

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MESIN VULKANISASI

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : REZA YUDI SETIAWAN
No. Mahasiswa : 16525091
NIRM : 2016080684

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Desember 2020



Reza Yudi Setiawan

16525091



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MESIN VULKANISASI

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

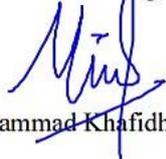
Nama : REZA YUDI SETIAWAN

No. Mahasiswa : 16525091

NIRM : 2016080684

Yogyakarta, Desember 2020

Pembimbing I,



Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

Pembimbing II,



Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MESIN VULKANISASI

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : REZA YUDI SETIAWAN
No. Mahasiswa : 16525091
NIRM : 2016080684

Tim Penguji

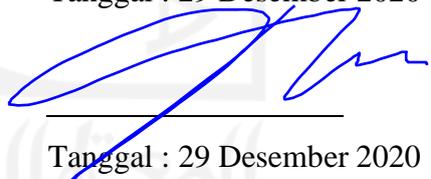
Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

Ketua


Tanggal : 29 Desember 2020

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Anggota I


Tanggal : 29 Desember 2020

Faisal Arif Nurgaesang, S.T., M.Sc.

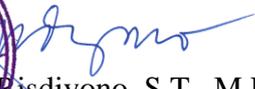
Anggota II


Tanggal : 29 Desember 2020

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian ini dipersembahkan kepada :

Orang tua yaitu ayah dan ibu yang terus menerus memberikan dukungan dan do'a kepada penulis, sehingga penulis selalu berusaha dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu pembelajaran, saran, serta arahan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan benar dan baik.

Saudara dan teman yang selalu membantu dan juga mengingatkan kepada penulis untuk selalu berusaha memberikan yang terbaik dalam melakukan segala sesuatu, salah satunya adalah menyelesaikan tugas akhir ini.



HALAMAN MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya”.

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Berdoalah kepada ku pastilah aku kabulkan untukmu”.

(QS. Al-Mukmin: 60)

"Belajarlah kamu semua, dan ajjarlah kamu semua, dan hormatilah guru-gurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang ajarkanmu."

(HR.Tabrani)

“Waktumu terbatas, jangan habiskan dengan mengurus hidup orang lain.”

(Steve Jobs)

“Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi.”

(Conan O'Brien)

“Tuhan tidak mengharuskan kita sukses. Tuhan hanya mengharapkan kita mencoba.”

(Mario Teguh)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wa barakatuhu.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puja dan puji syukur selalu saya ucapkan kepada Allah SWT yang senantiasa telah memberikan nikmat iman, islam, rahmat dan taufik sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tidak lupa sholawat serta salam selalu kita panjatkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW karena berkat beliau kita dapat melewati zaman yang kelam menjadi zaman yang terang seperti saat ini.

Laporan tugas akhir yang berjudul “*Perancangan Sistem Otomasi Mesin Vulkanisasi*” ini adalah sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Tidak lupa penyusunan laporan tugas akhir ini dapat cepat terselesaikan berkat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka karena itu saya ucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua, ayah dan ibu serta keluarga adik dan kakak yang selalu mendukung, memberikan saran, dan do'a sehingga dapat menjalankan penelitian ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang selalu memberikan ilmu, saran, serta arahan pada saat bimbingan tugas akhir.
3. Bapak Donny Suryawan, S.T., M.Eng. selaku pembimbing 2 yang telah memberikan waktu luangnya untuk senantiasa memberikan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dan juga seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan berbagai ilmu dari *softskill* dan *hardskill*.

5. Ketua laboratorium proses manufaktur dan jajarannya sehingga mesin yang dibuat dapat terselesaikan dengan baik dengan bantuan alat yang tersedia di laboratorium.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2016 yang selalu ada dan mendukung dari awal masuk kuliah hingga sampe sekarang ini.
7. Imam Budiyanto yang selalu memberikan arahan, saran kepada saya agar selalu terus optimis dan percaya diri pada kemampuan diri sendiri.
8. M.Tsagif Nurrahman sebagai rekan kerja saya yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini sehingga cepat terselesaikan.

Penulis berharap agar penelitian ini nantinya akan memberikan dampak yang positif bagi banyak orang dan dapat meringankan pekerjaan orang lain agar lebih efektif, aman, dan mudah. Untuk penyusunannya penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini, maka dari itu penulis meminta maaf atas kesalahan yang ada. Penulis juga menerima kritik dan saran bagi pembaca, karena nantinya berdampak positif dan juga untuk tidak mengulangi kesalahan yang sama.

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Yogyakarta, Desember 2020



Reza Yudi Setiawan
NIM. 16525091

ABSTRAK

Perkembangan zaman saat ini menuntut untuk melakukan sesuatu dengan lebih aman dan lebih mudah tidak terkecuali dengan mesin vulkanisasi karet, untuk itu dibuatlah mesin vulkanisasi otomatis. Mesin vulkanisasi karet ini memiliki fungsi untuk memberikan ketahanan dan keuletan pada karet sehingga karet menjadi lebih kuat dan elastis pada saat digunakan. Pada penelitian tugas akhir ini akan dibuat perancangan mesin vulkanisasi otomatis dengan biaya yang masih terjangkau/ekonomis. Perancangan mesin vulkanisasi ini akan menggunakan sistem berbasis arduino, yang nantinya akan berhubungan dengan pembuatan program untuk membuat sistem yang akan dijalankan oleh komponen elektrik yang sudah ditentukan. Untuk menjalankan mesin vulkanisasi ini membutuhkan daya yang besar karena didalam mesin tersebut terdapat komponen utama yaitu *tubular heater* sebagai pemanas mempunyai daya 2000 watt dan hidrolik sebagai penekan mempunyai daya 2200 watt . Hasil dari perancangan sistem pada penelitian ini adalah operator dapat menentukan nilai suhu serta waktu untuk proses vulkanisasi sehingga akan memudahkan kerja operator, selain itu sistem yang akan dirancang juga memiliki sistem keamanan yang baik karena dilengkapi dengan pintu keamanan yang apabila pintu tidak tertutup sempurna maka sistem pada mesin vulkanisasi tidak akan bekerja. Hal ini penting karena membuat operator aman dan dapat terhindar dari resiko kecelakaan kerja.

Kata Kunci : sistem otomasi, arduino, mesin vulkanisasi, daya, ekonomis

ABSTRACT

*The current development demands to do something safer and easier, including with a rubber vulcanization machine, for which an automatic vulcanization machine is made. This rubber vulcanization machine has a function to provide resistance and ductility to rubber so that the rubber becomes stronger when used. In this final project research will be made to design an automatic vulcanization machine at an affordable / economical cost. The design of this vulcanization machine will use an Arduino-based system, which will be associated with making a program to create a system that will be run by predetermined electrical components. To run this vulcanization machine requires a lot of power because in the machine there is a main component, namely the tubular heater as a heater which has a power of 2000 watts and the hydraulic as a suppressor has a power of 2200 watts. The result of the system design in this study is that the operator can determine the temperature and time values for the vulcanization process so that it will facilitate the operator's work, besides that the system to be designed also has a good security system because it is equipped with a security door which, if the door is not closed perfectly, the system at the vulcanizer machine won't work. This is important because it makes operators safe and can avoid the risk of work accidents***Keywords: automation system, Arduino, vulcanization machine, power, economical**

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih.....	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Otomasi.....	6
2.2.2 <i>Mikrokontroller</i>	7
2.2.3 Arduino.....	8
2.2.4 Sensor suhu.....	10
2.2.5 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	11
2.2.6 <i>Limit Switch</i>	12
2.2.7 RTC DS3231	13
2.2.8 <i>Relay</i>	13

2.2.9	<i>Keypad</i> 4x4	13
Bab 3	Metode Penelitian.....	15
3.1	Alur Penelitian	15
3.2	Peralatan dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat	16
3.2.2	Bahan	16
3.3	Tahapan Perancangan Sistem Otomasi.....	23
3.3.1	Perancangan Komponen Elektrik	24
3.3.2	Percobaan Pembuatan Program.....	28
3.3.3	Target Perancangan	32
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	33
4.1	Hasil Penentuan Sistem Otomasi.....	33
4.2	Hasil Perancangan Sistem Otomasi	33
4.2.1	Penggabungan Komponen Elektrik	33
4.2.2	Perakitan <i>Heater</i>	44
4.3	Pemasangan Komponen Elektrik pada Rangka Mesin	46
4.4	Panduan Untuk mengoperasikan mesin vulkanisasi.....	47
4.5	Analisis dan Pembahasan.....	49
Bab 5	Penutup.....	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
Daftar Pustaka	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan fungsinya.....	16
Tabel 4.1 Proses <i>preheating</i>	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin vulkanisasi karet.	4
Gambar 2.2 Mesin press vulkanisir karet	5
Gambar 2.3 Mesin vulkanisir plat karet.	5
Gambar 2.4 Mesin press vulkanisir hidrolis karet.	6
Gambar 2.5 Mesin cetak kompresi karet	6
Gambar 2.6 Contoh tampilan program arduino	8
Gambar 2.7 Arduino uno	9
Gambar 2.8 Arduino mega 2560	9
Gambar 2.9 Arduino serial	10
Gambar 2.10 Bentuk fisik LCD 16 x 2	12
Gambar 2.11 Konfigurasi pin LCD 16x2	12
Gambar 2.12 Bentuk <i>keypad</i> 4x4.	14
Gambar 3.1 Alur penelitian	15
Gambar 3.2 Arduino mega ADK.....	17
Gambar 3.3 <i>Limit switch</i>	17
Gambar 3.4 <i>Adaptor</i>	18
Gambar 3.5 RTC DS 3231.	18
Gambar 3.6 Sensor suhu <i>thermocouple max 6675</i>	19
Gambar 3.7 Arduino uno.	19
Gambar 3.8 LCD (<i>liquid crystal display</i>) I2C 16x2	19
Gambar 3.9 <i>Keypad</i> 4x4.	20
Gambar 3.10 <i>Selector switch</i>	20
Gambar 3.11 <i>Relay module</i> 30 ampere.....	21
Gambar 3.12 Saklar <i>on/off</i>	21
Gambar 3.13 <i>Buzzer</i>	21
Gambar 3.14 <i>Breadboard</i>	22
Gambar 3.15 Kabel.....	22
Gambar 3.16 Lampu.	22
Gambar 3.17 Skema elektrik 1.	24
Gambar 3.18 Skema elektrik 2.	25

Gambar 3.19 Skema elektrik 3.	25
Gambar 3.20 Skema elektrik 4.	26
Gambar 3.21 Skema elektrik 5.	27
Gambar 3.22 Diagram alir program perancangan 1	28
Gambar 3.23 Diagram alir program percobaan 2.	29
Gambar 3.24 Diagram alir program percobaan 3.	30
Gambar 3.25 Diagram alir program percobaan 4.	30
Gambar 3.26 Diagram alir program percobaan 5.	31
Gambar 4.1 Perkaitan komponen elektrik 1.	34
Gambar 4.2 <i>Output</i> perancangan 1.	35
Gambar 4.3 Perakitan komponen elektrik 2.	36
Gambar 4.4 <i>Output</i> perancangan 2.1.	36
Gambar 4.5 <i>Output</i> perancangan 2.2.	37
Gambar 4.6 Perakitan komponen elektrik 3.	38
Gambar 4.7 Diagram alir penggabungan program.	40
Gambar 4.8 Perakitan sistem elektrik pada hidrolis.	41
Gambar 4.9 Perancangan sistem pada <i>panel control</i> hidrolis.	42
Gambar 4.10 Perancangan sistem pada <i>panel control</i> hidrolis.	42
Gambar 4.11 Diagram alir program perancangan hidrolis.	43
Gambar 4.12 <i>Tubular heater</i>	44
Gambar 4.13 Percobaan <i>tubular heater</i>	45
Gambar 4.14 Pemasangan <i>relay</i> pada <i>tubular heater</i>	45
Gambar 4.15 <i>Panel control</i> mesin vulkanisasi karet.	46
Gambar 4.16 Diagram alir proses pemesinan mesin vulkanisasi	48
Gambar 4.17 Karet yang sudah divulkanisasi	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri manufaktur khususnya di Indonesia sudah sering kita temukan mesin yang memiliki sistem otomatis, akan tetapi untuk industri karet di Indonesia terutama untuk mesin vulkanisasi karet masih menggunakan sistem manual dan untuk mesin vulkanisasi otomatis yang dibuat oleh negara lain masih sangat mahal. Untuk perkebunan karet di Indonesia terhitung cukup banyak terbukti pada tahun 2005 luas perkebunan karet secara nasional adalah sebesar 3,3 juta hektar, untuk jumlah produksinya adalah sebesar 1,9 juta ton dan kebanyakan perkebunan karet di Indonesia adalah perkebunan milik rakyat yaitu sebesar 85 persen kemudian untuk 15 persen lainnya adalah perkebunan besar [1]. Oleh sebab itu karena banyaknya karet yang ada di negara Indonesia ini, kita perlu untuk mengolah karet tersebut menjadi lebih baik dengan menggunakan metode vulkanisasi. Pengertian vulkanisasi yaitu bergabungnya karet dan belerang yang merupakan reaksi kimia dimana nantinya akan membentuk ikatan silang dan menghasilkan struktur tiga dimensi [2].

Proses vulkanisasi ini termasuk penting untuk perindustrian karet di Indonesia karena dari proses ini dapat merubah sifat karet menjadi lebih tahan dan lebih kuat. Proses vulkanisasi ini merubah sifat karet dengan cara memanaskan karet tersebut dalam waktu tertentu dan suhu tertentu sesuai dengan karakteristik jenis karet. Permasalahan muncul pada saat kita tidak dapat mengatur suhu dan waktu pada proses vulkanisasi secara otomatis, sehingga kita harus terus menerus memantau proses vulkanisasi tersebut.

Oleh sebab itu untuk mengatasi permasalahan diatas maka akan dibuat mesin vulkanisasi otomatis dengan *controller* Arduino, sehingga kita dapat mengatur waktu dan suhu proses vulkanisasi, selain itu juga akan ditambahkan pintu pada mesin vulkanisasi agar proses vulkanisasi berjalan lebih efektif dan lebih aman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka kita dapat menarik beberapa rumusan permasalahan dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana perancangan sistem otomasi yang dijalankan pada mesin vulkanisasi?
2. Bagaimana proses perakitan pada komponen elektrik mesin vulkanisasi?
3. Bagaimana perancangan program heater dan hidrolik pada mesin vulkanisasi?

1.3 Batasan Masalah

Setelah rumusan masalah ditentukan, ada beberapa hal yang dijadikan batasan. Pemberian batasan tersebut dilakukan agar dalam penyelesaian masalah hanya berfokus pada topik yang telah ditentukan tanpa memperhitungkan parameter-parameter yang lain. Batasan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Menggunakan *controller* arduino sebagai otak untuk menjalankan sistem.
2. Karet yang digunakan untuk vulkanisasi adalah *unvulcanized* karet.
3. Mesin vulkanisasi yang dibuat hanya dapat mengatur waktu dan suhu.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Terdapat beberapa tujuan untuk penelitian ini, antara lain:

1. Merancang sistem otomasi pada mesin vulkanisasi.
2. Melakukan proses perakitan komponen elektrik pada mesin vulkanisasi.
3. Membuat dan merancang program *heater* dan hidrolik menggunakan *software* arduino IDE.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Terdapat beberapa manfaat dari perancangan penelitian ini antara lain:

1. Mampu menciptakan mesin vulkanisasi otomatis yang terjangkau.
2. Memberikan dampak positif terhadap industri karet di Indonesia karena termasuk mesin yang penting untuk memperkuat karet dan meningkatkan kualitas karet.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk sistematika penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. BAB I. PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah dari latar belakang yang ada, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat, serta sistematika penulisan dari penelitian ini.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang tinjauan pustaka, teori atau informasi dari jurnal, artikel, buku, dan penelitian yang terdahulu untuk dijadikan landasan pada penelitian ini.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas mengenai alur penelitian yang dikerjakan, serta menunjukkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas mengenai proses perancangan sistem produk, serta skema sistem otomatisasi pada produk yang dibuat.

5. BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian perancangan sistem otomatisasi mesin vulkanisasi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Vulkanisasi memiliki peranan yang sangat penting bagi perindustrian karet karena dengan proses vulkanisasi ini ketahanan dan kekuatan karet dapat menjadi lebih baik dari sebelumnya. Untuk mesin vulkanisasi di Indonesia saat ini umumnya masih menggunakan mesin vulkanisasi yang manual, hal ini menyebabkan proses vulkanisasi menjadi kurang efektif karena kita tidak dapat mengatur waktu dari proses vulkanisasi tersebut secara otomatis. Ditambah lagi mesin vulkanisasi karet umumnya tidak ada pelindung yang berfungsi untuk mencegah sentuhan langsung dari luar pada saat proses vulkanisasi sedang berjalan yang dapat mengakibatkan kecelakaan. Untuk itu penyelesaian yang dapat diambil adalah dengan membuat mesin vulkanisasi otomatis yang aman.

Mesin vulkanisasi ini umumnya menggunakan sistem hidrolik yaitu dengan memanfaatkan gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder arah *vertical* atau *horizontal* [3]. Berikut ini adalah gambar 2.1 mesin vulkanisasi karet berasal dari Guangdong, China [4].



Gambar 2.1 Mesin vulkanisasi karet. [4]

Pada umumnya untuk mesin vulkanisasi karet yang sudah ada disini tidak memiliki sebuah pelindung untuk melindungi sentuhan dari luar yang dapat mengakibatkan kecelakaan selain itu harga dari mesin vulkanisasi tersebut terbilang mahal. Untuk mengatasi hal tersebut disini mesin vulkanisasi akan dibuat dengan menggunakan pelindung agar lebih aman serta terjangkau bagi industri karet yang masih kecil. Berikut adalah beberapa bentuk mesin vulkanisasi yang sudah ada antara lain:

1. Mesin press vulkanisir produk karet untuk pembuat sol sandal mempunyai harga Rp 52.500.000 ditunjukkan pada gambar 2.2 mesin press vulkanisir karet. [5]



Gambar 2.2 Mesin press vulkanisir karet. [5]

2. Mesin vulkanisir plat karet mempunyai harga sebesar Rp 75.000.000, ditunjukkan pada gambar 2.3 mesin vulkanisir plat karet. [6]



Gambar 2.3 Mesin vulkanisir plat karet. [6]

3. Mesin press vulkanisir hidrolik karet memiliki harga Rp 63.750.000 – Rp 126.000.000, ditunjukkan pada gambar 2.4 mesin press vulkanisir hidrolik karet. [7]



Gambar 2.4 Mesin press vulkanisir hidrolis karet. [7]

4. Mesin cetak kompresi karet mempunyai harga Rp 45.000.000, ditunjukkan pada gambar 2.5 mesin cetak kompresi karet. [8]



Gambar 2.5 Mesin cetak kompresi karet. [8]

2.2 Dasar Teori

Penelitian dan perancangan ini dibuat penulis dengan menggunakan beberapa landaan teori dari berbagai sumber yang terpercaya seperti jurnal, buku, serta makalah. Berikut ini adalah penjelasan dasar teori yang digunakan.

2.2.1 Otomasi

Suatu proses atau prosedur dimana teknologi dilakukan tanpa atau dengan bantuan manusia disebut dengan otomasi [9]. Selain itu otomasi adalah suatu teknologi yang menggunakan ilmu mekanika, elektronika, dan sistem berdasarkan

komputer untuk menjalankan atau mengoprasikannya. Berikut ini adalah alasan pentingnya penggunaan otomasi dalam dunia industri sebagai berikut [9]:

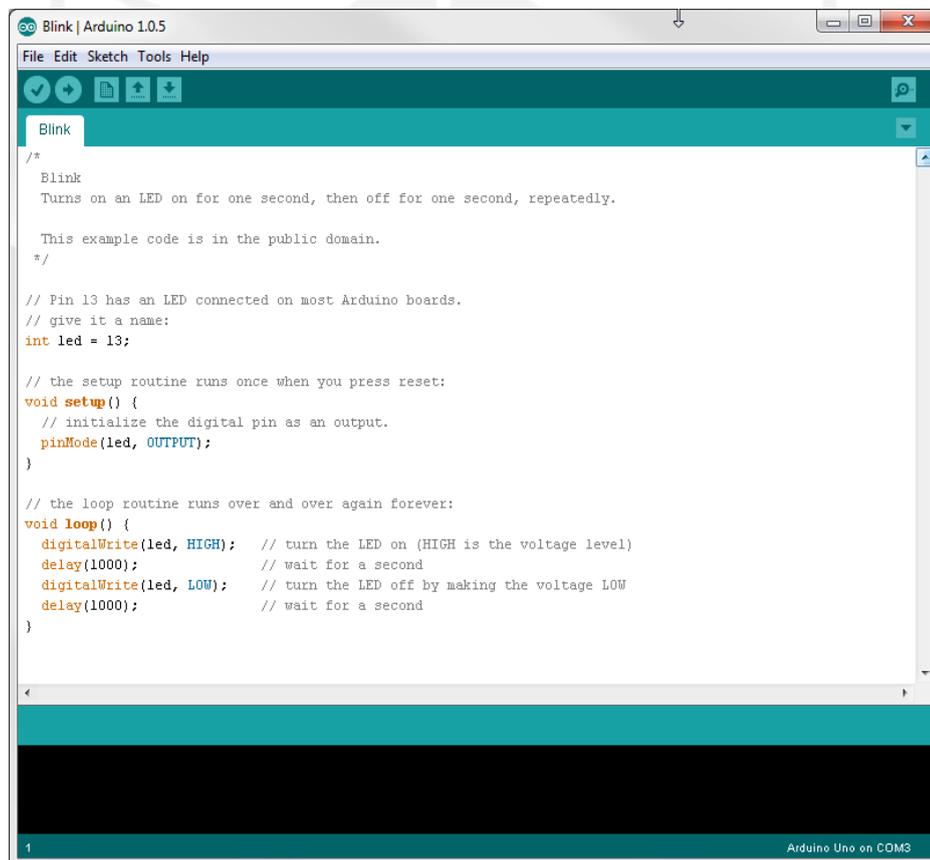
1. Dengan adanya otomasi dapat meningkatkan produktivitas, produksi yang lebih tinggi dapat dicapai dengan otomasi.
2. Mengurangi tenaga kerja dengan adanya otomasi tenaga kerja cenderung akan terus berkurang.
3. Meningkatkan kualitas produk, otomasi dapat meningkatkan konsistensi, dan kesesuaian produk, selain itu meningkatkan kecepatan produksi.
4. Mengurangi ongkos produksi.
5. Keselamatan kerja, otomasi mengubah peranan operator yang menuntut partisipasi aktif menjadi peran pengawas (*supervisory*).
6. Meningkatnya jumlah tenaga kerja yang berminat ke sektor jasa.

2.2.2 Mikrokontroller

Mikrokontroller sejatinya adalah komputer yang berukuran kecil yang bertempat di dalam satu IC berisi memori, CPU, *timer*, *port I/O*, ADC, saluran komunikasi *serial* dan *paralel*. Terdapat beberapa perbedaan dari *mikrokontroller* dan komputer, salah satunya adalah komputer memiliki beragam fungsi akan tetapi untuk *mikrokontroller* memiliki satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Selain itu perbandingan ROM dan RAM pada komputer dan *mikrokontroller* jauh berbeda. Untuk ROM pada komputer jauh lebih kecil dari pada RAMnya, kemudian untuk ROM pada *mikrokontroller* jauh lebih besar dari pada RAM yang digunakan. Melalui penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa *mikrokontroller* adalah IC yang memuat seluruh rangkain sistem menjadi satu kesatuan yang lengkap[10].

2.2.3 Arduino

Dengan menggunakan arduino banyak projek dan alat-alat yang bisa dikembangkan dan juga modul-modul pendukung arduino untuk menjalankan suatu sistem, contoh : sensor, LCD, *relay*, dan lain sebagainya yang dibuat oleh pihak lain yang dapat disambungkan melalui arduino. Arduino memiliki sifat *open source* karena dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing*. Arduino adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, menjadi kode biner dan meng-*upload* kedalam *memory microcontroller*. . Berikut ini adalah gambar 2.6 contoh tampilan program arduino [11].

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 1.0.5". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for opening files, saving, and uploading. The main text area contains the following code:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
```

The bottom status bar shows "1" on the left and "Arduino Uno on COM3" on the right.

Gambar 2.6 Contoh tampilan program arduino. [11]

Penyebab Arduino berevolusi menjadi sebuah *platform* karena arduino menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi[8]. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah *mikrokontroler* 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Contoh ATmega yang dibuat Arduino

uno menggunakan ATmega328 sedangkan arduino mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega 2560. Berikut ini adalah jenis jenis Arduino antara lain :

1. Arduino Uno

Arduino uno digunakan dengan menggunakan USB sebagai perantara pemrograman atau komunikasi komputer. Gambar 2.7 merupakan *mikrokontroler* arduino uno [12].



Gambar 2.7 Arduino uno. [12]

2. Arduino Mega

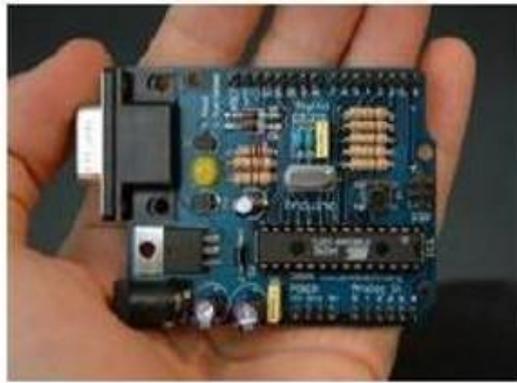
Arduino mega ini memiliki papan arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin *digital*, pin *analog*, *port serial* dan sebagainya. Pada gambar 2.8 merupakan jenis dari arduino mega 2560 [12].



Gambar 2.8 Arduino mega 2560. [12]

3. Arduino Serial

Arduino ini menggunakan RS232 sebagai perantara pemrograman atau komunikasi komputer. Berikut gambar 2.9 arduino serial [12].



Gambar 2.9 Arduino serial. [12]

2.2.4 Sensor suhu

Suhu merupakan suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dari suatu benda baik kecil maupun besar. Sedangkan temperatur suhu adalah suatu besaran panas melalui aktivitas molekul dalam atmosfer [13]. Dalam hal ini suhu sangat berpengaruh pada komponen-komponen yang digunakan jika suhu terlalu tinggi maka mengakibatkan komponen cepat rusak dan menyebabkan pemborosan operasional [14].

Cara yang sering kita lakukan untuk dapat menyebut benda itu panas atau dingin ialah dengan cara menyentuhnya, walaupun kita tidak dapat menyebut spesifik mengenai nilai besaran suhunya, dengan adanya termometer kita dapat mengetahui nilai besaran yang ada disekitar kita [15]. Berikut ini adalah jenis-jenis sensor suhu antara lain :

1. *Thermostat*

Thermostat umumnya terdiri dari dua jenis logam yang berbeda seperti nikel, tembaga, tungsten atau aluminium. *Thermostat* nantinya akan memanfaatkan 2 logam tersebut untuk kemudian ditempel sehingga membentuk *bi metallic strip*. Selanjutnya *bi metallic strip* ini akan bengkok jika mendapatkan suhu tertentu bergerak memutuskan atau menyambungkan sirkuit (*ON/OFF*). *Thermostat* ini termasuk dalam sensor suhu kontak dimana untuk dilakukan pembacaan nilai dengan cara bersentuhan langsung dengan benda yang akan diukur.

2. *Thermistor*

Thermistor ini memiliki 2 jenis yaitu PTC (*Positive Temperature Coefficient*) dan NTC (*Negative Temperature Coefficient*), untuk PTC nilai resistansinya akan meningkat tinggi ketika suhunya tinggi kemudian untuk NTC nilai resistansinya menurun ketika suhunya meningkat tinggi.

3. *Thermocouple*

Thermocouple adalah salah satu sensor yang paling umum digunakan dan memiliki rentang yang cukup luas untuk mengukur suhu sekitar, sensor ini termasuk dalam sensor suhu kontak. Untuk rentang luas pengukuran sensor ini adalah berkisar antara -200°C sampai 2000°C.

4. RTD (*Resistive Temperature Detector*)

RTD memiliki fungsi yang sama dengan *Thermistor* jenis PTC yaitu mengubah energi listrik menjadi hambatan listrik yang sebanding dengan perubahan suhu. Perbedaannya lebih presisi dan memiliki akurasi yang lebih tinggi jika dibanding dengan *Thermistor* jenis PTC. RTD ini umumnya dibuat dari bahan platinum sehingga biasa dikatakan dengan PRT (*Platinum Resistance Thermometer*).

2.2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu modul pendukung arduino yang memiliki fungsi sebagai media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD dapat digunakan untuk menampilkan gambar yang telah di program sebelumnya karena terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Sumber cahaya LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair. Tampilan pada LCD terbentuk dari titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan. Arus listrik yang melewati kutub kristal cair akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring [16].

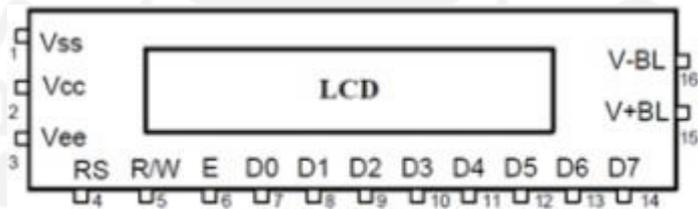
Fungsi dari LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. Selain itu bagian sistem prosesor LCD dalam bentuk modul dengan mikrokontroler yang diletakan dibagian belakang LCD berfungsi untuk mengatur tampilan LCD dan juga dapat mengatur komunikasi antara LCD dengan

mikrokontroler yang menggunakan modul LCD tersebut. Berikut ini adalah gambar 2.10 bentuk fisik LCD 16 x 2 [17].



Gambar 2.10 Bentuk fisik LCD 16 x 2. [17]

Sedangkan untuk konfigurasi pin dari LCD dapat dilihat pada gambar 2.11 konfigurasi pin LCD 16x2 berikut ini[16].



Gambar 2.11 Konfigurasi pin LCD 16x2. [16]

2.2.6 *Limit Switch*

Switch berguna untuk memberikan sinyal, memutuskan, menyambungkan suatu *system* kontrol. Sedangkan *limit switch* memiliki fungsi untuk memutus, serta menyambungkan arus listrik. Untuk pengertiannya *limit switch* adalah saklar yang katupnya berfungsi untuk mengganti tombol. Selain itu untuk prinsip kerjanya *limit switch* akan terhubung jika katupnya ditekan dengan batas penekanan tertentu. Sensor jenis ini salah satu sensor mekanis yang memberikan perubahan elektrik. Disamping itu limit switch memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal* (COM), *normally close* (NC) *terminal*, dan *normally open* (NO) *terminal*. Selanjutnya ada *switch* yang memiliki kesamaan dengan *limit switch* yaitu magnetik *switch*. Magnetik *switch* ini merupakan salah satu saklar yang merespon

medan magnet, kesamaannya dengan *limit switch* adalah sama-sama diberikan tambahan logam yang dapat merespon adanya magnet [18].

2.2.7 RTC DS3231

RTC DS3231 adalah salah satu RTC yang sangat akurat, selain itu RTC ini dapat membaca temperatur. Umumnya RTC DS3231 dapat mempertahankan waktu diantaranya jam, menit, detik, hari, bulan, dan tahun secara akurat selain itu mempunyai 128 lokasi RAM yang terdiri dari 15 *byte* untuk data waktu serta kontrol dan 113 *byte* sebagai RAM umum. Untuk tanggal dan tahun RTC DS 3231 dapat disesuaikan secara otomatis. RTC DS3231 dapat mentransfer Alamat serta data serial melalui dua arah bus I2C. Selain RTC DS 3231 ada beberapa RTC yang dijual dipasaran, seperti: DS1307, DS1302, DS12C887, DS3234.

2.2.8 Relay

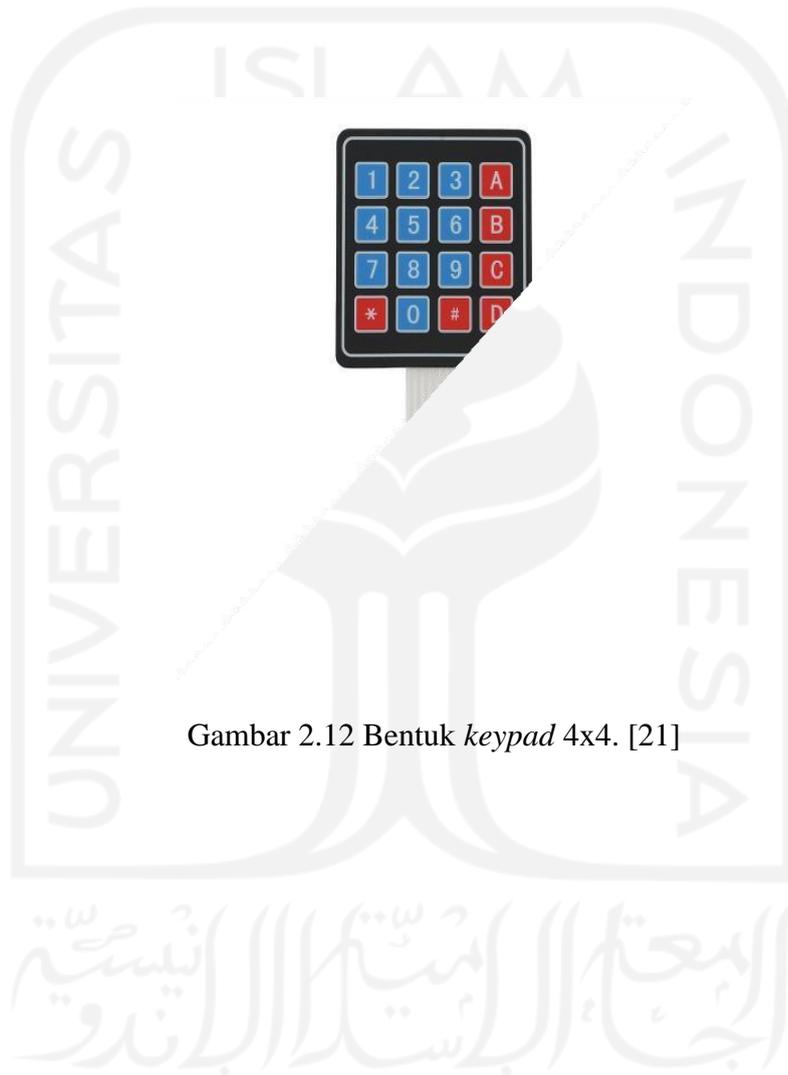
Relay umumnya memiliki fungsi menyambungkan atau memutuskan tegangan secara mekanik dari suatu rangkaian elektronik satu ke rangkaian elektronik lainnya [19].

Relay umumnya tergabung dari beberapa komponen yaitu kumparan, 2 kontak elektronik NO dan NC, pegas. *Relay* akan menimbulkan medan magnet apabila dialiri arus listrik [20]. *Relay* memiliki prinsip kerja yang dipengaruhi oleh medan magnet, mekanismenya pada saat kumparan diberikan tegangan kerja, maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Setelah itu saklar dari NC ke NO akan tertarik oleh kumparan elektromagnet.

2.2.9 Keypad 4x4

Komponen elektrik ini adalah salah satu komponen elektronik yang digunakan sebagai masukan, disusun dari beberapa tombol/*switch* dengan teknik matriks. Berdasarkan penjelasan tersebut, bahwa sebenarnya *keypad* merupakan tombol-tombol yang dirangkai menjadi sebuah paket dengan teknik menghubungkan satu tombol dengan tombol yang lain dengan teknik matriks. Teknik matriks adalah bisa dikatakan *array*, memiliki kolom dan baris lebih dari

satu. *Keypad* 4x4 berisi atas 16 buah *push button*. Teknik yang digunakan pada komponen ini adalah teknik *scanning*, teknik ini dilakukan dengan cara memberikan umpan data dan menerima umpan balik pada satu bagian ke bagian yang lain. Untuk pemberian umpan dilakukan pada bagian baris sedangkan pengecekan umpan dilakukan pada bagian kolom. Berikut adalah gambar 2.12 bentuk *keypad* 4x4 [21].

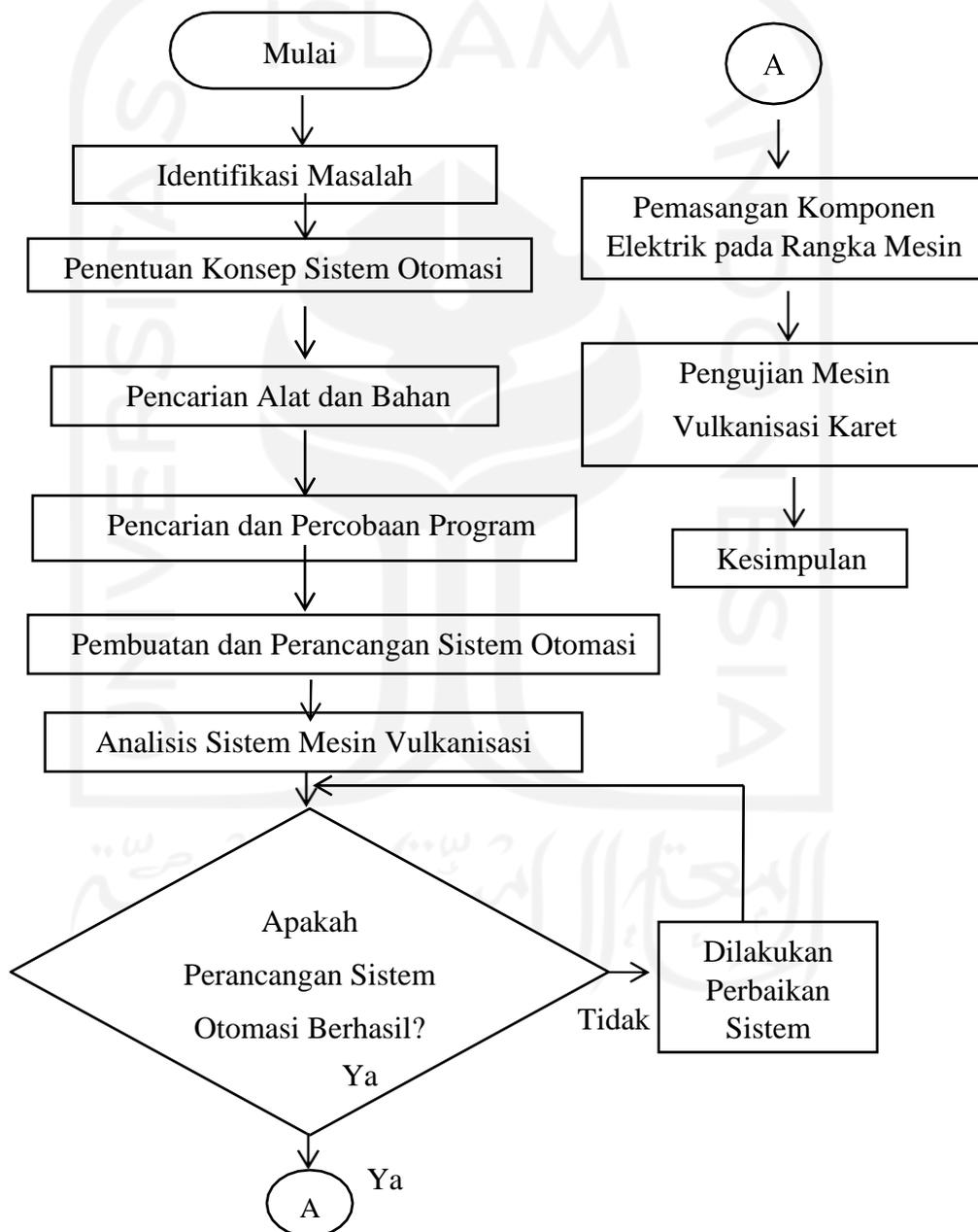


Gambar 2.12 Bentuk *keypad* 4x4. [21]

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut ini adalah tahapan perancangan sistem menggunakan diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.1 alur penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Alur penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat penelitian ini terdiri dari beberapa alat elektrik yang akan saling berhubungan satu sama lain sehingga akan membuat suatu rangkaian elektrik yang bersifat otomatis.

3.2.1 Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada tabel 3.1 alat dan fungsinya.

Tabel 3.1 Alat dan fungsinya.

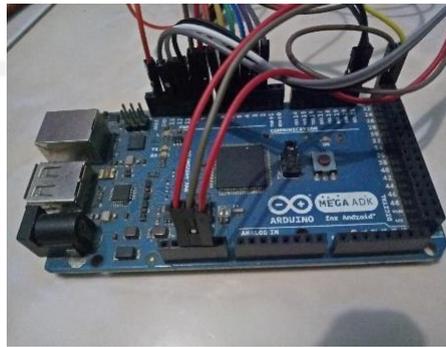
No.	Alat	Fungsi
1.	Laptop	Untuk menjalankan perangkat lunak arduino
2.	<i>Software Arduino 1.8.12</i>	Untuk membuat program
3.	Gunting	Untuk memotong kabel jumper
4.	Mistar ukur	Untuk mengukur dimensi yang perlukan
5.	Jangka sorong	Untuk mengukur diameter <i>tubular heater</i>
6.	Obeng	Untuk membuka sekrup pada alat elektrik yang akan digunakan
7.	Salotip Hitam	Untuk menyambungkan kabel jumper
8.	Solder	Untuk melelehkan besi dan menempelkan besi pada komponen elektrik

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari beberapa komponen elektrik yang nantinya akan dihubungkan satu sama lain sehingga akan membuat suatu sistem elektrik. Berikut adalah bahan yang digunakan pada perancangan sistem otomasi mesin vulkanisasi karet, antara lain :

1. Arduino Mega ADK

Komponen ini sebagai otak untuk menjalankan sistem otomasi, karena komponen yang digunakan membutuhkan pin yang banyak maka dipilihlah Arduino Mega ADK ini. Berikut adalah gambar 3.2 Arduino Mega ADK.



Gambar 3.2 Arduino mega ADK.

2. *Limit switch*

Komponen ini digunakan untuk memutus dan menyambungkan arus listrik yang dimana pada perancangan sistem otomasi ini sangat diperlukan pada sistem keamanan dan sistem perancangan hidrolis. Berikut adalah gambar 3.3 *limit switch*.



Gambar 3.3 *Limit switch*

3. *Adaptor*

Komponen ini digunakan untuk sumber daya arduino, berikut adalah gambar 3.4 adaptor.



Gambar 3.4 Adaptor.

4. RTC DS 3231

Komponen elektrik ini digunakan untuk menentukan waktu yang dapat berupa jam, menit, detik, tanggal, tahun. RTC DS 3231 ini dipilih karena lebih akurat dari pada jenis RTC yang lain selain itu untuk referensi program pun banyak tersedia sehingga memudahkan pada saat membuat program. Berikut adalah gambar 3.5 RTC DS 3231.



Gambar 3.5 RTC DS 3231.

5. Sensor suhu *thermocouple max 6675*

Komponen elektrik ini digunakan untuk membaca suhu dengan rentan suhu yang dibaca hingga 850°C . Sensor suhu *thermocouple max 6675* ini dipilih karena untuk rentan suhu yang dibaca oleh sensor sudah masuk dalam kriteria selain itu juga mudah ditemukan dipasar karena untuk *thermocouple* ini sudah umum digunakan sehingga referensi program yang ada juga banyak tersedia. Berikut adalah gambar 3.6 sensor suhu *thermocouple max 6675*.



Gambar 3.6 Sensor suhu *thermocouple max 6675*.

6. Arduino Uno

Arduino Uno adalah komponen yang digunakan untuk mengatur jalannya sistem yang ada pada sistem hidrolik, Arduino Uno dipilih karena pin yang digunakan pada sistem hidrolik terbilang sedikit. Berikut ini adalah gambar 3.7 Arduino Uno.



Gambar 3.7 Arduino uno.

7. LCD (*liquid crystal display*) I2C 16x2

Komponen elektrik ini berfungsi untuk menampilkan data yang dapat berupa angka, simbol, dan huruf. Berikut ini adalah gambar 3.8 LCD (*liquid crystal display*) I2C 16x2.



Gambar 3.8 LCD (*liquid crystal display*) I2C 16x2

8. Keypad 4x4

Komponen elektrik ini merupakan *input* atau data masukan yang sering dipakai pada sistem arduino. Berikut adalah gambar 3.9 keypad 4x4.



Gambar 3.9 Keypad 4x4.

9. Selector switch

Komponen elektrik ini digunakan untuk mengatur sistem yang ada pada perancangan hidrolik untuk memudahkan operator pada saat mengatur naik turunnya piston hidrolik. Berikut adalah gambar 3.10 selector switch.



Gambar 3.10 Selector switch.

10. Relay module 30 ampere

Komponen elektrik ini berfungsi untuk memutus dan menyambungkan arus listrik. Relay 30 ampere ini dipilih karena untuk heater dan hidrolik yang digunakan mempunyai daya yang besar. Berikut adalah gambar 3.11 relay module 30 ampere.



Gambar 3.11 *Relay module 30 ampere.*

11. Saklar *on/off*

Saklar ini digunakan sebagai input untuk menjalankan sistem yang ada pada mesin vulkanisasi. Berikut adalah gambar 3.12 saklar *on/off*.



Gambar 3.12 Saklar *on/off*.

12. *Buzzer*

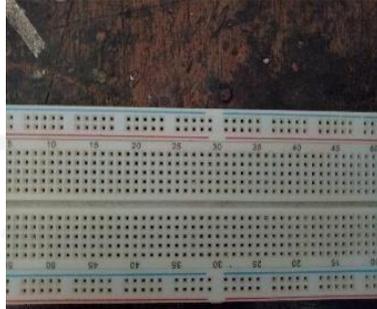
Buzzer digunakan sebagai output pada sistem mesin vulkanisasi. Berikut adalah gambar 3.13 *buzzer*.



Gambar 3.13 *Buzzer.*

13. Breadboard

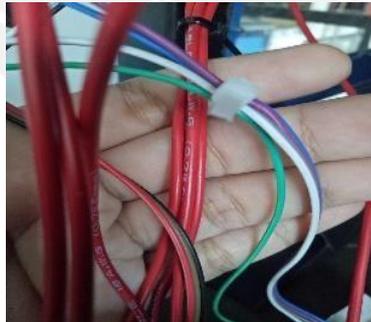
Breadboard disini berfungsi untuk penambahan pin *vcc* dan *ground* yang terbatas pada arduino. Berikut adalah gambar 3.14 *Breadboard*.



Gambar 3.14 *Breadboard*.

14. Kabel

Kabel ini digunakan untuk menghubungkan Komponen elektrik satu dengan komponen elektrik lainnya. Berikut adalah gambar 3.14 kabel.



Gambar 3.15 Kabel.

15. Lampu

Lampu disini terdiri dari lampu LED sebagai output dan lampu penerangan untuk mesin vulkanisasi. Berikut adalah gambar 3.14 lampu.



Gambar 3.16 Lampu.

3.3 Tahapan Perancangan Sistem Otomasi

Untuk memulai suatu perancangan, sebelumnya kita harus menentukan terlebih dahulu konsep rancangan sistem yang akan dibuat, sehingga nantinya pada saat kita akan merancang sudah ada pandangan tentang apa saja yang perlu dilakukan supaya penelitian dapat berjalan dengan baik dan efektif. Berikut ini adalah beberapa tahapan perancangan sistem otomasi yang dilakukan antara lain:

1. Menentukan konsep rancangan sistem.
2. Membuat beberapa alternatif penyelesaian yang nantinya akan digunakan apabila terjadi suatu kesalahan pada sistem yang sudah dibuat.
3. Mencari referensi alat dan bahan yang tersedia dipasar.
4. Mencari dan mencoba contoh program yang sesuai dengan konsep.
5. Merangkai atau merakit komponen elektrik.
6. Membuat program keseluruhan.

Perancangan sistem otomasi ini nantinya akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Untuk Perancangan perangkat keras disini adalah merangkai atau merakit komponen elektrik menjadi suatu sistem otomasi yang saling berhubungan satu sama lain. Sedangkan perancangan perangkat lunak disini adalah melakukan percobaan serta membuat suatu program yang dapat menjalankan suatu sistem yang berfungsi sebagai perintah supaya komponen elektrik yang sudah terhubung dapat berjalan sesuai apa yang kita inginkan.

Dalam menentukan konsep perancangan sitem otomasi pada mesin vulkanisasi ini terdapat beberapa aspek yang harus dipertimbangkan salah satunya adalah efisiensi alat tersebut. Berikut ini adalah beberapa kriteria pada sistem kerja mesin vulkanisasi, antara lain:

1. Otomatis : Sistem dapat mengatur suhu dan waktu proses pemanasan.
2. Keamanan : Sistem yang bekerja dilengkapi pintu serta tombol *emergency* sehingga operator dapat terhindar dari resiko kecelakaan kerja.
3. Penggunaan Alat : Mudah untuk dioperasikan.
4. Pengeluaran Biaya : Alat dan bahan untuk pembuatan mesin tergolong murah.

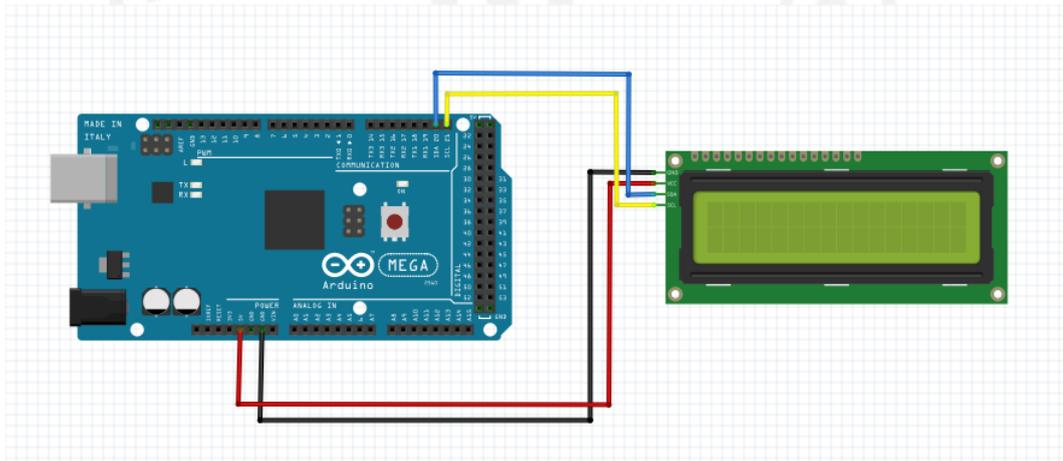
5. Komponen yang digunakan : Untuk sebuah mesin vulkanisasi komponen yang digunakan terbilang sedikit dan juga banyak tersedia dipasar.
6. Perbaikan : Mudah untuk dilakukan perbaikan sistem yang ada pada mesin, karena komponen yang digunakan terbilang sedikit.

3.3.1 Perancangan Komponen Elektrik

Tahapan dalam perancangan perangkat keras disini yaitu merakit serta menghubungkan komponen elektrik satu dengan yang lainnya. Pertama yang harus dilakukan adalah membagi komponen elektrik otomasi yang akan dikerjakan terlebih dahulu dengan tujuan agar pada saat akan memulai merancang komponen elektrik, kita dapat mengetahui rangkaian yang harus dikerjakan terlebih dahulu dan sistemnya pun akan terstruktur dengan sempurna.

Langkah selanjutnya adalah mencoba untuk membuat rangkaian komponen elektrik dengan arduino dan merakit rangkaian tersebut menjadi satu kesatuan yang saling terhubung satu sama lain. Perakitan komponen elektrik yang akan dikerjakan sebagai berikut.

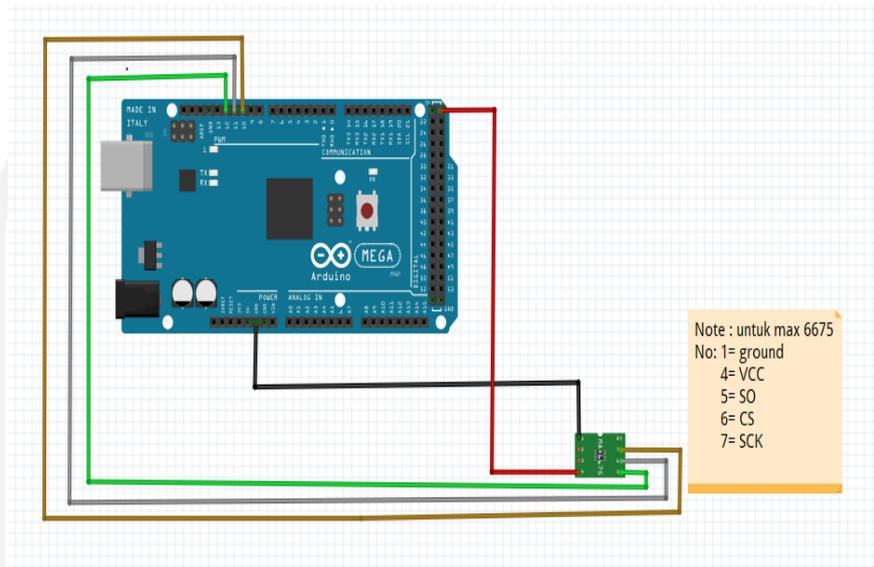
1. Perakitan awal dimulai dari menghubungkan Arduino dengan LCD I2C 16x2 yang ditunjukkan pada gambar 3.17 skema elektrik 1.



Gambar 3.17 Skema elektrik 1.

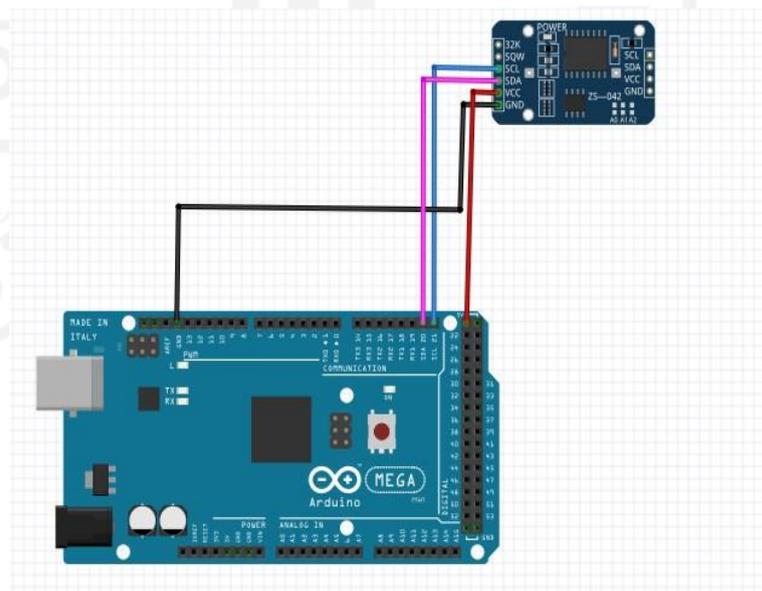
2. Selanjutnya akan dilanjutkan merakit sensor suhu *Thermocouple max 6675*. Komponen diatas merupakan komponen elektrik utama penelitian ini akan

berfokus untuk mengukur dan juga menentukan suhu. Berikut adalah skema elektrik sensor *thermocouple* dan RTC DS 3231 ditunjukkan pada gambar 3.18 skema elektrik 2.



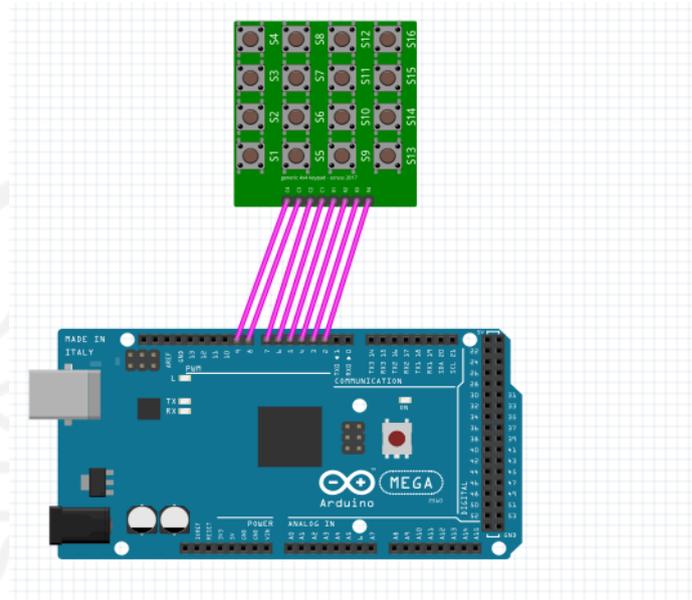
Gambar 3.18 Skema elektrik 2.

3. Selanjutnya merangkai komponen elektrik RTC DS3231 yang memiliki peranan penting dalam penelitian kali ini. Berikut adalah gambar 3.19 skema elektrik 3.



Gambar 3.19 Skema elektrik 3.

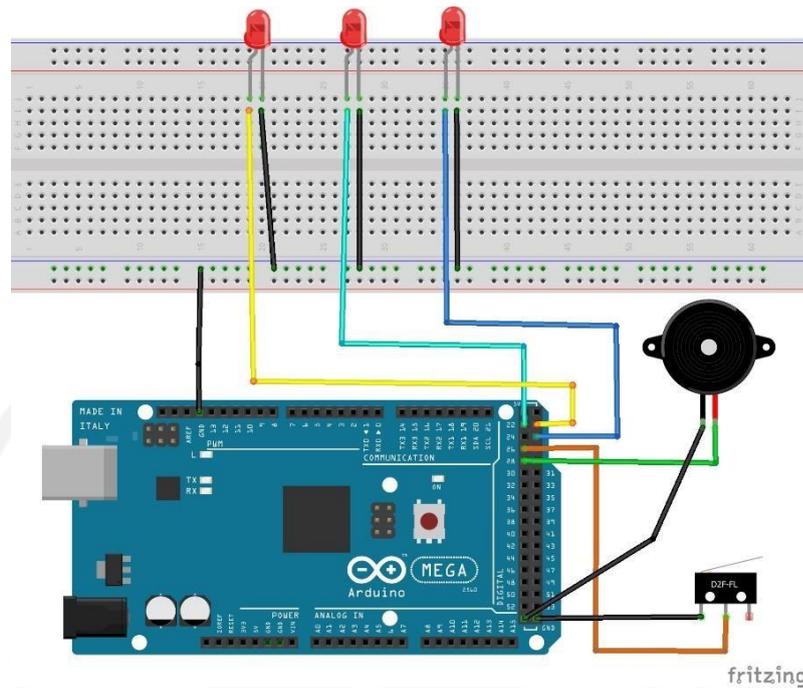
4. Berikutnya adalah membuat rangkain elektrik menggunakan komponen *keypad* 4x4 yang ditunjukkan pada gambar 3.20 skema elektrik 3.



Gambar 3.20 Skema elektrik 4.

Keypad 4x4 disini nantinya akan terhubung dengan sensor *thermocouple max 6675* dan sensor RTC DS 3231 yang berfungsi untuk menentukan waktu dan menentukan suhu sesuai dengan yang diinginkan.

5. Perakitan selanjutnya adalah perakitan komponen elektrik *limit switch*, *buzzer* dan lampu *LED* yang ditunjukkan pada gambar 3.21 skema elektrik 5.



Gambar 3.21 Skema elektrik 5.

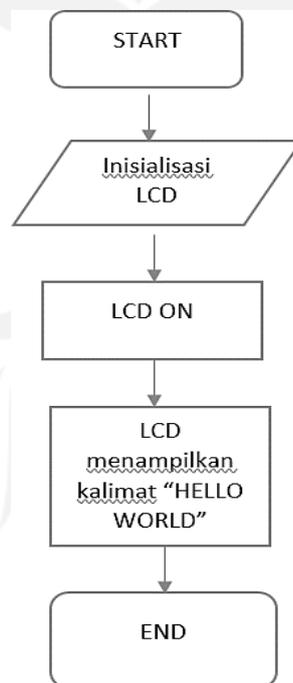
Fungsi dari *limit switch* pada perancangan kali ini adalah untuk memutus dan menyambungkan arus yang kemudian diteruskan ke relay *heater* dan relay hidrolik, nantinya *limit switch* akan ditempelkan pada pintu mesin vulkanisasi, apabila *limit switch* aktif maka hidrolik dan *heater* dapat digunakan tetapi jika tidak aktif maka hidrolik dan *heater* tidak dapat digunakan *limit switch* aktif pada saat pintu tertutup sempurna sedangkan apabila pintu tidak tertutup sempurna *limit switch* tidak aktif. Selain itu fungsi *buzzer* pada perancangan kali ini yaitu memberikan semacam efek bunyi, kemudian untuk lampu *LED* sendiri dibagi menjadi 3 warna lampu yaitu merah sebagai penanda bahwa *limit switch* tidak aktif, *LED* kuning *heater* menyala, lalu lampu biru menandakan *heater* berhenti.

Untuk langkah berikutnya adalah memulai untuk mencoba membuat program yang digunakan sebagai perintah melalui perantara arduino yang kemudian nantinya akan dihubungkan ke komponen elektrik lainnya. Dengan bantuan aplikasi *software* arduino nantinya kita akan dapat membuat suatu program sesuai dengan yang diinginkan, tahapan ini akan dijelaskan pada perancangan perangkat lunak dibawah.

3.3.2 Percobaan Pembuatan Program

Untuk perancangan perangkat lunak disini adalah dengan menggunakan *software* arduino IDE 1.8.12. *Software* arduino ini berfungsi untuk membuat suatu program dengan menggunakan perantara kabel *usb* yang nanti akan dihubungkan dari laptop ke arduino, arduino sendiri memiliki banyak macam untuk perancangan ini menggunakan arduino mega ADK. Untuk langkah awal disini adalah melakukan pencarian referensi program yang sesuai dengan komponen elektrik satu persatu yang nantinya akan dijadikan acuan untuk membuat suatu program baru sesuai yang diinginkan, Selanjutnya adalah mencoba untuk memasukan program kedalam arduino dan menghubungkannya ke komponen elektrik yang sudah kita rangkai pada perancangan perangkat keras sebelumnya. Berikut ini adalah beberapa program percobaan yang sudah telah dibuat dan disesuaikan dengan komponen elektrik yang digunakan.

1. Berikut adalah gambaran program LCD I2C 16x2 dan Arduino yang ditunjukkan pada gambar 3.22 diagram alir program percobaan 1.

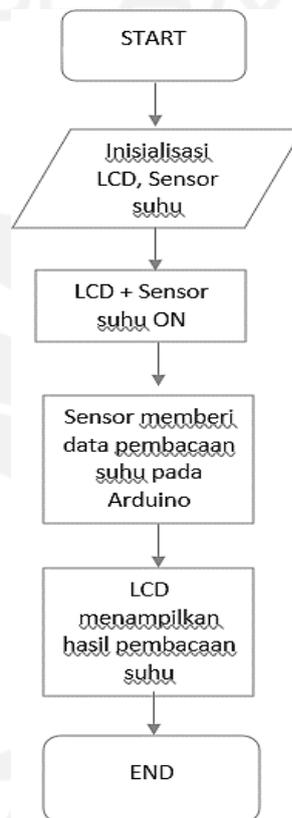


Gambar 3.22 Diagram alir program perancangan 1.

Percobaan program diatas berfungsi untuk mencoba apakah *library* yang digunakan pada *software* arduino dapat terhubung dengan *LCD* I2C 16x2,

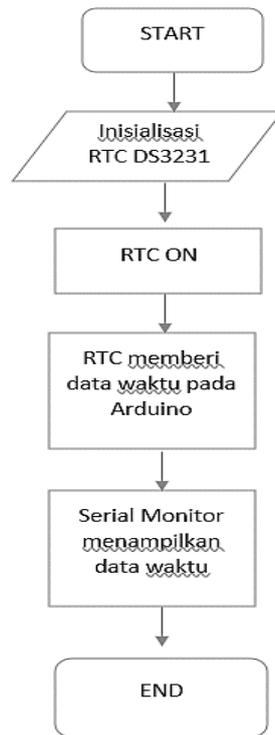
dapat dikatakan terhubung apabila pada saat proses *upload* berhasil, sebelum proses *upload* baiknya kita lakukan proses *compile* terlebih dahulu karena biasanya pada saat pembuatan program banyak kesalahan kata yang terjadi. Selain itu percobaan diatas bermaksud untuk mengetahui bahwa *LCD* yang digunakan dalam kondisi baik

2. Selanjutnya adalah gambaran percobaan program menggunakan sensor suhu *thermocouple max 6675* yang ditunjukkan pada gambar 3.23 diagram alir program percobaan 2.



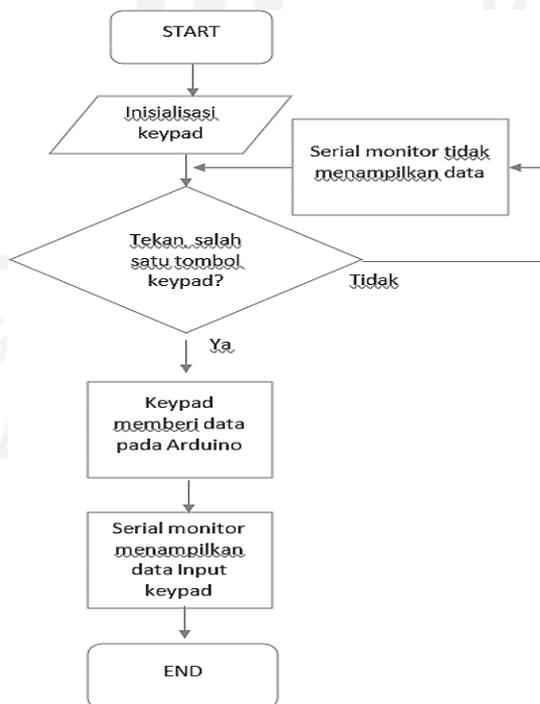
Gambar 3.23 Diagram alir program percobaan 2.

3. Berikut adalah gambar 3.24 diagram alir program percobaan 3, gambaran percobaan program RTC DS 3231.



Gambar 3.24 Diagram alir program percobaan 3.

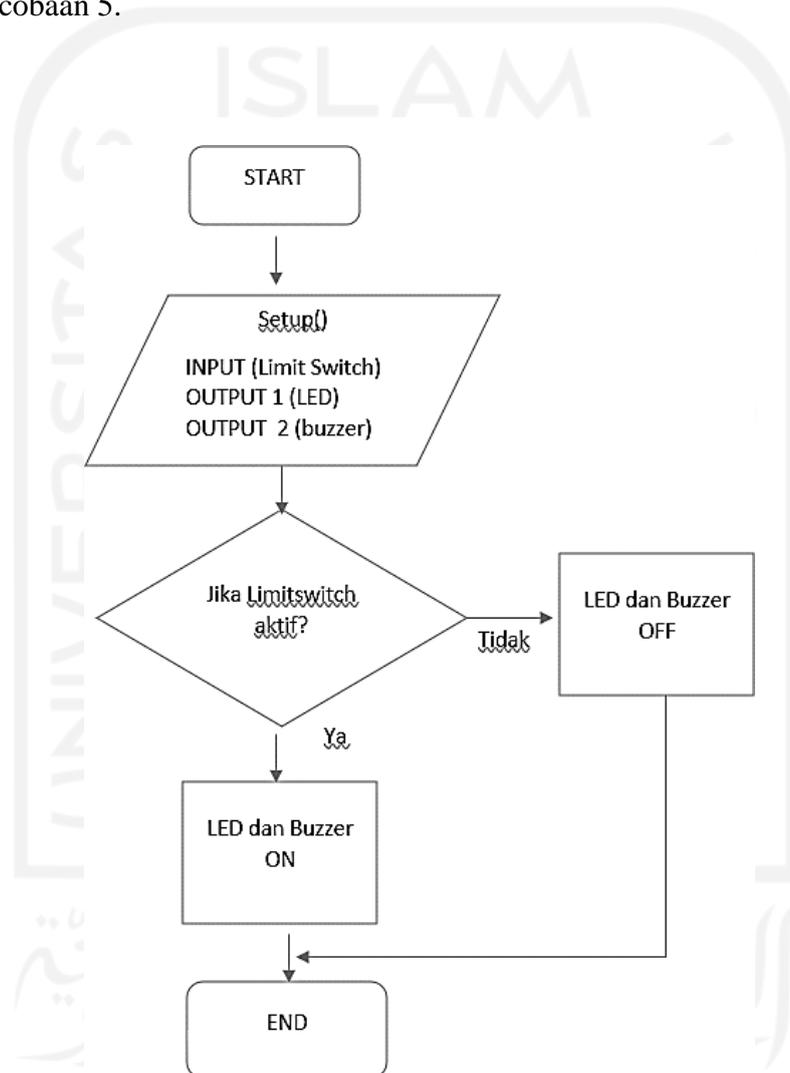
4. Percobaan program keypad 4x4 ditunjukkan pada gambar 3.25 diagram alir program percobaan 4.



Gambar 3.25 Diagram alir program percobaan 4.

Program diatas bertujuan untuk dapat mencoba menggunakan keypad sesuai dengan huruf dan angka yang kita tekan yang nantinya akan ditampilkan pada serial monitor.

5. Percobaan program selanjutnya pada komponen elektrik limit switch, buzzer dan lampu LED tertera pada gambar 3.25 diagram alir program percobaan 5.



Gambar 3.26 Diagram alir program percobaan 5.

3.3.3 Target Perancangan

Setelah dilakukan beberapa percobaan diatas, nantinya seluruh komponen elektrik yang ada akan dihubungkan dan diatur pada arduino dengan beberapa rangkaian perintah pada program yang sudah dibuat. Perancangan sistem otomasi pada penelitian kali ini memiliki tujuan yaitu membuat suatu rangkain sitem otomasi berbasis arduino yang dapat mengatur proses pemesinan mesin vulkanisasi secara otomatis. Akan tetapi yang masih menjadi kekurangan yaitu untuk pemasangan serta peletakan bahan uji karet yang akan divulkanisasi kedalam mesin masih menggunakan bantuan operator. Oleh sebab itu untuk target perancangan sistem otomasi pada mesin vulkanisasi karet ini adalah membuat mesin vulkanisasi yang aman serta pada saat pengoprasian mesin tersebut operator dapat mengatur dan juga menentukan nilai suhu dan juga waktu pengerjaan sehingga dapat memudahkan operator pada saat proses pemesinan berlangsung.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penentuan Sistem Otomasi

Dalam perancangan sistem otomasi pada mesin vulkanisasi menggunakan beberapa komponen elektrik berbasis arduino dengan bantuan *software* arduino IDE 1.8.12. Untuk proses perancangannya dimulai dari pemilihan alat dan bahan lalu dilanjutkan tahap perakitan komponen elektrik hingga pembuatan program sistem yang akan dijalankan. Semua ini melalui pertimbangan serta saran dari hasil *survey* sebelumnya, selain itu berdasarkan *survey* yang telah dilakukan untuk mesin vulkanisasi masih sangat jarang ditemukan di Indonesia, walaupun ada pasti harga dari mesin tersebut masih terbilang cukup mahal. Dalam penelitian kali ini akan bertujuan untuk membuat suatu mesin vulkanisasi otomatis yang terjangkau dengan menggunakan sistem berbasis arduino. Sebenarnya selain menggunakan sistem yang berbasis arduino masih ada sistem yang lain yaitu sistem PLC, akan tetapi dengan pertimbangan serta ilmu yang telah didapat diperkuliahan, maka telah ditentukan untuk menggunakan sistem berbasis arduino tersebut.

4.2 Hasil Perancangan Sistem Otomasi

Sebelumnya, kita telah melakukan percobaan perakitan dan percobaan program satu persatu terhadap penggunaan komponen elektrik yang sudah ditentukan. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah mulai menghubungkan baik itu perakitan maupun program dari satu komponen elektrik ke komponen elektrik lainnya.

Berikut ini adalah beberapa perancangan sistem otomasi yang dilakukan.

4.2.1 Penggabungan Komponen Elektrik

Pada perancangan sistem kali ini, kami menggunakan 2 arduino untuk dapat mengatur jalannya sistem elektrik yang bekerja. Arduino yang pertama digunakan untuk mengatur sistem yang ada pada heater, kemudian arduino ke-dua

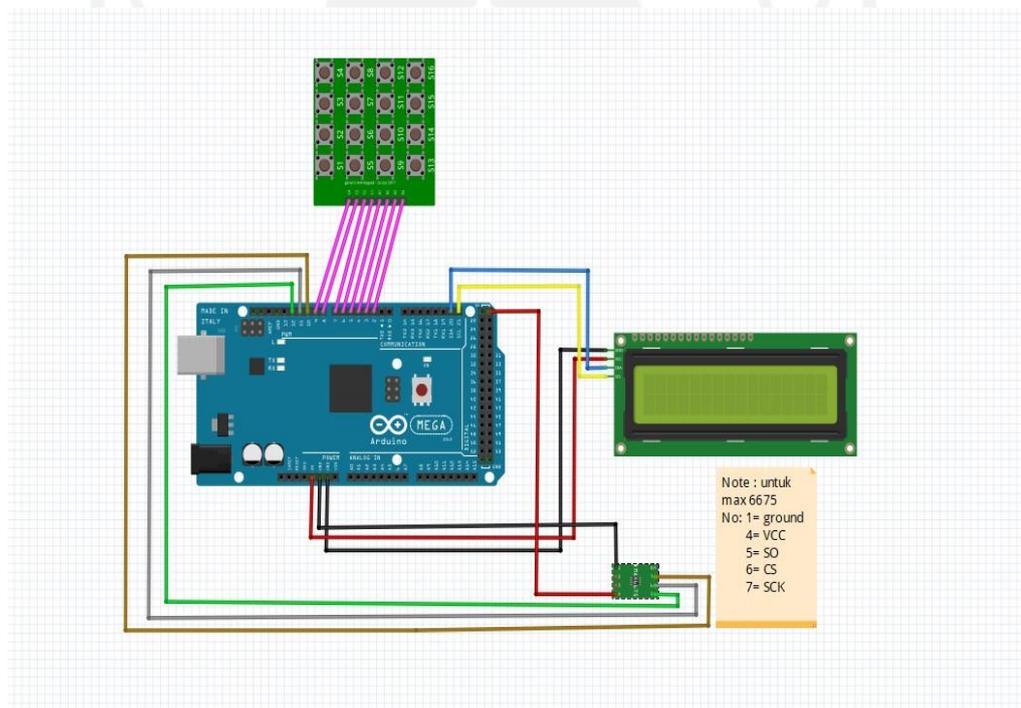
digunakan untuk mengatur sistem hidrolik. Berikut adalah beberapa tahapan perancangan sistem yang dilakukan.

1. Perancangan Komponen Elektrik pada *Heater*

Sistem ini akan diatur oleh Arduino Mega ADK. Perancangan dibagi menjadi beberapa tahap diantaranya yaitu:

A. Perancangan sitem otomasi 1

Komponen elektrik yang akan dihubungkan ke arduino terlebih dahulu adalah LCD I2C, sensor suhu *thermocouple max 6675*, dan *keypad*. Perancangan disini bertujuan untuk dapat menentukan titik suhu yang akan diukur oleh sensor suhu dengan bantuan keypad 4x4 untuk memasukan nilai yang akan ditampilkan oleh LCD I2C 16x2. Gambar perakitan ditunjukkan oleh gambar 4.1 perakitan komponen elektrik 1.



Gambar 4.1 Perkaitan komponen elektrik 1.

Selanjutnya adalah hasil *output* yang ditampilkan pada layar LCD I2C 16x2 ditunjukkan pada gambar 4.2 *output* perancangan 1 berikut.

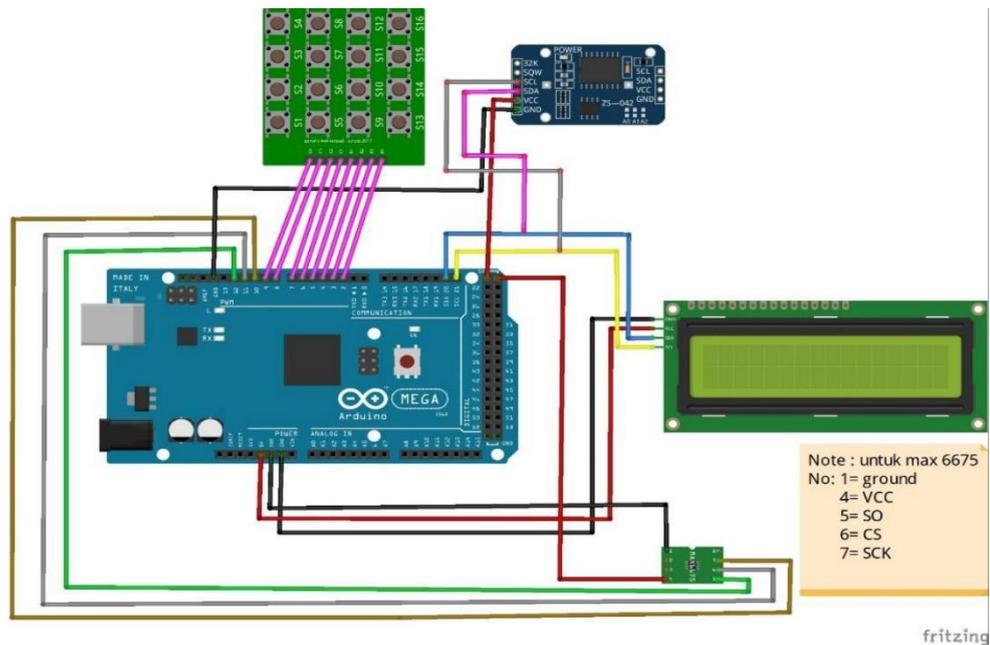


Gambar 4.2 *Output* perancangan 1.

Layar LCD I2C 16x2 pada gambar diatas menampilkan variabel $SP = 0^{\circ}\text{C}$, SP singkatan dari *set point* artinya adalah atur nilai, untuk menentukan titik suhu yang kita inginkan kemudian $T = 28.75^{\circ}\text{C}$ adalah suhu yang dibaca oleh sensor suhu *thermocouple max 6675* kemudian untuk baris ke-dua sebagai keterangan, $\text{set} = *$ artinya tekan $*$ pada *keypad* untuk mengatur SP pada baris pertama. Kemudian keterangan *heater off* pada baris ke-dua merupakan keterangan yang dimunculkan jika pada saat T lebih besar dari SP maka *heater off* akan tetapi jika T kurang dari SP maka keterangan berubah menjadi *heater on*, keterangan *heater* disini sebagai perumpamaan saja dan nantinya akan dihubungkan langsung ke *relay* untuk mematikan *heater* secara langsung.

B. Perancangan sistem otomasi 2

Perancangan selanjutnya adalah menambahkan komponen elektrik RTC DS 3231 kedalam perancangan pertama yang nantinya akan membuat suatu keluaran berupa waktu yang dapat diatur dalam *keypad* yang digunakan yang nantinya akan ditampilkan pada layar LCD. Berikut adalah penambahan perakitan komponen elektrik yang dilakukan ditunjukkan pada gambar 4.3 perakitan komponen elektrik 2.



Gambar 4.3 Perakitan komponen elektrik 2.

Perakitan kali ini sedikit berbeda, disini dilakukan percabangan pada pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) pada arduino mega ADK yang merupakan pin khusus, percabangan pada pin 20 (SDA) akan dihubungkan ke pin SCA pada LCD I2C 16x2 dan pin SDA pada RTC DS 3231 sedangkan untuk pin VCC dan GND pada RTC DS3231 dihubungkan pada 5V dan GND pada arduino.

Berikutnya adalah *output* yang dihasilkan dan ditampilkan pada layar LCD 16x2 tertera pada gambar 4.4 *output* perancangan 2.1 dan gambar 4.5 *output* perancangan 2.2



Gambar 4.4 *Output* perancangan 2.1.

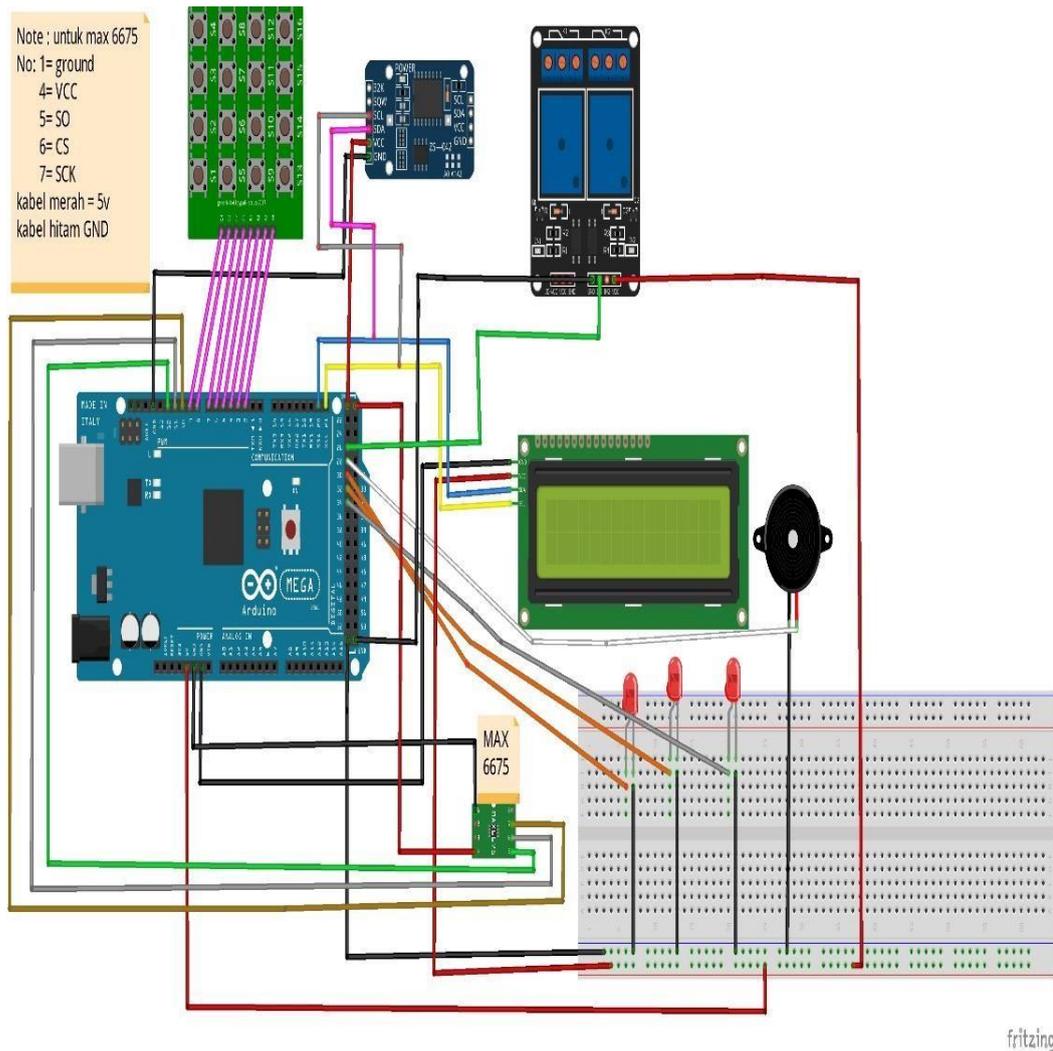


Gambar 4.5 *Output* perancangan 2.2.

Output yang ditampilkan pada layar *LCD* mengalami beberapa perubahan diantaranya, pada gambar 4.4 *output* perancangan 2.1 telah diubah yaitu variabel *SP* menjadi variabel *S*, alasannya karena keterbatasan tempat yang ada pada *LCD* tetapi fungsi variabel tersebut masih sama, selanjutnya pada bagian bawah telah dirubah tidak memunculkan keterangan seperti sebelumnya dan diganti dengan variabel *alarm* berfungsi untuk mengatur waktu yang diantaranya jam, menit dan detik. Kemudian untuk gambar 4.5 *output* perancangan 2.2 adalah tampilan kedua pada layar *LCD* yaitu menampilkan waktu yang sesungguhnya, pada baris pertama didalam *LCD* tersebut akan saling berganti selama 1 detik sesuai dengan perintah *delay* yang diberikan pada program sebelumnya. Waktu sesungguhnya disini berfungsi untuk menjadi acuan dalam menentukan waktu *alarm*. Pada saat waktu telah mencapai waktu *alarm* yang ditentukan maka proses pemanasan akan berhenti secara otomatis.

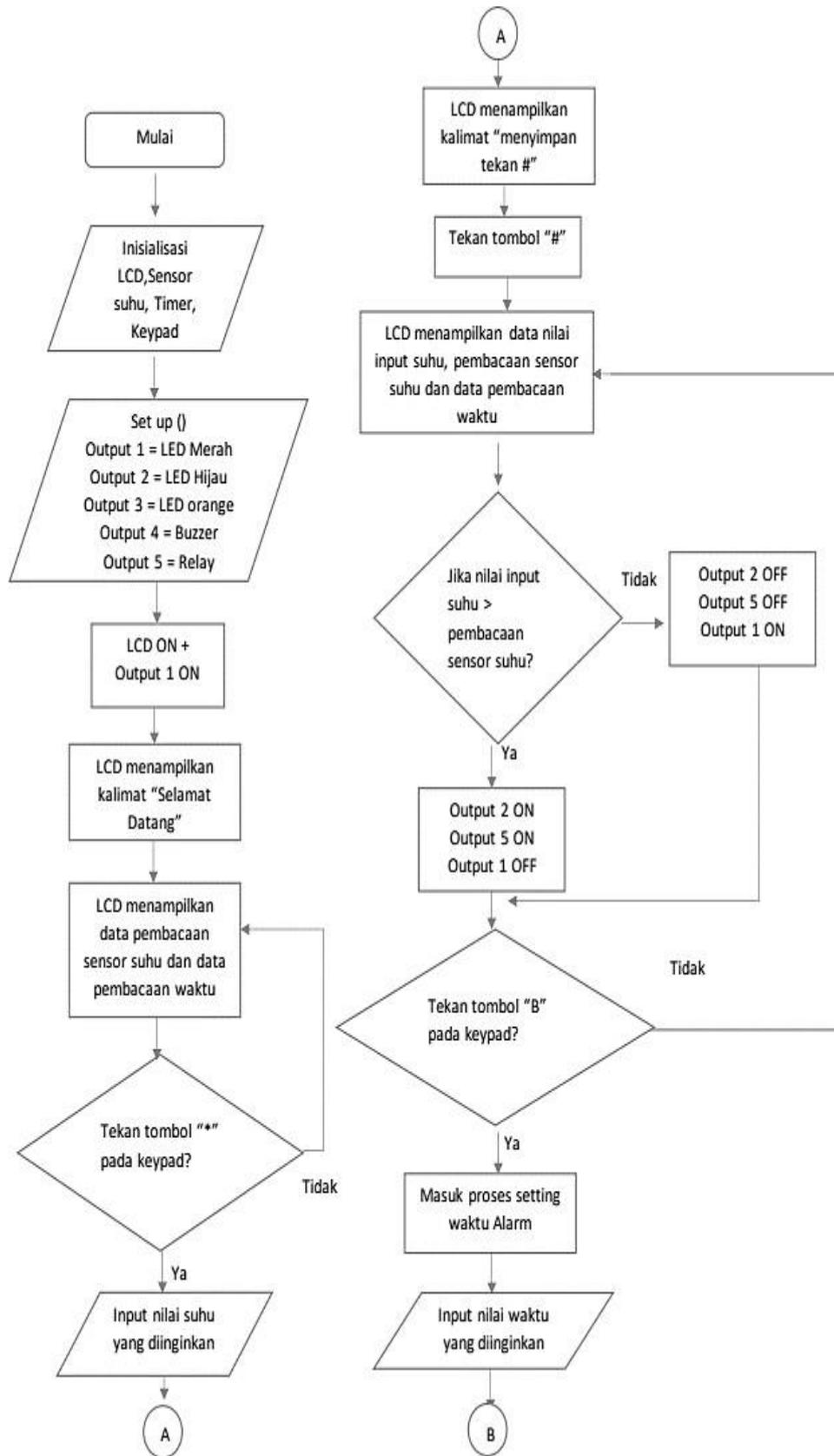
C. Perancangan sitem otomasi 3

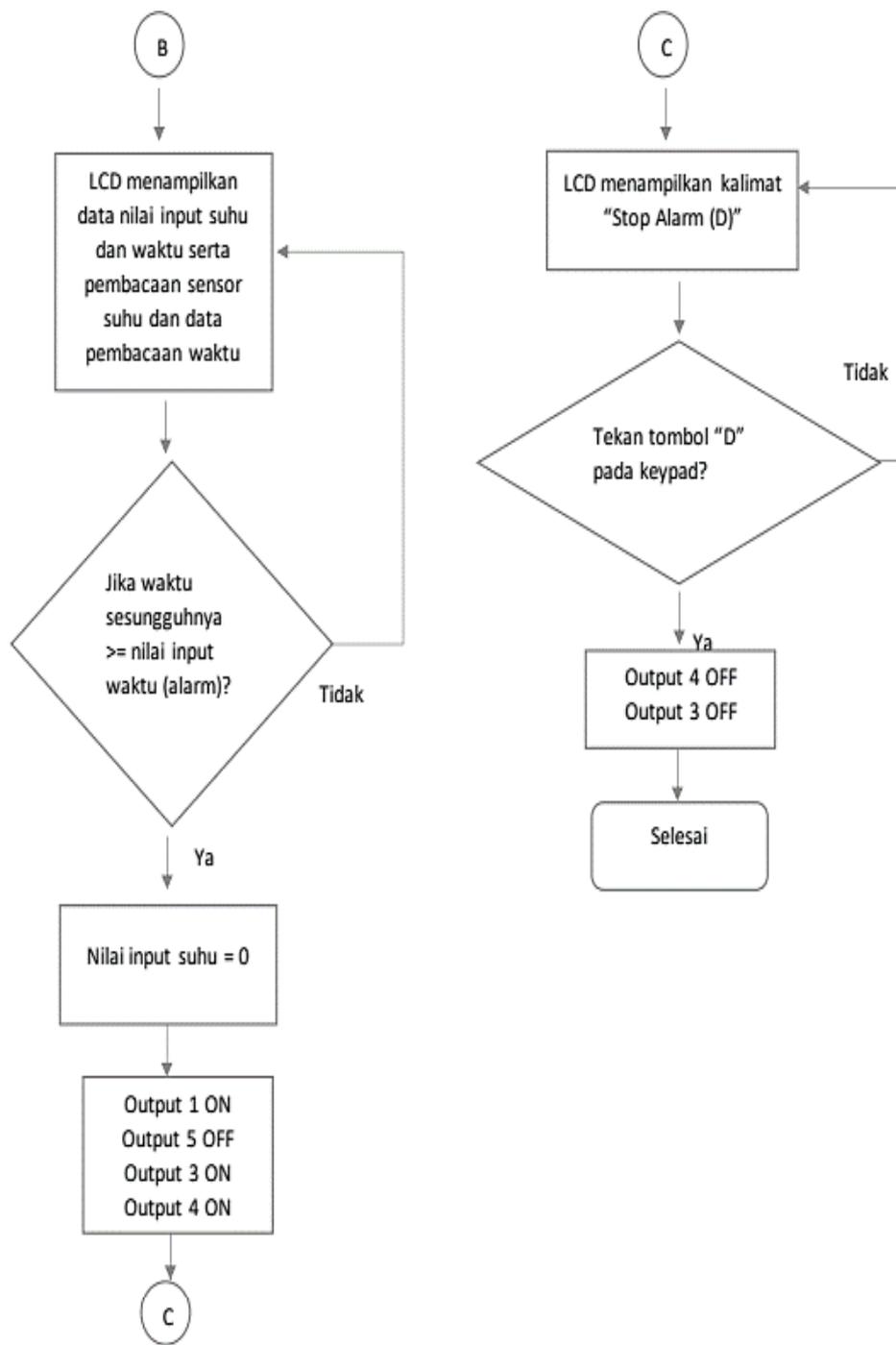
Untuk perancangan sistem otomasi yang ketiga yaitu menambahkan *relay* serta komponen elektrik pendukung lainnya yang tertera pada gambar 4.6 perakitan komponen elektrik 3.



Gambar 4.6 Perakitan komponen elektrik 3.

Perakitan kali ini sedikit mengalami kendala karena semua pin 5V dan GND pada arduino sudah digunakan, maka dari itu untuk mengatasi masalah tersebut ditambahkan *Breadboard* pada rangkaian yang nantinya akan menampung beberapa pin yang belum terpasang pada arduino selanjutnya dari *Breadboard* tersebut nantinya akan dihubungkan kedalam arduino. Berikutnya adalah tahapan program akhir, bagian program disini terjadi beberapa penambahan yang dapat dilihat pada gambar 4.7 digram alir penggabungan program .

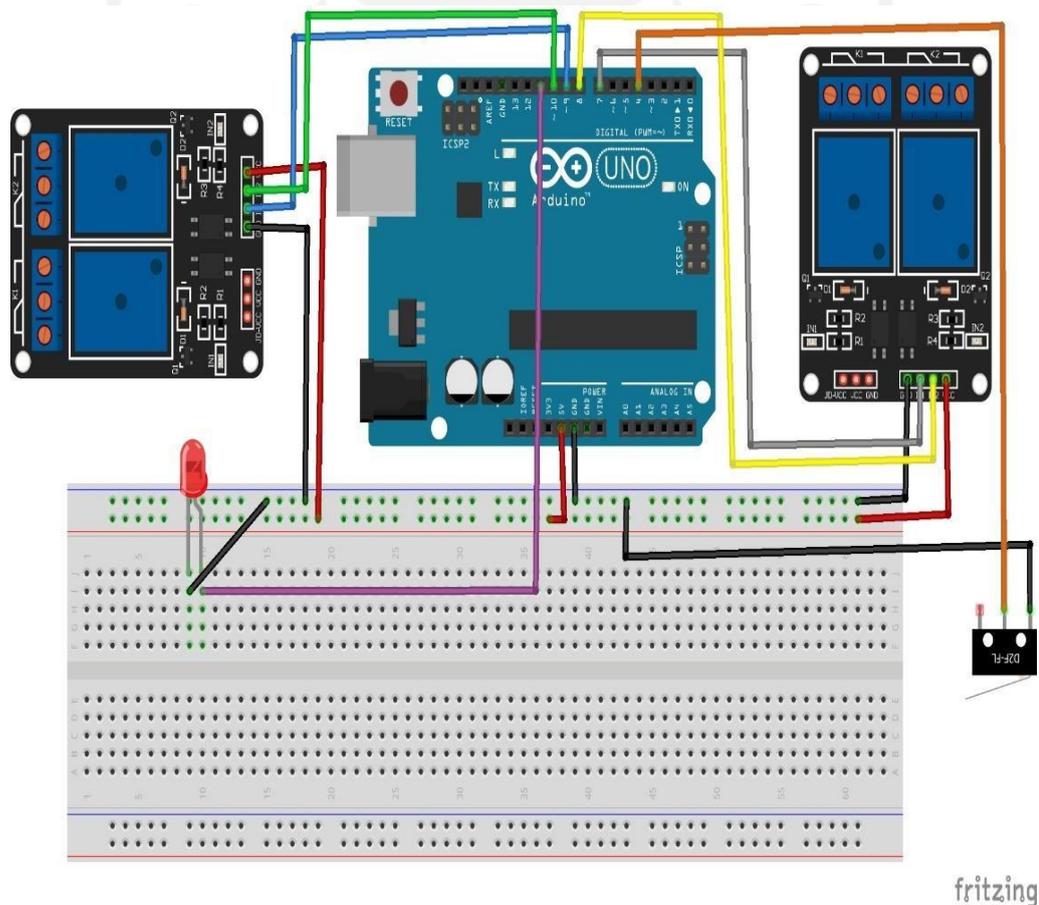




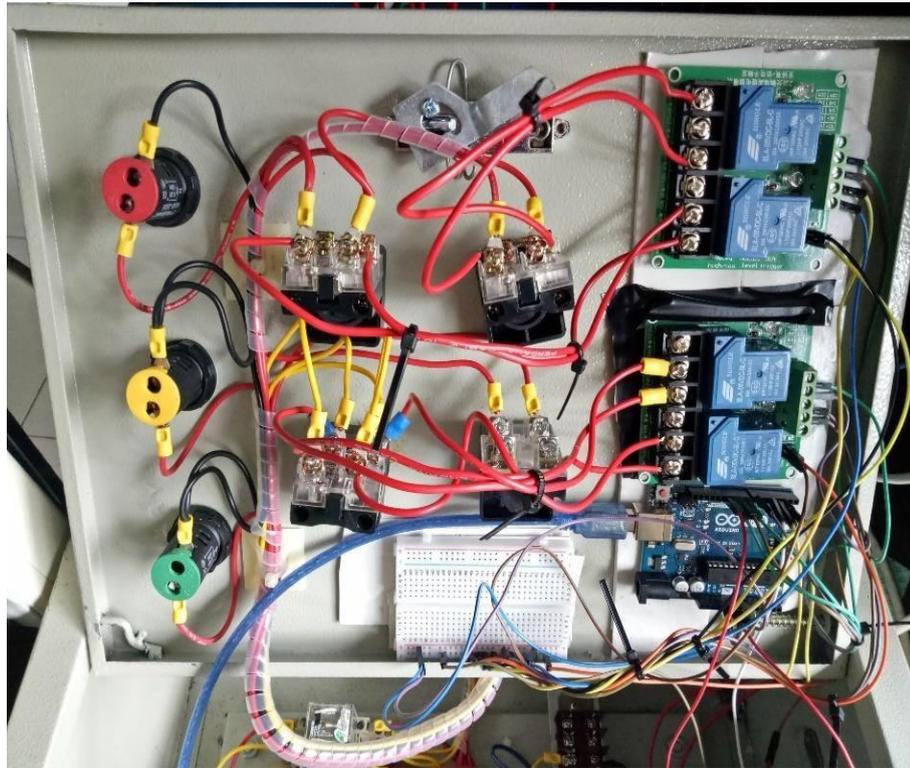
Gambar 4.7 Diagram alir penggabungan program.

2. Perancangan Komponen Elektrik pada Hidrolik

Pada perancangan ini hidrolik akan diatur oleh Arduino uno menggunakan bantuan komponen elektrik diantaranya 2 pasang *module relay 5v 30A 2 channel*, *relay* tersebut digunakan untuk mengatur tombol saklar yang ada pada panel *control* hidrolik, kemudian *limit switch* komponen ini akan digunakan untuk memutus arus listrik yang ditempatkan pada piston hidrolik. Komponen elektrik selanjutnya adalah lampu LED warna biru yang berfungsi sebagai tanda bahwa hidrolik sedang beroperasi, lalu komponen terakhir adalah *selector switch* yang memiliki fungsi untuk mengatur posisi piston hidrolik. Berikut ini adalah gambar sistem otomasi yang ada pada hidrolik ditunjukkan pada gambar 4.8 perakitan sistem elektrik pada hidrolik dan gambar 4.9 perancangan sistem pada *panel control* hidrolik dan gambar 4.10 perancangan sistem pada piston hidrolik.



Gambar 4.8 Perakitan sistem elektrik pada hidrolik.

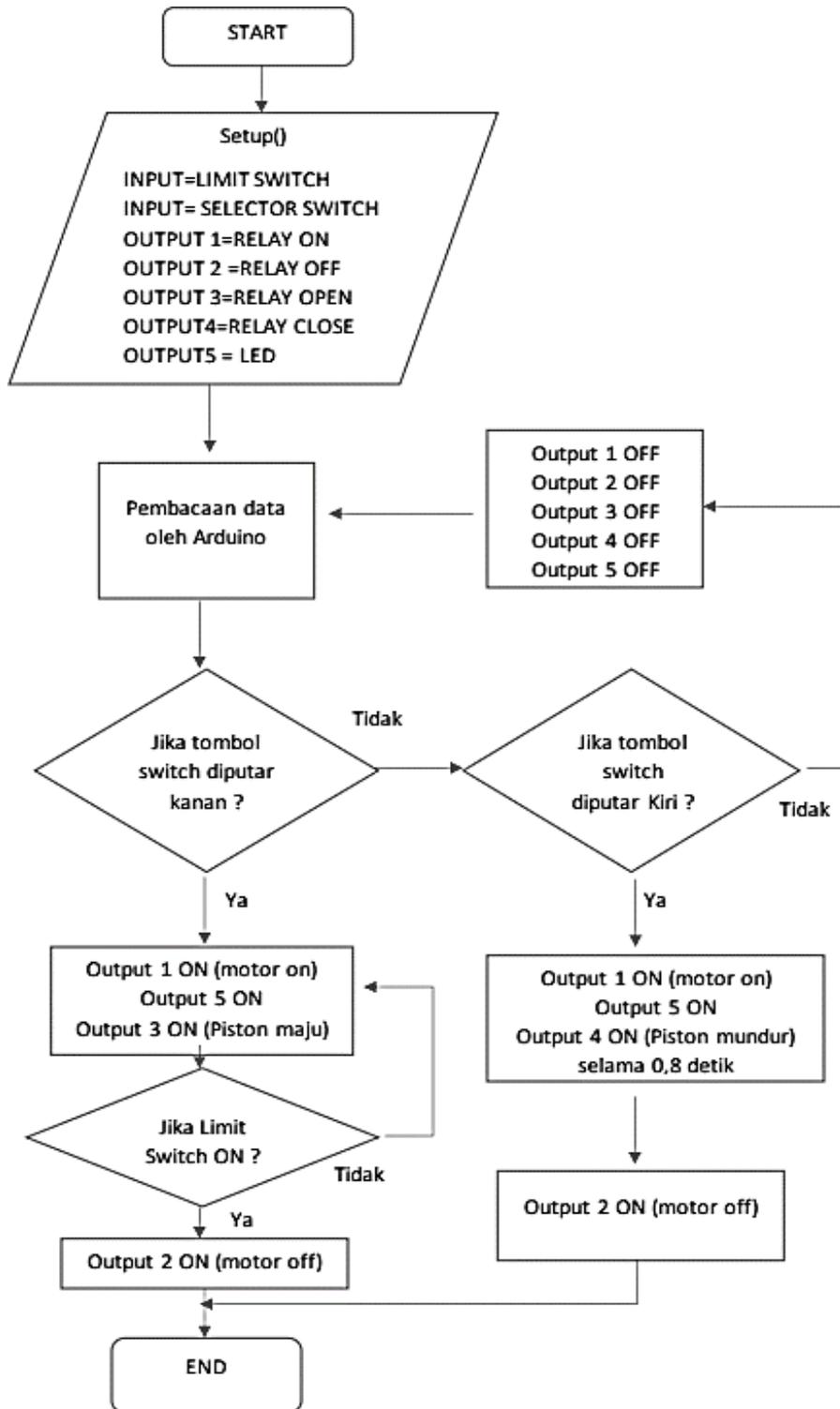


Gambar 4.9 Perancangan sistem pada *panel control* hidrolik.



Gambar 4.10 Perancangan sistem pada *panel control* hidrolik.

Selanjutnya adalah program yang digunakan untuk dapat mengatur hidrolik ditunjukkan pada gambar 4. 11 diagram program perancangan hidrolik.



Gambar 4.11 Diagram alir program perancangan hidrolik.

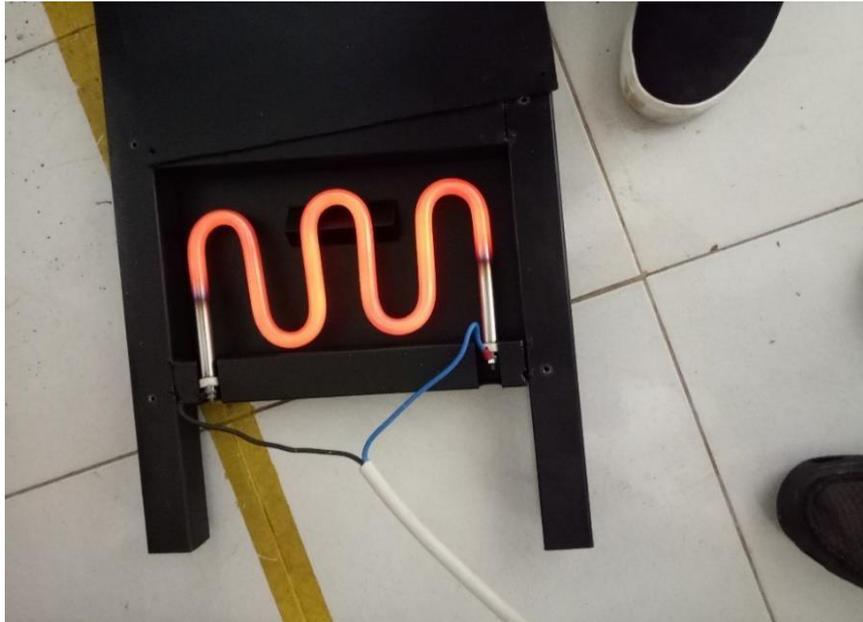
4.2.2 Perakitan Heater

Sebelumnya sudah dilakukan perancangan komponen elektrik pada arduino, langkah selanjutnya adalah melakukan perakitan pada *heater* dan pemasangan *relay* pada *heater*. komponen tersebut sangatlah penting dalam penelitian kali ini karena penelitian kali ini berhubungan pemanas yaitu *heater*. Untuk *heater* yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *tubular heater* berbentuk huruf w, berdiameter 15 mm dan memiliki daya 2000 watt. Berikut ini adalah gambar dari *tubular heater* yang ditunjukkan pada gambar 4.12 *tubular heater*.



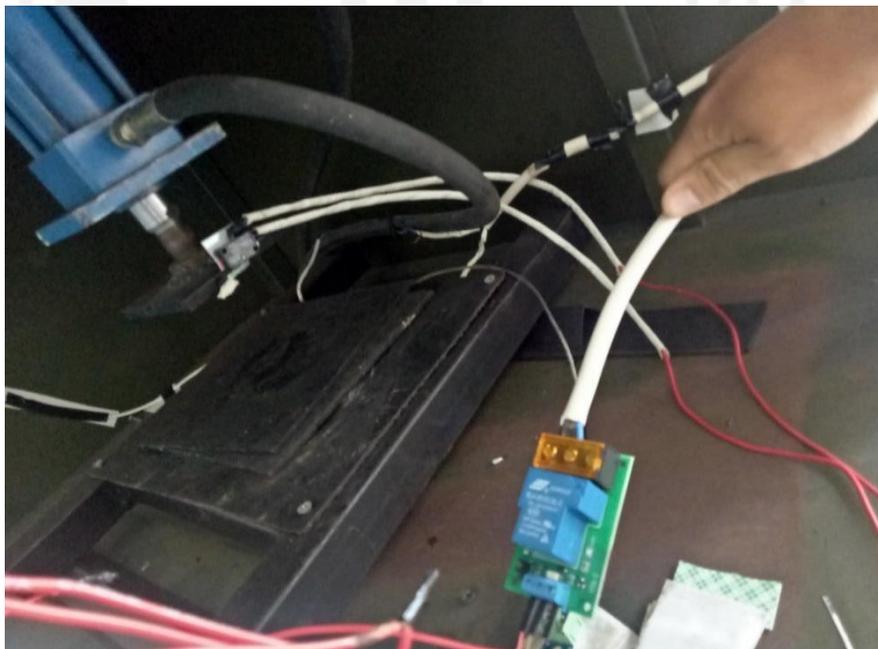
Gambar 4.12 *Tubular heater*.

Tubular heater diatas nantinya akan dihubungkan dengan kabel listrik dan akan dilakukan percobaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.13 percobaan *tubular heater*.



Gambar 4.13 Percobaan *tubular heater*.

Percobaan pemanasan pada *tubular heater* seperti gambar diatas bertujuan untuk melihat apakah *tubular heater* dapat bekerja dengan baik. Setelah dilakukan pemasangan kabel listrik pada *tubular heater* selanjutnya yaitu melakukan pemasangan *relay* pada tubular heater yang tertera pada gambar 4.14 pemasangan *relay* pada *tubular heater*.



Gambar 4.14 Pemasangan *relay* pada *tubular heater*.

4.3 Pemasangan Komponen Elektrik pada Rangka Mesin

Berikut ini adalah beberapa tahapan pemasangan komponen elektrik pada rangka mesin vulkanisasi ditunjukkan pada beberapa gambar dibawah ini :

Pemasangan komponen elektrik arduino pada *panel control* ditunjukkan pada gambar 4.15 *panel control* mesin vulkanisasi karet.



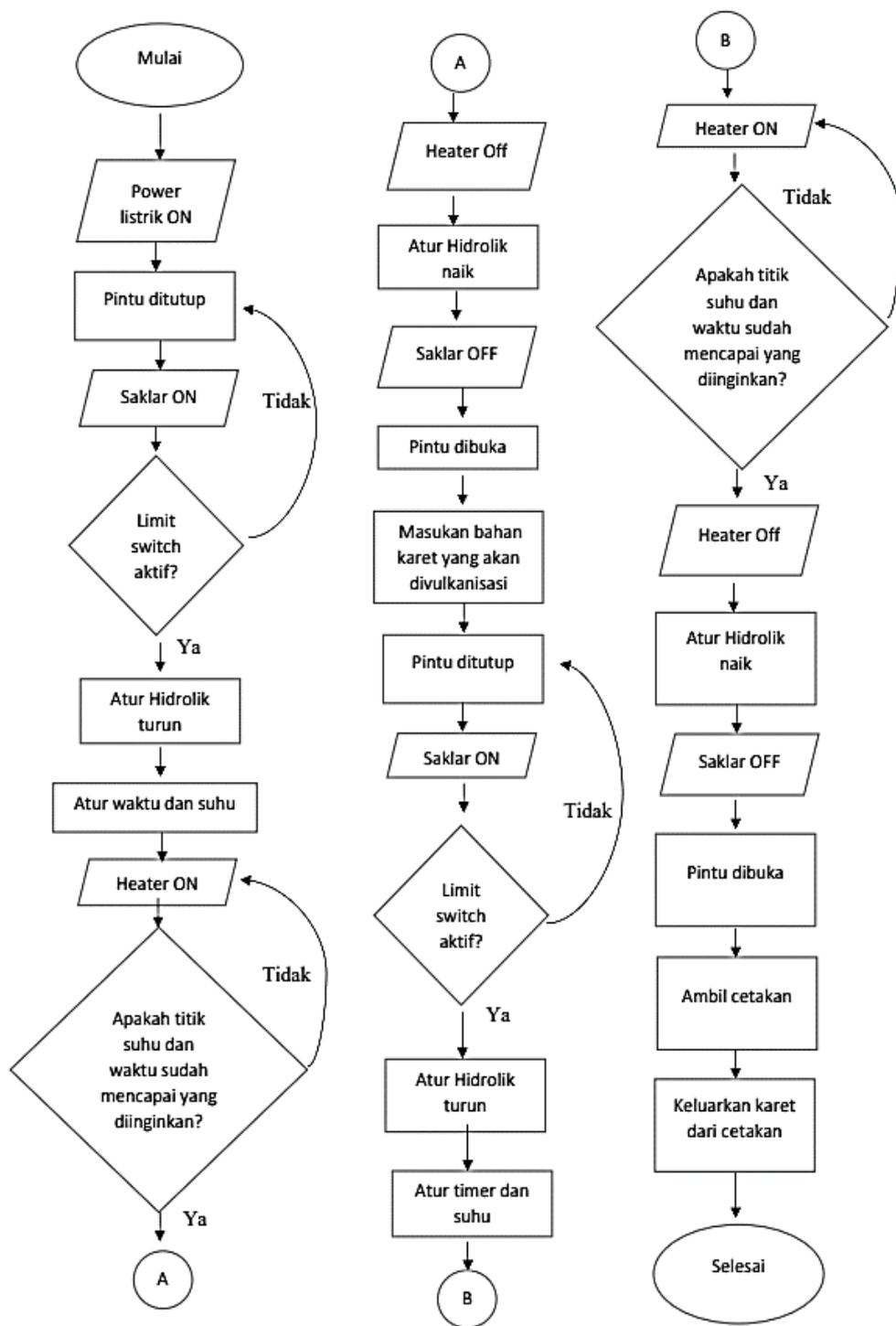
Gambar 4.15 *Panel control* mesin vulkanisasi karet.

Pada 4.15 *panel control* mesin vulkanisasi karet ini kita dapat melihat bahwa untuk mengatur sistem yang ada pada mesin kita hanya perlu mengoperasikan yang ada pada *panel control* tersebut. Berikut ini penjelasan singkat mengenai komponen yang ada pada *panel control*, pada bagian atas panel terdapat 4 buah lampu LED yang mempunyai warna berbeda yang memiliki fungsinya masing-masing, untuk yang pertama adalah lampu LED berwarna merah memiliki fungsi sebagai penanda bahwa *heater* tidak menyala (*off*), lampu LED

hijau menandakan bahwa *heater* dalam keadaan menyala (*on*), kemudian lampu led biru sebagai tanda bahwa hidrolik sedang beroperasi dan lampu LED *orange* sebagai tanda bahwa waktu yang kita tentukan telah tercapai. Selanjutnya tepat dibawah lampu LED ada *selector switch* yang memiliki fungsi untuk mengatur jalannya hidrolik, dengan menggunakan alat ini kita dapat menaikkan atau menurunkan piston hidrolik. Selanjutnya terdapat *buzzer* yang memiliki fungsi yang sama dengan lampu LED *orange* yaitu sebagai penanda bahwa waktu yang kita tentukan telah tercapai, lalu ada saklar *on/off* yang berfungsi untuk menyalakan seluruh sistem yang ada pada mesin vulkanisasi. Kemudian terakhir ada *box control* yang didalamnya ada komponen elektrik seperti, *keypad* 4x4, LCD I2C 16x2 serta RTC DS 3231. Pada *box control* ini kita dapat mengatur suhu serta waktu yang kita inginkan.

4.4 Panduan Untuk mengoperasikan mesin vulkanisasi

Berikut ini adalah beberapa tahapan mengoperasikan mesin vulkanisasi ditunjukkan dalam gambar 4.16 diagram alir proses pemesinan mesin vulkanisasi.



Gambar 4.16 Diagram alir proses pemesinan mesin vulkanisasi

4.5 Analisis dan Pembahasan

Penelitian kali ini membahas mengenai sistem otomasi yang bekerja pada mesin vulkanisasi. Permasalahan muncul pada saat kita akan melakukan pengaturan suhu dan waktu vulkanisasi karet dikarenakan hanya menggunakan satu buah *heater* saja, selain itu untuk sensor suhu *thermocouple max 6675* yang digunakan juga berada pada bagian dalam *cover heater* sehingga dalam menentukan suhu luar *heater* mengalami sedikit kesulitan karena perbedaan suhu yang cukup besar antara suhu dalam dan suhu luar *heater*. Untuk mengatasi hal tersebut disini kami menggunakan metode analisis, yaitu dengan cara melakukan percobaan berulang lalu mengukur selisih suhu, antara suhu dalam *heater* yang sudah tertera di layar *LCD* dan suhu luar *heater* dengan bantuan *thermometer infrared*. Sebelum kita masuk pada proses vulkanisasi, kita harus melakukan proses *preheating* terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan mesin vulkanisasi ini dengan menggunakan karet alam sebagai bahan vulkanisasi dengan suhu vulkanisasi 120⁰C dan waktu vulkanisasi 20 menit, disini kita mencoba untuk melakukan analisis pada suhu luar *heater* atau lebih tepatnya pada bagian penutup cetakan agar suhu penutup cetakan tersebut mendekati suhu 120⁰C. Berikut ini adalah data analisis hasil pengujian karet dengan suhu vulkanisasi 120⁰C ditunjukkan pada tabel 4.1 proses *preheating*.

Tabel 4.1 Proses *preheating*.

No	Suhu dalam ⁰ C	Waktu dalam menit
1.	100	10
2.	200	10
3.	300	10
4.	350	10

Tabel 4.1 proses *preheating* tersebut harus dilakukan secara urut untuk dapat menghasilkan suhu luar *heater*/suhu penutup cetakan sebesar 120⁰C .Selanjutnya pada saat proses *preheating* telah selesai barulah memulai proses vulkanisasi. Untuk karet alam yang akan divulkanisasi ini dibutuhkan suhu 120⁰C

dengan waktu 20 menit, sehingga untuk *setting* suhu yang dilakukan dengan memasukan suhu 350⁰C dengan waktu 20 menit.

Untuk mengetahui ketahanan/*reliability* pada mesin vulkanisasi sendiri yaitu dengan dilakukan pengujian mesin vulkanisasi. Pengujian vulkanisasi ini sudah dilakukan sebanyak 6 kali percobaan dah mesin vulkanisasi ini terbukti dapat berjalan dengan baik sesuai yang diharapkan dan tidak terjadi kerusakan pada mesin pada saat proses pengujian berlangsung serta dilihat dari hasilnya pun sudah sesuai dengan yang diharapkan karena setelah dilakukan proses vulkanisasi terjadi beberapa perubahan sifat yang ada pada karet tersebut meliputi ketahanan dan kekuatan dari karet, lebih kuat dan lebih elastis dari sebelum proses vulkanisasi dilakukan. Ini mendandakan bahwa mesin yang digunakan sudah berjalan dengan seperti yang diharapkan. Berikut ini adalah gambar karet yang sudah divulkanisasi ditunjukkan pada gambar 4.17 karet yang sudah divulkanisasi.



Gambar 4.17 Karet yang sudah divulkanisasi

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini diantaranya :

1. Sistem Otomasi yang digunakan pada perancangan mesin vulkanisasi karet ini menggunakan sistem berbasis Arduino dibantu dengan komponen elektrik lainnya sehingga menjadi suatu sistem otomasi yang dijalankan menggunakan suatu program sebagai perintah.
2. Perancangan komponen elektrik pada penelitian ini diawali dengan perakitan komponen elektrik, pembuatan program serta penggabungan antara komponen elektrik dan program menjadi satu kesatuan yang saling terkait satu sama lain.
3. Sistem yang bekerja pada mesin vulkanisasi dapat mengatur suhu dan waktu proses vulkanisasi dengan bantuan program sebagai perintah untuk menjalankan sistem.

5.2 Saran

Mesin vulkanisasi yang dirancang ini nantinya akan membutuhkan daya yang besar untuk dapat mengoprasikannya, untuk itu mesin ini tidak dapat digunakan disembarang tempat. Selain itu untuk selalu memperhatikan sistem keamanan pada mesin karena mesin beroperasi menggunakan alat yang cukup berbahaya dan berhubungan dengan listrik maka dari itu untuk rutin mengecek mesin tersebut. Bagian yang rawan pada sistem ini tentunya pada arduino serta kabel jumper yang menghubungkan komponen elektrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T.Kus/toeb. 2006. Presiden : Produksi Kelapa Sawit Indonesia Akan Lampau Malaysia. Selasa, 19 Des. 2006, 16:22 WIB.
http://www.depkominfo.go.id/?action=view&pid=news_aceh&id=2828
- [2] Bhuana, K. S. 1990. Teori Vulkanisasi Karet. Pusat Penelitian Perkebunan. Bogor. Di dalam Indriati, T. 2004. Pengaruh Kadar Karet Kering dan Umur Pemeraman Kompon Lateks Sentrifusi terhadap Karakteristik Serat Sabut Kelapa Berkaret. Skripsi. TIN IPB. Bogor.
- [3] Parr, A. 2003. Hidrolika dan Pneumatika Pedoman untuk Teknisi dan Insinyur. Jakarta : Erlangga
- [4] *Rubber plate vulcanizing*
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/10ton-50ton-rubber-plate-vulcanizing-press-lab-vulcanizing-machine-62187643211.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1f533c8200KdGG&s=p
- [5] Mesin Press Vulkanisir Produk Karet Sertifikat Ce/ISO untuk Pembuat Sol Sandal
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ce-iso-certificate-rubber-product-vulcanizing-press-machine-for-slipper-sole-making-60819411824.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1f533c82DCfOsp
- [6] Mesin Vulkanisir Plat Karet
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/factory-direct-sale-rubber-vulcanizing-mould-press-rubber-plate-vulcanizer-machine-62078750552.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.6d7b7641D7pqn8
- [7] Mesin Pres Vulkanisir Hidrolik Karet
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/rubber-hydraulic-vulcanizing-press-machine-60530097199.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1f533c82DCfOsp

- [8] Mesin Cetak Kompresi Karet/Mesin Pres Vulkanisir
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/rubber-compression-molding-machine-vulcanizing-press-machine-vulcanizing-machine-62091888588.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1f533c82DCfOsp
- [9] Groover, M. P. (2007). *Fundamental of modern manufacturing*. Pennsylvania: John Wiley & Sons.Inc
- [10] M. Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi Dan Praktek Mikrokontroller Arduio*. Yogyakarta: Andi, 2013
- [11] Ajjie, Sapt. 2016. *Buku Mudah Belajar Mikrokontroller dengan Arduino*.
- [12] Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Penerbit Elexmedia.
- [13] Sulbi. (2010). “Pengukuran Temperatur Jarak Jauh Secara Real Time Berbasis PC Menggunakan Gelombang Radio”. Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- [14] Yunus, A. (2003). “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu dan Salinitas Digital Berbasis Mikrokontroler 89C51”. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- [15] Sora, N. 2015. *Pengertian Suhu dan Termometer Serta Jenis-Jenisnya*
- [16] Setiawan & Saryono. 2011. *Metodologi dan Aplikasi*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press.
- [17] Munandar, Aris. (2012). *Liquid Crystal Display (LCD) 16X2*. 9 April 2015
<http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>.
- [18] Heranudin, *Rancang Bangun Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Radio Frequency Identifikasi (RFID) Berbasis Mikrokontroler AT89C51*, 2008 hal:
- [19] Febriansyah, I. (2010). “Simulasi Lampu Gedung Terkontrol Melalui Intranet”. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- [20] Hakim, L. (2009). “Sistem Pengaman Kendaraan Bermotor Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535”. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

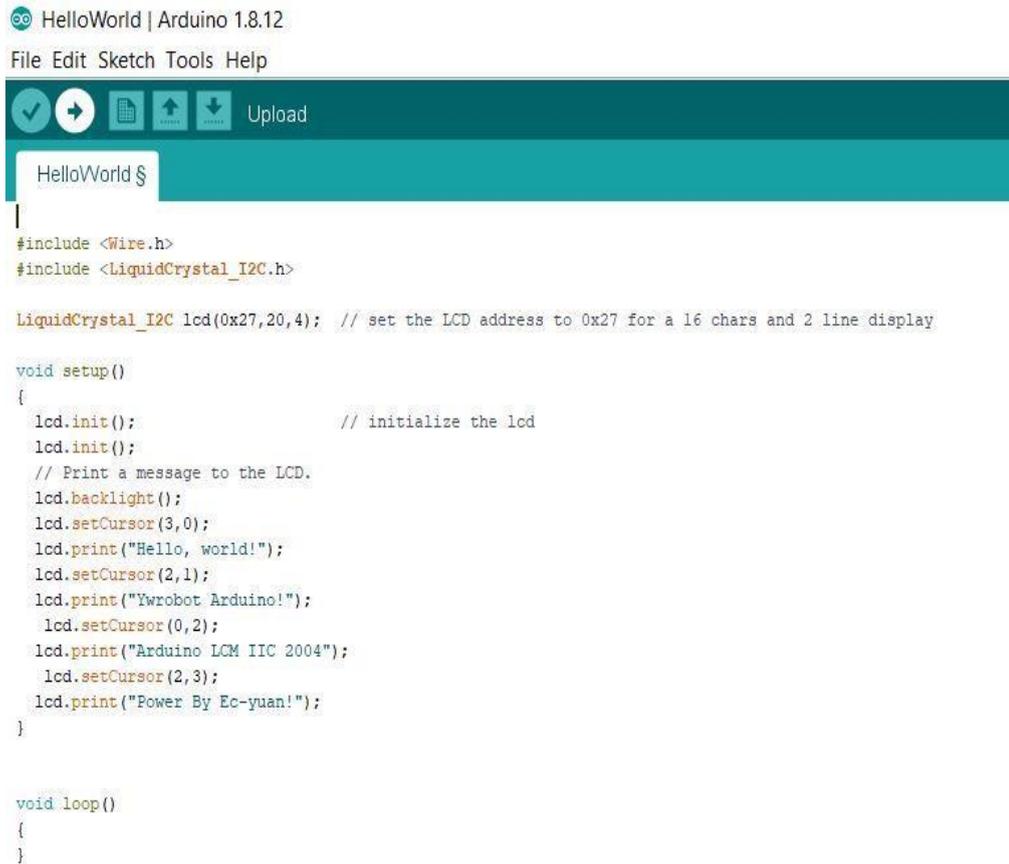
[21]Purnama, Agus. 2012. Matriks Keypad 4×4 Untuk Mikrokontroler.

<http://elektronika-dasar.web.id/matriks-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>



LAMPIRAN 1

1. Program Percobaan



```
HelloWorld | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help
Upload
HelloWorld $
|
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display

void setup()
{
  lcd.init();           // initialize the lcd
  lcd.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("Hello, world!");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("Ywrobot Arduino!");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Arduino LCM IIC 2004");
  lcd.setCursor(2,3);
  lcd.print("Power By Ec-yuan!");
}

void loop()
{
}
```



```

#include "max6675.h"// this file is part of the library. See video for details

// start of settings for LCD1602 with I2C
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>// this file is part of the library. See video for details
// Set the LCD address to 0x3F for a 16 chars and 2 line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);
// end of settings for LCD1602 with I2C

int soPin = 4;// SO=Serial Out
int csPin = 5;// CS = chip select CS pin
int sckPin = 6;// SCK = Serial Clock pin

MAX6675 thermocouple(sckPin, csPin, soPin);

void setup() {
  // Robojax.com MAX6675 video with LCD1602 20181124
  lcd.init();// initializ the LCD1602
  lcd.backlight();// turn the backlight ON for the LCD
  lcd.print("Robojax MAX6675");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Thermocouple");

  Serial.begin(9600);// initialize serial monitor with 9600 baud
  Serial.println("Robojax MAX6675");

  delay(3000);// give time to user to read the display at the beginning
  // Robojax.com MAX6675 video with LCD1602 20181124
}

void loop() {
  // basic readout test, just print the current temp
  // Robojax.com MAX6675 video with LCD1602 20181124
  Serial.print("C = ");
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  Serial.print("F = ");
  Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());|

```





The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following elements:

- Menu bar: File Edit Sketch Tools Help
- Toolbar: Checkmark, Refresh, Upload, Download, Verify
- Tab: TimeRTC §
- Code editor containing the following C++ code:

```
#include <DS3232RTC.h>

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  setSyncProvider(RTC.get); // the function to get the time from the RTC
  if(timeStatus() != timeSet)
    Serial.println("Unable to sync with the RTC");
  else
    Serial.println("RTC has set the system time");
}

void loop()
{
  digitalClockDisplay();
  delay(1000);
}

void digitalClockDisplay()
{
  // digital clock display of the time
  Serial.print(hour());
  printDigits(minute());
  printDigits(second());
  Serial.print(' ');
  Serial.print(day());
  Serial.print(' ');
  Serial.print(month());
  Serial.print(' ');
  Serial.print(year());
  Serial.println();
}

void printDigits(int digits)
{
  // utility function for digital clock display: prints preceding colon and leading 0
  Serial.print(':');
  if(digits < 10)
    Serial.print('0');
  Serial.print(digits);
}
```

```

CustomKeypad $

#include <Keypad.h>

const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 4; //four columns
//define the cymbols on the buttons of the keypads
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'0','1','2','3'},
  {'4','5','6','7'},
  {'8','9','A','B'},
  {'C','D','E','F'}
};
byte rowPins[ROWS] = {3, 2, 1, 0}; //connect to the row pinouts of the keypad
byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4}; //connect to the column pinouts of the keypad

//initialize an instance of class NewKeypad
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  char customKey = customKeypad.getKey();

  if (customKey){
    Serial.println(customKey);
  }
}

```

```

COBA_LIMIT_SWITCH_DAN_LED | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help
COBA_LIMIT_SWITCH_DAN_LED

int buzzer=30;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

  pinMode(7,INPUT);// Limit swtich
  pinMode(8,OUTPUT); // LED
  pinMode(30,OUTPUT);// buzzer
  digitalWrite(8,LOW);
  digitalWrite(30,LOW);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  if(digitalRead(7)== LOW){
    digitalWrite(8,HIGH);
    digitalWrite(30,HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(8,LOW);
    digitalWrite(30,LOW);
  }
}

```

2. Program Hidrolik

```
int kondsaklar1 = 0;
int kondsaklar2 = 0;
int saklarturun = 2;
int saklarnaik = 3;
int limitswitchturun = 4;

void setup() {
  pinMode(2, INPUT);
  digitalWrite(2, HIGH);
  pinMode(3, INPUT);
  digitalWrite(3, HIGH);
  pinMode(4, INPUT);
  digitalWrite(4, HIGH);
  pinMode(7, OUTPUT); // OPEN TURUN
  pinMode(8, OUTPUT); // CLOSE NAIK
  pinMode(9, OUTPUT); // on START
  pinMode(10, OUTPUT); // off STOP
  pinMode(11, OUTPUT); // LED BIRU
}

void loop() {
  kondsaklar1 = digitalRead(saklarturun);
  kondsaklar2 = digitalRead(saklarnaik);
  if(kondsaklar2 == LOW && kondsaklar1 == LOW ){
    digitalWrite(9, LOW);
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(10, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(11, LOW);
  }
  if(kondsaklar1 == HIGH && kondsaklar2 == LOW ){ // PROGRAM TURUN
  if(digitalRead(4) == LOW){
    digitalWrite(9, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(10, HIGH);
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(11, LOW);
  }
  else{
    digitalWrite(9, HIGH);
    digitalWrite(11, HIGH);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(10, LOW);
    digitalWrite(8, LOW);
  }
}
  if(kondsaklar2 == HIGH && kondsaklar1 == LOW ){ // PROGRAM NAIK

    digitalWrite(9, HIGH);
    digitalWrite(8, HIGH);
    digitalWrite(11, HIGH);
    digitalWrite(10, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    delay(800);

    digitalWrite(9, LOW);
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(10, HIGH);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(11, LOW);
    delay(300000);
  }
}
```

3. Penggabungan Program Heater

```
#include "max6675.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <Keypad.h>
#include <EEPROM.h>
#include <DS3231.h>

DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time t;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int soPin = 12; // SO=Serial Out
int csPin = 11; // CS = chip select CS pin
int sckPin = 10; // SCK = Serial Clock pin
MAX6675 thermocouple(sckPin, csPin, soPin);

int Hor, Min, Sec, tim, dat, h, m, s;
char buffer[12];
int ASCII = 48;
int buzzer=28;
char key;
int TSkeypad;
int Tsensor, aturSuhu;
int setTS, kembali;
const byte ROWS=4;
const byte COLS=4;
char keys[ROWS][COLS]={
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6};
byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

void setup(){
  pinMode(30, OUTPUT); // LED merah
  pinMode(32, OUTPUT); // LED oren
  pinMode(34, OUTPUT); // LED biru
  pinMode(28, OUTPUT); // BUZZER
  pinMode(26, OUTPUT); // RELAY HEATER
  digitalWrite(28, LOW);
  digitalWrite(30, HIGH);
  digitalWrite(32, LOW);
  Wire.begin();

  rtc.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" SELAMAT DATANG");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  aturSuhu=0;
  //rtc.setTime(11, 06, 30);
}

void loop(){

  t = rtc.getTime();
  Hor = t.hour;
  Min = t.min;
  Sec = t.sec;
  tim = rtc.getTimeStr();

  mengaturwaktu();
  mengatursuhu();
  gantialarm();
  alarmaktif();
  waktu();
}

void mengaturwaktu(){
  char key = keypad.getKey();
  if (key == 'D'){
    EEPROM.write(2, ASCII+6);
    EEPROM.write(3, ASCII);
    digitalWrite(28, LOW);
    digitalWrite(32, LOW);
    digitalWrite(34, LOW);
    digitalWrite(30, HIGH);
  }
  if(key == 'B'){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("MASUKAN ALARM");
    lcd.setCursor(0,10);
    int j=0;
    int i=0;
    while( j<6){
      if(i==2 || i == 5){
```



```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,10);
lcd.print("stop Alarm(D)");
delay(500);
digitalWrite(28,HIGH);//BUZZER
digitalWrite(32,HIGH);//LED OREN
digitalWrite(34,LOW);//LED BIRU
aturSuhu=0;
}
}
void gantialarm(){
buffer[0]=EEPROM.read(0);
buffer[1]=EEPROM.read(1);
h = atoi(buffer);
buffer[0]=EEPROM.read(2);
buffer[1]=EEPROM.read(3);
m = atoi(buffer);
buffer[0]=EEPROM.read(4);
buffer[1]=EEPROM.read(5);
s = atoi(buffer);
}

void waktu(){
lcd.clear();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Waktu: ");
lcd.print(rtc.getTimeStr());
lcd.setCursor(0,10);
lcd.print("Alarm: ");
lcd.print(h);
lcd.print(":");
lcd.print(m);
lcd.print(":");
lcd.print(s);
delay(1000);
}

```

LAMPIRAN 2

Anggaran Biaya Keseluruhan Pembuatan Mesin Vulkanisasi

Rancang Bangun Mesin Vulkanisasi					
No	Pengeluaran	Jenis	Koef	Satuan	Harga
1	Plat Ezer 1,4 mm	Mekanik	3	Lembar	Rp 990,000
2	Besi Siku 40x40x3 mm	Mekanik	1	Buah	Rp 45,000
3	Besi Hollow 40x40x2 mm	Mekanik	5	Buah	Rp 700,000
3	Jasa Pengerjaan Las	Mekanik	1	Buah	Rp 500,000
4	Jasa Potong Las	Mekanik	1	Buah	Rp 100,000
5	Baut Sekrup 10 x 3/4	Mekanik	110	Buah	Rp 11,000
6	Baut Sekrup 10 x 1	Mekanik	130	Buah	Rp 13,000
7	Skun Heater	Mekanik	2	Buah	Rp 6,000
8	Besi Pemanas	Mekanik	4	Buah	Rp 143,000
9	Acrylic bening dan susu	Mekanik	2	Buah	Rp 302,300
10	Aluminium Foil	Mekanik	1	Buah	Rp 38,000
11	Pylox+dextone	Mekanik	2	Buah	Rp 45,000
12	Engsel+slot pintu	Mekanik	4	Buah	Rp 45,500
13	Mur Sekrup	Mekanik	48	Buah	Rp 14,800
Jumlah					Rp 2,953,600
Kontrol Mesin Vulkanisasi					
No	Pengeluaran	Jenis	Koef	Satuan	Harga
1	Arduino Uno + kabel data	Elektrik	1	Buah	Rp 110,000.00
2	Kabel data 5v arduino	Elektrik	1	Buah	Rp 15,000.00
3	Selector Switch	Elektrik	1	Buah	Rp 30,000.00
4	Limit switch	Elektrik	2	Buah	Rp 6,000.00
5	Saklar on/off	Elektrik	1	Buah	Rp 5,000.00
6	Kabel listrik	Elektrik	5	meter	Rp 37,500.00
7	Kabel jumper	Elektrik	80	buah	Rp 80,000.00
8	Relay 1 channel	Elektrik	1	buah	Rp 50,000.00
9	Relay 2 channel	Elektrik	2	buah	Rp 100,000.00
10	Arduino Mega	Elektrik	1	buah	Rp 175,000.00
11	Kabel listrik	Elektrik	15	meter	Rp 30,000.00
12	Skun	Elektrik	20	buah	Rp 10,000.00
13	Breadboard	Elektrik	2	buah	Rp 40,000.00
14	Module LCD I2C 16x2	Elektrik	1	buah	Rp 65,000.00
15	RTS DS 3231	Elektrik	1	buah	Rp 28,000.00
16	Sensor Thermocouple max 6675	Elektrik	1	buah	Rp 75,000.00
17	Keypad 4x4	Elektrik	1	buah	Rp 15,000.00
18	Tubular heater	Elektrik	1	buah	Rp 450,000.00
19	Lampu LED	Elektrik	4	buah	Rp 6,000.00
20	Buzzer	Elektrik	1	buah	Rp 10,000.00
21	Adaptor	Elektrik	2	buah	Rp 60,000.00
22	Roll Kabel	Elektrik	1	buah	Rp 30,000.00
23	Lampu	Elektrik	1	buah	Rp 20,000.00
24	Steker colokan Broco	Elektrik	2	buah	Rp 30,000.00
25	Stop Kontak	Elektrik	1	buah	Rp 40,000.00
Jumlah					Rp 1,517,500
Jumlah Keseluruhan tanpa Hidrolik					Rp 4,471,100
Jumlah Keseluruhan dengan Hidrolik					Rp 17,471,100

LAMPIRAN 3

Spesimen Produk Sebelum dan Sesudah Pengujian

