



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE145561

ALAT PENAKAR DAN PENCAMPUR CAIRAN ETSA UNTUK PCB BERBASIS ARDUINO UNO

Ahmad Irfan Nurdiansyah
NRP 2214030074

Dosen Pembimbing
Fajar Budiman, S.T, M.Sc.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE145561

DOSE AND BLEND TOOLS FOR PCB ETCHING LIQUID BASED ARDUINO UNO

Ahmad Irfan Nurdiansyah
NRP 2214030074

Advisor
Fajar Budiman, S.T., M.Sc.

COMPUTER CONTROL STUDY PROGRAM
Electrical and Automation Engineering Department
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

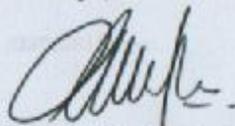
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Alat Penakar Dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Juli 2017



Ahmad Irfan Nurdiansyah
NRP 2214030074

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**ALAT PENAKAR DAN PENCAMPUR CAIRAN ETSA UNTUK
PCB BERBASIS ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Program Studi Komputer Kontrol
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



**Fajar Budiman, S.T., M.Sc.
NIP. 19860707 201404 1 001**

**SURABAYA
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

ALAT PENAKAR DAN PENCAMPUR CAIRAN ETSA UNTUK PCB BERBASIS ARDUINO UNO

Nama : Ahmad Irfan Nurdiansyah
NRP : 2214030074
Pembimbing : Fajar Budiman, S.T., M.Sc.
NIP : 19860707 201404 1 001

ABSTRAK

Printed Circuit Board (PCB) adalah papan yang biasa digunakan untuk menyusun rangkaian elektronik. PCB polos saat ini banyak digunakan di kalangan pencipta alat elektronik untuk membuat rangkaian secara fleksibel dan rapi. Oleh karena itu etsa PCB masih dibutuhkan. Cara untuk melakukan etsa PCB saat ini adalah menggunakan campuran cairan kimia salah satunya yaitu campuran HCL, H₂O₂ dan Air. Takaran campuran tersebut dengan hasil *etching* yang terbaik adalah pada takaran 1:2:3 ini berhasil membersihkan tembaga yang tidak tertutupi jalur dengan rapi dan sesuai tidak ada tembaga sisa diluar jalur.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penakaran dan pengukuran tinggi permukaan cairan menggunakan sensor ultrasonik dengan pengaturan sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno pada bak ukur kecil berukuran 15 x 15 x 15 cm. Sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi ketinggian cairan pada bak kemudian bak akan diisi cairan menggunakan pompa hingga sesuai dengan *set point* yaitu sensor ultrasonik 1 yang berisi cairan HCL sebesar 2 cm dan ultrasonik 2 yang berisi cairan H₂O₂ sebesar 4 cm. Ketika mencapai *set point* pompa akan mati dengan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air. Kemudian cairan tersebut dicampur menggunakan pompa dengan saklar on/off ke bak selanjutnya.

Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini mampu memiliki tingkat presisi pencampuran dengan selisih rata-rata sisa cairan Bak 1 dan pada Bak 2 adalah 0,03 cm dan kecepatan pengisian pada Bak 1 dengan *set point* 2 cm selama 4,86 detik dan Bak 2 dengan *set point* 4 cm selama 13,7 detik dan *safety* untuk keperluan etsa pada mesin PCB sehingga mesin PCB memiliki kinerja yang optimal.

Kata Kunci: Arduino Uno; Etsa; *Set Point*; PCB; Sensor Ultrasonik

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DOSE AND BLEND TOOLS FOR PCB ETCHING LIQUID BASED ARDUINO UNO

Nama : Ahmad Irfan Nurdiansyah
NRP : 2214030074
Pembimbing : Fajar Budiman, S.T., M.Sc.
NIP : 19860707 201404 1 001

ABSTRACT

Printed Circuit Board (PCB) is a board commonly used to arrange electronic circuits. Blank PCBs are now widely used among electronic device creators to make circuit electronic design more flexible and neat. Therefore etching of PCB is still needed. The way to do the PCB etching current is to use a chemical liquid mixture consisting of HCL, H₂O₂ and Water. This mixture dosage with the best etching result is at a 1: 2: 3 dose is respectively cleaned uncovered copper neatly and suitably as the printed circuit.

In this Final Project will be carried out dosing and measurement of the surface height of the sensor using Arduino Uno microcontroller on a small measuring vessel with dimension of 15 x 15 x 15 cm. Sensors are used for liquid mixture level in the vessel, and then vessel will be filled with liquid based on given, set point in vessel 1 with ultrasonik1 sensor will be filled with HCL 2 cm height and vessel with ultrasonik2 sensor 2 contain H₂O₂ will be filled 4 cm height. When it reaches the set point the pump will be off with an ultrasonic sensor as an water altitude detector. Then the liquid is mixed using a pump with the switch on / off to the next vessel.

The dose and blend tools for PCB Etching Liquid Based Arduino Uno are capable of having a mixed precision level with the difference in the average Vessel 1 residual fluid and on Vessel 2 being 0.03 cm and the filling speed at Vessel 1 with a 2 cm set point for 4.86 seconds and Vessel 2 with 4 cm set point for 13.7 seconds and security for use Etching PCB machine so that PCB machine has optimum performance.

Keywords: Arduino Uno; Etching; Set Point; PCB; Ultrasonic Sensor

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

“ALAT PENAKAR DAN PENCAMPUR CAIRAN ETSA UNTUK PCB BERBASIS ARDUINO UNO”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua atas limpahan doa, kasih sayang dan teladan hidup bagi penulis.
2. Bapak Fajar Budiman, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing.
3. Seluruh *staff* pengajar dan administrasi Departemen Teknik Elektro Otomasi FV-ITS.
4. Semua pihak yang telah banyak membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Harapan kami sebagai penulis, dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini maka dapat bermanfaat bagi kami serta para pembaca. Sadar atas keterbatasan yang dimiliki oleh penulis karena hasil dari Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dan apabila terdapat kesalahan mohon dimaafkan serta saran dan kritik membangun yang penulis harapkan.

Surabaya, 18 Juli 2017

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
HALAMA PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Laporan	3
1.6 Relevansi.....	4
BAB II TEORI DASAR.....	5
2.1 Bahan Kimia untuk Proses Pembuatan PCB	5
2.1.1 <i>Ferric Chloric</i> (FeCl_3).....	5
2.1.2 Hidrogen Peroksida.....	6
2.1.3 <i>Cupric Chloride</i>	6
2.1.4 Natrium Hidroksida (NaOH).....	6
2.1.5 Larutan H_3	7
2.2 Arduino	8
2.2.1 Perangkat Keras Arduino	8
2.2.2 Perangkat Lunak Arduino	10
2.3 Pengukuran Tinggi Muka Air dengan Ultrasonik	11
2.3.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	12
2.4 Pompa Air	15
2.5 Relay 5 Volt DC	16
2.5.1 <i>Interface Relay</i>	17
2.6 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 20x4 dengan I2C	19
2.7 <i>Light Emitting Diode</i> (LED)	22

2.8 Modul <i>Step Down</i> LM2596 DC-DC <i>Buck Converter</i>	22
2.9 <i>Power Supply</i>	24
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	25
3.1 Diagram Blok Sistem.....	25
3.2 Perancangan Perangkat Keras	26
3.2.1 Spesifikasi Alat	27
3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i> Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno	27
3.2.3 Arduino	30
3.2.4 <i>Hardware</i> Rangkaian Penampil	31
3.2.5 <i>Hardware</i> Rangkaian Elektrik	31
3.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	32
3.3.1 <i>Flowchart</i> Program Mikrokontroler	32
3.3.2 Pemrograman <i>Software</i> Mikrokontroler	34
3.3.3 Pembacaan Nilai Sensor Ultrasonik HC-SR04	35
BAB IV PENGUKURAN DATA DAN PENGUJIAN	37
4.1 Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i>	37
4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	39
4.3 Pengujian Pompa Air	41
4.4 Pengujian Modul <i>Interface Relay 4 Channel 5VDC</i>	42
4.5 Pengujian <i>Power Supply</i>	45
4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno	45
BAB V PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	A-1
A. <i>Listing</i> Program.....	A-1
B. <i>Datasheet</i>	B-1
B.1 <i>Datasheet</i> Arduino Uno	B-1
B.2 <i>Datasheet</i> Sensor Ultrasonik HC-SR04	B-2
B.3 <i>Datasheet</i> LCD 20x4	B-3
B.4 <i>Datasheet</i> I2C	B-4
B.5 <i>Datasheet</i> Modul <i>Interface Relay</i>	B-6
B.6 <i>Datasheet</i> Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	B-7
B.7 <i>Datasheet</i> <i>Pump</i>	B-8
C. Dokumentasi Alat.....	C-1

DAFTAR RIWAYAT HIDUPD-1

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1	Bentuk Fisik FeCl_3 [12]	6
Gambar 2.2	Bentuk Fisik NaOH Sebelum Dilarutkan [13]	7
Gambar 2.3	Arduino Uno R3	9
Gambar 2.4	Tampilan IDE Arduino	11
Gambar 2.5	Fenomena Gelombang Ultrasonik pada Medium.....	11
Gambar 2.6	Sensor HC-SR04	14
Gambar 2.7	<i>Timing Diagram</i> HC-SR04 [9].....	15
Gambar 2.8	Bentuk Fisik Pompa Air Internal	16
Gambar 2.9	Bentuk Fisik <i>Relay</i> SONGLE SRD-05VDC-SL-C [10]	17
Gambar 2.10	Rangkaian <i>Interface</i> Antara <i>Relay</i>	18
Gambar 2.11	Bentuk Fisik Modul <i>Interface Relay</i> 4 Ch 5 VDC	19
Gambar 2.12	Bentuk Fisik LCD 20x4.....	20
Gambar 2.13	Bentuk Fisik I2C	21
Gambar 2.14	Rangkaian LCD-I2C dengan Arduino	22
Gambar 2.15	<i>Light Emitting Diode</i> (LED) [11].....	22
Gambar 2.16	Bentuk Fisik Modul <i>Step Down</i> LM2596	24
Gambar 2.17	Bentuk Fisik <i>Power Supply</i> DC 12V 2A	24
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem.....	25
Gambar 3.2	Gambar Kerja Alat	26
Gambar 3.3	Rancangan <i>Hardware</i> Mekanik Bak Larutan	28
Gambar 3.4	Rancangan Kotak <i>Hardware</i> Rangkaian Elektrik.....	29
Gambar 3.5	Desain Kotak Elektrik Bagian Kiri, Tutup dan Kanan ..	29
Gambar 3.6	Desain Kotak Elektrik Bagian Tutup Atas, dan Depan ..	30
Gambar 3.7	Desain Kotak Elektrik Bagian Belakang	30
Gambar 3.8	Pola Kabel Rangkaian Penampil	31
Gambar 3.9	<i>Hardware</i> Rangkaian Elektrik	32
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Program.....	34
Gambar 3.11	<i>Setting Serial Port</i>	35
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Ultrasonik.....	36
Gambar 4.1	Rangkaian Pengujian I2C dengan LCD.....	37
Gambar 4.2	a) <i>Flowchart</i> pengujian LCD, b) Kode Program Pengujian LCD	38
Gambar 4.3	Pengujian LCD 20x4	38
Gambar 4.4	Grafik Uji Sensor HC-SR04	40
Gambar 4.5	Kondisi Bak Besar Terisi dan Bak Kecil Kosong	47

Gambar 4.6 a) Kondisi Bak 1 dan 2 Saat Kosong, b) Tampilan pada LCD..... 48

Gambar 4.7 a) Kondisi Bak 1 dan 2 Terisi Sesuai *Set Point*, b) Tampilan pada LCD..... 49

Gambar 4.8 Pencampuran Cairan 50

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 4.1 Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik	39
Tabel 4.2 Tabel Presentase <i>Error</i> Sensor HC-SR04.....	41
Tabel 4.3 Pengujian Pompa Air	41
Tabel 4.4 Pengujian Modul <i>Interface Relay 4 Channel 5VDC</i>	42
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Power Supply</i>	45
Tabel 4.6 Tabel Kecepatan Pengisian <i>Level Cairan</i>	46

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang identik dengan pembangunan tentu diiringi dengan perkembangan teknologi. Perkembangan dari bidang hiburan hingga pendidikan yang ditunjang dengan alat atau mesin-mesin canggih sebagian besar menggunakan *Printed Circuit Board* (PCB) sebagai komponen dasar. PCB yaitu sebuah papan dengan sirkuit dari logam yang menghubungkan komponen – komponen elektronika dengan jenis dan ukuran yang berbeda maupun sama dalam satu papan. Papan sirkuit ini telah lama sudah diproduksi secara massal dengan cara pencetakan untuk keperluan elektronika dan juga pada dunia yang berhubungan dengan kelistrikan. Benda ini dapat dibagi menjadi beberapa macam. Diantaranya adalah PCB *dot*, PCB *bread* dan PCB polos. PCB *dot* adalah PCB yang telah disediakan lubang-lubang untuk memasang komponen-komponen elektronika yang selanjutnya akan dilakukan penyolderan. Sedangkan PCB *bread* mirip dengan PCB jenis *dot* yang telah disediakan lubang-lubang untuk memasang komponen namun komponen elektronika yang sudah ditancapkan tidak perlu dilakukan penyolderan karena jalur pada papan ini telah dicetak secara permanen dan lubang-lubang yang ada dibuat secara *portable* sehingga komponen tersebut dapat diganti dengan mudah, karena dibawah PCB tersebut sudah terdapat logam untuk menghubungkan komponen-komponen yang tertancap diatas. Kemudian yang terakhir adalah PCB polos merupakan PCB yang penggunaan awalnya harus dilakukan penyablonan, *etching* dan pengeboran untuk selanjutnya komponen bisa dipasang di PCB polos.

Saat ini PCB polos lebih digunakan karena fleksibilitasnya untuk membuat jalur dengan desain apapun. Teknologi membuat rangkaian pada PCB yang biasa dilakukan oleh mahasiswa di Departemen Teknik Elektro Otomasi adalah dengan menyeterika hasil print desain rangkaian pada PCB, lalu melakukan *etching* dengan larutan pelarut dilanjutkan dengan *drilling* PCB. Tetapi dengan menggunakan cara manual seperti ini dari sisi *safety* kurang, dan secara keilmuan kurang. Sehingga dari hal tersebut maka kami berencana untuk merancang dan membuat alat yang mempermudah pekerjaan manusia dalam membuat mesin PCB dimulai dari mencetak *schematic* atau jalur rangkaian yang telah didesain ke PCB, etsa, dan *drilling*.

Etsa PCB adalah proses dengan menggunakan asam kuat untuk mengikis bagian permukaan logam yang tak terlindungi untuk menciptakan desain pada logam.

Cara untuk melakukan etsa PCB saat ini adalah menggunakan campuran cairan kimia salah satunya yaitu campuran HCL, H₂O₂ dan Air. Hal ini memerlukan alat penakar dan pencampur secara otomatis agar *safety* dari cairan kimia, takaran presisi, dan untuk mengoptimalkan sistem mesin PCB.

Pada penelitian ini akan dilakukan penakaran dan pengukuran tinggi permukaan cairan menggunakan sensor ultrasonik dengan pengaturan sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno pada bak ukur kecil berukuran 15 x 15 x 15 cm. Sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi ketinggian cairan pada bak kemudian bak akan diisi cairan menggunakan pompa hingga sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. Kemudian cairan tersebut dicampur menggunakan pompa dengan saklar on/off ke bak selanjutnya.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan analisa yang dilakukan pada latar belakang diatas maka masalah yang terjadi di dalam melakukan etsa PCB saat ini adalah menggunakan campuran cairan kimia salah satunya yaitu campuran HCL, H₂O₂ dan Air. Hal ini memerlukan alat penakar dan pencampur secara otomatis agar *safety* dari cairan kimia, takaran presisi, dan untuk mengoptimalkan sistem mesin PCB.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada Tugas Akhir ini meliputi :

1. Alat hanya dirancang untuk ukuran PCB maksimal 5 cm x 11 cm.
2. Terdapat 2 Bak Besar berukuran 15x15x30 cm untuk pengisian
3 Bak Kecil berukuran 15x15x15 cm sebagai tempat penakaran dan pencampuran cairan etsa.
3. Alat ini tidak terdapat sensor keruh untuk mengetahui kondisi kelayakan larutan.
4. Menggunakan mikrokontroler Arduino Uno

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dibuat Tugas Akhir adalah membuat Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno yang akan

diterapkan pada Mesin PCB yang meliputi *printing* jalur PCB, *etching*, dan *drilling* secara semi otomatis yang lebih efisien dan tidak mempunyai dampak yang serius pada pengguna.

1.5 Sistematika Laporan

Untuk memberikan gambaran yang jelas pada proses pembuatan alat Tugas Akhir ini yang dimulai dari studi literatur, menentukan gambar desain purwarupa, membuat alat, membuat program, menguji alat secara keseluruhan, analisa data, dibutuhkan susunan materi atau sistematika penulisan yaitu pendahuluan, teori penunjang, perancangan alat, pengukuran dan analisa serta penutup.

BAB I: PENDAHULUAN

Berisi latar belakang pembuatan alat, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan serta manfaat Tugas Akhir.

BAB II: TEORI PENUNJANG

Meliputi teori-teori yang membahas tentang pengertian dan penjelasan yang menunjang dalam Tugas Akhir. Teori-teori yang dipakai dalam pembuatan proyek Tugas Akhir ini antara lain mengenai Bahan Kimia untuk Proses Pembuatan PCB, Pengukuran Tinggi Muka Air dengan Ultrasonik, Prinsip Kerja Arduino UNO, *Pump*, Modul *Relay 4 Channel 5V*, LCD 20x4, Modul *Step Down LM2596 DC-DC Buck Converter*, *Light Emitting Diode (LED)*, dan *Power Supply*.

BAB III: PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang tahap-tahap perancangan alat yang meliputi perancangan perangkat keras (*Hardware*), dan perancangan perangkat lunak (*Software*). Perancangan perangkat keras meliputi penjelasan dari perencanaan diagram blok sistem, perencanaan sistem Arduino Uno, pembuatan rangkaian *driver* pompa air dengan *Relay*, sensor HC-SR04, dan *Power Supply* dengan Modul Step Down LM2596 serta perancangan mekanik yaitu kotak bak larutan dan kotak rangkaian penampil. Sedangkan untuk perancangan perangkat lunak meliputi algoritma pemrograman Arduino Uno yang menggunakan *software* Arduino 1.8.2.

BAB IV: PENGUKURAN DATA DAN PENGUJIAN

Meliputi data-data yang membahas tentang pengukuran dan pengujian alat atau rangkaian yang digunakan pada alat Tugas Akhir ini. Antara lain : Pengujian *Liquid Crystal Display*, Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04, Pengujian Pompa Air, Pengujian Modul Interface *Relay 4 Channel 5VDC*, Pengujian *Power Supply* dengan Modul *Step Down* LM2596, Pengujian Keseluruhan Sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno

BAB V: PENUTUP

Berisikan poin-poin kesimpulan dan saran atas hasil yang diperoleh dalam perancangan dan penelitian Tugas Akhir.

1.6 Relevansi

Adanya perancangan awal pembuatan Alat Penakar Dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini dapat dimanfaatkan untuk media pembelajaran membuat sistem monitoring *level*, dimana hasil dan pengendalian *level* dapat digunakan untuk menentukan *set point* pada Alat Penakar Cairan Etsa dan menunjang aktivitas mahasiswa Teknik Elektro Otomasi dalam proses pengolahan PCB.

BAB II

TEORI DASAR

Pada bab ini akan membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan peralatan yang akan dirancang. Teori yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini diantaranya adalah mengenai Bahan Kimia untuk Proses Pembuatan PCB, Pengukuran Tinggi Muka Air dengan Ultrasonik, Prinsip Kerja Arduino UNO, *Pump*, Modul *Relay 4 Channel 5V*, LCD 20x4, Modul *Step Down LM2596 DC-DC Buck Converter*, *Light Emitting Diode (LED)*, dan *Power Supply*.

2.1 Bahan Kimia untuk Proses Pembuatan PCB

Membuat PCB adalah membuat jalur rangkaian pada papan tembaga yang menghubungkan komponen-komponen elektronika. Pada prinsipnya tembaga yang tidak dikehendaki akan dibuang dengan melarutkannya pada larutan kimia, sedangkan yang dikehendaki sebagai jalur harus dilindungi terhadap larutan kimia pelarut tembaga.

Pelarutan tembaga ini disebut proses *etching*. *Etching/Etsa* adalah proses dengan menggunakan asam kuat untuk mengikis bagian permukaan logam yang tak terlindungi untuk menciptakan desain pada logam [14]. Bahan kimia pelarut yang dapat digunakan antara lain *Ferric Chloric* (FeCl_3), Hidrogen Peroksida, *Cupric Chloride* [15]. Sedangkan untuk melindungi tembaga terhadap larutan kimia salah satu cara yang digunakan yaitu dengan metode sablon menggunakan jalur rangkaian yang telah dicetak di kertas lalu dipanaskan diatas PCB disinari menggunakan *Ultra Violet*. Setelah penyinaran selesai hasil cetakan pada PCB harus dikembangkan agar tebal dengan dicelupkan pada larutan pengembang[3]. Sebagai pengembangnya bisa dilakukan dengan larutan soda api Natrium Hidroksida (NaOH) dilarutkan pada air. Berikut penjelasan dari bahan-bahan kimia tersebut:

2.1.1 Ferric Chloric (FeCl_3)

Salah satu jenis bahan kimia yang paling sering dipergunakan adalah jenis FeCl_3 . Bahan kimia jenis ini dijual dalam bentuk cair maupun bentuk bongkahan. Namun, yang lebih mudah ditemukan merupakan jenis bongkahan. Biasanya bahan tersebut dapat ditemukan di toko kimia atau sekarang di toko elektronik juga sudah menjual bahan tersebut.

Untuk mencampurkan bongkahan tersebut sebaiknya menggunakan bahan pengaman. Campuran air dengan bahan kimia

tersebut akan menimbulkan panas dan gas. Untuk pengaman, sebaiknya menggunakan sarung tangan dan masker pada pencampuran pertama kali.

Selain itu, FeCl_3 juga sangat korosif, sehingga harus menggunakan bak yang terbuat dari bahan plastik. Jangan menggunakan bahan dari logam karena akan segera bocor dalam selang waktu beberapa menit. Selain itu, penggunaan logam juga akan merusak kemampuan cairan tersebut untuk melarutkan tembaga. *Ferric Chloric* yang berbentuk bongkahan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik FeCl_3 [12]

2.1.2 Hidrogen Peroksida

Cairan tersebut merupakan cairan yang banyak dipergunakan oleh industri PCB yang memproduksi secara komersial. Dalam penggunaannya, cairan kimia tersebut biasanya dicampurkan dengan cuka dan garam sebagai katalisnya. Selalu berhati-hati saat menangani bahan kimia berbahaya.

2.1.3 Cupric Chloride

Jenis kimia tersebut merupakan jenis asam kuat yang sangat bagus untuk melarutkan PCB. Namun hati-hati saat menangani HCL karena merupakan asam keras yang sangat berbahaya. Campuran yang umum dipergunakan adalah $\text{HCL} + \text{H}_2\text{O}_2$ dengan perbandingan 1:2.

Hasil yang diberikan ternyata jauh lebih cepat dan baik dibandingkan dengan FeCl_3 atau *Ferric Chloric*.

2.1.4 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan

sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Ia bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. Ia sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, karena pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara eksotermis[14]. Larutan tersebut digunakan untuk mengembangkan hasil cetakan pada PCB agar tebal [3].

Logam-logam berat umumnya dipresipitasi sebagai hidroksidanya dengan penambahan Kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau Soda Api (NaOH) untuk menjaga minimum pH kelarutan [16].

Pada umumnya larutan ini dapat dijumpai di toko bahan kimia dan biasanya dijual dengan bentuk serbuk atau sepihan kecil seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk Fisik NaOH Sebelum Dilarutkan [13]

2.1.5 Larutan H3

Umumnya proses melarutkan PCB yang digunakan banyak praktikum di Indonesia menggunakan cairan FeCl_3 atau disebut Ferriclorida dengan ciri cairan warna kecoklat coklatan dan jika mengenai pakaian akan susah untuk dibersihkan, namun ada alternatif lain yang bisa digunakan untuk pengganti bahan tersebut, disamping bisa lebih hemat juga memiliki dampak ‘kotor’ lingkungan yang lebih kecil.

Cairan tersebut akan kita bahas disini baik dari sisi keunggulannya ataupun dari sisi kekurangannya. Namun sebelumnya kita akan membahas cara membuat larutan pengganti tersebut serta aplikasi prakteknya dilapangan agar lebih mudah dimengerti, saya akan memberi nama cairan baru kita ini dengan nama H3 (Hatiga) karena bahan campurannya akan menggunakan:

Hydrochloride Acid (HCL) + *Hydrogen Peroxide* (H_2O_2) + Air (H_2O) dengan perbandingan: ” $\text{HCL}+\text{H}_2\text{O}_2+\text{H}_2\text{O}$ adalah 1+2+3” : artinya

jika kita menggunakan HCL 100 ml maka dicampur dengan H₂O₂ 200 ml ditambah 300 ml air. Bahan bahan ini biasanya dapat dibeli di toko toko kimia.

Asam klorida adalah larutan akuatik dari gas hidrogen klorida (HCl). Ia adalah asam kuat, dan merupakan komponen utama dalam asam lambung. Senyawa ini juga digunakan secara luas dalam industri. Asam klorida harus ditangani dengan wewanti keselamatan yang tepat karena merupakan cairan yang sangat korosif.

Hidrogen peroksida (H₂O₂) adalah cairan bening , agak lebih kental daripada air, yang merupakan oksidator kuat. Senyawa ini ditemukan oleh Louis Jacques Thenard pada tahun 1818. Sebagai bahan kimia anorganik dalam bidang industri, teknologi yang digunakan untuk Hidrogen Peroksida adalah *auto* oksidasi *Anthraquinone*. Dengan ciri khasnya yang berbau khas keasaman dan mudah larut dalam air, dalam kondisi normal (*Ambient*) kondisinya sangat stabil dengan laju dekomposisi kira-kira kurang dari 1% per tahun. Salah satu keunggulan Hidrogen Peroksida dibandingkan dengan oksidator yang lain adalah sifatnya yang ramah lingkungan karena tidak meninggalkan residu yang berbahaya. Kekuatan oksidatornya pun dapat diatur sesuai dengan kebutuhan[16].

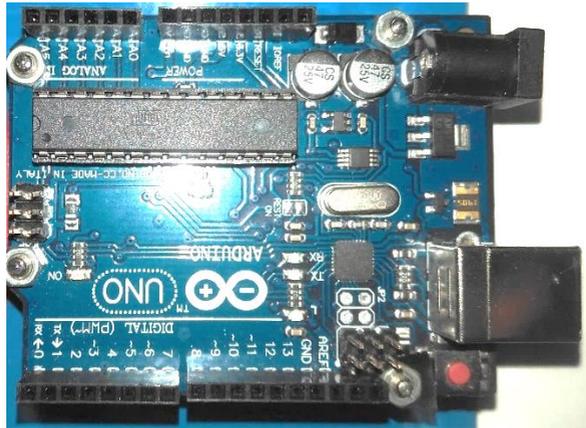
2.2 Arduino

Pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source* adalah pengertian dari Arduino, alat ini diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Pada bagian *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* serta bahasa sendiri.

2.2.1 Perangkat Keras Arduino

Perangkat keras Arduino memiliki beberapa jenis kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi jenis prosesor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Yang membedakan antara arduino yang satu dengan yang lainnya terdapat pada penambahan fungsi dalam setiap papan sirkuitnya dan jenis mikrokontroler yang digunakan. Selain itu, pada tiap jenis papan Arduino memiliki spesifikasi masing-masing, namun pada dasarnya cara penggunaan dan program yang dijalankan relatif sama. Dalam tugas akhir

ini, jenis arduino yang digunakan adalah Arduino UNO, dengan ditunjukkan Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Arduino Uno R3

Hardware arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. 14 pin *IO Digital* (pin 0–13) Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
2. 6 pin *Input Analog* (pin 0–5) Sejumlah pin *analog* bernomor 0–5 dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai *analog* dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.
3. 6 pin *Output Analog* (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari *USB port* pada komputer dengan menggunakan *USB charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu *AC adapter* dengan tegangan 9 *Volt*. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui *AC adapter*, maka papan Arduino akan mengambil daya dari *USB port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui *AC adapter* secara bersamaan dengan *USB port* maka papan Arduino akan mengambil daya melalui *AC adapter* secara otomatis.

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini

menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin *digital* 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk *monitor serial* yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-*to*-*serial* dan koneksi USB ke komputer.

2.2.2 Perangkat Lunak Arduino

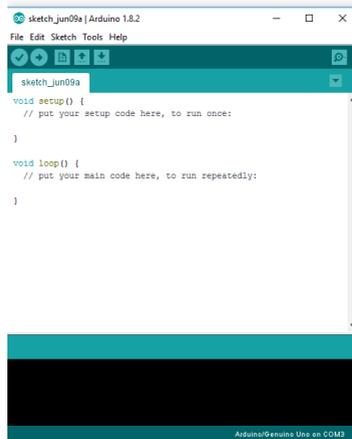
Software Arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau *Integrated Development Environment* adalah suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE Arduino merupakan *software* yang sangat canggih yang ditulis dengan menggunakan java.IDE. Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR. IDE Arduino terdiri dari :

1. Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa C/C++ yang disederhanakan, yang merupakan turunan dari proyek *open source*.
2. *Compiler*, yang digunakan untuk mengubah kode program (bahasa C/C++) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama. Program Arduino sendiri menggunakan bahasa C, meskipun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*High Level Language*) seperti *Pascal*, *Cobol*, dan *Basic*, dan lain sebagainya[6].

Tampilan pada *software* IDE Arduino ini sangat ringan dan sederhana dibandingkan *software* IDE yang lainnya seperti IDE Phyton, Visual Basic, AVR *Programmer*. Keunggulan lainnya *Software* ini juga dilengkapi *serial monitor* yang dapat melihat tampilan *serial* secara *real time* dari mikrokontroler yang terhubung dan dilengkapi program

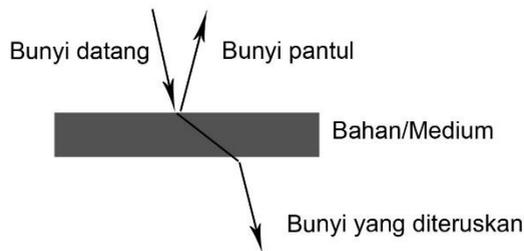
converter sehingga dapat langsung diunduh ke mikrokontroler Arduino tanpa harus menggunakan *software* tambahan. Tampilan IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Tampilan IDE Arduino

2.3 Pengukuran Tinggi Muka Air dengan Ultrasonik

Metode yang digunakan untuk mengukur tinggi muka air dengan ultrasonik menggunakan prinsip *echosounder*. Sesuai dengan namanya dalam bahasa Inggris, *echo* berarti gema dan *sounder* berarti pemancar bunyi, maka metode ini memanfaatkan pemancaran pulsa ultrasonik dari *transmitter* ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz dan kemudian gemanya atau pemantulannya yang timbul akibat mengenai suatu benda yakni muka air akan diterima kembali oleh *receiver* ultrasonik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Fenomena Gelombang Ultrasonik pada Medium

Gelombang ultrasonik ini merambat melalui udara dengan 344 m/s. Menurut Kurniawan (2010), jarak minimal antara *transmitter-receiver* dengan permukaan air adalah 2 cm dengan jarak maksimal 300 cm. Setelah gelombang pantulan terdeteksi akan dibuat *output* tertentu sebagai tanda bahwa gelombang sudah diterima untuk mematikan timer pengukur waktu pulsa dari *transmitter* sampai *receiver*. Dengan mengukur selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa diterima, jarak antara muka air dengan ultrasonik dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \quad (2.1)$$

Dengan :

s = Jarak antara muka air dengan sensor ultrasonik (m)

v = Laju bunyi (m/s)

Jarak antara muka air dan sensor ultrasonik inilah yang dianggap tinggi muka air.

Alat yang digunakan untuk mengukur tinggi muka air ini adalah sensor ultrasonik tipe HC-SR04 dengan penjelasan yang dapat kita lihat di 2.3.1.

2.3.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkain listrik tertentu disebut sensor (Budiarso 2011). Sensor yang digunakan untuk alat ini adalah ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah *oscilator* diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali kesensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *reiceiver*, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis

bersifat *piezoelektrik*. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

a. Piezoelektrik

Peralatan *piezoelektrik* secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan *input* yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen *piezoelektrik* sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik, jika frekuensi *oscilator* diatur pada frekuensi resonansi *piezoelektrik* dengan sensitifitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen *piezoelektrik* yang sama dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada *oscilator* yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka *transducer piezoelektrik* lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

b. Transmitter

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah *oscilator*. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian *oscilator* dan keluaran dari *oscilator* dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / kristal tergantung dari desain *oscilator* yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke *piezoelektrik* dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada *oscilator*.

c. Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan *piezoelektrik*, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari *transmitter*. Oleh karena bahan *piezoelektrik* memiliki reaksi yang *reversible*, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan *piezoelektrik* tersebut.

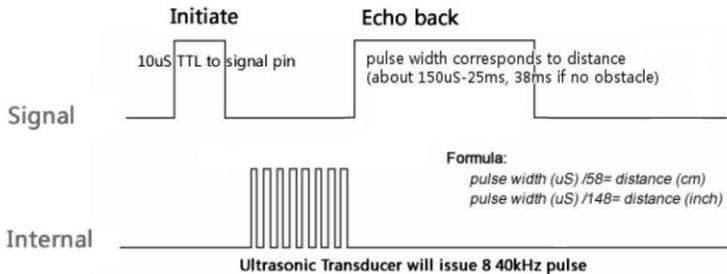
Modul sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik *Ping* ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Secara prinsip modul sensor ultrasonik ini terdiri dari sebuah chip

pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah *microphone* ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Bentuk sensor ultrasonik diperlihatkan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Sensor HC-SR04

Sinyal *output* modul sensor ultrasonik dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa *trigger* dari mikrokontroler (Pulsa *high* selama $5\mu\text{s}$). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama $200\mu\text{s}$ oleh modul sensor ultrasonik ini. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1 cm setiap $29.034\mu\text{s}$) yang kemudian mengenai objek dan dipantulkan kembali ke modul sensor ultrasonik tersebut. Selama menunggu pantulan sinyal ultrasonik dari bagian *transmitter*, modul sensor ultrasonik ini akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (*Low*) ketika suara pantulan terdeteksi oleh modul sensor ultrasonik. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara modul sensor ultrasonik dengan objek[5]. *Timing Diagram* dari sensor HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Timing Diagram HC-SR04* [9]

2.4 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*Suction*) dan bagian tekan (*Discharge*). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda *impeller* yang membuat keadaan sisi hisap nyaris *vacuum*. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu *reservoir* ke tempat lain.

Ada beberapa jenis pompa air yang bisa kita dapati yaitu :

a. Pompa *Internal*

Pompa jenis ini harus selalu berada didalam air, karena pompa seperti ini akan menciptakan panas yang cukup tinggi dan memerlukan air untuk mendinginkan motornya. Keuntungan dari pompa *internal* adalah harganya yang relatif rendah.

b. Pompa *Exsternal*

Pompa *external* cenderung berharga tinggi. Akan tetapi, pompa yang diletakkan diluar air tidak akan menghasilkan panas terhadap air aquarium.

c. Pompa *Exsternal* dan *Internal*

Banyak pompa buatan China yang diindikasikan bisa untuk diletakkan diluar dan didalam air, akan tetapi saya sarankan agar tidak diletakkan diluar air. Melalui pengalaman saya akan pompa jenis ini, jika diletakkan diluar air tidak akan tahan lama dan sangat berbahaya[5]. Bentuk fisik pompa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Bentuk Fisik Pompa Air *Internal*

2.5 *Relay 5 Volt DC*

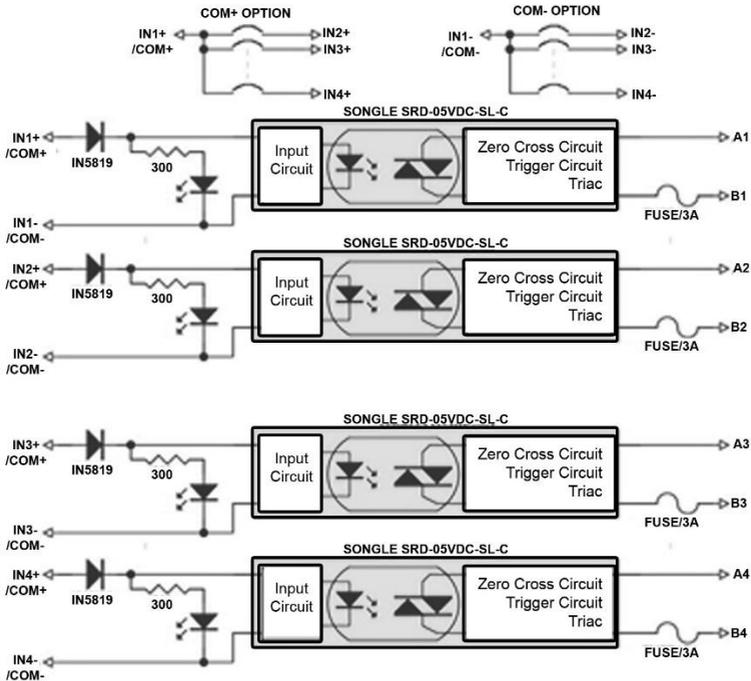
Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Sebuah *Relay* tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (*normally close* dan *normally open*). *Normally Close* (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *relay* tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka. *Normally Open* (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *Relay* aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup. Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, *Relay* dapat bekerja Karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja *Relay* maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC (*Normally Close*) ke kontak NO (*Normally Open*). Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC (*Normally Close*). *Relay* yang digunakan pada rangkaian ini memiliki spesifikasi SONGLE SRD-05VDC-SL-C. Jumlah pin pada *Relay* ada 5 dan bertegangan kerja 12 VDC. Kemampuan arus yang dapat dilewatkan kontaktor adalah 10A pada tegangan 250VAC, 15A pada tegangan 120VAC, dan 10A pada tegangan 30VDC. Bentuk fisik *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Bentuk Fisik *Relay* SONGLE SRD-05VDC-SL-C [10]

2.5.1 *Interface Relay*

Interface Relay dengan rangkaian digital perlu dipahami apabila kita akan menggunakan *Relay* yang dikontrol melalui rangkaian digital. Pemahaman tentang *interface* antara *Relay* dengan rangkaian digital ini perlu diketahui karena tegangan kerja antara *Relay* dan rangkaian digital yang tidak sama. Rangkaian *digital* menggunakan sumber tegangan +5 VDC sedangkan tegangan kerja *Relay* DC bervariasi dari 6V, 12V dan 24V. Penggunaan *Relay* sering menjadi pilihan karena *Relay* mudah dikontrol, *Relay* dapat diberi beban yang besar baik beban AC maupun DC, dan sebagai isolator yang baik antara rangkaian beban dengan rangkaian kendali. Rangkaian *Interface Relay* dapat dibangun menggunakan konsep transistor sebagai saklar. Transistor yang digunakan untuk *driver relay* dapat dikonfigurasi dengan *common emitter*, *emitter follower* atau *transistor darlington*[2]. Teknik *interface* antara *Relay* dengan rangkaian *digital* atau rangkaian *microcontroller* dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 Rangkaian *Interface* Antara *Relay*

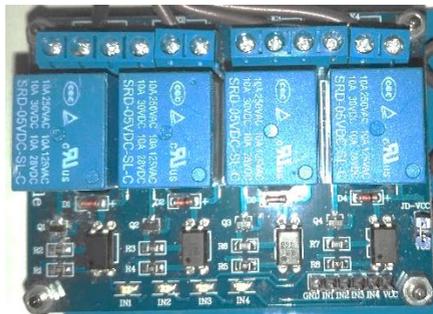
Pada Gambar 2.10 bagian dan fungsi komponen dari rangkaian *Interface Relay* diatas sebagai berikut. Rangkaian pada Gambar 2.10 menggunakan *mode common emitor*, apabila *basis* mendapat sinyal *input* logika 1 (sumber tegangan positif) maka *transistor* akan mendapat bias maju, sehingga *transistor* ON dan memberikan sumber tegangan ke *Relay* dan *Relay* menjadi ON.

Berikut adalah spesifikasi dari Modul *Interface Relay* :

1. Menggunakan 4 buah *Relay*
2. Menggunakan tegangan rendah, 5VDC, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
3. Tipe *Relay* adalah SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 *Common*, 1 *NC (Normally Close)*, dan 1 *NO (Normally Open)*.
4. Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.

5. Dapat langsung dihubungkan pada *DI-Smart AVR System* atau *DI-Smart 51 System*.
6. Pin pengendali dapat dihubungkan dengan pin *port* mikrokontroler dimana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang akan digunakan sebagai pengendali.
7. Dilengkapi rangkaian penggerak (*Driver*) *Relay* dengan *level* tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.
8. *Driver* bertipe *active-high* atau kumparan *Relay* akan aktif saat pin pengendali diberi logika "1".
9. *Driver* dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat *reset* sistem mikrokontroler.

Modul *Interface Relay* dapat dijumpai di pasaran dengan berbagai macam pilihan spesifikasi *channel* beserta tegangan *input* yang dibutuhkan. Bentuk fisik Bentuk Fisik Modul *Interface Relay* 4 Ch 5 VDC dapat dilihat pada Gambar 2.11.

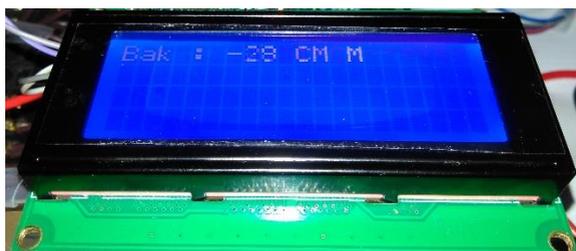


Gambar 2.11 Bentuk Fisik Modul *Interface Relay* 4 Ch 5 VDC

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD) 20x4 dengan I2C*

Liquid Crystal Display atau yang biasa disebut LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Lapisan dari LCD terbuat 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. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD dan dilengkapi dengan memori dan *register*. Bentuk Fisik LCD 20x4 dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Bentuk Fisik LCD 20x4

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.

Untuk melakukan *write* pada sebuah perangkat *slave* maka langkah-langkah yang harus dilakukan oleh sebuah perangkat *master* sebagai berikut:

1. Mengirimkan *start sequence*
2. Mengirimkan alamat perangkat *slave* dengan *bit R/W low*
3. Mengirimkan (*write*) *command register* yang diinginkan
4. Mengirimkan (*write*) data byte ke perangkat *slave*
5. [*Optional*, mengirimkan (*write*) *data bytes* lainnya]
6. Mengirimkan *stop sequence*

Untuk melakukan *read* pada sebuah perangkat *slave*, pertama kali perangkat *master* harus memberitahukan *internal address* perangkat *slave* yang ingin dibaca. Jadi untuk melakukan *read* dari sebuah *slave*, sebenarnya dimulai dengan melakukan *write* pada perangkat *slave* tersebut. Untuk melakukan *read* pada sebuah perangkat *slave* maka langkah-langkah yang harus dilakukan oleh sebuah perangkat *master* sebagai berikut:

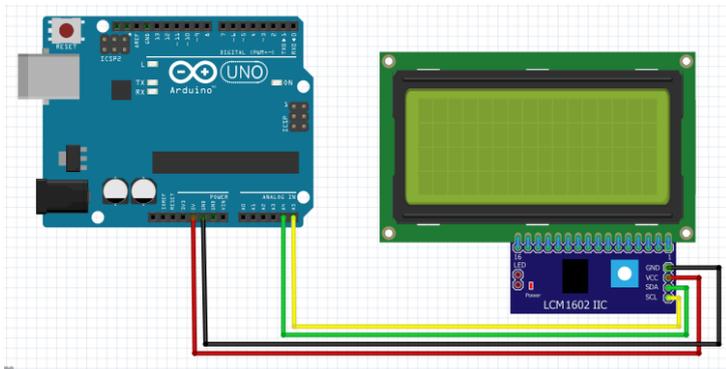
1. Mengirimkan *start sequence*
2. Mengirimkan alamat perangkat *slave* dengan bit R/W *low*
3. Mengirimkan (*write*) *command register* yang diinginkan
4. Mengirimkan *start sequence* kembali (*repeated start*)
5. Mengirimkan alamat perangkat *slave* dengan bit R/W *high*
6. Membaca (*read*) *data byte* dari perangkat *slave*
7. [*Optional*, membaca (*read*) *data bytes* lainnya]
8. Mengirimkan *stop sequence*

Bentuk Fisik I2C yang terpasang pada LCD 20x4 dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Bentuk Fisik I2C

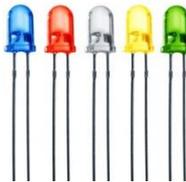
Rangkaian atau *wiring* LCD 20x4-I2C dengan Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Rangkaian LCD-I2C dengan Arduino

2.7 *Light Emitting Diode (LED)*

Lampu LED atau *Light Emitting Diode* adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang di *doping* sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses *doping* dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semi konduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Lampu LED terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah (sekitar 1,5 Volt DC). Berbagai-macam warna dan bentuk dari lampu LED, disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya. Bentuk fisik LED dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Light Emitting Diode (LED)* [11]

2.8 *Modul Step Down LM2596 DC-DC Buck Converter*

Saat ini *switching regulator* semakin populer karena dapat menawarkan keunggulan berupa efisiensi konversi daya yang lebih tinggi

dan meningkatkan fleksibilitas desain (tegangan *output* jamak dari polaritas yang berbeda-beda dapat dihasilkan dari sebuah tegangan *input* tunggal). Prinsip-prinsip operasi dari empat jenis konverter *switching* yang sering digunakan, yaitu:

- a) *Buck*: digunakan untuk mengurangi tegangan DC menjadi tegangan DC yang lebih rendah.
- b) *Boost*: memberikan tegangan *output* yang lebih tinggi daripada *input*
- c) *Buck-Boost (invert)*: tegangan *output* yang dihasilkan memiliki polaritas yang berlawanan dengan *input*.
- d) *Flyback*: tegangan *output* yang lebih rendah atau lebih tinggi daripada *input* dapat dihasilkan sama baiknya dengan *output* jamak.

Buck Converter mengubah nilai tegangan masukan ke nilai tegangan keluaran yang lebih rendah. Nilai tegangan masukan yang dihasilkan dapat dihitung melalui persamaan dibawah ini:

$$V_0 = D \cdot V_{in} \quad (2.2)$$

Dalam tugas akhir ini perancangan *Buck Converter* yang dikehendaki yaitu dengan tegangan masukan sebesar 12 Volt yang diperoleh dari *power supply* akan diturunkan dengan mengubah nilai *duty cycle* dari rangkaian *Buck Converter* ini hingga mencapai tegangan keluaran sebesar 5 Volt dengan menggunakan IC LM2596.

IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / *Integrated Circuit* yang berfungsi sebagai *step-down DC regulator* dengan *current rating* 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok: versi *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap.

1. Memiliki keluaran yang tetap 5 Volt.
 2. Tegangan keluaran dapat diatur sesuai dengan keinginan, dengan rentang tegangan keluaran antara 1.23V sampai 37V.
 3. Menghasilkan arus keluaran maksimal sebesar 3A.
 4. Rentang tegangan *input* hingga 40V.
 5. Frekuensi internal *oscillator* sebesar 150 kHz.
 6. Memiliki efisiensi yang tinggi[4].
- Bentuk fisik modul ini dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Bentuk Fisik Modul *Step Down* LM2596

2.9 *Power Supply*

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting dari sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC (*Alternating Current*) dan sumber DC (*Direct Current*). Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Perangkat elektronik mestinya dicatu oleh *supply* arus searah DC yang stabil agar berjalan dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling banyak. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya yang lebih besar, sumber baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC dari PLN. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

Pada rangkaian catu daya digunakan transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 220 V dari jala-jala PLN menjadi tegangan 12 V dan dua buah dioda sebagai penyearah gelombang penuh dan kapasitor 1000 $\mu\text{F}/16\text{ V}$ untuk menyaring tegangan hasil penyearah dari dioda agar menjadi tegangan *Direct Current* (DC)[4]. Bentuk fisik *power supply* ini dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik *Power Supply* DC 12V 2A

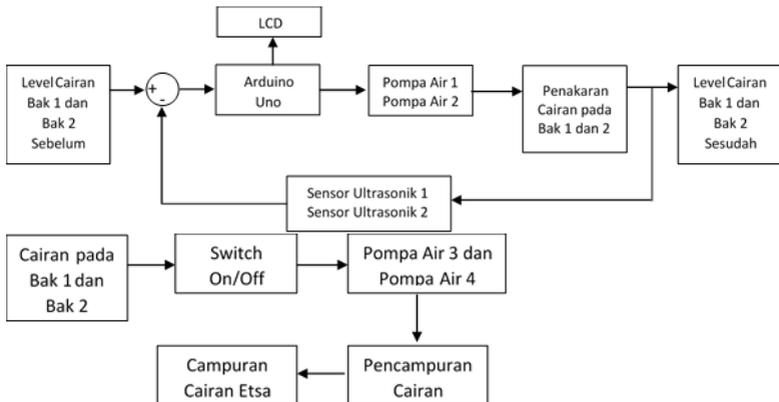
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini membahas mengenai pembuatan seluruh perangkat yang ada pada Tugas Akhir tersebut. Perancangan ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

Perancangan perangkat keras meliputi penjelasan dari perencanaan diagram blok sistem, perencanaan sistem Arduino Uno, pembuatan rangkaian *driver* pompa air dengan *Relay*, sensor HC-SR04, dan *Power Supply* dengan *Modul Step Down* LM2596. Sedangkan untuk perancangan perangkat lunak meliputi algoritma pemrograman Arduino Uno yang menggunakan *software* Arduino 1.8.2.

3.1 Diagram Blok Sistem

Pada tahap awal perancangan Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini diperlukan gambaran awal tentang sistem kerja alat. Secara keseluruhan, alat ini menggunakan sensor ultrasonik, *Arduino Uno*, Pompa Air, Bak Larutan. Gambaran kerja sistem tersebut dapat dirangkum dengan menggunakan Diagram Blok. Diagram Blok tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



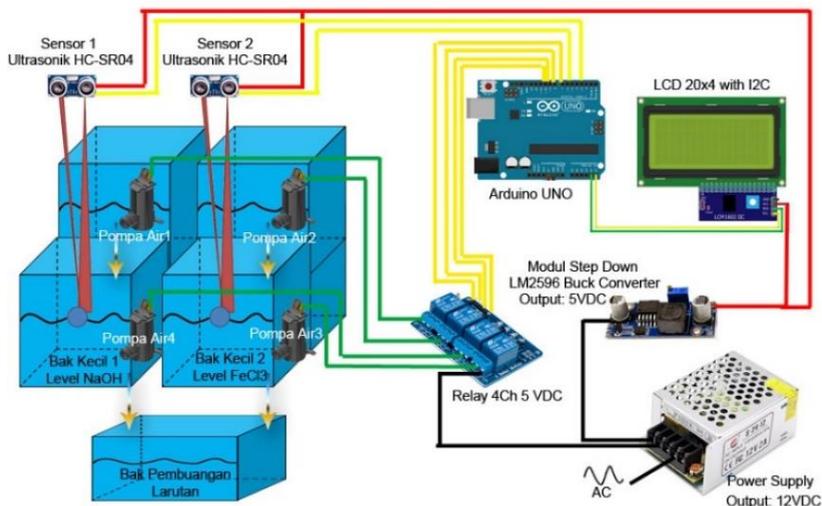
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada Diagram Blok Sistem ini terdapat 2 *loop* yaitu 1 *closed loop* dan 1 *open loop*, pada proses *closed loop* level cairan pada Bak 1 diisi

oleh HCL dan Bak 2 diisi oleh H₂O₂ kemudian dengan memberikan *set point* Bak 1 2 cm dan Bak 2 4 cm kepada Arduino Uno yang statusnya ditampilkan ke LCD kemudian akan mengaktifkan Pompa Air 1 dan Pompa Air 2 untuk melakukan penakaran cairan pada Bak 1 dan Bak 2 dengan *feedback* sensor Ultrasonik 1 dan sensor Ultrasonik 2 kemudian akan menghasilkan *level* cairan Bak 1 dan Bak 2 yang sesuai dengan *set point*. Pada *loop* yang kedua yaitu proses *open loop* dengan Cairan pada Bak 1 dan Bak 2 yang akan dicampur dengan menggunakan *switch on/off* yang akan mengaktifkan Pompa Air 3 dan Pompa Air 4 yang menghasilkan *output* Campuran Cairan Etsa.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Input dari sistem ini adalah *level* larutan, dimana sensor akan mendeteksi kesesuaian *level* larutan dengan *set point* yang telah ditentukan atau tidak. Lalu, sensor akan mengirimkan hasil pembacaan ke Arduino. Setelah itu, data hasil pembacaan sensor diproses Arduino Uno yang kemudian ditampilkan di rangkaian penampil yang menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD). Gambar kerja alat dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Gambar Kerja Alat

Terdapat Bak Besar 1 (Bak 3) berisi larutan HCL dan Bak Besar 2 (Bak 4) Berisi cairan H₂O₂. Kemudian 3 Bak Kecil berukuran 15x15x15 cm. 2 Bak Kecil sebagai tempat penakar dan 1 Bak Kecil sebagai tempat pencampur larutan HCL dan cairan H₂O₂.

Bak 1 mengisi menggunakan Pompa Air 1 dengan *level* cairan sesuai *set point* 2 cm. Sedangkan Bak 2 untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 4 cm menggunakan Pompa Air 2.

Kemudian cairan pada kedua bak tersebut akan dicampur pada Bak 3 menggunakan Pompa Air 3 dan 4 yang dinyalakan secara manual *on/off*.

3.2.1 Spesifikasi Alat

Pada rangkaian sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini, spesifikasi alatnya yaitu :

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat

No.	Komponen	Tipe	Tegangan yang dibutuhkan
1	Sensor Ultrasonik	HC-SR04	5 VDC
2	Pompa Air Internal	HS-201	12 VDC
3	Arduino Uno	Atmega328p	7 – 12 VDC
4	Modul <i>Interface Relay 4 Channel</i>	SONGLE SRD-05VDC-SL-C	5 VDC
5	LCD <i>with I2C</i>	20x4	5 VDC
6	<i>Power Supply</i>	S-25-12	12 VAC

Menggunakan 6 tipe komponen utama yaitu Sensor Ultrasonik, Pompa Air, Arduino Uno, Modul *Interface Relay*, LCD *with I2C* dan *Power Supply*.

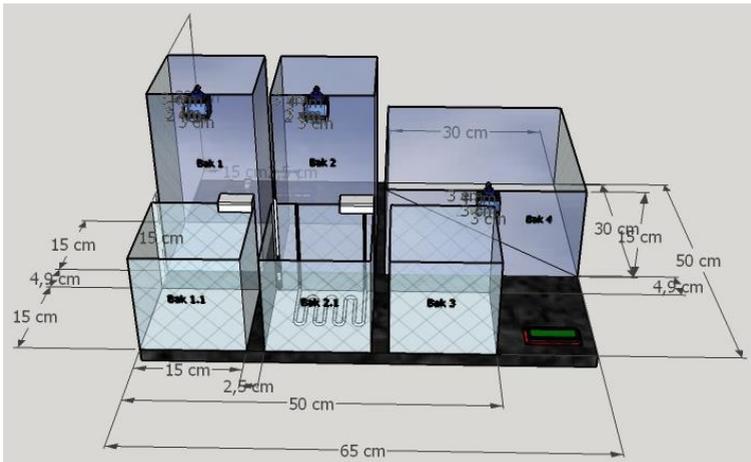
3.2.2 Perancangan *Hardware* Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno

Perancangan pembuatan *hardware* Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pembuatan *hardware* mekanik bak larutan dan kotak *hardware* rangkaian elektrik.

3.2.2.1 Perancangan *Hardware* Mekanik Bak Larutan

Perancangan *hardware* mekanik bak larutan ini sebagai tempat untuk menampung larutan-larutan dan air yang digunakan. Terdapat 3 Bak Kecil, 2 Bak Besar, dan 1 Bak Lebar untuk pembuangan. Bahan yang kami gunakan adalah akrilik setebal 0,2 cm agar ringan dan kokoh. Gambar perancangan tata letak dari *hardware* mekanik bak larutan yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Sedangkan pada realisasi pembuatan *Hardware* Mekanik Bak Larutan dapat dilihat pada lampiran bagian C tentang dokumentasi alat.



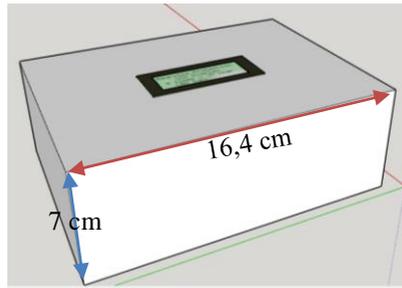
Gambar 3.3 Rancangan *Hardware* Mekanik Bak Larutan

Hardware tersebut memiliki ukuran keseluruhan alat dengan panjang 65 cm dan lebar 50 cm.

3.2.2.2 Perancangan Kotak *Hardware* Rangkaian Elektrik

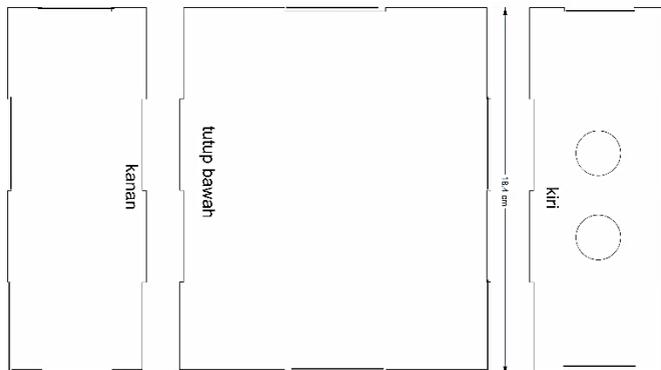
Perancangan pembuatan kotak ini dibuat sedemikian rupa agar berfungsi secara maksimal. Pembuatan kotak *hardware* ini bertujuan untuk melindungi komponen-komponen agar terhindar dari bahaya yang bisa merusak alat dan juga merapikan komponen yang ada. Pada sisi atas kotak juga dilengkapi dengan layar penampil (LCD) yang berfungsi sebagai *monitoring* ketinggian cairan dari sensor yang bekerja. Untuk *packaging*, kami menggunakan akrilik setebal 0,2 cm agar ringan dan

kokoh. Untuk tata letak perancangan kotak udara ini akan dijelaskan pada rancangan tampak tiga dimensi (3D) yang bisa dilihat pada Gambar 3.4.



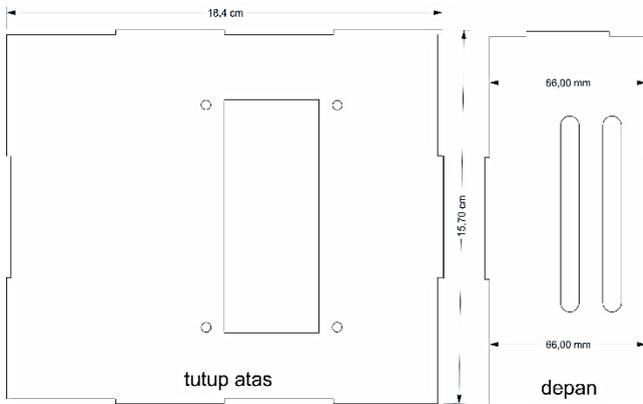
Gambar 3.4 Rancangan Kotak *Hardware* Rangkaian Elektrik

Pada desain kotak tersebut memiliki desain per bagian yaitu bagian tutup atas bawah, tutup atas, bagian kanan, bagian kiri, bagian depan, dan bagian belakang. Desain kotak elektrik bagian kiri, tutup bawah, dan bagian kanan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



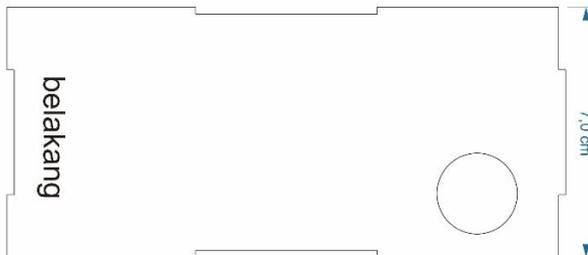
Gambar 3.5 Desain Kotak Elektrik Bagian Kiri, Tutup dan Kanan

Desain kotak elektrik bagian tutup atas, dan bagian depan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain Kotak Elektrik Bagian Tutup Atas, dan Depan

Desain kotak elektrik bagian belakang dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Desain Kotak Elektrik Bagian Belakang

Pada realisasi Kotak *Hardware* Rangkaian Elektrik dapat dilihat pada lampiran dokumentasi alat Gambar 0.2.

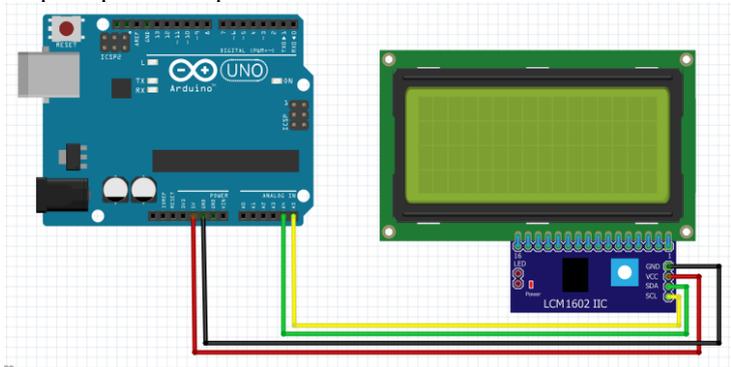
3.2.3 Arduino

Pengontrol yang digunakan pada alat ini adalah Arduino ATmega328, dipilihnya *chip* ini karena fitur – fitur yang dimiliki cukup lengkap dan sederhana, selain itu juga memiliki kecepatan yang lebih baik yaitu satu siklus mesin untuk satu instruksi dengan kecepatan hingga 16 MHz serta banyak tersedia dipasaran. Untuk dapat bekerja, mikrokontroler perlu mendapat tegangan kerja sebesar 9 Volt dengan arus

40 mA dan *ground* serta *clock*, dengan *clock* yang digunakan pada perancangan ini sebesar 16 MHz.

3.2.4 *Hardware* Rangkaian Penampil

Perancangan *hardware* pada rangkaian penampil untuk mengetahui tinggi takaran pada Bak 1 dan Bak 2. Pola kabel rangkaian penampil dapat dilihat pada Gambar 3.8.

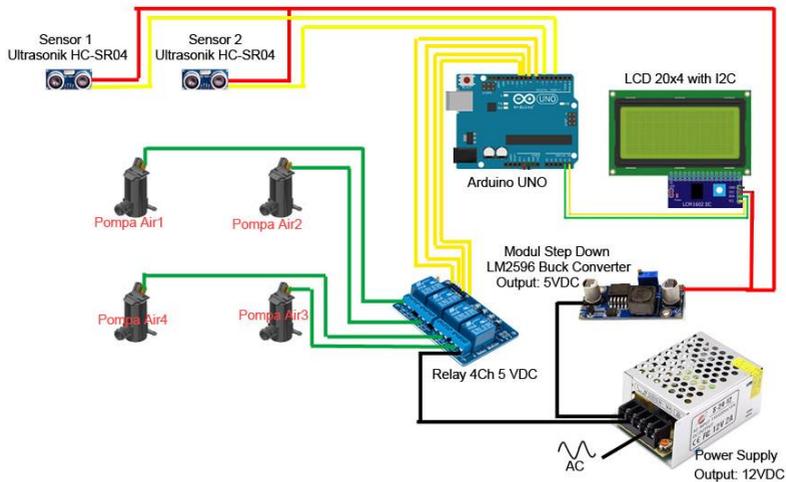


Gambar 3.8 Pola Kabel Rangkaian Penampil

Hardware tersebut menggunakan LCD 20x4 dengan I2C sebagai media *transfer* data.

3.2.5 *Hardware* Rangkaian Elektrik

Perancangan rangkaian elektrik pada Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Hardware* Rangkaian Elektrik

Pada Gambar 3.9 dengan Pompa Air 1 akan mengisi Bak Kecil 1 (Bak 1) dengan *level* cairan sesuai *set point* 2 cm. Sedangkan Bak Kecil 2 (Bak 2) untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 4 cm menggunakan Pompa Air 2.

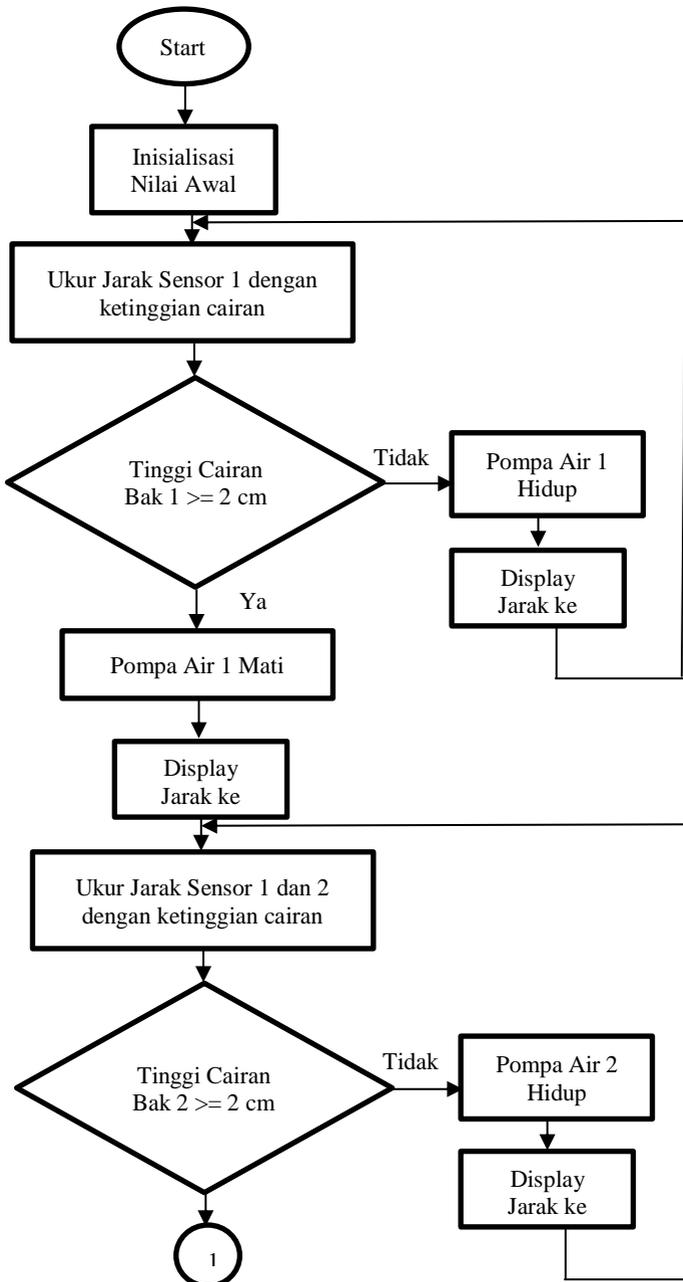
Kemudian cairan pada kedua bak tersebut akan dicampur pada Bak 3 menggunakan Pompa Air 3 dan 4 yang dinyalakan secara manual *on/off*.

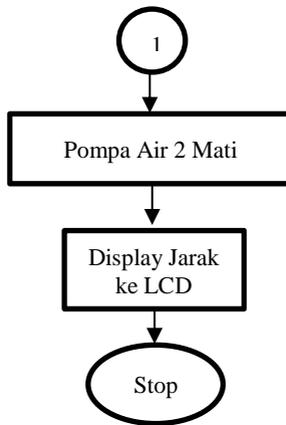
3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pemrograman sensor adalah Arduino IDE.

3.3.1 *Flowchart* Program Mikrokontroler

Pada Gambar 3.10 merupakan gambaran *flowchart* dari program yang terdapat pada mikrokontroler.





Gambar 3.10 Flowchart Program

Flowchart Program Gambar 3.10 adalah Flowchart untuk program penakaran sedangkan untuk pencampuran adalah dengan manual menggunakan Pomba Air 3 dan 4 yang dinyalakan secara manual *on/off*.

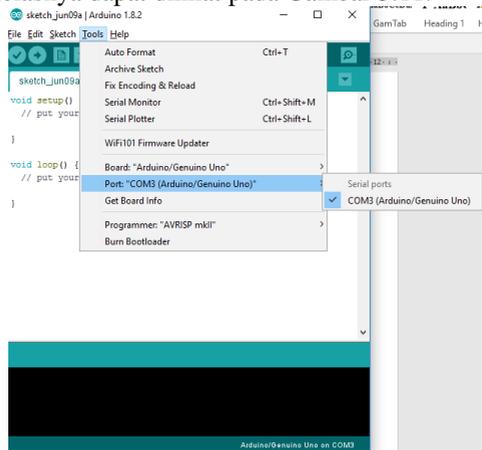
3.3.2 Pemrograman Software Mikrokontroler

Pemrograman *software* mikrokontroler dirancang dengan menggunakan *software* yang bernama IDE Arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Arduino sangat berbeda dengan mikrokontroler karena bahasa ini lebih mudah digunakan daripada mikrokontroler, selain itu didalam arduino terdapat beberapa *library* yang sudah digunakan untuk merancang pemrograman yang diinginkan. Dalam perancangan program pada *software* arduino dengan fungsi terkait diperlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Tahapan tersebut adalah membuat algoritma dari alat yang sudah dirancang lalu membuat *flowchart* dari algoritma tersebut agar alat dapat lebih dipahami. Setelah itu barulah kita memprogram fungsi terkait yang diprogram dalam bahasa C.

Untuk memprogram Arduino juga harus dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. **Setting Board Arduino.** Dalam pemrograman *software* Arduino, *board* Arduino harus di *setting* terlebih dahulu agar penggunaan Arduino cocok. Pada alat ini menggunakan Arduino UNO R3. Untuk *setting board* arduino bisa diakses dengan cara pilih menu *tools – board –* setelah itu pilihlah *board* Arduino yang sesuai.

2. **Setting Serial.** *Serial* ini merupakan kabel Arduino yang dihubungkan ke komputer atau laptop. *Serial* ini mempunyai dua fungsi yang bisa digunakan. Pertama, *serial port* digunakan untuk mengunduh program dari Arduino dan yang kedua, *serial* digunakan sebagai komunikasi pada Arduino dengan komputer. *Setting serial* bisa diakses dengan cara pilih menu *tools - serial* - lalu pilih COM yang sesuai dengan arduino yang terpasang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.11.

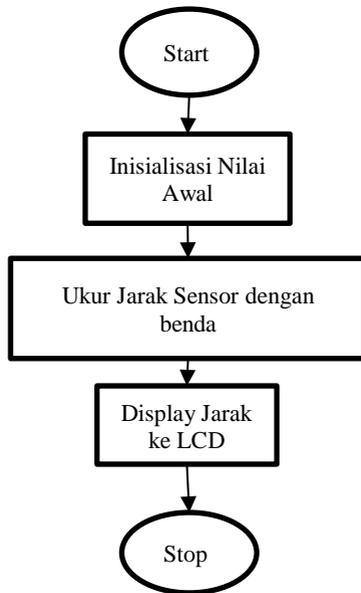


Gambar 3.11 *Setting Serial Port*

3. Apabila *program* tidak dapat di *download* karena *serial port*, maka cek terlebih dahulu *serial port* yang benar pada *device manager*. Lalu dalam *software* Arduino untuk memilih *serial port*nya samakan dengan *serial port* untuk Arduino dalam *device manager* tersebut. Untuk masuk ke *device manager* pilih *start windows* – lalu ketik *device manager* klik dua kali dan masuk ke COM.

3.3.3 Pembacaan Nilai Sensor Ultrasonik HC-SR04

Alur program pertama yang akan dijalankan adalah inialisasi untuk membaca pengukuran tingkat ketinggian larutan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditampilkan pada *Liquid Crystal Display*. Gambar 3.12 adalah cuplikan program inialisasinya.



Gambar 3.12 *Flowchart* Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pembacaan Nilai Sensor Ultrasonik ini yang akan digunakan untuk pengukuran data yang menggunakan *library wire.h* dan *library LCD 20x4* yaitu *LiquidCrystal_I2C.h*.

BAB IV

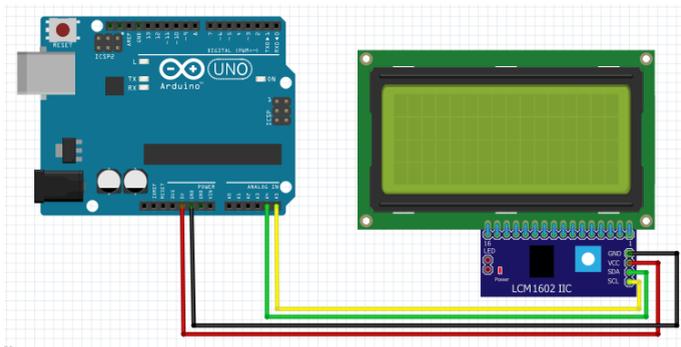
PENGUKURAN DATA DAN PENGUJIAN

Pengujian sistem yang dilakukan merupakan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen sistem apakah berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan. Terdapat beberapa pengujian sistem, antara lain:

1. Pengujian *Liquid Crystal Display*
2. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04
3. Pengujian Pompa Air Internal
4. Pengujian modul *Interface Relay 4 Channel 5VDC*
5. Pengujian *Power Supply* dengan Modul *Step Down LM2596*
6. Pengujian Keseluruhan Sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno

4.1 Pengujian *Liquid Crystal Display*

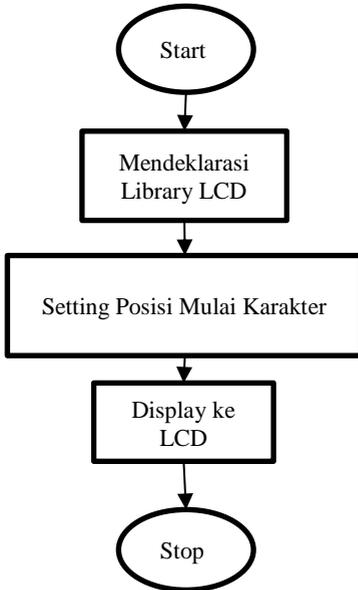
Pengujian LCD ini bertujuan agar dapat diketahui *Liquid Crystal Display* yang digunakan bisa berfungsi dengan baik. Pada alat ini kita menggunakan *multiplexer I2C* yang dihubungkan dengan LCD. Cara menghubungkan *multiplexer* ditunjukkan pada Gambar 4.1. Program pada Gambar 4.2 yang akan digunakan nantinya dapat dijadikan sebagai program pengujian standar pengoperasian LCD sebagai penampil dengan rangkaian lain sesuai kebutuhan.



Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian *I2C* dengan LCD

Pin SCL pada *multiplexer* dihubungkan ke pin A5 pada Arduino, sedangkan pin SDA pada *multiplexer* dihubungkan dengan pin A4 pada Arduino. Untuk pengujiannya kita masukkan kode program seperti berikut.

a)



b)

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,20,4);

void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("Pengujian Baris 1");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("Pengujian Baris 2");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Pengujian Baris 3");
  lcd.setCursor(2,3);
  lcd.print("Pengujian Baris 4");
}

void loop()
{
}
  
```

Gambar 4.2 a) *Flowchart* pengujian LCD, b) Kode Program Pengujian LCD

Melihat hasil dari kode program pada Gambar 4.3 tersebut bisa dipastikan bahwa LCD yang digunakan bisa berjalan dengan baik.



Gambar 4.3 Pengujian LCD 20x4

Pada pengujian LCD 20x4 ini dapat diambil kesimpulan bahwa alat ini bekerja normal sesuai dengan yang diharapkan.

4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

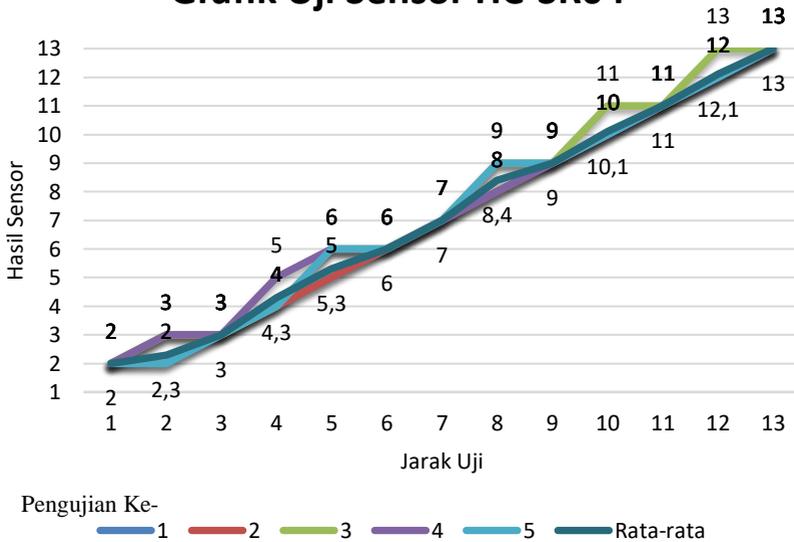
Sensor ultrasonik ini digunakan untuk mengukur ketinggian atau *level* air yang berada dalam tangki. Pengujian sensor dilakukan guna mengetahui sensitifitas sensor. Pengujian dilakukan dengan memberi program pengaktifan sensor pada mikrokontroler kemudian sensor diletakkan pada bagian atas tandon dan dicatat nilai *level* yang ditampilkan pada LCD. Penempatan meteran bertujuan sebagai pembandingan dengan sensor ultrasonik sehingga akan diketahui error, akurasi dan presisi dari sensor ultrasonik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik

Level (cm)	Pembacaan data ke-										Rata-rata (cm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2,3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4,3
5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5,3
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	9	8	9	8	8	9	9	8	8,4
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10,1
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12,1
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Pada Tabel 4.1 dengan parameter pengukuran *level* sebenarnya dan pembacaan data maka diambil rata-rata pada tiap pembacaan data pada *level* yang diujikan, lalu dapat disimpulkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.

Grafik Uji Sensor HC-SR04



Gambar 4.4 Grafik Uji Sensor HC-SR04

Meihat pada Gambar 4.4 grafik yang diperoleh dapat menjelaskan bahwa perbandingan hasil sensor yang diperoleh dengan jarak uji sebenarnya berbanding lurus dan memiliki error yang kecil. tidak Tidak stabilan permukaan air juga akan mempengaruhi pembacaan sensor, semakin banyak gelombang pada air maka semakin banyak sudut sehingga mempengaruhi pembacaan sensor.

Selanjutnya akan dihitung galat presentase dari sensor HC-SR04 Hitungan galat presentase digunakan untuk perbandingan data pengukuran sensor dan data jarak sebenarnya atau biasa disebut *error persentage*. Hitungan ini digunakan untuk melihat seberapa dekat estimasi kita terhadap nilai riil.

$$\% \text{ error} = \frac{| \text{nilai sebenarnya} - \text{nilai data sensor} |}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\%$$

Tabel 4.2 Tabel Presentase *Error* Sensor HC-SR04

Nilai Sebenarnya (cm)	Rata-rata Nilai Data Sensor	% error
v	2	100%
2	2,3	15%
3	3	0%
4	4,3	8%
5	5,3	6%
6	6	0%
7	7	0%
8	8,4	5%
9	9	0%
10	10,1	1%
11	11	0%
12	12,1	1%
13	13	0%
14	14	0%
15	15	0%
Rata-rata persentase error		9%

Berdasarkan Tabel 4.2 setelah dihitung persentase nilai error terhadap pengukuran sensor dapat diketahui bahwa sensor ini pada jarak 1 cm memiliki *blind spot* atau titik buta ketika sensor harus mendeteksi halangan dari jarak sangat dekat. Sehingga rata-rata presentase *error* yang didapat yaitu 9%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sensor ini memiliki tingkat presisi yang sangat tinggi sebesar 4 mm.

4.3 Pengujian Pompa Air

Pengujian ini bertujuan mengetahui karakteristik dan memastikan pompa bekerja dengan normal dan sesuai dengan yang diharapkan, perlengkapan yang digunakan dalam *Power Supply* 12V 2A, Arduino, dan AVO *Multimeter*. Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode sampling.

Tabel 4.3 Pengujian Pompa Air

Pembacaan Data Ke-	Pompa Nomor	Tegangan <i>Input</i> (Volt)	Status Pompa
1	1	11,70	Aktif
	2	11,70	Aktif

Pembacaan Data Ke-	Pompa Nomor	Tegangan <i>Input</i> (Volt)	Status Pompa
	3	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif
2	1	11,70	Aktif
	2	11,70	Aktif
	3	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif
3	1	11,70	Aktif
	2	11,70	Aktif
	3	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif
4	1	11,70	Aktif
	2	11,70	Aktif
	3	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif
5	1	11,70	Aktif
	2	11,70	Aktif
	3	11,70	Aktif
	4	11,70	Aktif

Meilhat pada Tabel 4.2 data yang diperoleh dapat menjelaskan bahwa rata-rata tegangan *input* yang diberikan selalu dapat menyalakan pompa.

4.4 Pengujian Modul Interface *Relay 4 Channel 5VDC*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan memastikan Modul Interface *Relay 4 Channel 5VDC* bekerja sesuai dengan yang diharapkan

Penyajian data yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengujian Modul Interface *Relay 4 Channel 5VDC*

Pembacaan Data Ke-	<i>Relay Channel</i>	<i>Signal</i>	Tegangan <i>Input Signal</i> (Volt)	<i>Output Relay</i>
1	1	<i>Low</i>	0	<i>On</i>
		<i>High</i>	4,91	<i>Off</i>
	2	<i>Low</i>	0	<i>On</i>
		<i>High</i>	4,91	<i>Off</i>
	3	<i>Low</i>	0	<i>On</i>
		<i>High</i>	4,91	<i>Off</i>

Pembacaan Data Ke-	Relay Channel	Signal	Tegangan Input Signal (Volt)	Output Relay
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
2	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
3	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
4	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
5	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
6	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off

Pembacaan Data Ke-	Relay Channel	Signal	Tegangan Input Signal (Volt)	Output Relay
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
7	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
8	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
9	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off
10	1	Low	0	On
		High	4,91	Off
	2	Low	0	On
		High	4,91	Off
	3	Low	0	On
		High	4,91	Off
	4	Low	0	On
		High	4,91	Off

Melihat dari data yang ditampilkan dapat menjelaskan bahwa tegangan pada signal high selalu stabil dan *Relay* yang digunakan berfungsi normal.

4.5 Pengujian *Power Supply*

Pengujian *Power Supply* dilakukan dengan mengukur besarnya tegangan keluaran 12V dan 5V dengan Modul *Step Down* LM2596 menggunakan *multimeter digital mode DC Voltmeter*. Tujuan dari pengukuran ini adalah mengetahui kestabilan keluaran *Power Supply*.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Power Supply*

Pembacaan data ke-	Keluaran 5 Volt (V)	Di-hubungkan	Ket.	Keluaran 12 Volt (V)	Di-hubungkan	Ket.
1	4,99	LCD	Aktif	12,0	Arduino Uno	Aktif
2	4,99	<i>Relay 5V</i>	Aktif	12,1	Pompa Air 12 V	Aktif
Rata-rata	4,99	-	-	12,05	-	-

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *Power Supply* dan *Modul Step Down LM2596* tetap stabil. Perubahan nilai tegangan hanya terjadi beberapa *milivolt*. Hal ini sangat wajar karena rangkaian pada catu daya mengalami perubahan resistansi akibat suhu komponen yang meningkat akibat pengaruh pembebanan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa rangkaian *Power Supply* dan *Modul Step Down LM2596* ini telah bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan yaitu dapat mengaktifkan komponen dengan range tegangan kerja masing-masing.

4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno

Pengujian ini bertujuan mengetahui kinerja sistem Alat Penakar dan Pencampur Cairan Etsa dengan mengetahui waktu yang dibutuhkan pompa untuk memenuhi *set point* pada bak yang telah disediakan dan memastikan agar alat bekerja dengan normal sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 Bak Besar berukuran 15x15x30 cm yang berfungsi sebagai tempat penampungan

awal. Bak Besar 1 berisi larutan HCL dan Bak Besar 2 berisi cairan H₂O₂. Kemudian 3 Bak Kecil berukuran 15x15x15 cm. 2 Bak Kecil sebagai tempat penakar dan 1 Bak Kecil sebagai tempat pencampur larutan HCL dan cairan H₂O₂. Spesifikasi pada alat dengan *Input* tegangan yang digunakan pompa adalah 12V 2A dan panjang selang Bak 1 dan Bak 2 adalah 30 cm.

a. Data dalam bentuk Tabel :

Tabel 4.6 Tabel Kecepatan Pengisian *Level* Cairan

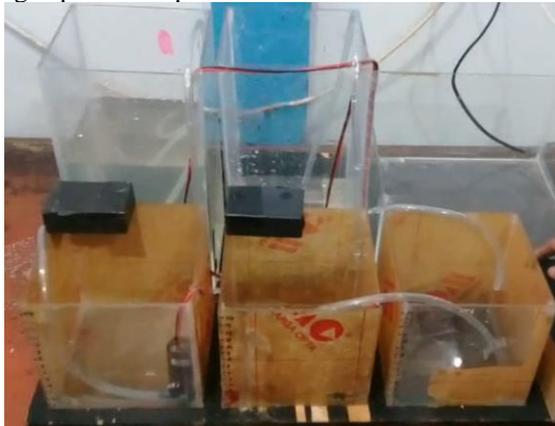
Pe- ngujian ke-	Waktu yang dibutuhkan			Kondisi		
	Bak 1 <i>set</i> <i>point</i> 2 cm (detik)	Bak 2 <i>set</i> <i>point</i> 4 cm (detik)	Bak 3 <i>set</i> <i>point</i> 6 cm (detik)	Selang	Sisa cairan di Bak Kecil	Pompa
1	5,7	16,8	22,1	Kosong	Bak 1 Sisa 0,8 cm, dan Bak 2 Sisa 0,7 cm	Respon Pompa 2 Lebih Lambat 2 detik dari Pompa 1
2	4,3	11,9	21,5	Terisi	Bak 1 Sisa 0,6 cm, dan Bak 2 Sisa 0,7 cm	Respon Pompa 2 Lebih Lambat 1 detik dari Pompa 1
3	4,6	12,4	21,9	Terisi	Bak 1 Sisa 0,9 cm, dan Bak 2 Sisa 0,8 cm	Respon Pompa 2 Lebih Lambat 1 detik dari Pompa 1
Rata- rata	4,86	13,7	21,8	-	Bak 1 Sisa 0,76 cm, dan Bak 2 Sisa 0,73 cm	-

Dari data pada Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa Bak 1 untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 2 cm pompa memerlukan waktu pengisian pompa rata-rata selama 4,86 detik. Sedangkan pada Bak 2 untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 4 cm pompa memerlukan waktu pengisian rata-rata selama 13,7 detik, dapat dilihat pada Lampiran sub bab C.Dokumentasi Alat.

Kemudian cairan pada kedua bak tersebut akan dicampur pada Bak 3 menggunakan pompa yang dinyalakan secara manual on/off yang memerlukan waktu rata-rata selama 21,8 detik untuk terisi sesuai *set point*. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran subab C Dokumentasi Alat.

b. Penyajian data dalam bentuk gambar pada pengisian dalam satu bak.

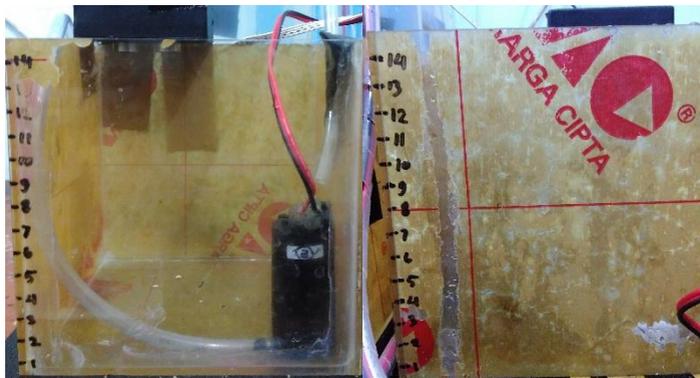
Kondisi awal pada alat ini adalah bak besar terisi air dan bak kecil kosong yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Kondisi Bak Besar Terisi dan Bak Kecil Kosong

Setelah dinyalakan maka mikrokontroler arduino yang diberi *set point* kepada sensor yaitu sensor ultrasonik. Ketika bak kecil kosong maka akan diisi oleh larutan dengan *level* tinggi pada Bak 1 yaitu HCL 2 cm dan Bak 2 yaitu H₂O₂ 4 cm. Kondisi awal Bak 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 4.6.

a)



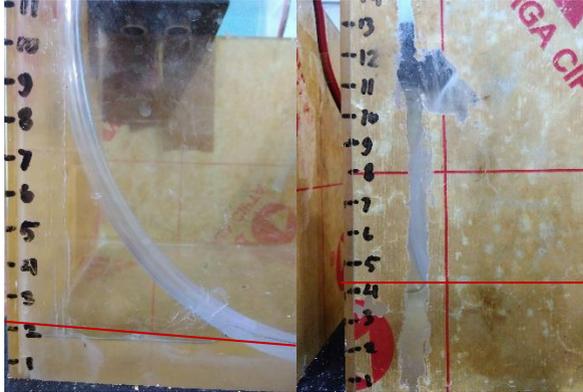
b)



Gambar 4.6 a) Kondisi Bak 1 dan 2 Saat Kosong, b) Tampilan pada LCD

Ketika sensor ultrasonik mendeteksi *level* larutan sesuai *set point* maka kondisi pompa mati. Kondisi Bak ketika terisi dapat dilihat pada Gambar 4.7.

a)

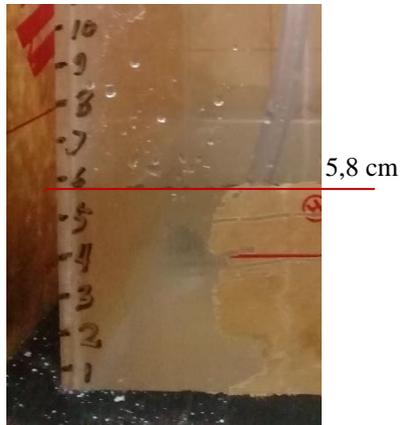


b)



Gambar 4.7 a) Kondisi Bak 1 dan 2 Terisi Sesuai *Set Point*, b) Tampilan pada LCD

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut pada Bak 1 diperoleh dengan ketinggian 2 cm lebih 0,3 cm, dan pada Bak 2 diperoleh dengan ketinggian 4 cm lebih 0,3 cm. Selanjutnya setelah menakar cairan akan dicampur ke bak pencampur yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pencampuran Cairan

Melihat dari hasil data yang diperoleh dari hasil pengujian sistem sehingga alat ini telah bekerja sesuai dengan program dan bekerja dengan baik yaitu pada Bak 1 dan Bak 2 ketika diisi dengan *set point* 2 cm, menghasilkan *output level* cairan pada Bak 1 setinggi 2 cm lebih 0,3 cm, dan pada *set point* 4 cm menghasilkan *output level* cairan pada Bak 2 setinggi 4 cm lebih 0,3 cm. Sedangkan pada pencampuran cairan dihasilkan 6 cm kurang 0,2 cm. Hal ini dikarenakan ketika pemindahan cairan menghasilkan sisa cairan yang tidak terpindah pada bak. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6 dengan rata-rata sisa cairan Bak 1 adalah 0,76 cm dan pada Bak 2 adalah 0,73 cm. Maka dapat disimpulkan bahwa cairan yang ditakar tidak sepenuhnya dicampur melainkan meninggalkan sisa dengan selisih Bak 1 dan Bak 2 sebanyak 0,03 cm hal ini tidak mempengaruhi kinerja campuran cairan untuk etsa PCB.

BAB V

PENUTUP

Dari hasil yang telah didapatkan selama proses perancangan dan pembuatan serta proses analisa data untuk Tugas Akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran yang berguna untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar dapat lebih disempurnakan.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Alat Penakar Dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pengendalian *level* dari alat ini adalah on/off ketika *set point* sensor ultrasonik 1 mencapai 2 cm maka pompa 1 akan mati, dan sensor ultrasonik 2 mencapai 4 cm maka pompa 2 akan mati kemudian menyala kembali ketika mencapai *set point* 0 cm pada kedua sensor tersebut.
2. Kecepatan pengisian pada Bak 1 untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 2 cm pompa memerlukan waktu pengisian pompa rata-rata selama 4,86 detik. Sedangkan pada Bak 2 untuk terisi dengan *level* cairan sesuai *set point* 4 cm pompa memerlukan waktu pengisian selama 13,7 detik.
3. Memiliki tingkat presisi pencampuran dengan selisih rata-rata sisa cairan Bak 1 dan pada Bak 2 adalah 0,03 cm.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan Alat Penakar Dan Pencampur Cairan Etsa untuk PCB Berbasis Arduino Uno, maka bisa diberikan beberapa saran yang harapannya bisa diaplikasikan kelak di kemudian hari sebagai berikut :

1. Perancangan alat ini diharapkan memiliki perkembangan memiliki kontrol suhu untuk larutan agar waktu proses *etching* lebih konsisten.
2. Agar alat ini memiliki perkembangan bentuk desain mekanik yang lebih efisien tempat.
3. Komponen -komponen yang berada di dalam larutan sebaiknya tidak memiliki sifat korosif agar tidak mudah rusak

----Halaman ini sengaja dikosongkan----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berta Dina Ulinnuha, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Level* Pada Mini_Mikrohidro Skala Laboratorium Di Workshop Instrumentasi”, **Paper**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2012.
- [2] Arifin, Ilfan., *Automatic Water Level Control* Berbasis *Microcontroller* dengan Sensor Ultrasonik, **Tugas Akhir**, Universitas Negeri Semarang, 2015.
- [3] Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum, Pemrosesan PCB, **Modul SMK**, Departemen Pendidikan Nasional, 2003.
- [4] Kusnandar, Rancang Bangun Sistem Penurun Tegangan (Step Down Converter) dengan Solar Cell Sebagai Sumber Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 , **Skripsi**, Universitas Indonesia, 2009.
- [5] Shofiya Nadya, Pemanfaatan Sensor Ultrasonik Dalam Pengukuran Debit Air Pada Saluran Irigasi Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Menggunakan Media Penyimpanan Sd Card, **Skripsi**, Universitas Lampung, 2016.
- [6] Abdul Kadir, **Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino**, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2012.
- [7] Qelectronics, Cara Menggunakan Sensor HCSR04, <http://www.qelectronics.id/cara-menggunakan-sensor-hc-sr04/>, (Diakses tanggal 1 April 2017).
- [8] Suyanto, Alat Penakar Volume Air Berbasis Mikrokontroler, **Tugas Akhir**, Universitas Sanata Dharma, 2015.
- [9] Gambar Timing Diagram Sensor Ultrasonik, elec4reks.com (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [10] Gambar Bentuk Fisik *Relay* 5V, buildcircuit.com (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [11] Gambar Bentuk Fisik LED, <https://www.greenprophet.com/> (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [12] Gambar Bentuk Fisik FeCl₃, chemistry-reference.com (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [13] Gambar Bentuk Fisik NaOH, AliExpress.com (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [14] Etsa, id.wikipedia.org/wiki/Etsa (Diakses tanggal 1 April 2017)

- [15]Bahan Kimia Pelarut PCB, wikikomponen.com/bahan-kimia-pelarut-untuk-proses-membuat-pcb-atau-eching-pcb/ (Diakses tanggal 1 April 2017)
- [16]Pemanfaatan Sifat Kelarutan Hidroksida Logam Untuk Menurunkan Kadar Tembaga Pada Limbah PCB, vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/plh/550-pemanfaatan-sifat-kelarutan-hidroksida-logam-untuk-menurunkan-kadar-tembaga-pada-limbah-pelarutan-pcb-di-pppstk-bidang-otomotif-dan-elektronika-malang (Diakses tanggal 1 April 2017)

LAMPIRAN

A. Listing Program

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
const int trigPin = 4;
const int echoPin = 3;
const int trigPin2 = 6;
const int echoPin2 = 5;
const int PomHcl = 11;
const int PomH2 = 10;
long duration;
int distance;
long duration2;
int distance2;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,20,4);

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(PomHcl, OUTPUT);
  pinMode(PomH2, OUTPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(trigPin2, OUTPUT);
  pinMode(echoPin2, INPUT);
}

void BatasHCL(){
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance= duration*0.034/2;
  distance= 14-distance;
}
```

```

void BatasH2O(){
digitalWrite(trigPin2, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
distance2= duration2*0.034/2;
distance2=14-distance2;
}

```

```

void RelayHCL(){
if(distance>=2){
digitalWrite(PomHcl,1);
delay(500);
}
else {
digitalWrite(PomHcl,0);
delay(500);
}
}

```

```

void RelayH2O(){
if(distance2>=4){
digitalWrite(PomH2,1);
delay(500);
}
else {
digitalWrite(PomH2,0);
delay(500);
}
}

```

```

void loop() {
BatasHCL();
BatasH2O();
RelayHCL();
RelayH2O();
lcd.clear();
}

```

```
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Bak1 : ");  
lcd.print (distance);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Bak2 : ");  
lcd.print (distance2);  
}
```

----Halaman ini sengaja dikosongkan----

B. Datasheet

B.1 Datasheet Arduino Uno

A



Arduino Uno SMD Rev3

The Arduino Uno SMD R3 is a microcontroller board based on the ATmega328 (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip.

Additional features coming with the R3 version are:

- ATmega16U2 instead BU2 as USB-to-Serial converter.
- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins for I2C communication placed near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board and the second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- stronger RESET circuit.

"Uno" means "One" in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the index of Arduino boards.

Technical Specifications

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Supply Voltage (recommended)	7-12V
Maximum supply voltage (not recommended)	20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

If you want to give a closer look to this board we advice you to visit the official [Arduino UNO](#) page in the Hardware Section.

- Model: A000073
- Shipping Weight: 0.037kg

B.2 Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

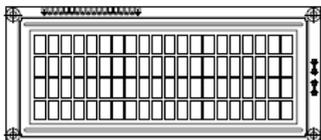
B.3 Datasheet LCD 20x4



LCD-020N004L

Vishay

20 x 4 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 20 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- LED can be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	146.0 x 62.5	mm
Viewing Area	123.5 x 43.0	
Dot Size	0.92 x 1.10	
Dot Pitch	0.98 x 1.16	
Mounting Hole	139.0 x 55.5	
Character Size	4.84 x 9.22	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	-0.3	-	7.0	V
Input Voltage	V_I	-0.3	-	V_{DD}	

Note

- $V_{SS} = 0$ V, $V_{DD} = 5.0$ V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = +3$ V	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	-	8.0	10.0	mA
		-20 °C	5.0	5.1	5.7	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_0	0 °C	4.8	4.8	5.2	V
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
LED Forward Voltage	V_f	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current	I_f	25 °C	-	540	1060	mA
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{BL} = 110$ V _{AC} , 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
PROCESS COLOR					BACKLIGHT				
TN	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE																				
Display Position																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DD RAM Address	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
DD RAM Address	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

Revision: 09-Oct-12

1

Document Number: 37314

For technical questions, contact: displays@vishay.com

THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc?91000

B.4 Datasheet I2C

Datasheet

I2C 1602 Serial LCD Module



Product features:

The I2C 1602 LCD module is a 2 line by 16 character display interfaced to an I2C daughter board. The I2C interface only requires 2 data connections, +5 VDC and GND to operate

For in depth information on I2C interface and history, visit: <http://www.wikipedia/wiki/i2c>

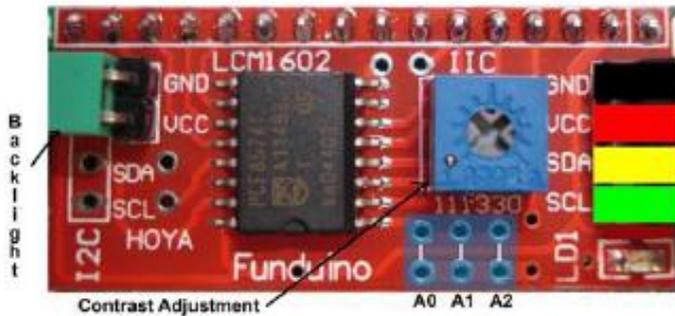
Specifications:

I2C Address Range	2 lines by 16 character
Operating Voltage	0x20 to 0x27 (Default=0x27, addressable)
Backlight	5 Vdc
Contrast	White
Size	Adjustable by potentiometer on I2c interface
Viewable area	80mm x 36mm x 20 mm
	66mm x 16mm

Power:

The device is powered by a single 5Vdc connection.

Pinout Diagram:



Pin/Control Descriptions:

Pin #	Name	Type	Description
1	GND	Power	Supply & Logic ground
2	VCC	Power	Digital V0 0 or RX (serial receive)
3	SDA	I/O	Serial Data line
4	SCL	CLK	Serial Clock line
A0	A0	Jumper	Optional address selection A0 - see below
A1	A1	Jumper	Optional address selection A1 - see below
A2	A2	Jumper	Optional address selection A2 - see below
Backlight		Jumper	Jumpered - enable backlight, Open - disable backlight
Contrast		Pot	Adjust for best viewing

Addressing:

A0	A1	A2	Address
Open	Open	Open	0x27
Jumper	Open	Open	0x26
Open	Jumper	Open	0x25
Jumper	Jumper	Open	0x24
Open	Open	Jumper	0x23
Jumper	Open	Jumper	0x22
Open	Jumper	Jumper	0x21
Jumper	Jumper	Jumper	0x20

B.5 Datasheet Modul Interface Relay

4-Channel 5V Relay Module for Arduino PIC ARM AVR DSP Product Description

This is a 5V 4-Channel Relay interface board. Be able to control various appliances, and other equipments with large current. It can be controlled directly by Microcontroller(Arduino , 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic) .

- 1、 5V 4-Channel Relay interface board, and each one needs 15-20mA Driver Current
- 2、 Equiped with high-current relay, AC250V ; DC30V
- 3、 Standard interface that can be controlled directly by microcontroller (Arduino , 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic)
- 4、 Indication LED's for Relay output status



B.6 Datasheet Modul Step Down LM2596

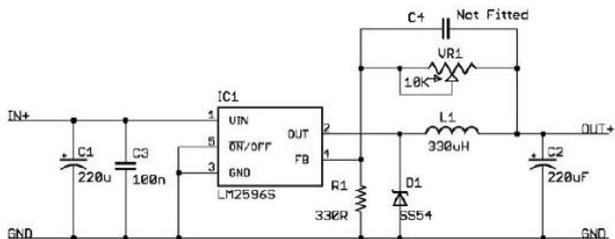
LM2596 DC-DC Adjustable PSU Module



LM2596 DC to DC step down regulator, adjustable +1.23 to 35vdc output, 2A. Ideal for battery operated projects requiring a regulated powersupply.

Specifications

Regulator Type:	Step Down (Non Isolated input to Output)
Input Voltage:	+4 to 40vdc
Output Voltage:	+1.23 to 35vdc
Output Current:	2A rated, (3A maximum with heatsink)
Efficiency:	Up to 92% (when output voltage is set high)
Switching Frequency:	150kHz
Dropout Voltage:	2vdc minimum
Protection:	Short circuit current limiting
Load Regulation:	+/- 0.5%
Voltage Regulation:	+/- 2.5%
Temperature:	-40 to +85 deg C (output power less than 10Watts)
Board Size:	43.6mm L x 21mm W x 14mm H
Data Sheet:	National LM2596



B.7 Datasheet Pump

DATASHEET WASHER PUMP UNIVERSAL HS-201



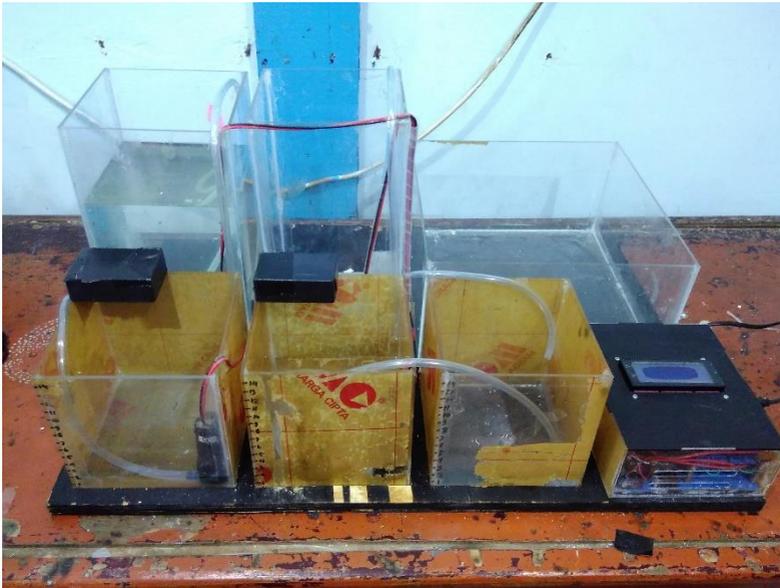
Specifications

Recommended Working Current: 2A

Rated Voltage: 12V / 24V

OUTPUT: 2400ml / min, 100kpa;

C. Dokumentasi Alat



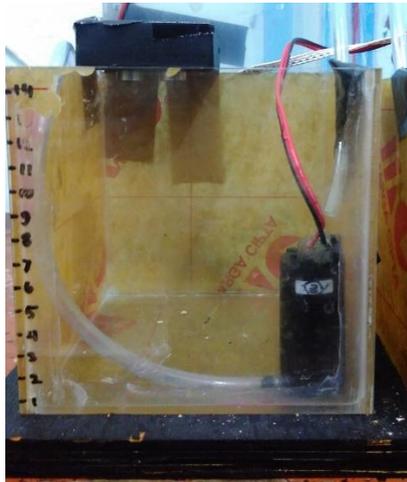
Gambar 1 Gambaran Alat Keseluruhan



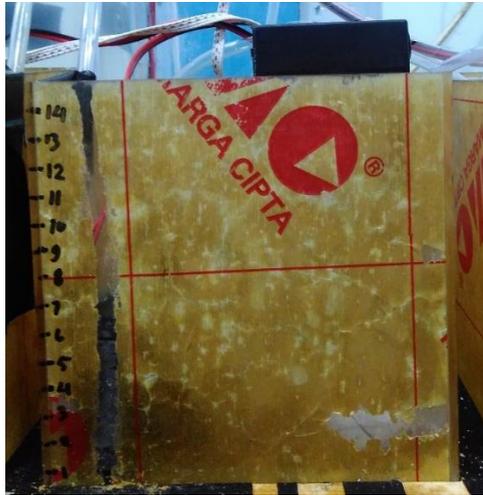
Gambar 1 Kotak *Hardware* Rangkaian Elektrik



Gambar 2 *Supply* Arduino Uno



Gambar 3 Bak 1 HCL



Gambar 4 Bak 2 H₂O₂



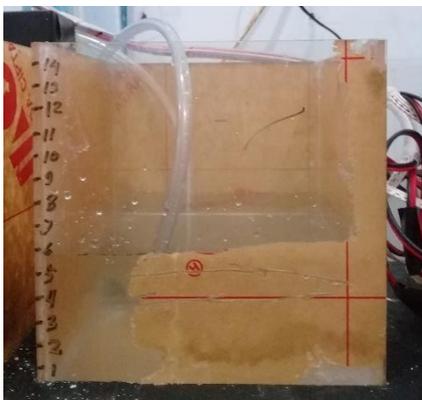
Gambar 5 Bak Besar 1 HCL



Gambar 6 Bak Besar 2 H₂O₂



Gambar 7 Tampilan Pengujian Takaran Cairan



Gambar 8 Pencampuran Cairan HCL dan H₂O₂

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ahmad Irfan Nurdiansyah
TTL : Bloro, 10 Desember 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Bhayangkara Timur
Nomor 12 Bloro, Jawa
Tengah
Telp/HP : 08995994002
E-mail : irrfaan77@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2002 – 2008 : SD N 2 Kedungjener Bloro
2. 2008 – 2011 : SMP N 1 Bloro
3. 2011 – 2014 : SMA N 1 Tunjungan Bloro
4. 2014 – 2017 : Departemen Teknik Elektro Otomasi,
Program Studi Diploma 3 Komputer Kontrol
– Fakultas Vokasi - Institut Teknologi
Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Jawa
Timur

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT. Pembangkitan Jawa Bali UPHT Gresik, Jawa
Timur

PENGALAMAN ORGANISASI

2. *Staff* HIMAD3TEKTRO “Solidaritas” 15/16 ITS
3. *Staff* BSO LDJ Salman AlFarisi 15/16 ITS
4. *Staff* UKM ITS *Badminton Community* 15/16
5. Ketua HIMAD3TEKTRO “TRANSFORMASI” 16/17 ITS
6. Ketua IKASATA Campus Expo 2016
7. Ketua Training Studi Islam LDJ Salman Al Farisi 2016
8. Pemandu ITS 2015

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----