetabilan molekul air menjadi menjadi ion H dan OH yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energi pengaktifan. Zat tersebut tidak mengalami perubahan yang kekal (tidak dikonsumsi dalam proses elektrolisis)^[5]

2.1.2 Luas Permukaan Tercelup

Semakin banyak luas yang semakin banyak menyentuh elektrolit maka semakin mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Sehingga terjadi hubungan sebanding jika luasan yang tercelup sedikit maka semakin mempersulit elektrolit untuk melepaskan elektron dikarenakan sedikitnya luas penampang penghantar yang menyentuh elektrolit.^[5] Sehingga transfer elektron bekerja lambat dalam mengelektrolisis elektrolit. Pada tugas akhir ini luasan yang terelektrolisis sekitar 60% dan cukup dibatasi dengan *o-ring* atau *seal* yang berdiameter 70 mm pada setiap plat yang digunakan. Selain itu pada setiap plat terdapat dua lubang berdiameter 12 mm untuk saluran gas HHO yang berada di bagian atas dan di bawah.

2.1.3 Konsentrasi Pereaksi

Semakin besar konsentrasi suatu larutan pereaksi maka akan semakin besar pula laju reaksinya. Hal ini dikarenakan dengan prosentase katalis yang semakin tinggi dapat mereduksi hambatan pada elektrolit. Sehingga *transfer electron* dapat lebih cepat meng-elektrolisis elektrolit dan dapat ditarik garis lurus bahwa terjadi hubungan sebanding terhadap prosentase katalis dengan *transfer electron*.^[5] Penggunaan katalis untuk paling optimum adalah 27%. Hal tersebut dibuktikan dengan gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan Konsentrasi KOH dan Konduktivitas.

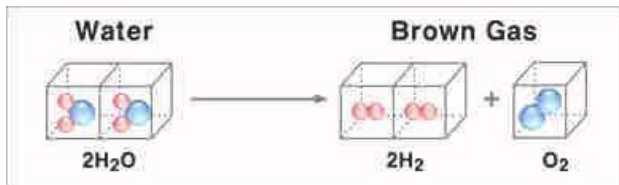
2.1.4 Bahan *Stainless Steel* sebagai Elektroda

Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada proses elektrolisis air. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke air yang akan dielektrolisis.^[4] Material serta luasan elektroda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis air. *Stainless Steel* merupakan logam paduan yang memiliki konduktivitas dan ketahanan terhadap korosi yang relatif lebih baik di banding logam-logam paduan ataupun logam

murni lainnya dan harganya juga relatif lebih terjangkau. Sehingga *Stainless steel* menjadi pilihan yang tepat untuk digunakan sebagai elektroda pada proses elektrolisis.

2.2 *Brown's gas*

Brown's Gas atau yang disebut HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) merupakan gas hasil dari proses pemecahan air murni (H₂O) dengan proses elektrolisis.^[6] Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air tersebut adalah gas Hidrogen dan Oksigen, dengan komposisi 2 Hidrogen dan 1 Oksigen (HHO), sebagaimana terdapat pada Gambar 2.2. Oleh karena itu *Brown's gas* juga lebih dikenal dengan nama gas HHO, selain itu gas HHO juga dikenal dengan sebutan oxy hydrogen.^[5]



Gambar 2.2 Pemecahan molekul air menjadi gas HHO.

Teknologi untuk memecah molekul air menjadi gas HHO dengan cara elektrolisis air sebenarnya telah ditemukan sejak tahun 1800 oleh William Nicholson dan Johann Ritter. Kemudian pada tahun 1805, Isaac de rivaz (1752-1828) menggunakan gas hidrogen dari hasil elektrolisis air sebagai bahan bakar mesin pembakaran internal yang ia rancang dan ia buat sendiri (Poempida Hidayatullah dan F.Mustari, 2008). Pada saat itu bahan bakar fosil belum ditemukan. Namun gas hasil dari elektrolisis air tersebut baru diberi nama dan dipatenkan oleh Dr. Yull Brown, pada tahun 1974. Gas hasil dari elektrolisis air tersebut diberi nama *Brown's gas*. Selain menggunakannya sebagai suplemen bahan bakar pada mesin, Dr. Yull Brown juga

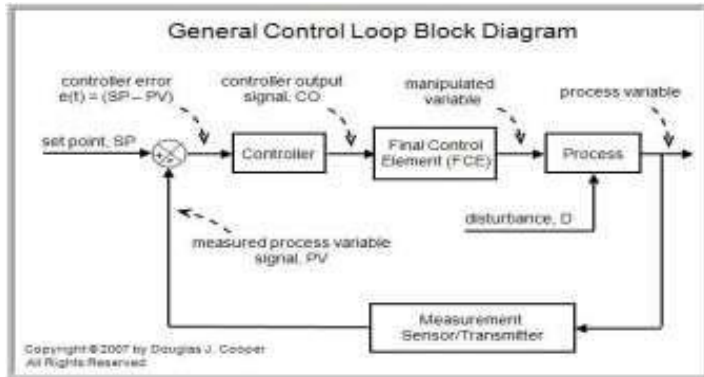
menggunakan *Brown's Gas* untuk pengelasan (*cutting and welding torch*). Selain sebagai bahan bakar kendaraan dan pengelasan, *Brown's Gas* juga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor.

2.3 Sistem Pengendalian

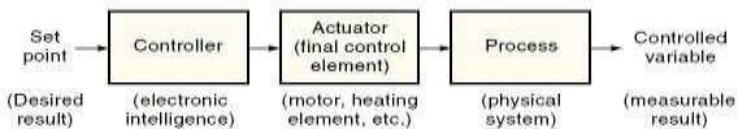
Sistem pengendalian merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*set point*). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Ada beberapa alasan sebuah industri memerlukan suatu sistem pengendalian. Pertama, karena sistem ini dapat mengurangi human error yang dihasilkan pada saat pengoperasian sistem dan meningkatkan tingkat keamanan bagi pekerja. Kedua, sistem otomatis dari sistem pengendalian mengurangi jumlah operator sehingga akan menekan biaya pengeluaran perusahaan. Ketiga, menerapkan sistem ini tentu akan lebih efisien karena dengan menggunakan kontrol, maka setiap perubahan akan direspon lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan operator manual. Terdapat beberapa jenis sistem pengendalian.^[7] Dalam hal ini terdapat berbagai klasifikasi sistem pengendalian. Salah satunya yaitu On-Off control system dan modulating control system. Sistem pengendalian On-Off biasa dikenal sebagai sistem pengendalian digital, *binary*, diskrit, dan juga sekuensial. Sedangkan modulating control system meliputi seperti sistem pengendalian analog dan kontinyu. Ada pula sistem pengendalian bertingkat seperti *cascade*, *ratio*, *feedforward*, maupun split range. Selain itu terdapat pula beberapa sistem pengendalian yaitu prngndalian open loop dan close loop.

2.3.1 Sistem Pengendalian *Close - Open Loop*

Secara umum sebuah sistem pengendalian divisualisasikan berupa diagram blok seperti gambar berikut untuk mengetahui *loop* dari sistem. Adapun contoh dari diagram blok yaitu pada sistem pengendalian *close loop* dan *open loop*.^[6]



Gambar 2.3Diagram Blok Close Loop



Gambar 2.4Diagram Blok Open Loop

Dalam sistem pengendalian tertutup, sistem ini terdiri dari tiga elemen penting yaitu kontroler, *final control element*, dan sensor atau *transmitter*. Ketiga elemen tersebut saling berkaitan dengan sebuah *plant* yang merupakan tempat berlangsungnya fluida baik fluida cair atau gas yang sedang dikendalikan. Sensor atau *transmitter* digunakan untuk mengukur kuantitas variable proses pada sebuah *plant* dan kemudian akan mentransmisikannya ke kontroler. Apabila nilai yang diperoleh tidak memenuhi yang diinginkan (*set point*), maka *final control element* akan memanipulasi kuantitas variabel proses tersebut atas

instruksi yang diberikan kontroler sehingga mencapai *set point* atau eror sama dengan nol. Proses ini akan berjalan terus menerus hingga *set point* tercapai. Sedangkan untuk pengendalian terbuka dapat dikatakan bila sistem pengendalian ini tidak membutuhkan sensor atau *transmitter*.

a. Proses

Proses adalah tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu. *Input* proses dapat bermacam-macam, yang pasti merupakan besaran yang dimanipulasi oleh *final control element* atau *control valve* agar variabel yang dimaksud sama dengan *set point*. *Input* proses ini juga disebut *manipulated variable*.

b. Controlled variable

Controlled variable adalah besaran atau variable yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram blok juga disebut output proses atau process variable.

c. Manipulated variable

Manipulated variable adalah *input* dari suatu proses yang dapat dimanipulasi atau diubah-ubah besarnya dengan tujuan agar *process variable* atau variabel yang dikendalikan besarnya sama dengan *set point*.

d. Disturbance

Disturbance adalah besaran lain, selain *manipulated variable*, yang dapat menyebabkan berubahnya *controlled variable*. Besaran ini juga disebut dengan *load*.

e. Sensing Element

Sensing element adalah bagian paling ujung suatu sistem pengukuran (*measuring system*). Contoh elemen pengukur yang banyak dipakai misalnya *thermocouple* atau *oriface plate*. Bagian ini juga biasa disebut *sensor* atau *primary element*.

f. *Transmitter*

Transmitter adalah alat yang berfungsi untuk membacasingal *sensing element*, dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh *controller*.

g. *Transducer*

Transducer adalah unit pengalih sinyal. Kata *transmitter*,seringkali dirancukan dengan kata *transducer*. Keduanya memang mempunyai fungsi yang serupa, walaupun tidak sama benar. *Transducer* lebih bersifat umum, sedangkan *transmitter* lebih khusus pada penggunaan dalam sistempengukuran.

h. *Measurement Variable*

Measurement variable adalah sinyal yang keluar dari *transmitter*. Besaran ini merupakan cerminan besarnyainyal sistem pengukuran.

i. *Set Point*

Set point adalah besar *process variable* yangdikehendaki. Sebuah *controller* akan selalu berusaha menyamakan *controlled variable* dengan *set point*.

j. *Error*

Error adalah selisih antara *set point* dikurangi *measured variable*. *Error* bisa negatif, bisa juga positif. Bila *set point* lebih besar dari *measured variable*, *error* akanmenjadi positif. Sebaliknya, bila *set point* lebih kecil dari *measured variable*, *error* menjadi negatif.

k. *Controller*

Controller adalah elemen yang mengerjakan tiga dariempat tahap langkah pengendalian yang membandingkan *set point* dengan *measurement variable*, menghitungberapa banyak koreksi yang perlu dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungan tadi. *Controller* sepenuhnya menggantikan

peran manual dalam mengendalikan sebuah proses. *Controller* merupakan alat pengendali.

l. Control Unit

Control unit adalah bagian dari *controller* yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan. *Input control unit* adalah *error*, dan *output*-nya adalah sinyal yang keluar dari *controller* (*manipulated variable*). *Control unit* memiliki *transfer function* yang tergantung pada jenis *controller*. *Output control unit* adalah hasil penyelesaian matematik *transfer function* dengan memasukkan nilai *error* sebagai *input*.

m. Final Control Element

Final control element adalah bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian. Bagian ini berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara memanipulasi besarnya *manipulated variable* berdasarkan perintah *controller*.

2.3.2 Sistem Pengendalian On-Off

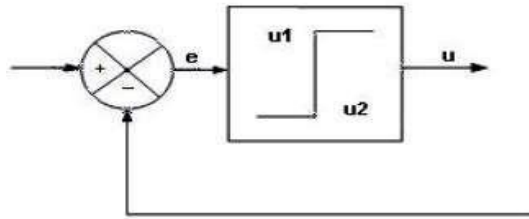
Sistem pengendalian *on-off* merupakan sistem pengendalian yang hanya memiliki *final control element* dengan dua kondisi, yaitu hanya hidup dan mati. Sistem ini biasa disebut dengan sistem digital, karena dapat digambarkan dalam bentuk biner (0 dan 1). Pada kondisi *active high*, 0 adalah kondisi mati dan 1 nyala. Sebaliknya pada *active low*, 0 adalah kondisi hidup dan 1 mati.^[7]



Gambar 2.5 Sinyal Digital^[7]

Sistem ini dapat berasal dari sensor analog maupun sesama digital. Pada umumnya aplikasi mode kontrol ini yaitu

untuk keperluan *safety*. Namun juga dapat digunakan untuk proses. Bergantung pada cara pengkondisiannya. Kontroler yang digunakan dapat berupa PLC maupun mikrokontroler. Hasil dari sistem pengendalian dengan mode kontrol on-off akan menyebabkan proses variabel yang bergelombang.



Gambar 2.6 Diagram Blok On-Off^[7]

2.4 Thermocouple Tipe-K

Termokopel tipe-K, terdiri dari dua buah konduktor yang berbeda komposisi, yaitu Kromel-Alumel. Termokopel ini merupakan termokopel yang biasa digunakan dalam berbagai kegiatan industri. Selain harganya yang murah, termokopel ini juga mempunyai jangkauan yang cukup tinggi. Termokopel tipe-K memiliki batas suhu antara -270°C sampai $+1370^{\circ}\text{C}$, dengan *sensitivitas* mendekati $40\ \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$



Gambar 2.7 Thermocouple Tipe-K

2.5 Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler bisa diumpamakan sebagai bentuk minimum dari sebuah mikrokomputer. Ada perangkat keras dan ada perangkat lunak dan juga ada memori, CPU dan lain sebagainya yang terpadu dalam satu keeping IC. Demi kebutuhan masa kini, mikrokontroler menjadi salah satu pilihan sebagai alat kontrol yang fleksibel dan mudah dibawa ke mana-mana serta dapat deprogram ulang (*programmable*).

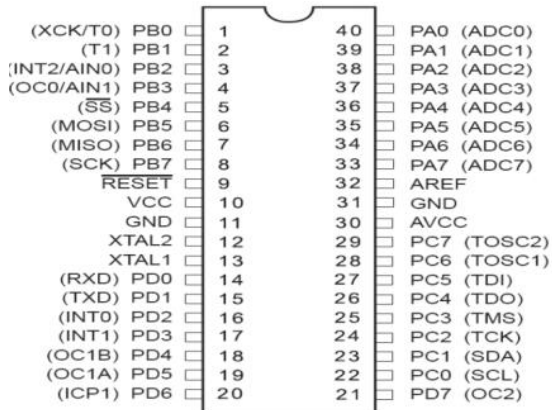
Mikrokontroler AVR ATmega32 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega32 telah dilengkapi dengan ADC *internal*, EEPROM *internal*, Timer/Counter, PMW, analog comparator, dll. Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega32.^[9]

ATmega32 memiliki 32 *general purpose register*, dan *register* terhubung langsung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*) sehingga dengan dua *register* dapat sekaligus diakses dalam satu intruksi yang dieksekusi tiap *clock*-nya. Sehingga arsitektur seperti ini lebih efisien dalam eksekusi kode program dan dapat mencapai eksekusi sepuluh kali lebih cepat dibandingkan mikrokontroler CISC (*Complete Instruction Set Computer*).

Konfigurasi *pin* ATmega 32 dengan kemasan 40 *pin* DIP (*Dual In-Line package*) dapat dilihat pada gambar diatas. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* ATmega 32 sebagai berikut:

- a) VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- b) GND merupakan *pin ground*.
- c) Port A (PA0...PA7) merupakan *pin* I/O dan *pin* ADC.

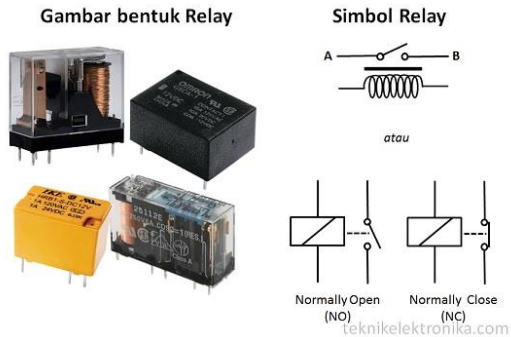
- d) *Port B* (PB0....PB7) merupakan *pin* I/O dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu *timer/counter*, komparator *analog* dan SPI.
- e) *Port C* (PC0....PC7) merupakan *port* I/O dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu komparator *analog* dan *timer oscillator*
- f) *Port D* (PD0....PD7) merupakan *port* I/O dan *pin* fungsi khusus yaitu komparator *analog* dan *interrupt* eksternal serta komunikasi *serial*.
- g) RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.
- h) XTAL 1 dan XTAL 2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
- i) AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
- j) AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk ADC.
- k) mempunyai fungsi khusus yaitu komparator *analog* dan *timer oscillator*.



Gambar 2.8 Atmega 32^[9]

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau switch yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan saklar atau Kontak. Komponen relay menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau low power, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar dari komponen relay :



Gambar 2.9 Relay^[10]

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay.

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw :

♣*Pole* : Banyaknya Kontak (Contact) yang dimiliki oleh sebuah relay

♣*Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (Contact)

Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

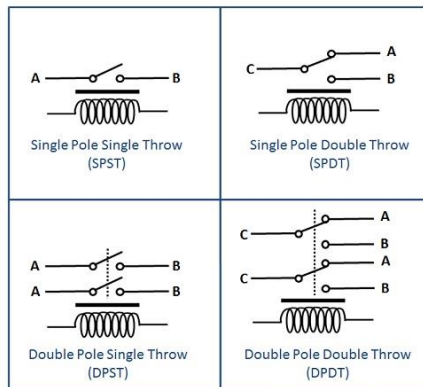
♣ *Single Pole Single Throw (SPST)* : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.

♣ *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.

♣ *Double Pole Single Throw (DPST)* : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 *Coil*.

♣ *Double Pole Double Throw (DPDT)* : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) *Coil*. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*.^[10]

Jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw

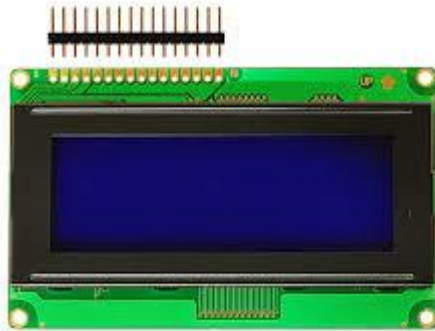


teknikelektronika.com

Gambar 2.10Jenis relay^[10]

2.7 LCD 20x4

LCD (Liquid Crystal Display) ini merupakan suatu *device* untuk menampilkan data berupa tampilan (*display*). LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. LCD yang ada di pasaran terdiri dari berbagai ukuran, seperti 16x2, 16x4, 20x4 dan lain-lain. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.^[11]



Gambar 2.11 LCD^[10]

Gambar tersebut merupakan contoh dari LCD dengan ukuran 20 x 4, yang artinya terdiri dari 20 baris dan 4 kolom. Masing-masing baris memiliki alamat memori tersendiri. LCD membutuhkan tegangan sebagai *power* yaitu sebesar 0 – 5 Volt DC. Tegangan tersebut masuk ke dalam pin 2 (VSS) sebagai GND dan pin 2 (VDD sebagai VCC. Ada pula pin 3 (VEE) untuk mengatur tingkat keterangan cahaya *backlight* yang biasa dilakukan dengan pengaturan resistansi menggunakan potensiometer.

Keterangan :

- 1) Pin 1 dihubungkan ke Ground
- 2) Pin 2 dihubungkan ke VCC(+5v)
- 3) Pin 3 dihubungkan ke tengah potensiometer sebagai pengatur kontras
- 4) Pin 4 untuk *Register Selection* (RS). Jika diberi nilai logika 1 (*High*) = *display* data dan jika diberi nilai logika 0 (*Low*) = *Write Operational*.
- 5) Pin 5 digunakan untuk mengatur fungsi LCD. Jika di-*set* ke logika 1 (*high*, +5V) maka LCD berfungsi untuk membaca data, jika *pin* ini di-*set* ke logika 0 (*low*, 0V) akan berfungsi untuk menulis data.
- 6) Pin 6 adalah terminal *enable* (*Enable Signal*). Berlogika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.
- 7) Pin 7-14 adalah saluran dua arah (*bi-directional*) data. 8 *bit* dan 4 *bit bus data* (untuk 4 *bit pin* data yang digunakan *pin* 11 – 14).
- 8) *Pin* 15 dan 16 adalah tegangan untuk menyalakan LCD.

2.8 Software Code Vision AVR

Code Vision AVR merupakan sebuah *cross-compiler C*, *Integrated Development Environment* (IDE), dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *Code Vision AVR* dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan XP. *Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diizinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

File object COFF hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan *debugging* pada tingkatan C, dengan pengamatan variabel, menggunakan *debugger Atmel AVR Studio*. IDE mempunyai fasilitas internal berupa *software AVR Chip In-System Programmer* yang memungkinkan untuk melakukan *transfer* program kedalam *chip* mikrokontroler setelah sukses melakukan kompilasi/assembly secara otomatis.

2.9 Karakteristik Statik

Karakteristik statik adalah sifat sebuah instrumen yang tidak bergantung pada waktu. Beberapa karakteristik statik instrumen yang sering digunakan adalah :

2.9.1 Range (span)

Range menyatakan jangkauan pengukuran sebuah instrumen. Sedangkan span adalah selisih nilai maksimum dan minimum yang dapat diukur oleh alat. Contoh: termometer memiliki range - 0,5 sampai + 40°C, subdivision 0,1°C, artinya kisaran pengukuran - 0,5 sampai 40,5°C, skala interval 0,1°C.^[11]

2.9.2 Linieritas

Pengukuran yang ideal adalah jika hubungan antara input pengukuran (nilai sesungguhnya) dengan output pengukuran (nilai yang ditunjukkan alat ukur) adalah berbanding lurus, dan dinyatakan dalam persamaan garis sebagai berikut:

$$O_{\text{ideal}} = KI + a \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan K adalah kemiringan garis =
$$\frac{O_{\text{max}} - O_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \dots\dots\dots(2.2)$$

a adalah pembuat nol (*zero bias*) = $O_{\text{min}} - KI_{\text{min}}$

Jika sebuah instrumen memiliki hubungan input-output tidak berupa garis lurus, penyimpangan dari garis lurus tersebut dikenal sebagai nonlinieritas. Seringkali nonlinieritas dinyatakan dalam nonlinieritas maksimum dalam bentuk prosentase skala penuh, yaitu:

$$\hat{N} = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

2.9.3 Sensitivitas

menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan “perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan” yaitu $\Delta O/\Delta I$.^[11]

2.9.4 Histerisis

Histeresis menunjukkan perbedaan nilai output pembacaan saat menggunakan nilai input naik (dari rendah ke tinggi), dengan nilai output pembacaan saat menggunakan nilai input turun (dari tinggi ke rendah). Histeresis biasanya dinyatakan dalam histeresis maksimum dalam bentuk prosentase skala penuh, yaitu:

$$\hat{H} = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

2.10. Kalibrasi

2.10. 1 Analisa Type A , (Ua)

Pada tipe ini biasanya ditandai dengan adanya data pengukuran, misalnya n kali pengukuran, maka selanjutnya dari data tersebut, akan ditemukan nilai rata-ratanya, standar deviasinya, dan atau repeatabilitynya. Bentuk kurva dari tipe ini

adalah sebaran Gauss. Rumus umum ketidakpastian untuk tipe A ini adalah:

$$U_a = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana σ = Standar Deviasi

2.10.2 Analisa type B, U_B

Jika Alat digital : Ketidakpastian (u)

$$u = (1/2 \text{ resolusi}) / \sqrt{3} \dots\dots\dots(2.6)$$

untuk Alat analog : Ketidakpastian (u)

$$u = \text{Readability} / 2 \dots\dots\dots(2.7)$$

2.10.3 Ketidakpastian Kombinasi, U_c

Selanjutnya dari semua sumber ketidakpastian tersebut diatas harus dikombinasikan / digabungkan untuk memberikan gambaran menyeluruh ketidakpastian dari hasil kalibrasi tersebut. Rumus umum ketidakpastian kombinasi adalah:

$$U_c = \sqrt{\sum (U_a)^2 + \sum (U_B)^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Atau secara umum :

$$U_c^2 = \sum (C_i \cdot U_i)^2 \dots\dots\dots(2.9)$$

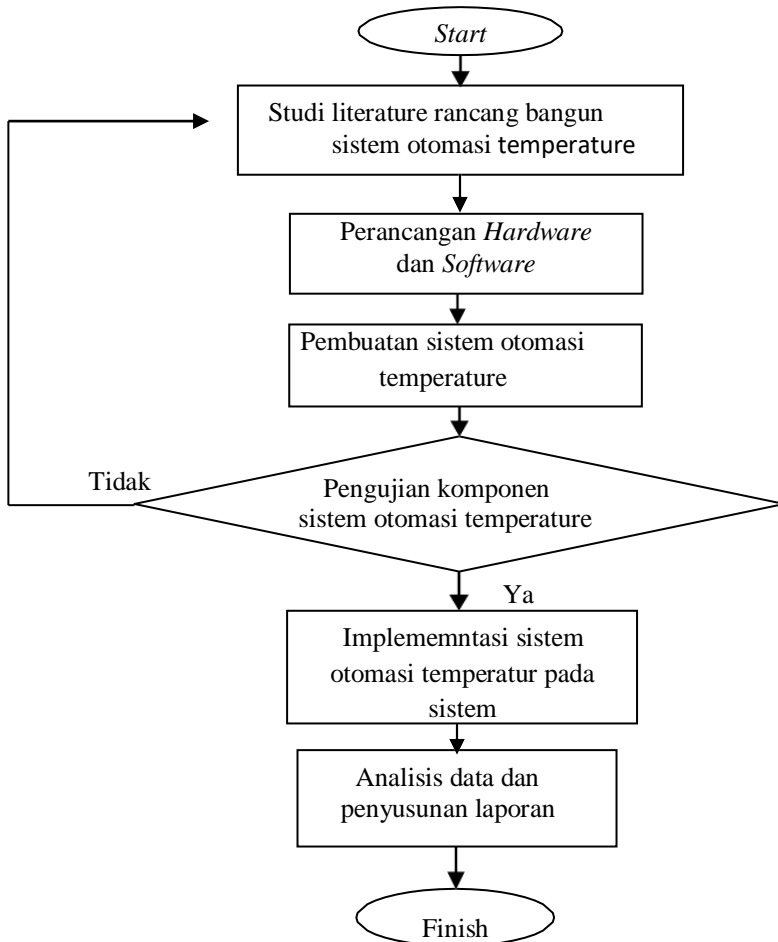
Dimana c_i = koefisien sensitifitas dari ketidakpastian ke-I

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut ini yang dibuat dalam bentuk *flowchart*:



Gambar 3.1 Flowchart Sistem

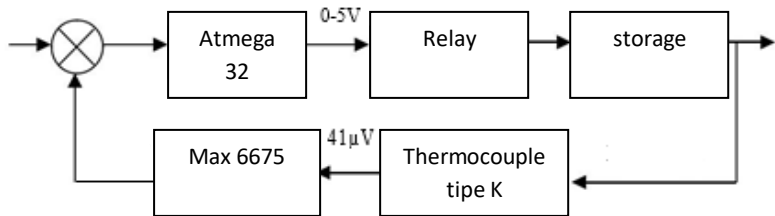
3.2 Metodologi Penelitian

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* iniyaitu:

1. Studi literature lapangan yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan dan ideal untuk proses pengerjaan tugas akhir.
2. Perancangan sistem yaitu untuk merancang baik dari *hardware* dan *software* yang digunakan
3. Tujuan pembuatan yaitu untuk menjawab dari permasalahan yang ada yaitu untuk merancang dan memasang sensor, *valve*, serta kontroler yang digunakan agar sistem otomasi *temperature* dapat ideal
4. Pengambilan data, digunakan untuk mengambil data darihasil *running power plant* terhadap sistem otomasi *temperatur*.
5. Analisis data dan penarikan kesimpulan yaitu menganalisis dari hasil pengambilan data serta mengambil kesimpulan.

3.3 Perancangan Sistem otomasi Temperature

‘Sistem otomasi *Temperature* pada produksi brown’s gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*, dimana terdapat pipa PVC yang berisikan larutan KOH dengan Aquades yang dikendalikan *temperaturenya* pada kondisi 45°C agar tidak terjadi *temperature* yang berlebih karena jika terjadi *temperature* berlebih akan menyebabkan kerusakan pada ruang pembakaran jika dalam waktu yang lama. Sensor yang digunakan dalam sistem otomasi *temperature* ini adalah sensor thermocouple tipe K. Untuk memudahkan proses otomasi ini, digunakannya *microcontroller* ATmega32. Apabila terdapat *temperature* berlebih maka secara otomatis akan mengatur tegangan pada generator hho sehinggaakan menurunkan tegangan dan diikuti menurunnya *temperature*.(untuk gambar P&ID ada di lampiran A dan lampiran B).



Gambar 3.2 Diagram blok sistem pengendalian *temperature*

Gambar 3.4 di atas merupakan gambar diagram blok sistem pengendalian *temperature* pada *brown's gas* yang terdiri dari mikrokontroler ATmega32 sebagai *controller*, relay sebagai aktuator, storage sebagai tempat pemrosesan, dan sensor termokopel tipe-K sebagai sensor untuk sensing yang keluarannya sangat kecil sehingga dibutuhkan penguatan sinyal menggunakan modul MAX6675. Besarnya tegangan kemudian dikonversi ke dalam *temperature* dengan satuan Celsius.

3.4 Gambaran Umum

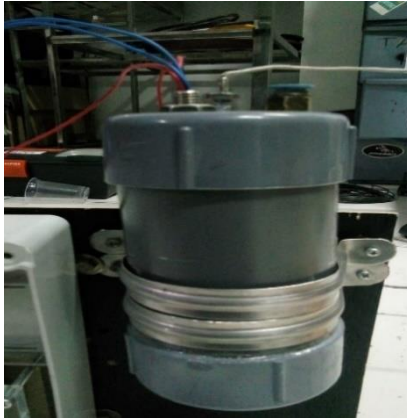
Pada tugas akhir kali ini membuat rancang bangun system pengendalian *temperature* pada *brown's gas* dengan metode elektrolisis yang terintegrasi dengan mikrokontroler atmega32. Terdapat beberapa bagian penting didalam rancang bangun alat ini yaitu sebagai berikut :

a. Generator HHO/Generator *Brown's Gas*

Generator HHO yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah tipe *dry cell* yang terdiri dari beberapa elektroda yang terbuat dari bahan *Stainless Steel 360*. Generator HHO ini terdiri dari enam elektroda dengan lima ruang dimana tiga plat diberisumber VCC dan 1 plat diberisumber GND. Generator HHO ini berfungsi untuk memecahkan aquades dan KOH menjadi $2H_2$ dan O_2 dengan proses elektrolisis

b. Storage

Storage terbuat dari pipa paralon dengan ukuran 2^{1/2}". Storage ini berfungsi sebagai wadah penampung aquades dan KOH. Selain itu storage ini berfungsi untuk memisahkan uap air yang masih terkandung dalam gas HHO sebelum masuk ke ruang bakar.



Gambar 3.3 Storage

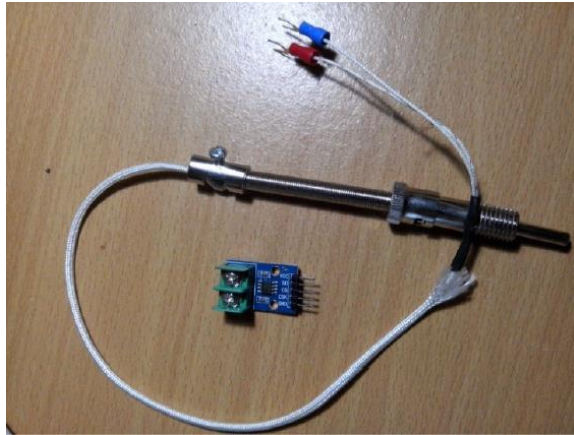
c. Sambungan T

Gas HHO dari storage dicampurkan dengan udara melalui intake manifold menggunakan sambungan T. Intake manifold merupakan saluran udara ke ruang bakar



Gambar 3.4 sambungan dan masuknya gas HHO

d. Sensor Thermocouple



Gambar 3.5 Termokopel tipe K dan MAX6675

Sensor Thermocouple dipasang pada storage berfungsi untuk menyensing temperature. Sensor termokopel yang digunakan adalah tipe K dengan range -270°C sampai $+1370^{\circ}\text{C}$, dengan *sensitivitas* mendekati $40\ \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Namun keluaran sensor termokopel masih kecil, sehingga ditambahkan modul MAX6675 agar bisa dibaca oleh mikrokontroler. Berikut ini adalah gambar dari sensor temperature dan MAX6675, serta konfigurasi PIN ke mikrokontroler

Tabel 3.1 Konfigurasi MAX6675 dengan ATmega32

Konfigurasi MAX6675 dengan ATmega 32	
Sensor Pin	Pin ATmega32
GND	GND

VCC	+5V
SO	6
Cs	4
Sck	7

Sumber tegangan yang digunakan pada pengujian sensor ialah dari ATmega32 sebesar 5V dan ADC 12 bit dari MAX6675. Output sensor berupa tegangan μV yaitu sebesar $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Kemudian dikuatkan dengan MAX6675 agar menjadi volt (V) dengan rumus pendekatan karakteristik dengan rumus:

$$= (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 5 (\text{Tr}-\text{T}_{\text{AMB}}) \dots\dots\dots (3.1)$$

Vout

Dengan :

Vout = Voutput termokopel (μV)

Tr= Temperatur remote junction ($^\circ\text{C}$), (150°C)

T_{AMB}=Temperature Ambient ($^\circ\text{C}$), ($-20^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$)

Diketahui :

- Adc 12 bit =0-4096
- Supply Atmega = 0-5 Volt
- Tegangan output sensor =41 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 1 μV = 10^{-6} V

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Vout} &= (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 5 (\text{Tr}-\text{T}_{\text{AMB}}) \\ &= (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 5 (150-(85-(-20))) \\ &=(41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 1275 \\ &=52275 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \\ &= 0,052275 \text{ V (untuk setiap kenaikan } 1^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

e. **Modul Relay**

Modul Relay merupakan suatu komponen elektronik yang berfungsi mengalirkan tegangan listrik melalui sebuah penghantar yang digerakkan oleh sebuah medan magnet melalui koil yang dialiri oleh arus listrik. Pada tugas akhir ini menggunakan 4 buah *relay* yang masing-masing memiliki spesifikasi yang sama yaitu dapat dialiri tegangan listrik AC 220 volt dengan arus 10 A dan tegangan listrik DC 30 volt dengan arus 10 A. Sedangkan spesifikasi tegangan untuk menggerakkan koilnya yaitu 5 volt DC

f. **Liquid Crystal Display (LCD)**

Pada tugas akhir ini *liquid crystal display* (LCD) digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor ultrasonik yang telah terintegrasi dengan mikrokontroler atmega32. LCD yang digunakan pada tugas akhir ini mempunyai ukuran 20 x 4 yang artinya LCD ini memiliki 20 kolom dan 4 baris.

3.5 Perancangan Software

Pada perancangan alat ini terdapat 2 *software* yang masing-masing digunakan untuk membuat program sebelum di *compile* ke mikrokontroler dan digunakan sebagai *compiler* program ke mikrokontroler yaitu *Code Vision AVR 2.05.0* dan *Khazama V 1.7.0*.

a. **Code Vision AVR 2.05.0**

Software Code Vision AVR 2.05.0 digunakan untuk membuat listing program yang berisi perintah-perintah guna mengintegrasikan hasil pengukuran ketinggian air pada tempat elektrolisis yang telah diterima dari sensor menuju ke mikrokontroler atmega32. Selain itu, dapat juga memberikan perintah untuk mengintegrasikan mikrokontroler menuju ke *Liquid Cristal Display 20x4* serta personal computer. Berikut ini

adalah tampilan dari *Software Code Vision AVR 2.05.0*. (untuk gambar ada pada lampiran C).

b. Khazama V 1.7.0

Software ini digunakan untuk meng-compile listing program yang dibuat pada *code vision AVR* ke mikrokontroller atmega32. Selain itu, khazama v 1.7.0 juga dapat melakukan pengaturan clock dan proses eksekusi program ke mikrokontroller. Berikut ini adalah tampilah khazama v 1.7.0

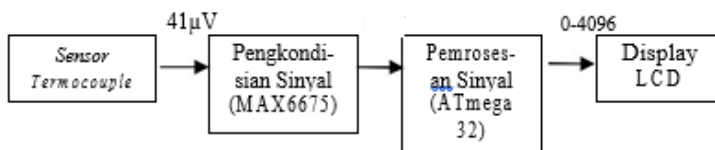


Gambar 3.6 Tampilan Software Khazama 1.7.0

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengujian *Sensor Thermocouple* tipe K

Pada tugas akhir rancang bangun system pengendalian laju produksi *brown's gas* menggunakan sensor termokopel tipe K. Sensor termokopel tipe K yang mampu mendeteksi temperature - 200 sampai 1280⁰C dengan *supply* +5VDC. Namun keluaran *sensor* termokopel sangat kecil sehingga perlu pengkondisian sinyal agar bisa dibaca oleh *microcontroller*.



Gambar 4.1 Diagram Blok Pembacaan *Sensor* Termokopel

Untuk mendapatkan hasil pembacaan yang akurat telah dilakukan kalibrasi terhadap sensor thermocouple tipe K. Tabel dibawah ini merupakan hasil pengujian sensor thermocouple tipe K dibandingkan dengan kalibrator.

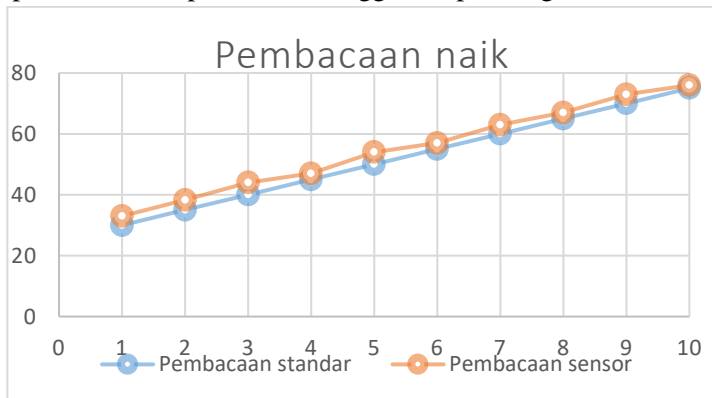
Tabel 4.1 Tabel Pembacaan Naik Thermocouple Type K

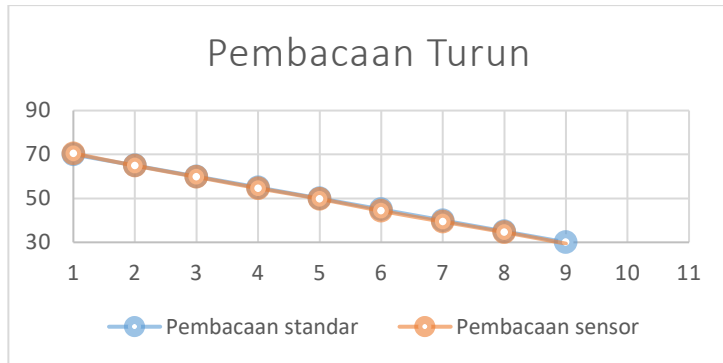
No	Suhu	Pembacaan alat					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	30°C	29.3°C	29.2°C	29.3°C	29.4°C	29.8°C	29.4°C
2	35°C	34.7°C	34.2°C	34.5°C	34.6°C	34.8°C	34.6°C
3	40°C	39.2°C	39.4°C	39.6°C	39.7°C	39.1°C	39.4°C
4	45°C	45.2°C	44.7°C	44.3°C	44.2°C	43.1°C	44.3°C
5	50°C	50.2°C	50.3°C	49.5°C	49.3°C	49.8°C	49.8°C
6	55°C	54.3°C	55.8°C	53.9°C	54.2°C	54.7°C	54.6°C
7	60°C	59.8°C	59.8°C	59.7°C	59.4°C	60.2°C	59.8°C
8	65°C	65.9°C	66.3°C	64.8°C	64.2°C	63.5°C	64.9°C
9	70°C	70.3°C	70.9°C	70.3°C	71.4°C	69.8°C	70.5°C
10	75°C	75.7°C	74.8°C	74.3°C	76.9°C	73.3°C	75.0°C

Tabel 4.2 Tabel Pembacaan Turun Thermouple Type K

No	Suhu	pembacaan alat					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
1	30°C	32.2°C	32.3°C	33.8°C	33.2°C	33.5°C	33°C
2	35°C	37.5°C	37.8°C	38.9°C	38.7°C	38.5°C	38.3°C
3	40°C	44.4°C	44.5°C	43.9°C	42.9°C	44.2°C	44.0°C
4	45°C	48.5°C	47.3°C	47.8°C	46.4°C	48.3°C	47.7°C
5	50°C	53.5°C	54.3°C	53.8°C	53.7°C	58.6°C	54.8°C
6	55°C	57.2°C	57.9°C	58.9°C	58.2°C	57.4°C	57.9°C
7	60°C	63.6°C	62.8°C	63.9°C	62.9°C	63.7°C	63.4°C
8	65°C	67.8°C	66.6°C	67.4°C	68.3°C	68.4°C	67.7°C
9	70°C	72.3°C	73.4°C	72.6°C	74.5°C	73.6°C	73.3°C
10	75°C	76.3°C	77.5°C	77.2°C	76.8°C	76.3°C	76.8°C

Tabel diatas merupakan pengujian sensor termokopel tipe-K dibandingkan dengan kalibrator standar di lab A300. Pengujian dilakukan dengan pembacaan naik dan pembacaan turun dengan set point 30°C sampai 80°C Sehingga didapatkan grafik dibawah ini

**Gambar 4.2** Kalibrasi sensor data naik



Gambar 4.3 Kalibrasi sensor data turun

Dari data diatas selanjutnya dilakukan pengolahan untuk mengetahui karakteristik statik alat pada sensor thermocouple tipe K terhadap temperature.

Tabel 4.3 Perbandingan Data Naik dan Data Turun

No	Pembacaan standar	Data Naik	Data turun	Rata-Rata pembacaan alat
1	30°C	33.0°C	29.4°C	31.2°C
2	35°C	38.3°C	34.6°C	36.5°C
3	40°C	44.0°C	39.4°C	41.7°C
4	45°C	47.0°C	44.3°C	45.7°C
5	50°C	54.0°C	49.8°C	51.9°C
6	55°C	57.0°C	54.6°C	55.8°C
7	60°C	63.0°C	59.8°C	61.4°C
8	65°C	67.0°C	64.9°C	66.0°C
9	70°C	73.0°C	70.5°C	71.8°C
10	75°C	76.0°C	75°C	75.5°C
Jumlah χ^2	275625			

Koreksi (Y)	χ^2	$(Y - Y')^2$	X^*_{Y}	Y_{reg}	SSR
1.2	900	0.001	36.0	0.690	0.26
1.5	1225	2.103	50.8	0.732	0.52
1.7	1600	2.890	68.0	0.773	0.86
0.6	2025	0.422	29.2	0.814	0.03
1.9	2500	3.610	95.0	0.855	1.09
0.8	3025	0.640	44.0	0.897	0.01
1.4	3600	1.960	84.0	0.938	0.21
1.0	4225	0.903	61.8	0.979	0.00
1.8	4900	3.063	122.5	1.020	0.53
0.5	5625	0.250	37.5	1.061	0.32
12.3	29625	15.841	628.8	4.770	3.82
1.2	2962.5	1.584	62.9	1.230	0.38

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 4.3 didapatkan beberapa karakteristik statis sebagai berikut:

Karakteristik statik adalah karakteristik yang harus diperhatikan apabila alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi yang tidak berubah karena waktu atau hanya berubah secara lambat laun. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai karakteristik dari sensor termokopel baut tipe K diantaranya sebagai berikut :

Sehingga dihasilkan nilai:

Range : Suhu 30°C-75°C
 Span : Suhu 45°C
 Resolusi : 0.01
 Akurasi : 97.4%

Kesalahan (Error)	: 0.26%
Linieritas	: 1.06
Non linieritas	: 2.04
Sensitifitas	: 0.95

a. Ketidakpastian Tipe A (U_{a1})

Untuk mencari nilai ketidakpastian tipe A (U_{a1}) pertama mencari standar deviasi (σ) dari pembacaan alat ukur yakni jumlah dari nilai koreksi dibagi dengan ($n-1$), dimana n adalah jumlah data atau titik pengujian . maka sesuai persamaan 3.7 didapatkan

$$U_{a1} = 0.420$$

b. Nilai Ketidakpastian Regresi (U_{a2})

Sesuai persamaan 3.8 didapat nilai U_{a2}

$$U_{a2} = 0.691$$

c. Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B sesuai persamaan 3.9.

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2}x \text{ Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2}x 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

d. Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

Didapatkan nilai kombinasi U_c sesuai persamaan 3.15

$$U_{0043} = 0.610$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$$V_1 = 9; V_2 = 9; V_3 = \infty;$$

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut sesuai:

$$= \frac{(0.610)^4}{(0.420)^4/4 + (0.691)^4/4 + (0.03)^4/\infty}$$

$V_{eff} = 5.97$, sehingga jika dibulatkan menjadi 6, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 2.44.

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian berulang sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c \quad (4.14)$$

$$U_{exp} = 2.44 \times 0.610 = 1.49$$

Karakteristik Statis Sensor Termokopel Tipe K

$$\begin{aligned} \text{a. Sensitivitas (dari data pengujian alat)} &= \frac{\Delta O}{\Delta I} \\ &= \frac{76 - 33}{75 - 30} = \\ &= 0.95 \end{aligned}$$

b. Akurasi :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%, \text{ dengan } Y_n = \text{Pembacaan standar} \\ \text{dan } X_n = \text{Pembacaan alat}$$

$$A = 1 - |0,0261| \times 100\% \\ = 97.4\%$$

c. Error :

$$e = 1 - A$$

$$e = 1 - 0,974$$

$$e = 0.026$$

$$\text{Persen error} = 0.26\%$$

d. Linieritas

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

$$K = 1.034$$

$$a = O_{min} - KI_{min}$$

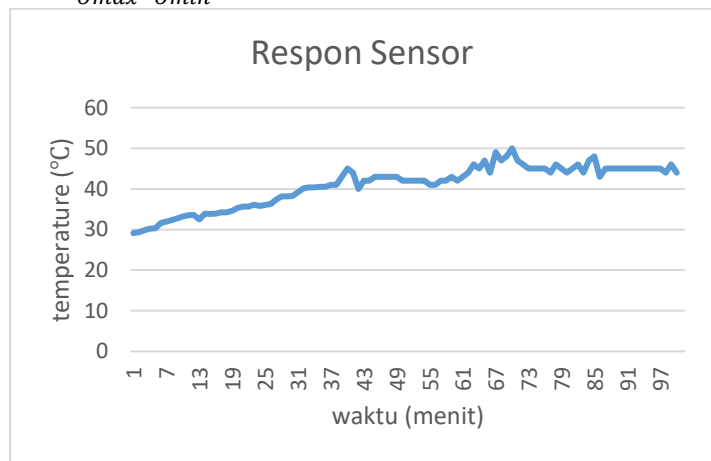
$$a = 0.3$$

$$O_{ideal} = KI + a$$

$$O_{ideal} = 1.06$$

e. Non linearitas

$$N = \frac{[O - KI + a]_{max}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\% = 2.4\%$$



Gambar 4.4 Respon sensor terhadap waktu

Berdasarkan gambar 4.4 grafik menunjukkan bahwa sensor *thermocouple* berbanding lurus dengan waktu yang akan kita gunakan dalam melakukan pengujian. Semakin lama waktu yang kita gunakan maka besar suhu yang akan dibaca oleh sensor *temperature* juga akan semakin meningkat. Waktu yang digunakan untuk mencapai set point sebesar 45°C yaitu 86 menit. Data yang diambil pada tabel yang ada dilampiran tersebut adalah satu menit sekali, karena menunggu setiap kenaikan dari *temperature* yang keluar dari generator HHO. Pada awalnya menentukan set point sebesar 45°C akan tetapi waktu yang dibutuhkan untuk sampai proses steady state cukup lama sekitar 2 jam,. Respon sistem gambar 4.4 memiliki rise time 81 menit, peak time 70 menit, settling time 86 menit. (Data ada pada lampiran C).

4.2 Effisiensi Generator HHO

Effisiensi merupakan perbandingan antara energi yang berguna dengan energi yang diberikan pada suatu sistem. Pada generator HHO, hasil yang berguna adalah produk elektrolisis air berupa gas HHO yang di dapatkan pada reaksi penguraian air

$2 \text{ H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{ H}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} = + 285,84 \text{ kJ/mol}$ adalah reaksi endoterm yang menghasilkan energi entalpi yang bernilai positif (+). Energi entalpi yang dihasilkan adalah :

$$\Delta h = + 285,84 \times 10^3 \frac{1}{\text{mol}}$$

Sedangkan energi ikatan yang dibutuhkan adalah melalui penurunan persamaan gas ideal pada kondisi STP :

$$\begin{aligned} pV &= nRT \\ n &= \frac{p \times V}{R \times T} \\ n &= \frac{1.32 \times 0.5}{0.082 \times 317} \\ n &= 0.026 \text{ mol} \end{aligned}$$

Energi ikatan didefinisikan sebagai energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan dari suatu molekul dalam wujud gas. Untuk menghilangkan nilai permol dari entalpi dan menyamakan nilai input daya dengan satuan watt (J/s), maka volume gas dan mol diberi satuan per waktu.

$$\eta = \frac{\Delta hf \times n}{(V \times I)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{285,84 \times 0,026}{12 \times 3} \times 100\%$$

$$\eta = 0,20644 \times 100\%$$

$$\eta = 20,64 \%$$

jadi pada suhu 45°C efisiensi pada generator adalah sebesar 20,64 %. Hal ini sesuai dengan jurnal teknik pomits vol 1 no 1 bahwa besar efisiensi generator pada *temperature* kurang dari 50°C adalah 22%.(Yanur Arzaqa dan Djoko Sungkono).

4.3 Pembahasan

Sistem pengendalian temperature brown gas pada generator HHO ini dirancang menggunakan sensor termokopel type K. selain range pembacaan yang tinggi, jenis termokopel ini mudah didapatkan dibanding type yang lain. Termokopel yang digunakan pada tugas akhir ini juga telah diuji dan telah memenuhi kriteria standard yang dapat dilihat pada data diatas. Pemasangan termokopel pada browngas dilakukan pada tutup strogae Hal ini bertujuan untuk mengetahui suhu gas setelah melewati generator HHO dan suhu yang akan masuk ke ruang bakar motor. Semakin lama waktu yang kita gunakan untuk melakukan pengujian maka besar temperature yang dibaca oleh *thermocouple* juga akan semakin meningkat. Nilai error pada sensor thermocouple adalah 0,26 % sedangkan nilai akurasi adalah 97,4 %. Set point sistem otomasi temperature adalah 45°C karena pada suhu tersebut efisiensi pada generator mencapai 20,64% .

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perencanaan dan pembuatan yang kemudian dilakukan analisa dari sistem otomasi ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar set point pada sistem otomasi *temperature* adalah 45°C yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi generator sebesar 20.64%.
2. Nilai ketidakpastian dari sensor *thermocouple* adalah U_{a1} sebesar 0.420, U_{a2} sebesar 0.691, U_{b1} sebesar 0.003, U_{b2} sebesar 0 U_c sebesar 0.610 dan U_{exp} sebesar 1.49.
3. Karakteristik statik dari sensor *thermocouple* adalah resolusi sebesar 0.01, akurasi sebesar 97.4%, error sebesar 0.26%, linieritas sebesar 1.06, non linieritas sebesar 2.04, dan sensitifitas sebesar 0.95.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu :

1. Pembuatan desain lebih diperhatikan khususnya untuk menjaga proses pada pengendalian maupun monitoring.
2. Pemilihan sensor harus diperhatikan dengan mempertimbangkan proses yang ada di plant, seperti memperhatikan suhu dan kandungan bahan yang digunakan.

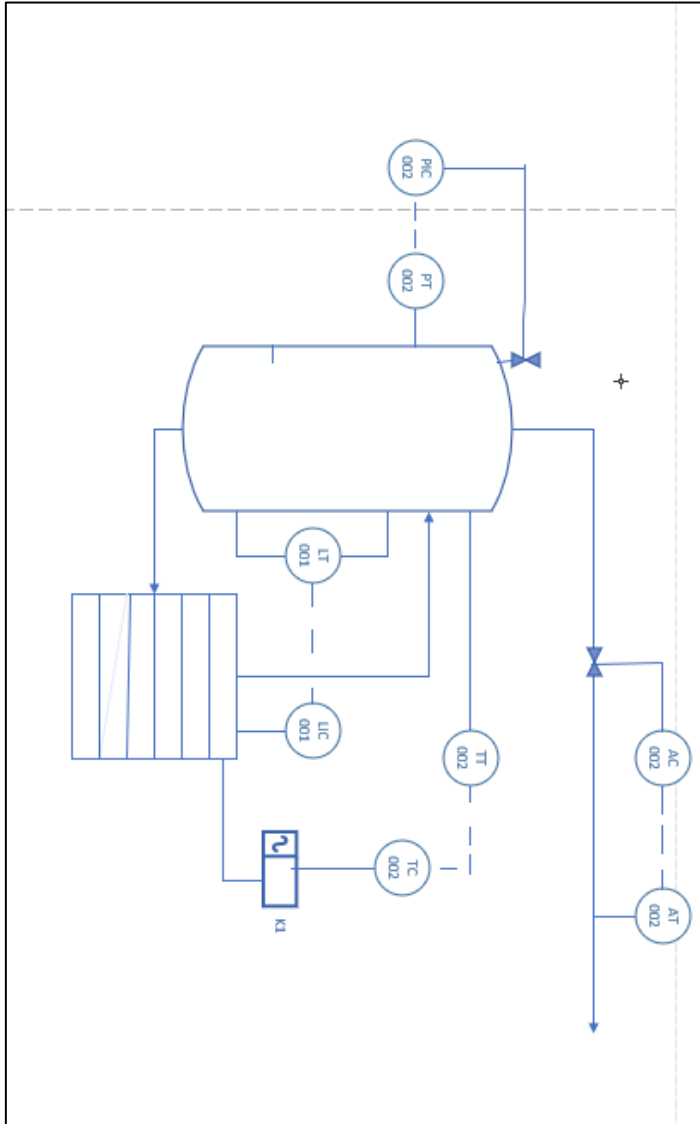
Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

1. D. S. P. T. M. F. M. Elinur, "Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi dalam Perekonomian Indonesia," *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, Vols. 2 No.1, ISSN 2087 – 409X, no. Energi terbarukan, p. 97 – 119, 2010.
2. M. Hutapea, Solusi Listrik OFF-GRID Berbasis Energi Terbarukan di Indonesia : Kerangka Regulasi dan Program, Jakarta: Direktur Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan, 2016.
3. S. Meyer, The History and Future of Brown's Gas, Los Gatos: The Academy for Future Science, 2014.
4. J.M.C. Johari, M. Rachmawati, 2004, Kimia SMA untuk Kelas XII. Jakarta: Esis (Erlangga)
5. Michael Purba, 2006. Kimia untuk SMA Kelas XII. Jakarta: Erlangga.
6. Bentley, John P. Principles of Measurement Systems – 4th edition. London : Pearson Education Limited
7. Gunterus, F. 1994. Falsafah Dasar : Sistem Pengendalian Proses. Elex media Komputindo, Jakarta.
8. Arini, Ratih Novie (2013), "Pengaruh Variasi Duty Cycle Pada Pulse Width Modulation Terhadap Performa Generator Gas HHO Tipe Basah (Wet Cell) 9 Plat SS 316L 10x10 mm", Tugas Akhir, Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

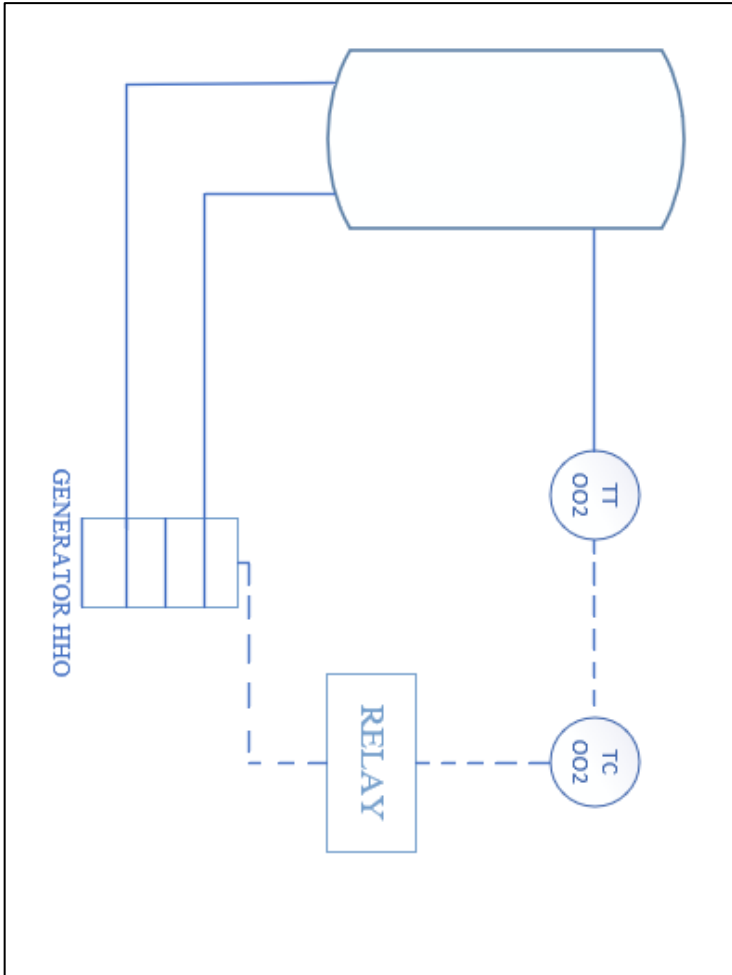
8. Anonim ,2011, Tentang Mikrokontroler ATmega32, (<http://risnotes.com/2011/10/tentang-mikrokontroler-atmega32/>), diakses pada tanggal 11 Juli 2013
9. Dickson, K., 2015, Pengertian Relay dan Fungsinya,
10. Boylestad, Robert and Louise Nashelsky, “electronic Device and Circuit Theory”, Edisi ke-6 (New Jersey : Prentice Hall, Inc.1996).
11. Laboratorium Pengukuran Fisis. 2013. Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi. Teknik Fisika, FFI-ITS, Surabaya

LAMPIRAN A
GAMBAR P&ID BROWN'S GAS



LAMPIRAN B

GAMBAR P&ID SISTEM OTOMASI TEMPERATURE



LAMPIRAN C
TABEL DATA RESPON SENSOR

Data Ke-n	Suhu	Data Ke-n	Suhu	Data Ke-n	Suhu	Data Ke-n	Suhu
1	29.1	26	36.27	51	42	76	45
2	29.3	27	37.36	52	42	77	44
3	29.8	28	38.16	53	42	78	46
4	30.2	29	38.16	54	42	79	45
5	30.3	30	38.25	55	41	80	44
6	31.6	31	39.15	56	41	81	45
7	31.9	32	40.14	57	42	82	46
8	32.32	33	40.4	58	42	83	44
9	32.7	34	40.4	59	43	84	47
10	33.17	35	40.5	60	42	85	48
11	33.5	36	40.5	61	43	86	43
12	33.6	37	41	62	44	87	45
13	32.5	38	41	63	46	88	45
14	33.9	39	43	64	45	89	45
15	33.8	40	45	65	47	90	45
16	33.9	41	44	66	44	91	45

17	34.2	42	40	67	49	92	45
18	34.2	43	42	68	47	93	45
19	34.6	44	42	69	48	94	45
20	35.3	45	43	70	50	95	45
21	35.6	46	43	71	47	96	45
22	35.6	47	43	72	46	97	45
23	36.1	48	43	73	45	98	44
24	35.8	49	43	74	45	99	46
25	36	50	42	75	45	100	44

LAMPIRAN D DATA SHEET RELAY

Relay Pin Configuration

Pin Number	Pin Name	Description
1	Coil End 1	Used to trigger(On/Off) the Relay, Normally one end is connected to 5V and the other end to ground
2	Coil End 2	Used to trigger(On/Off) the Relay, Normally one end is connected to 5V and the other end to ground
3	Common (COM)	Common is connected to one End of the Load that is to be controlled
4	Normally Close (NC)	The other end of the load is either connected to NO or NC. If connected to NC the load remains connected before trigger
5	Normally Open (NO)	The other end of the load is either connected to NO or NC. If connected to NO the load remains disconnected before trigger

Features of 5-Pin 5V Relay

- Trigger Voltage (Voltage across coil) : 5V DC
- Trigger Current (Nominal current) : 70mA
- Maximum AC load current: 10A @ 250/125V AC
- Maximum DC load current: 10A @ 30/28V DC
- Compact 5-pin configuration with plastic moulding
- Operating time: 10msec Release time: 5msec
- Maximum switching: 300 operating/minute (mechanically)

LAMPIRAN E

DATA SHEET MAX6675

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Applications

- Industrial
- Appliances
- HVAC

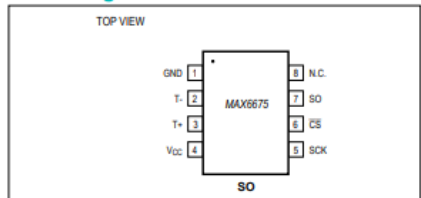
Features

- Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- Cold-Junction Compensation
- Simple SPI-Compatible Serial Interface
- 12-Bit, 0.25°C Resolution
- Open Thermocouple Detection

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

LAMPIRAN F DATA SHEET THERMOCOULE

TYPE	MATERIAL	TEMPERATURE RANGE for STANDARD LIMITS of ERROR	STANDARD LIMITS of ERROR	TEMPERATURE RANGE for SPECIAL LIMITS of ERROR	SPECIAL LIMITS of ERROR
T	Copper (+) Blue Constantan (-) Red	(-200 to -67°C) (-67 to 0°C) (0 to 133°C) (133 to 350°C)	± 1.5% (± 1°C) (± 1°C) ± 0.75%	(0 to 125°C) (125 to 350°C)	(± 0.5°C) ± 0.4%
J	Iron (+) White Constantan (-) Red	(0 to 293°C) (293 to 760°C)	(± 2.2°C) ± 0.75%	(0 to 275°C) (275 to 760°C)	(± 1.1°C) ± 0.4%
E	Chromel (+) Purple Constantan (-) Red	(-200 to -170°C) (-170 to 0°C) (0 to 340°C) (340 to 900°C)	± 1% (± 1.7°C) (± 1.7°C) ± 0.5%	(0 to 250°C) (250 to 900°C)	(± 1°C) ± 0.4%
K	Chromel (+) Yellow Alumel (-) Red	(-200 to -110°C) (-110 to 0°C) (0 to 293°C) (293 to 1250°C)	± 2% (± 2.2°C) (± 2.2°C) ± 0.75%	(0 to 275°C) (275 to 1250°C)	(± 1.1°C) ± 0.4%
N	Nicrosil (+) Orange NiSi (-) Red	(0 to 1260°C)	(± 2.2°C) ± 0.75%	(0 to 1250°C)	—————
R	Platinum 13% Rhodium (+) Black Platinum (-) Red	(0 to 600°C) (600 to 1450°C)	(± 1.5°C) ± 0.25%	(0 to 600°C) (600 to 1450°C)	(± 0.6°C) ± 0.1%
S	Platinum 10% Rhodium (+) Black Platinum (-) Red	(0 to 600°C) (600 to 1450°C)	(± 1.5°C) ± 0.25%	(0 to 600°C) (600 to 1450°C)	(± 0.6°C) ± 0.1%

LAMPIRAN G

LISTING PROGRAM PADA CV AVR

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 6/27/2018
Author : TEAM BROWN'S GAS
Company :
Comments:

Chip type : ATmega32A
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 8.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 512

/

```
#include <mega32a.h>
```

```
#include <funksi.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// I2C Bus functions
```

```
#include <i2c.h>
```

```
// DS1307 Real Time Clock functions
```

```
#include <ds1307.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

#define cs_suhu PORTB.4
#define level_1 PINA.0
#define level_2 PINA.1
#define solenoid PORTD.6
#define level_low PORTD.5
#define relay_3 PORTD.4
#define relay_2 PORTD.3
#define relay_1 PORTD.2
#define off 1
#define on 0
#define servo OCR2
#define buka 30
#define buka_setengah 90
#define tutup 150

float v,psi,kpa,mmhg,bar;
unsigned char tampil[33];

unsigned char old_kondisi_suhu, kondisi_suhu;
signed char adc_tekanan=0;
signed char adc_oksigen=0,kondisi_servo;
int xcount=0;
signed int oksigen,oksi_ref=51;
int level=0,old_level=0,new_level=0;
```

```

unsigned char jm,mn,dt,tg,bl,th,ming,old_dt;
unsigned result,satuan,suhu,koma;
int ever_open=0,count_press=0;
float add_press=0;

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCH;
}

// SPI functions
#include <spi.h>

// Declare your global variables here
////////////////////TEKANAN////////////////////////////////////
void baca_tekanan()
{
    adc_tekanan =(read_adc(3)-42);
    if(adc_tekanan <=0)
        adc_tekanan = 0;
    v = adc_tekanan * 0.01960784 ;
    kpa =(v/5)/0.0012858;
}

```

```

    psi = kpa*0.145;
    mmhg = kpa*7.5;
    bar = (psi * 0.0690);
    task_tekanan();

}
void task_tekanan()
{
    if(psi>=5.8)
    {
        solenoid = on;
        ever_open = 1;
    }
    else
    {
        solenoid = off;
    }
}
//////////////////////////////////SUHU ////////////////////////////////////
void baca_suhu()
{
    cs_suhu = on;
    result = (unsigned) spi(0)<<8;
    result |= spi(0);
    cs_suhu = off;

    result = (unsigned)(((unsigned long ) result * 5000)/4096L);
    satuan =result/40;
    koma = result%40;
    suhu = satuan+3;

//  suhu = suhu + 1;
//  if ( suhu >= 65 )

```

```

//    suhu =0;

if (suhu <=0)
    suhu = 0;
delay_ms(500);

if ( suhu >= 45)
    kondisi_suhu = 0;
else if ( suhu >= 44)
    kondisi_suhu = 1;
else if ( suhu >= 43)
    kondisi_suhu = 2;
else
    kondisi_suhu = 3;

task_suhu();
old_kondisi_suhu = kondisi_suhu;

}
void task_suhu()
{
    if(old_kondisi_suhu != kondisi_suhu)
    {
        if(kondisi_suhu == 3)
        {
            relay_1 = off;
            relay_2 = off;
            relay_3 = on;
        }

        else if(kondisi_suhu == 2)
        {
            relay_1 = off;

```

```

        relay_2 = on;
        relay_3 = off;

    }
    else if(kondisi_suhu == 1)
    {
        relay_1 = on;
        relay_2 = off;
        relay_3 = off;

    }
    else if(kondisi_suhu == 0)
    {
        relay_1 = off;
        relay_2 = off;
        relay_3 = off;

    }

}

}

////////////////////////////////OKSIGEN //////////////////////////////////
void baca_oksigen()
{
    adc_oksigen = read_adc(2);

    task_oksigen();
}
void task_oksigen()
{
    oksigen = (adc_oksigen * 100) / oks_i_ref ;
}

```



```

if(oksigen < 0)
    oksigen = oksigen * (-1);
if(oksigen >= 15)
    oksigen = 15;

if(oksigen <= 10){
    servo = buka;
    kondisi_servo = 100;

}
else if (oksigen <= 15){
    servo = buka_setengah;
    kondisi_servo = 50;
}
else {
    servo = tutup;
    kondisi_servo = 0;
}
}
////////////////////LEVEL //////////////////////
void baca_level()
{
    if(level_1==0 && level_2==0){
        new_level=0;
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putsf("LOW ");
        level_low = on;
    }
    else if(level_1==1 && level_2==0){
        new_level=50;
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putsf("MEDIUM");
        level_low = off;
    }
}

```



```
//////////tampilan data waktu//////////  
lcd_gotoxy(12,2);  
sprintf (tampil,"%02d-%02d-%02d",tg,bl,th);  
lcd_puts (tampil);  
lcd_gotoxy(12,3);  
sprintf (tampil,"%02d:%02d:%02d",jm,mn,dt);  
lcd_puts (tampil);  
}
```

```
void get_time()  
{  
    rtc_get_time(&jm,&mn,&dt);  
    rtc_get_date(&ming,&tg,&bl,&th);  
}
```

```
void tulis_judul()  
{  
    printf("Date");  
    putchar(9);  
    printf("Time");  
    putchar(9);  
    printf("Tekanan");  
    putchar(9);  
    printf("Suhu");  
    putchar(9);  
    printf("Level");  
    putchar(9);  
    printf("Oksigen");  
    putchar(10);  
    putchar(13);  
}
```

```

void simpan_data()
{
    printf ("%02d-%02d-%02d",tg,bl,th);
    putchar(9);
    printf ("%02d:%02d:%02d",jm,mn,dt);
    putchar(9);
    printf (".2f",bar);
    putchar(9);
    printf ("%d,%d",suhu,koma);
    putchar(9);

    if (new_level == 0)
        printf ("LOW");
    else if (new_level == 50)
        printf ("MEDIUM");
    else if (new_level == 100)
        printf ("HIGH");

    putchar(9);
    printf ("%d",oksigen);
    putchar('% ');
    putchar(10);
    putchar(13);

}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization

```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x03;
DDRA=0x00;
```

```
// Port B initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=In
Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=T State5=0 State4=0 State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0xB0;
```

```
// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0xFC;
DDRD=0xFC;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 125.000 kHz
```

```
// Mode: Fast PWM top=0xFF
// OC2 output: Inverted PWM
ASSR=0x00;
TCCR2=0x7C;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x06;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x33;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
```



```
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x83;

// SPI initialization
// SPI Type: Master
// SPI Clock Rate: 2000.000 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Start
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=0x50;
SPSR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// I2C Bus initialization
// I2C Port: PORTB
// I2C SDA bit: 1
// I2C SCL bit: 0
// Bit Rate: 100 kHz
// Note: I2C settings are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|I2C menu.
i2c_init();

// DS1307 Real Time Clock initialization
```

```
// Square wave output on pin SQW/OUT: Off
// SQW/OUT pin state: 0
rtc_init(0,0,0);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 7
// RD - PORTC Bit 6
// EN - PORTC Bit 5
// D4 - PORTC Bit 3
// D5 - PORTC Bit 2
// D6 - PORTC Bit 1
// D7 - PORTC Bit 0
// Characters/line: 20
lcd_init(20);

//set time rtc //

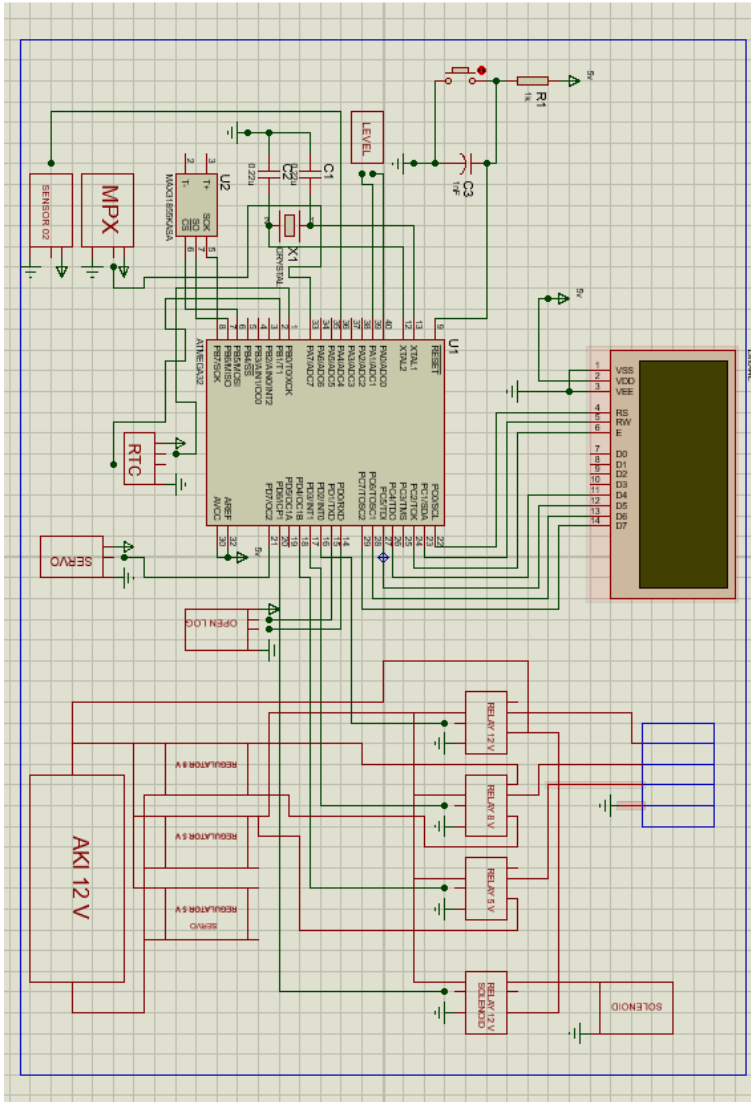
jm = 12;
mn = 37;
dt = 00;
ming = 01;
tg = 8;
bl = 07;
th = 18;

//rtc_set_time(jm,mn,dt);
//rtc_set_date(ming,tg,bl,th);
tulis_judul();

while (1)
```

```
{
  baca_tekanan();
  delay_ms(20);
  baca_oksigen();
  delay_ms(20);
  baca_level();
  delay_ms(20);
  tampil_lcd();
  baca_suhu();
  get_time();
//  lcd_clear();
  if(dt != old_dt)
  {
    simpan_data();
    old_dt = dt;
  }
}
```

LAMPIRAN H WIRING ALAT



BIODATA



Alkhabib Luthfi Efendi yang biasa dipanggil “Habib” merupakan mahasiswa dari daerah Bojonegoro Jawa Timur yang dilahirkan pada tanggal 14 Nopember 1997. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN 1 Baureno, Bojonegoro (2003-2009), SMPN 1 Baureno, Bojonegoro (2009-2012), SMA U BPPT Al-Fattah Siman Sekaran, Lamongan (2012-2015). Pada tahun 2015 penulis diterima dan menjadi mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Instrumentasi dengan NRP 10511500000058. Selama Kuliah di Departemen Teknik Instrumentasi penulis aktif di organisasi mahasiswa, yaitu Himpunanm Mahasiswa Teknik Instrumentasi ITS sebagai ketua bidang Kaderisasi di PSDM HIMATEKINS Satu 2017/2018 serta aktif di dalam divisi PSDM Workshop Instrumentasi 2017/2018. Apabila ada pertanyaan mengenai tugas akhir penulis dapat menghubungi 083898971991 atau melalui alkhabib7@gmail.com