



SANGRAI KOPI OTOMATIS

PROYEK AKHIR

Oleh

Luluk Fitri Yani

NIM 151903101039

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



SANGRAI KOPI OTOMATIS

PROYEK AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk
Menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (DIII)
Dan mencapai gelar *Ahli Madya*

Oleh

Luluk Fitri Yani

NIM 151903101039

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua, terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat dalam setiap doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis;
2. Guru-guru sejak TK hingga SMA, dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
3. Teman-teman Teknik Mesin DIII dan S1 angkatan 2015 yang telah memberikan do'a, dukungan, kontribusi, ide, dan kritikan;
4. Almater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

MOTO

Dan orang yang bersungguh-sungguh (berjihad) untuk mencari (keridhaan) kami, benar-benar akan kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat.

(terjemahan Surat Al-Ankabut ayat 69)*)

Atau

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang merubah keadaan diri mereka.

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)*)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-qur'an dan terjemahannya.
Semarang : PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Luluk Fitri Yani

NIM : 151903101039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “ *Sangrai Kopi Otomatis*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang menyatakan,

Luluk Fitri Yani

NIM 151903101039

PROYEK AKHIR

SANGRAI KOPI OTOMATIS

Oleh
Luluk Fitri Yani
NIM 151903101039

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama	: Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota	: Moch. Edoward Ramadhan, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Proyek akhir berjudul “*Sangrai Kopi Otomatis*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Senin, 31 Januari 2018

Tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Hari Arbiantara Basuki, S.T.,M.T.

Moch Edoward Ramadhan, S.T.,M.T.

NIP.19670924 199472 1 001

NIP.19870430 201404 1 001

Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

Dr.Agus Triono, S.T.,M.T.

NIP. 19681207 199512 1 002

NIP.19700807 200212 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Sangrai Kopi Otomatis ; Luluk Fitri Yani, 151903101039; 2018; 70 halaman;
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyangrai kopi pada industri rumahan dilakukan secara manual, hal ini membutuhkan waktu yang relatif lama sekitar 2 jam dalam prosesnya, sehingga banyak energi panas yang terbuang. Selain itu tenaga yang dibutuhkan cukup banyak untuk mengaduk kopi. Hal tersebut membuat penyangrai kopi kurang efisien karena suhu disekitar penyangrai tidak terkontrol, serta pengadukan tidak merata. Hal ini menyebabkan orang yang melakukan proses tersebut mudah lelah apabila dilakukan dalam skala besar dan akan mempengaruhi kualitas kopi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dalam proyek akhir ini membuat mesin penyangrai kopi otomatis. Dengan mengendalikan Sistem kontrol pada pintu *hopper* berdasarkan pada suhu yaitu sebesar 50° C yang dibaca oleh sensor suhu LM35 menggunakan program Arduino Uno R3 , yang digerakkan menggunakan motor *servo* dengan kapasitas mesin sangrai kopi otomatis sebesar 114 gram per menit. Sistem kontrol pada motor listrik untuk menyangrai biji kopi menggunakan *relay* yang disetting selama 60 detik berdasarkan dengan perbandingan penelitian sebelumnya.

Metode pengumpulan data pada proyek akhir ini yang pertama menggunakan diagram, ini digunakan untuk mempermudah mengetahui proses atau alur dari cara kerja rangkaian yang dibuat secara garis besar. Dari diagram blok dapat dijelaskan bahwa sensor suhu akan membaca panas yang terdapat pada silinder penyangrai kopi dan proses pada program arduino, yang keluarannya berupa membuka dan menutup motor pintu *hopper* menggunakan motor *servo*. Dari motor *servo* diproses kembali pada arduino yang keluarannya akan menuju pada motor listrik. Dan metode pengumpulan data yang kedua adalah perencanaan sistem ini terdiri dari perancangan mekanis dan perancangan *software*.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Sangrai Kopi Otomatis”. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

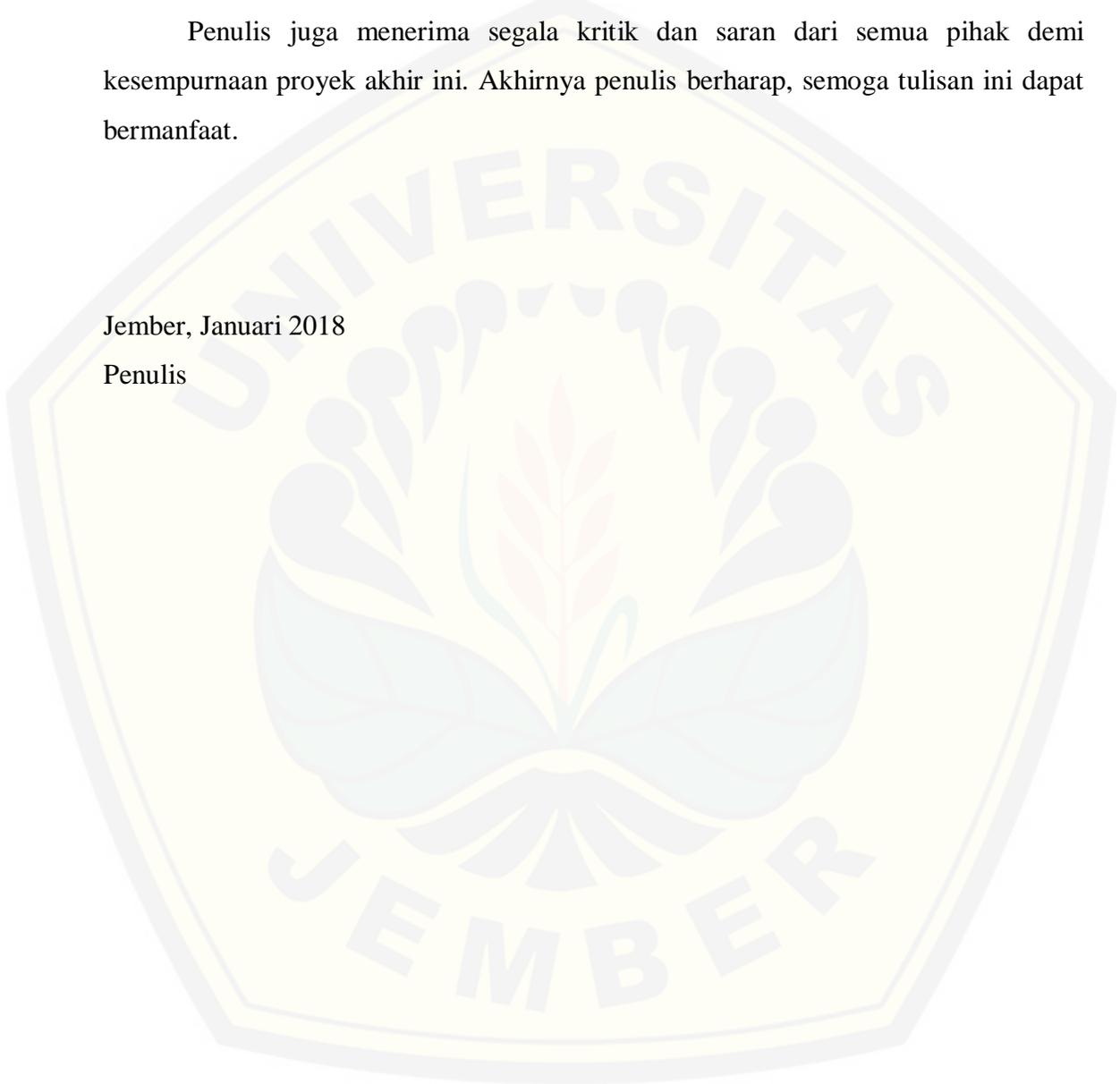
1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
2. Ketua jurusan Teknik Mesin serta sebagai Dosen Pembimbing Utama, Hari Arbiantara Basuki, S.T.,M.T., atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
3. Moch. Edoward Ramadhan, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan proyek akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
4. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I dan Dr. Agus Triono, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
5. M. Fahrur Rozy Hentihu, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
7. Ibunda Imrona dan ayahanda Singo Joyo yang telah memberikan segalanya kepada penulis;
8. Keluarga tercinta yang telah memberikan do'a dan semangat untuk penulis;

9. Teman-teman Seperjuangan DIII dan S1 Teknik Mesin 2015 yang selalu memberikan dukungan dan saran kepada penulis;
10. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan proyek akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penyangraian Kopi Tradisional	3
2.2 Mesin Penyangrai kopi.....	4
2.3 Motor <i>Servo</i>	7
2.3.1 Konstruksi Motor <i>Servo</i>	8
2.3.2 Jenis-jenis Motor <i>Servo</i>	10
2.3.3 <i>Knob</i>	14

2.3.4 Sweep	15
2.4 Motor DC.....	15
2.5 Relay.....	17
2.5.1 Arti <i>pole</i> dan <i>throw</i>	18
2.6 Arduino Uno.....	19
2.6.1 <i>Software Arduino</i> atau <i>IDE Arduino</i>	21
2.7 Sensor Suhu	25
BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN	28
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan.....	28
3.2 Ruang Lingkup Kegiatan.....	29
3.3 Jenis dan Sumber Data	29
3.3.1 Alat dan Bahan	29
3.3.2 Studi Literatur.....	30
3.3.3 Studi Lapangan.....	30
3.3.4 Konsultasi.....	30
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	30
3.4.1 Blok Diagram	30
3.4.2 Perencanaan sistem.....	31
3.5 Flow Chart.....	32
BAB 4. HASIL PELAKSANAAN KEGIATAN	33
4.1 Perencanaan Mekanisme Buka Tutup <i>Hopper</i>.....	33
4.1.1 Perhitungan gaya geser bukaan <i>hopper</i>	33
4.1.2 Perhitungan dan Perencanaan mekanisme batang hung	34
4.1.3 Pemilihan motor <i>servo</i>	37
4.2 Pemrograman Motor <i>Servo</i> dengan <i>Arduino Board</i> (<i>Microprosesor</i>).....	40
4.3 Hasil Pengujian Alat.....	44
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47

5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Pengujian Prosentase Kematangan	6
2.2 Hasil Pengujian Kapasitas Mesin Pendingin.....	6
2.3 Karakteristik Motor <i>Servo tipe Tower Pro Micro Servo SG90</i>	13
2.4 Keterangan Bagian Komponen <i>Arduino Uno</i>	20
2.5 Fungsi Masing-masing Tombol pada <i>Toolbar</i>	22
3.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan.....	28
4.1 Hasil Pengukuran Gaya Geser (Kapasitas <i>Hopper</i>).....	34
4.2 Hasil pengujian	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Penyangraian kopi secara tradisional	4
2.2 Tempering mesin penyangrai biji kopi.....	4
2.3 Motor <i>servo</i> standar	8
2.4 Pin out kabel motor <i>servo</i>	8
2.5 Konstruksi motor <i>servo</i>	9
2.6 Teknik PWM untuk mengatur sudut <i>servo</i> 180 ⁰	10
(a) Pulsa 50 μ s posisi 90 ⁰	10
(b) Pulsa 20 μ s posisi 0 ⁰	10
(c) Pulsa 100 μ s posisi 180 ⁰	10
2.7 Arah putaran motor <i>servo</i> standar	11
2.8 Arah putaran motor <i>servo</i> continuous 360 ⁰	12
2.9 Bagan mekanisme kerja motor DC magnet permanen	16
2.10 Simbol <i>relay</i>	18
2.11 Jenis <i>relay</i> berdasarkan <i>pole</i> dan <i>throw</i>	19
2.12 Board <i>arduino</i> uno.....	19
2.13 Tampilan IDE <i>arduino</i>	21
2.14 Blok diagram sistem	23
2.15 <i>Deployment</i> diagram sistem kendali lampu	24
2.16 Blok diagram <i>LabView</i> untuk pengendalian volume level tangki air ..	25
2.17 Sensor suhu PT 100	27
3.1 Blok diagram sangrai kopi otomatis.....	30
3.2 <i>Flow chart</i>	32
4.1 (a) Posisi <i>hopper</i> membuka	33
(b) Posisi <i>hopper</i> tertutup	33

4.2	Sketsa Batang Penghubung Bukaan Tutup <i>Hopper</i>	36
4.3	Dimensi <i>Hopper</i>	39
4.3	Diagram alir mekanisme sangrai kopi otomatis.....	44



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pengukuran pintu <i>hopper</i>	50
2. Identifikasi <i>hopper</i>	50
3. Proses perakitan	50
4. Pintu <i>hopper</i> dengan 2 batang penghubung menggunakan motor <i>servo</i> ..	51
5. Percobaan hasil rangkaian program pengendalian mesin penyangrai kopi	51
6. Penimbangan berat biji kopi.....	51
7. Pemasangan <i>relay</i> pada motor listrik	52
8. Tempat sensor suhu pada tabung silinder penyangrai	52
9. Sambungan baut pada batang penghubung	52
10. Sisa biji kopi pada <i>hopper</i> setelah <i>slider</i> tutup dibuka	53
11. Pengujian gaya geser.....	53
12. Tahap pengisian (uji coba mesin)	53
13. Pemasangan suhu menggunakan korek api (uji coba mesin)	54
14. Proses Membuka <i>slider hopper</i> setelah sensor suhu dipanaskan (uji coba mesin)	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa sektor industri sudah menggunakan teknologi secara optimal. Namun diberbagai daerah di Indonesia masih menggunakan cara manual dalam mengerjakan proses industri. Oleh karena itu, di jaman teknologi yang berkembang pesat seperti sekarang, dituntut untuk terus berkreasi dan berinovasi untuk menunjang sebuah teknologi di dunia industri. Salah satunya menciptakan alat yang dapat mempermudah proses pengerjaan dengan hasil yang maksimal. Konsumsi kopi semakin bertambah seiring banyaknya varian rasa pada kopi, hal ini menyebabkan produksi kopi semakin meningkat. Untuk menjadikan kopi siap konsumsi, kopi perlu membutuhkan beberapa proses salah satunya adalah proses menyangrai.

Penyangrai kopi pada industri rumahan dilakukan secara manual, hal ini membutuhkan waktu yang relatif lama sekitar 2 jam dalam prosesnya, sehingga banyak energi panas yang terbuang. Selain itu tenaga yang dibutuhkan cukup banyak untuk mengaduk kopi. Hal tersebut membuat penyangrai kopi kurang efisien karena suhu disekitar penyangrai tidak terkontrol, serta pengadukan tidak merata. Hal ini menyebabkan orang yang melakukan proses tersebut mudah lelah apabila dilakukan dalam skala besar dan akan mempengaruhi kualitas kopi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dalam proyek akhir ini akan dibuat mesin penyangrai kopi otomatis. Dengan mengendalikan pintu *hopper* membuka dan menutup sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, kendali akan menggerakkan motor DC yang terhubung dengan pengaduk sangrai kopi selama 15 menit. Kendali otomatisasi menggunakan *arduino Uno R3* dengan tegangan 12 Volt.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam mesin penyangrai otomatis ini adalah bagaimana mengendalikan pintu *hopper* membuka dan menutup kembali setelah kopi masuk ke tabung silinder penyangrai, serta mengendalikan proses penyangraian kopi selama 15 menit.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah. Masalah terbatas pada :

- a. Kontrol pintu *hopper*.
- b. Kontrol waktu proses penyangraian.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membuat mekanisme pembuka dan penutup pintu *hopper*, serta merancang dan membuat program pengendalian mesin sangrai kopi.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari proyek akhir ini yaitu dapat meminimalisir waktu menyangrai kopi dengan mengontrol suhu sehingga energi panas tidak terbuang percuma, serta lebih efisien dan tidak banyak membutuhkan tenaga karena motor listrik dapat dikendalikan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyangraian Kopi Tradisional

Kopi merupakan salah satu minuman yang sangat digemari baik dikalangan muda hingga tua. Kenikmatan dari kopi itu sendiri tidaklah lepas dari proses pengolahannya. Mulai dari pemilihan buah kopi yang masih ada di pohon hingga menjadi bubuk kopi yang siap digunakan. Dalam proses tersebut, terdapat salah satu tahap yang cukup vital yaitu *roasting* atau sangrai biji kopi. Proses *roasting* biji kopi memiliki teknik dan aturan khusus agar biji kopi yang dihasilkan benar-benar baik. Temperatur wajan harus sesuai dan tidak boleh terlalu rendah, dikarenakan akan membuat senyawa-senyawa penting yang terkandung pada biji kopi hilang. Ini akan membuat kopi terasa hambar. Sedangkan, biji kopi yang disangrai pada temperatur tinggi dalam waktu singkat akan menyebabkan biji kopi tidak matang sempurna. Sehingga pada bagian luar terlihat sudah matang, padahal bagian dalamnya belum benar-benar matang.

Cara sangrai atau *roasting* biji kopi tradisional harus mengikuti teknis yang ada. Cara tradisional sebenarnya akan lebih memunculkan aroma dari biji kopi itu sendiri. Alat yang digunakan seperti wajan aluminium yang lebar dan kayu bakar sebagai sumber panas adalah yang aling sering ditemui. Seperti yang telah dijelaskan bahwa cara tradisional memperhatikan tingkat kepanasan atau temperatur api yang digunakan. Penyangrai harus siaga untuk memastikan api dari kayu bakar stabil. Pengadukan terus dilakukan agar biji kopi matang dengan merata. Ketika menyangrai biji kopi harus menggunakan tungku dan kayu bakar. Biji kopi sebelum disangrai dicuci bersih agar kulit ari yang menempel pada biji kopi dapat terlepas dengan tuntas. Suhu yang tinggi diperlukan dalam proses penyangraian biji kopi, tetapi ketika biji kopi mulai merubah warna maka api dkecilkan agar biji kopi matang dengan merata dan selama penyangraian biji kopi terus diaduk. bagian penting yang harus dilakukan adalah mencegah agar biji kopi tidak sampai gosong karena dapat

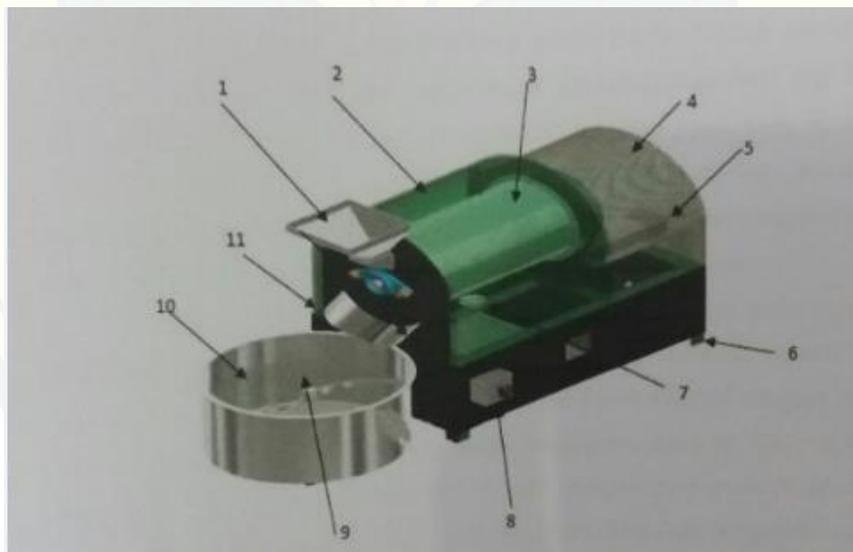
menciptakan rasa pahit gosong pada kopi. Proses penyangraian kopi selesai maka biji kopi dipindahkan pada wajan yang lain dan tetap diaduk sampai dingin, dan bisa dilanjutkan pada proses penggilingan kopi.



Gambar 2.1 Penyangraian Kopi Secara Tradisional
(sumber : Supriyanto, 2017)

2.2 Mesin Penyangrai Kopi

Pada gambar 2.2 dibawah ini merupakan desain dari mesin penyangrai kopi



Gambar 2.2 Tempering Mesin Penyangrai Biji Kopi
(Sumber : Yujuf Eko, 2017)

Keterangan :

- | | | |
|------------------------|-----------------|----------------|
| 1. Hopper In | 6. Rangka Mesin | 11. Hopper Out |
| 2. Cover Atas | 7. Kompor | |
| 3. Silinder Sangrai | 8. Kotak Sortir | |
| 4. Cover Motor Listrik | 9. Pengaduk | |
| 5. Motor Listrik | 10. Tempering | |

Mesin tempering penyangrai biji kopi dirancang dan dibuat dengan menggunakan motor penggerak motor listrik. Prinsip kerja mesin penyangrai kopi yang pertama kali yaitu memasang regulator ke tabung gas, menyalakan kompor, dan menghidupkan motor listrik. Putaran dan daya dari motor listrik ditransmisikan oleh gigi 1 yang terdapat pada motor listrik ke gigi 2 yang digerakkan. Penghubung gigi 1 dan gigi 2 menggunakan rantai *sprocket*. Putaran dari motor listrik diteruskan ke poros yang memutar silinder penyangraian yang didukung oleh dua buah bantalan pada masing-masing ujung poros.

Kopi yang sudah dibersihkan diletakkan pada *hopper in*, setelah suhu pada silinder tercapai, maka dapat membuka engsel yang ada pada *hopper in*. kemudian dilakukan pengecekan untuk melihat kematangan kopi, jika kopi sudah matang maka kopi akan melewati *hopper out* untuk selanjutnya menuju pada tempering.

Cara kerja dari mesin tempering penyangrai biji kopi yaitu motor dihidupkan, maka mesin pendingin kopi akan berputar yang ditransmisikan oleh motor listrik, yang daya dari poros langsung dihubungkan dengan sirip pengaduk kopi, sehingga proses pendinginan kopi merata. Pendinginan kopi sangat penting agar tidak terjadi *over roasting* pada biji kopi yang telah disangrai.

Adapun hasil dari penelitian dari perancangan dan pembuatan tempering mesin penyangrai biji kopi adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian tingkat kematangan kopi

Proses pengujian efisiensi kematangan kopi dilakukan sebanyak 3 kali dengan berat kopi berbeda. Hasil pengujian didapat yaitu

Table 2.1 Pegujian Prosentase Kematangan

Pengujian ke-	Berat kopi (kg)	Biji kopi cacat (kg)	Biji kopi baik (kg)	Prosentase kematangan (%)
1	1	0,2	0,93	97,8
2	1,5	0,3	0,93	96,8
3	2	0,1	0,94	98,9

(sumber : Yusuf eko,2017)

Dari hasil pengujian biji kopi yang dilakukan secara berulang, dengan berat biji kopi yang berbeda, diketahui prosentase kematangan kopi yang paling baik yaitu 98,9 % dengan berat biji kopi sebanyak 2 kg, sedangkan kopi yang mengalami cacat atau over roasting berwarna hitam pekat, yaitu dengan prosentase sebanyak 0,02 kg dan biji kopi baik (matang) 0,93 kg. Pengaruh tingkat kematangan biji kopi tergantung pada jenis kopi dan jumlah kadar air dalam kopi.

b. Pengujian kapasitas

Hasil pengujian kapasitas mesin pendinginan kopi adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Pengujian Kapasitas Mesin Pendingin Kopi

Pengujian ke-	Berat kopi (kg)	Jumlah total (kg)	Jumlah baik (kg)	Waktu penyangraian (menit)	Waktu pendinginan (menit)	Kapasitas (Q)
1	1	0,95	0,93	15	5	3,3
2	1,5	0,96	0,93	15	8	3,9
3	2	0,95	0,93	15	11	4,6

(sumber : yusuf eko,2017)

Dari hasil pengujian biji kopi sebanyak 1 kg diperoleh kapasitas sebanyak 3,3 kg/jam, berat kopi 2 kg diperoleh kapasitas sebanyak 4,6 kg/jam, dan 2 kg kopi diperoleh kapasitas sebanyak 4,6 kg/jam. Diketahui kapasitas mesin penyangrai kopi yang baik yaitu dengan jumlah berat kopi 2 kg.

Berdasarkan hasil pengujian prosentase kematangan biji kopi yang paling baik yaitu 2 kg dengan prosentase 98,9 kg. suhu dingin kopi 31⁰ C dengan suhu awal setelah proses penyangraian 150⁰ C. proses pendinginan biji kopi berlangsung selama 5 menit dengan berat biji kopi 1 kg, lama waktu pendinginan kopi juga tergantung oleh volume kopi (kg). Sedangkan kapasitas mesin penyangrai kopi yang baik sebanyak 4,6 kg/jam.

Kinerja dari mesin penyangrai kopi dapat ditingkatkan dengan cara membuat otomatisasi pengendalian proses yang meliputi

- 1) Sistem pengisian,
- 2) Pemantauan suhu,
- 3) Pengandaian motor penggerak,
- 4) System pendinginan biji kopi setelah dilakukan penyangraian.

2.3 Motor Servo

Motor *servo* adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo*. Motor *servo* merupakan salah satu jenis motor DC.

Berbeda dengan motor *stepper*, motor *servo* beroperasi secara *close loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan.

Motor *servo* banyak digunakan pada peranti R/C (*Remote Control*) seperti mobil, pesawat, helikopter, dan kapal, penggerak pada kamera serta sebagai aktuator robot. Pada robot *boat* pengintai, motor *servo* digunakan sebagai pengendali kamera pengintai.

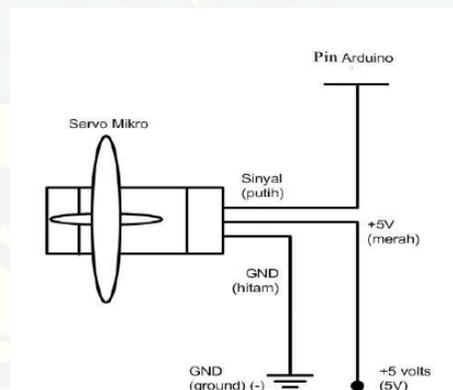


Gambar 2.3 Motor *servo* standar

2.3.1 Konstruksi Motor *Servo*

Motor *servo* merupakan motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena pada *internal gear*-nya.

Motor *servo* memiliki 3 kabel yaitu putih sebagai I/O pin, merah sebagai Vcc dan hitam sebagai *ground*. Dengan demikian, motor *servo* dapat dikontrol melalui kabel I/O yang berwarna putih. Pada gambar 2.4 dibawah ini merupakan pin-pin dan pengkabelan dari motor *servo* yang dihubungkan pada rangkaian pengontrol.



Gambar 2.4 Pin out kabel motor *servo*
(sumber : Fahmi, Andre. 2010. “*Motor Servo*”)

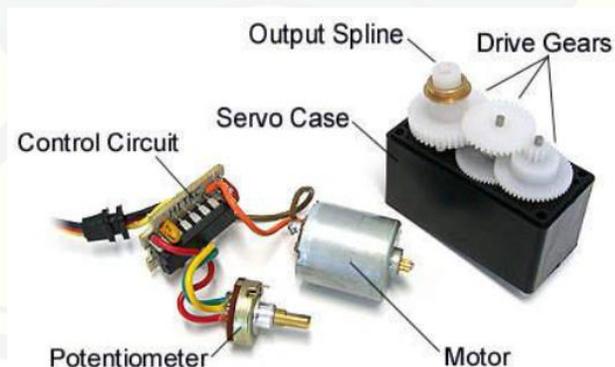
Didalam sebuah motor *servo* terdapat beberapa karakteristik, yaitu :

1. 3 jalur : *power*, *ground* dan *control*.
2. Sinyal *control* mengendalikan posisi.
3. Operasional dari motor *servo* dikendalikan oleh pulsa sebesar 20ms, dimana lebar pulsa antara $500\mu\text{s}$ dan $2400\mu\text{s}$ menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer dan *feedback control*.

Didalam motor *servo* terdapat potensiometer yang digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer tersebut dihubungkan dengan *output shaft* untuk mengetahui sudut posisi dari *output gear* pada motor *servo*. Ketika motor DC (*Direct Current*) berputar, maka *output shaft* juga berputar dan sekaligus memutar potensiometer.

Rangkaian *control* kemudian dapat membaca kondisi potensiometer tersebut untuk mengetahui posisi *actual shaft*. Jika posisinya sesuai dengan yang diinginkan, maka motor dc akan berhenti. Sudut operasi motor *servo* (*operating angle*) bervariasi tergantung jenis motor *servo*.

Pada gambar 2.5 Merupakan *internal gear* dan kontrol elektronik untuk mengatur pergerakan dari motor.



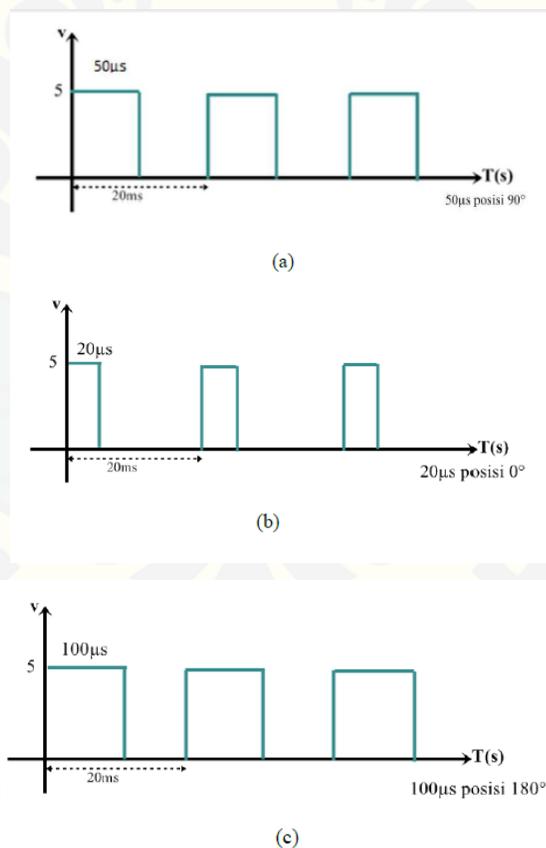
Gambar 2.5 Konstruksi motor *servo*
(sumber : Yama. Jeri. 2009. Perangkat *Servo*)

2.3.2 Jenis- Jenis Motor *Servo*

a. Motor *servo* standar

Motor *servo* jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180° .

Pengaturan motor *servo* diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor *servo* dan pula yang harus kita berikan untuk bergerak ke kanan atau bergerak ke kiri. Teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan untuk mengatur sudut motor *servo* jenis *standard* 180° ini dapat di lihat pada gambar 2.6 . Pada motor *servo* jenis *standard* 180° memiliki 3 sudut yaitu pada saat kondisi sudut 0° , 90° dan 180° .



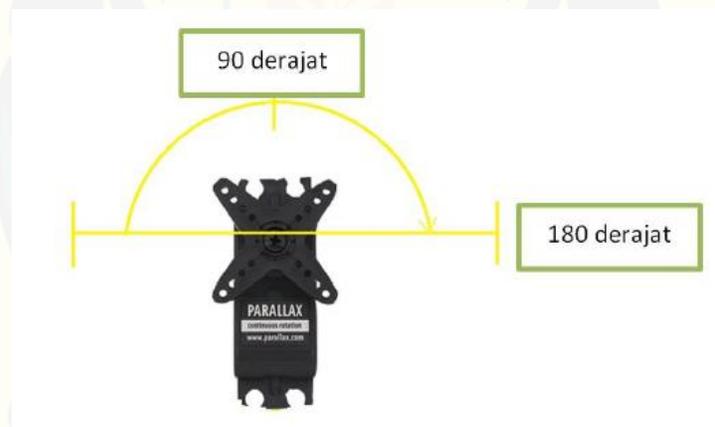
Gambar 2.6 Teknik PWM untuk mengatur sudut motor *servo* 180° (a) pulsa $50\mu\text{s}$ posisi 90°

(b) pulsa $20\mu\text{s}$ posisi *servo* 0° (c) pulsa $100\mu\text{s}$ posisi 180°

(sumber : Makruf, Abdiamar.2013)

Sudut dari motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Sebagai contoh, dengan pulsa $50\mu\text{s}$ pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor *servo* akan berada pada posisi netral atau 90° sedangkan pada saat pulsa $\leq 20\mu\text{s}$ pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor *servo* akan berada pada posisi 0° dan untuk pulsa $100\mu\text{s}$ pada periode *delay* sebesar 20ms maka sudut dari motor *servo* akan berada pada posisi 180° .

Pada motor *servo standard* 180° semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu kearah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu berlawanan dengan arah jarum jam sehingga semakin besar pulsa yang masuk melalui kaki pin motor *sevo* maka semakin besar sudut yang dihasilkan. Arah putar motor *servo* dapat dilihat seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.7. Dibawah ini.



Gambar 2.7 Arah putaran motor *servo* standar

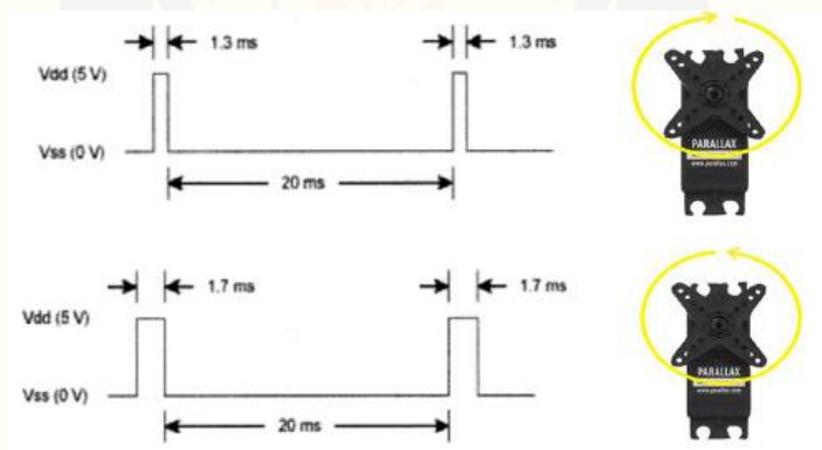
(sumber : Makruf, Abdiamar.2013. Rancang Bangun Sistem Kamera Pemantau Bergerak. Laporan akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya)

b. Motor *servo* kontinyu

Motor *servo* kontinyu merupakan motor *servo* yang bagian *feedback*-nya dilepas sehingga motor *servo* jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

Prinsip kerja dari motor *servo continuous* sedikit berbeda dari motor *servo* standar. Untuk menggerakkan motor *servo* ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai *delay* yang diberikan. Untuk membuat *servo* pada posisi *center*, berikan pulsa 1.5ms dan untuk pemberian pulsa $\leq 1.3\text{ms}$ motor *servo* akan berputar searah jarum jam dengan besar putaran sumbu ditentukan oleh besar pulsa *on* pada motor sedangkan untuk membuat motor *servo continuous* berputar berlawanan dengan arah jarum jam dapat memberikan pulsa $\geq 1.7\text{ms}$, dan dengan besar pulsa *on* yang digunakan, dapat menentukan besar putaran untuk berlawanan dengan arah jarum jam.

Teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) pada motor *servo continuous* dapat dilihat pada gambar 2.8 pada motor *servo continuous* mampu bergerak dua arah yaitu searah jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam tanpa adanya batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu sehingga motor ini berputar 360°).



Gambar : 2.8 Arah putaran motor *servo continuous* 360°

(sumber : Makruf, Abdiamar.2013. Rancang Bangun Sistem Kamera Pemantau Bergerak.

Laporan akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya)

c. Karakteristik motor *servo*

Motor *Servo* yang digunakan pada robot ini adalah motor *servo* jenis *Tower Pro Micro Servo SG90*. Motor *servo* jenis ini akan bekerja secara baik jika pada

bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz dengan periode sebesar 20 ms. Pemberian besar pulsa dari mikrokontroler menentukan besar sudut yang harus dilakukan oleh motor *servo*. Pengaturan sudut motor *servo* diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor *servo* dan pulsa yang harus diberikan ke motor *servo* dalam pergerakan ke kanan atau ke kiri. Dari pulsa yang diberikan, kita dapat melihat gerakan motor *servo*. Di mana pada saat sinyal dengan frekuensi 50Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton duty cycle* 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 90° / netral).

Pada saat *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5ms, maka rotor akan berputar ke arah kiri dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle* sampai batas minimum 0°, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5ms, maka rotor akan berputar ke arah kanan dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya *Ton duty cycle* sampai batas sudut maksimum 180°, dan bertahan diposisi tersebut. Untuk lebih jelasnya karakteristik motor *servo* dapat dijelaskan oleh tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Karakteristik motor *servo* tipe *Tower Pro Micro Servo SG90*

Motor Servo	Micro Servo Sg90
Dimensi	22.6 X 21.8 X 11.4 mm
Berat (Hanya Motor)	9 gram
Kecepatan	0.12 S/ 60 Degree
Pulse Width	500 – 2400 μ s
PWM Period	20 ms (50Hz)
Tegangan Kerja	4,8 V – 6 V
Arus	Kurang Dari 500 mA
Temperatur Range	-30 Sampai 60° C

Panjang Kabel	150 mm
Stall Torque	1.98 Kg/Cm
Gear Type	Plastic
Limit angle	180° ($\pm 10^\circ$)
Neutral position	1500 μ s

2.3.3 Knob

```
#include <Servo.h>
Servo myservo; // create servo object to control a servo
int potpin = 0; // analog pin used to connect the potentiometer
int val; // variable to read the value from the analog pin

void setup() {
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}
void loop() {
  val = analogRead(potpin); // reads the value of the potentiometer (value
  // between 0 and 1023)
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180); // scale it to use it with the servo (value between 0
  // and 180)
  myservo.write(val); // sets the servo position according to the scaled
  // value
  delay(15); // waits for the servo to get there
}
```

2.3.4 Sweep

```
#include <Servo.h>

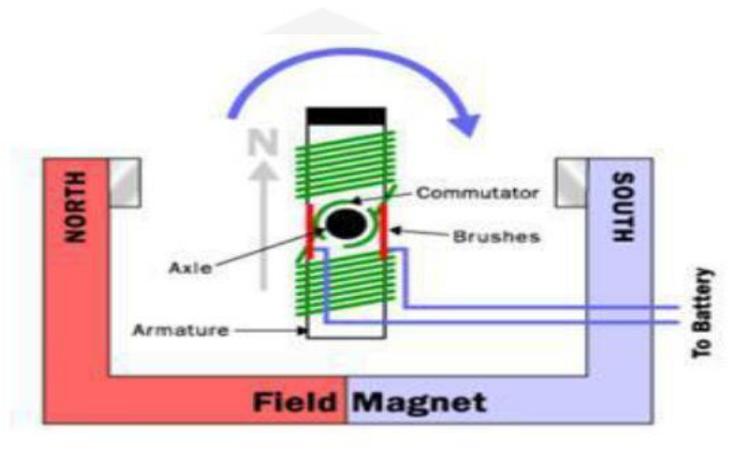
Servo myservo; // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards
int pos = 0; // variable to store the servo position
void setup() {
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}
void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15); // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15); // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
}
```

2.4 Motor DC

Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*).

Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya

(yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus.



Gambar 2.9 Bagan mekanisme kerja motor DC magnet permanen

(sumber : Fahmi, Andre. 2010. “*Motor DC*”)

Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut.

Di dalam medan magnet inilah jangkar/rotor berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar.

Ketika jangkar berputar, komutator mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya. Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan berikut.

$$N = \frac{V_{TM} - I_A \cdot R_A}{K\Phi}$$

Keterangan:

T_{TM} : Tegangan terminal

I_A : Arus jangkar motor

R_A : Hambatan Jangkar motor

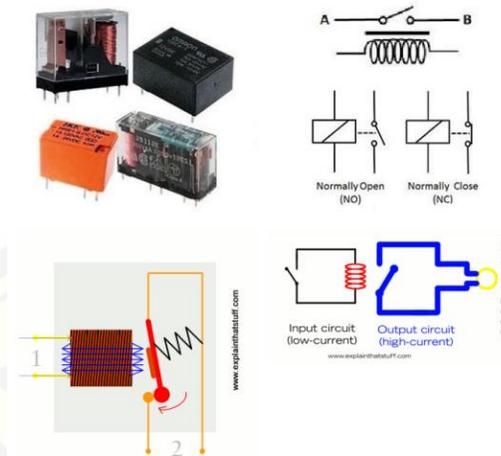
K : Konstanta motor

Φ : fluks magnet yang terbentuk pada motor

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal motor V_{TM} . Metode lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation (PWM)*.

2.5 Relay

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



Gambar 2.10 Simbol Relay

2.5.1 Arti *pole* dan *throw* pada relay

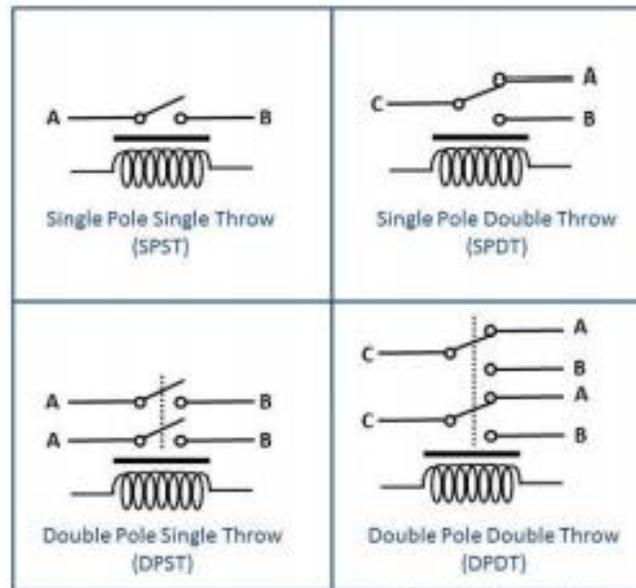
Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah *Pole* and *Throw* :

- Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
- Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

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

- Single *Pole* Single *Throw* (SPST) : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- Single *Pole* Double *Throw* (SPDT) : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- Double *Pole* Single *Throw* (DPST) : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil
- Double *Pole* Double *Throw* (DPDT) : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay

SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.



Gambar 2.11 jenis relay berdasarkan *pole* dan *throw*

2.6 Arduino Uno

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal motor VTM. Metode lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation (PWM)*.



Gambar 2.12 Board arduino uno

Pada dasarnya bagian-bagian dari *arduino* uno ini sama dengan *arduino* duemilanove, hanya yang membedakan yaitu pada IC converter USB ke serial. Apabila *arduino* duemilanova menggunakan IC FTDI, maka *arduino* Uno menggunakan IC ATmega8U2 sebagai converter USB ke serial.

Tabel 2.4 Keterangan bagian komponen *arduino* uno

No.	Keterangan
1.	Port USB
2.	IC ATmega 8U2
3.	LED untuk test output kaki D13
4.	Kaki-kaki Input/output digital (D8-D13)
5.	Kaki-kaki input/output digital (D0-D7)
6.	LED indikator catu daya
7.	Tombol reset
8.	Mikrokontroler ATmega 328
9.	Kaki-kaki Input Analog (A0-A5)
10	Kaki-kaki catu daya (5V dan GND)
11.	Terminal catu daya

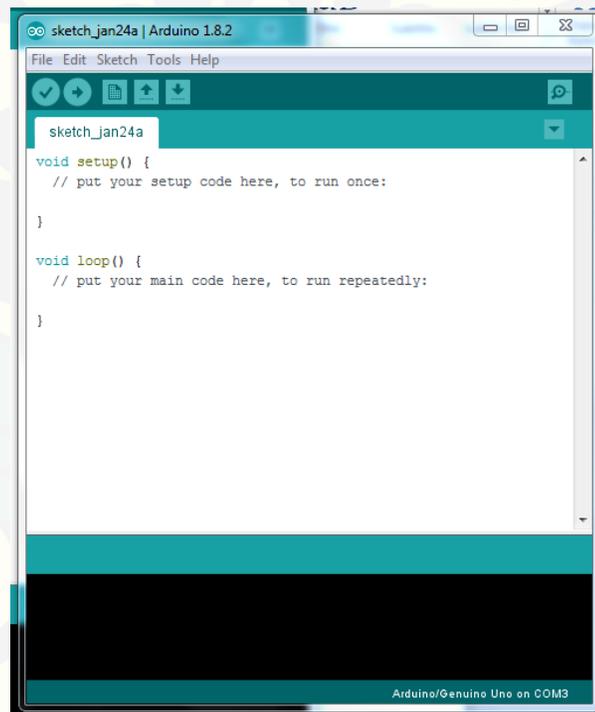
(sumber : Artanto,2013)

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital I/O . untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi pin digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* bisa lihat pin digital dibeber keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog pada keterangan board 0-5 diubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi sebagai pin output digital 14-16. Sifat *open source arduino* juga banyak memberikan keuntungan tersendiri dalam menggunakan board ini. Karena dengan sifat *open source* komponen

yang dipakai tidak bergantung pada merek, namun memungkinkan bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman *arduino* merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya sehingga mempermudah dalam mempelajari dan memahami microcontroller.

2.6.1 Software *arduino* atau IDE *arduino*

Lingkungan pemrograman *arduino* disebut IDE atau *Integrated development Environment*. IDE *arduino* merupakan *multi-platform* yang dapat dijalankan sebagai system operasional seperti windows, macintosh dan linux. IDE *arduino* dibuat berdasarkan pada IDE *processing* yang sederhana sehingga mudah digunakan.



Gambar 2.13 tampilan IDE *Arduino*

Pada table 2.5 fungsi masing-masing tombol pada toolbar, tampak ada enam buah tombol pada toolbar yaitu *verify*, *upload*, *new*, *open*, *save* dan *serial monitor*. Pada setiap tombol pada toolbar di IDE *Arduino* memiliki fungsi mengenai tentang pembuatan *sketch* atau program. Untuk memasukkan program ke mikrokontroler dengan menekan tombol pada toolbar yaitu tombol *upload*.

Table 2.5 fungsi masing-masing tombol pada *toolbar*

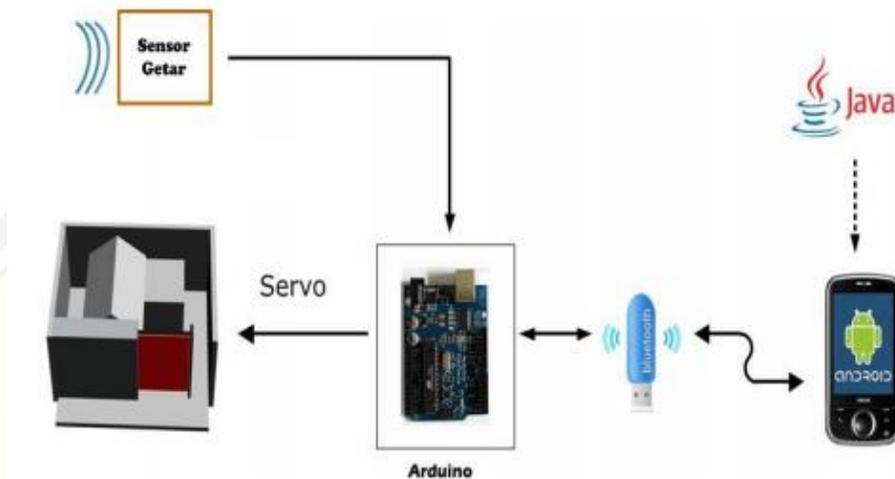
No.	Tombol	Nama	Fungsi
1		<i>Verify</i>	Menguji apakah ada kesalahan pada program atau sketch. Apakah sketch sudah benar, maka sketch tersebut akan dikompilasi. Kompilasi adalah proses mengubah kode program ke dalam kode mesin.
2		<i>Upload</i>	Mengirim kode mesin hasil hasil kompilasi ke board
3		<i>New</i>	Membuat sketch yang baru Membuat proram yang baru
4		<i>Open</i>	Membuka program atau sketch yang sudah ada sebelumnya
5		<i>Save</i>	Menyimpan sketch Menyimpan sketch atau program yang sudah dibuat.
6		<i>Serial monitor</i>	Menampilkan data yang dikirim dan diterima melalui komunikasi serial.

Kelebihan *Arduino* dari platform hardware mikrokontroler lain adalah :

1. Pemrograman *arduino* menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB, bukan port serial. Fitur ini berguna karena banyak computer yang sekarang ini tidak memiliki port serial.
2. *Arduino* adalah hardware dan software open source. Pembaca dapat mendownload software dan gambar rangkaian *arduino* tanpa harus membayar ke pembuat *Arduino*.
3. Biaya hardware cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
4. Proyek *arduino* ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan, sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
5. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet yang dapat membuat setiap kesulitan yang dihadapi.

Beberapa contoh aplikasi yang bisa dikerjakan dengan *arduino* dalam pengendalian alat adalah sebagai berikut.

- a. Rancang bangun akses control pintu gerbang berbasis *arduino* dan android.



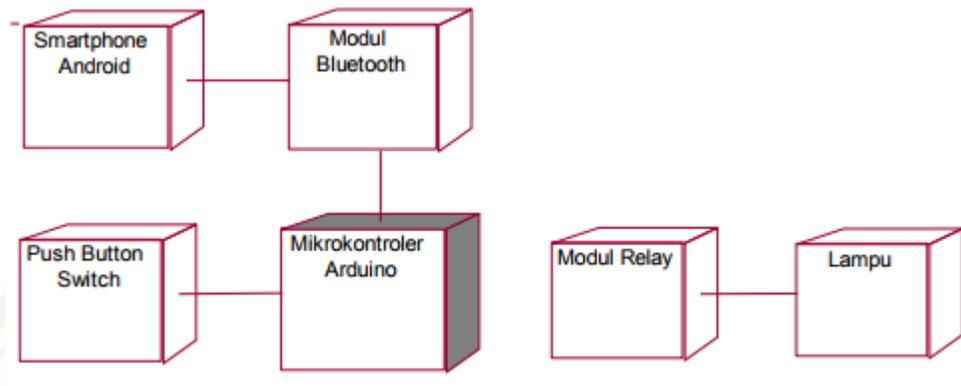
Gambar 2.14 blok diagram system

(sumber : silvia, haritman dan muadi, 2014)

Penjelasan dari diagram blok gambar tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Sensor Getar Piezoelektrik
Berfungsi sebagai pendeteksi ketika pintu dibuka secara paksa.
- 2) Mikrokontroler *Arduino* Uno
Berfungsi sebagai pusat pengolah data atau dapat dikatakan sebagai CPU (Central Processing Unit), tugasnya mengolah semua data yang masuk dan data yang keluar.
- 3) Bluetooth
Berfungsi sebagai alat untuk mengkomunikasikan smartphone Android dengan mikrokontroler *arduino* uno.
- 4) Smartphone Android
Berfungsi sebagai alat untuk mengirim perintah pada mikrokontroler *Arduino* Uno dengan memanfaatkan Bluetooth yang ada pada *smartphone*

- b. Pengendalian lampu rumah berbasis mikrokontroler *arduino* menggunakan *smartphone android*

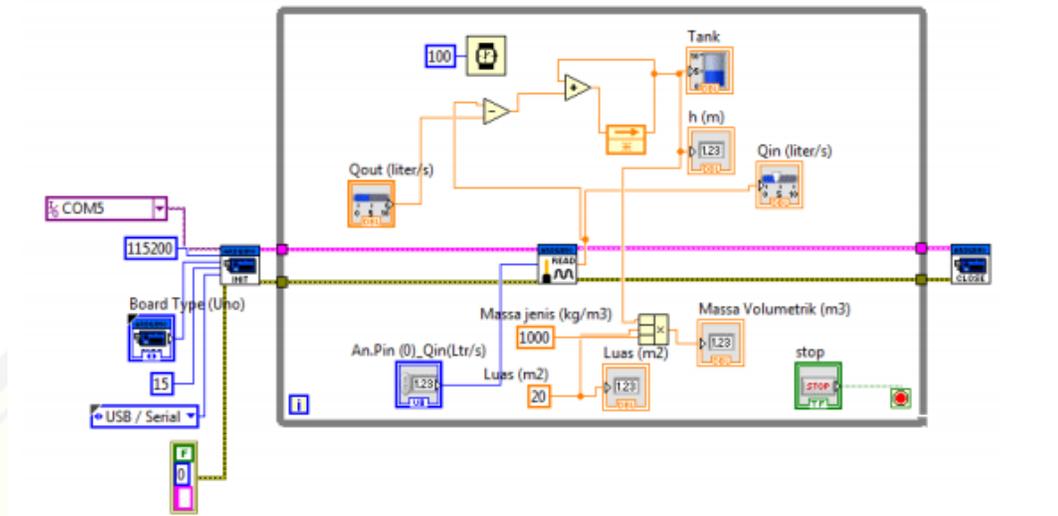


Gambar 2.15 Deployment diagram system kendali lampu

(sumber : Evan, 2013)

Dalam sistem ini, user melakukan input dari aplikasi kendali yang ada pada perangkat *smartphone android*. Tersedia dua macam pilihan *input* yaitu standar input (*button on/off* lampu) dan *speech recognition*. Penggunaan *speech recognition* membutuhkan koneksi internet. Data yang diinputkan berupa data serial yang dikirim ke mikrokontroler *arduino* melalui bluetooth. Data yang dikirim dari *smartphone android* akan diterima oleh modul bluetooth yang terhubung pada sistem mikrokontroler *arduino*. Data serial tersebut diterjemahkan oleh mikrokontroler *arduino* menjadi data paralel. Data paralel yang dihasilkan oleh mikrokontroler *arduino* diteruskan ke relay melalui indikator led yang berfungsi untuk memastikan apabila lampu hidup, led juga akan hidup, begitu juga sebaliknya. Kemudian relay akan meneruskan data yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan lampu.

- c. Simulasi pengendalian volume tangki menggunakan LabVIEW dan *Arduino* Uno.



Gambar 2.16 blok diagram LabView untuk pengendalian volume level tangki air.

(sumber : Yusmar, 2016)

Simulasi pengendalian volume air dalam tangki melalui pengaturan *inlet* melalui *hardware* yang terhubung pada *arduino* dengan GUI LabVIEW dan *Arduino* diatur oleh adlah LabVIEW Interface for *Arduino* (LIFA) melalui koneksi serial melalui USB (COM9). Model tangki yang digunakan adalah masukan dan keluaran tunggal atau *Single Input Single Output* (SISO). Pada hasil simulasi, didapatkan dengan pengaturan nilai *outlet* tertentu (0-5liter/s) maka dapat dipantau volume tangki dengan mengendalikan inlet (0-5liter/s) melalui pengaturan potensiometer.

2. 7 Sensor Suhu

Sensor merupakan piranti yang mengubah suatu besaran fisik, kimia, mekanik menjadi sinyal elektrik berupa arus listrik ataupun tegangan. Sensor merupakan jenis transduser, transduser sendiri merupakan piranti yang dapat mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Besaran fisik sensor meliputi suhu, tekanan, panas, cahaya dan lain sebagainya. Sensor memiliki peranan penting dalam pengukuran atau pengendalian proses suatu pabrikasi *modern*.

Sensor suhu merupakan alat yang digunakan untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik. Sensor suhu memiliki beberapa jenis, diantaranya termokopel, RTD, termistor, IC Sensor. Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang terbuat dari bahan logam. Jika dua batang logam dipanaskan, maka elektron dari batang logam yang memiliki kepadatan tinggi akan bergerak ke batang yang kepadatan elektronnya rendah, dengan demikian terjadilah perbedaan tegangan diantara ujung kedua batang logam yang tidak disatukan atau dipanaskan.

IC sensor merupakan jenis sensor suhu yang terbuat dari bahan semikonduktor dan terintegrasi dalam sebuah IC. Salah satu contoh IC sensor adalah sensor suhu LM35. Sensor suhu LM35 merupakan sensor suhu yang menggunakan chip silikon sebagai elemen pendeteksi, sensor suhu LM35 ini memiliki fungsi untuk mengubah suatu besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan.

RTD (*Resistance Thermal Detector*) adalah sensor suhu yang terbuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan keramik isolator. Bahan tersebut antara lain: platina, emas, perak, nikel dan tembaga. Termistor adalah sensor suhu yang terbuat dari bahan campuran oksida-oksida logam yang diendapkan seperti mangan (Mn), nikel (Ni), cobalt (Co), tembaga (Cu), besi (Fe) dan uranium (U). Dalam operasinya termistor memanfaatkan perubahan resistivitas terhadap temperatur.

Salah satu contoh jenis sensor suhu RTD adalah sensor suhu PT100. Sensor ini terbuat dari bahan logam platinum, oleh karenanya namanya diawali dengan 'PT'. Disebut PT100 karena sensor ini dikalibrasi pada suhu 0°C pada nilai resistansi 100 ohm. Menurut keakurasiannya, terdapat dua jenis PT100, yaitu Class-A dan Class-B. PT100 Class A memiliki akurasi $\pm 0,06$ ohm dan PT100 Class-B memiliki akurasi $\pm 0,12$ ohm. Keakurasiannya ini menurun seiring dengan naiknya suhu. Akurasi PT100 Class-A bisa menurun hingga $\pm 0,43$ ohm ($\pm 1,45^\circ\text{C}$) pada suhu 600°C, dan PT100 Class-B bisa menurun hingga $\pm 1,06$ ohm ($\pm 3,3^\circ\text{C}$) pada suhu 600°C. Pada tugas akhir ini menggunakan sensor suhu PT100 Class-A yang sudah dilengkapi modul pengkondisi sinyal untuk PT100. Modul ini mampu membaca nilai resistansi dari

PT100 dan mengubah sinyal tersebut menjadi tegangan. Berikut spesifikasi modul pengkondisi sinyal untuk sensor suhu PT100 tipe ISO-Z1-W5-P3-04.

1. Catu daya 5VDC
2. Pembacaan suhu : 0 - 400oC
3. Output : 0 – 5 VDC/ 20mA
4. Sudah dilengkapi isolasi antara tegangan, input dan output
5. Dapat bekerja pada suhu lingkungan : -45 – 85 oC



Gambar 2.17 sensor suhu PT100

BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Metode pelaksanaan kegiatan menjelaskan kegiatan tugas akhir yang dilaksanakan. Bab ini meliputi waktu dan tempat kegiatan saat proses pembuatan, ruang lingkup, alat dan bahan yang digunakan, perancangan sistem dan desain:

3.1 Waku dan Tempat Kegiatan

Pembuatan sangrai kopi otomatis dilaksanakan kurang lebih 3 bulan dengan beberapa kegiatan. Secara terperinci terdapat paada table 3.1.

Tempat pelaksanaan kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Mekatronika Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.

Table 3.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No.	Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2				Bulan ke 3			
1.	Studi literatur	■	■										
2.	Studi lapangan		■	■									
3.	Konsultasi	■	■	■	■								
4.	Identifikasi mesin			■	■								
5.	Perancangan <i>hardware</i>					■	■	■	■				
6.	Perancangan <i>pemrograman</i>					■	■	■	■				
7.	Proses perakitan							■	■	■			
8.	Pengujian alat									■	■		
9.	Pembatan laporan										■	■	■

Keterangan :

■ : kegiatan pelaksanaan

3.2 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk mencegah memperluasnya masalah maka diberi batasan-batasan agar tetap fokus pada tujuan yaitu sebagai berikut :

1. Motor *servo* yang digunakan untuk membuka dan menutup pintu *hopper*.
2. Sensor suhu LM35 sebagai pembaca suhu pada silinder penyangrai.
3. *Relay* digunakan untuk mengontrol motor listrik, lama proses penyangraian.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan berupa data *primer* yang diperoleh melalui beberapa eksperimen. Dalam eksperimen ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

3.3.1 Alat dan Bahan

Komponen yang digunakan dalam pembuatan alat tugas akhir ini antara lain :

- a. pembuatan buka tutup *hopper* otomatis
 1. Motor *servo*
 2. Plat besi
 3. *Jumper wire pack*
 4. Mur dan baut
 5. Bor tangan
 6. Mesin sangrai kopi
- b. Pembuatan kendali motor listrik
 1. *Relay*
 2. *Jumper wire pack*
 3. LED
 4. Resistor
- c. Sensor suhu LM35
- d. *Arduino* Uno R3, kabel dan *Breadboard*
- e. *Software arduino IDE*

3.3.1 Studi Literatur

Mempelajari Literatur untuk membantu dan mendukung proses pembuatan sangrai kopi otomatis, mempelajari bahasa pemrograman pada *Arduino Uno*, mempelajari mekanisme mesin penyangrai kopi, serta literatur yang mendukung lainnya.

3.3.2 Studi Lapangan

Mesin penyangrai kopi otomatis dikerjakan dengan melakukan pengamatan serta melakukan identifikasi secara langsung pada alat mesin penyangrai kopi yang sudah ada di Laboratorium, untuk melihat mekanisme dan prinsip kerjanya sebagai dasar dalam pembuatan sangrai kopi otomatis.

3.3.3 Konsultasi

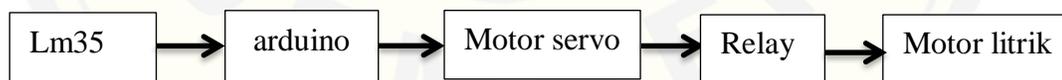
Konsultasi dengan dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing anggota untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk mengenai pembuatan sangrai kopi otomatis.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan adalah eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Mekatronika Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.

3.4.1 Blok Diagram

Blok diagram ini digunakan untuk mempermudah mengetahui proses atau alur dari cara kerja rangkaian yang dibuat secara garis besar.



Gambar 3.1 blok diagram sangrai kopi otomatis

Dari diagram blok dapat dijelaskan bahwa sensor suhu akan membaca panas yang terdapat pada silinder penyangrai kopi dan proses pada program arduino, yang keluarannya berupa membuka dan menutup motor pintu hopper menggunakan motor servo. Dari motor servo diproses kembali pada arduino yang keluarannya akan menuju pada motor listrik.

3.4.2 Perancangan system

Pada perancangan system ini terdiri dari perancangan mekanis dan perancangan *software* yang diuraikan sebagai berikut;

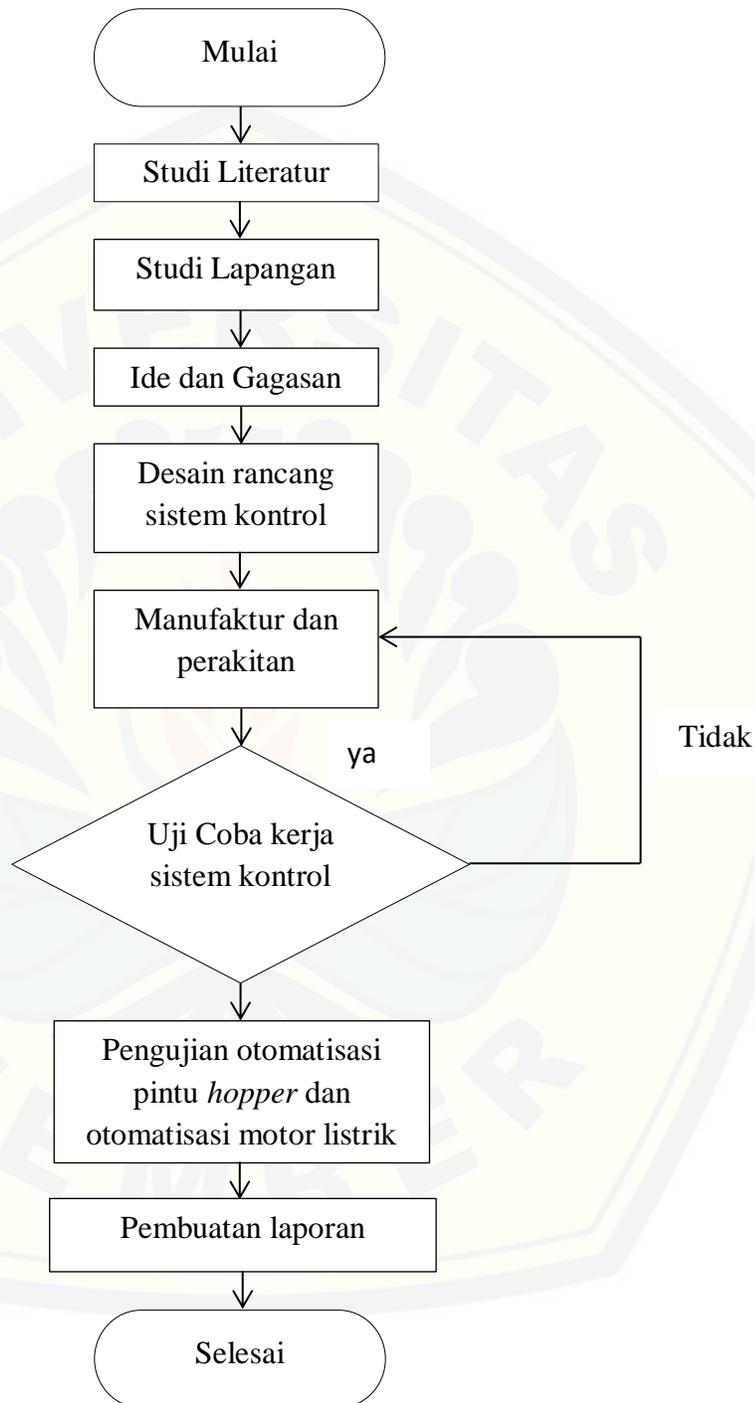
a. Perancangan *Software*

Pengendali utama alat sangrai kopi otomatis yaitu menggunakan program *arduino* untuk mengetahui kerja sensor suhu, mengatur kerja motor *servo* sebagai penggerak pintu *hopper*, mengatur kerja motor listrik.

b. Perancangan mekanis

Digunakan untuk membuat slider pada pintu *hopper*, dengan menggunakan 2 batang penghubung yang terbuat dari bahan plat besi.

3.5 Flow Chart



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. sistem kontrol pada pintu *hopper* berdasarkan pada suhu yaitu sebesar 50° C yang dibaca oleh sensor suhu LM35 menggunakan program Arduino Uno R3 , yang digerakkan menggunakan motor servo dengan kapasitas mesin sangrai kopi otomatis sebesar 114 gram per menit.
2. Sistem kontrol pada motor DC untuk menyangrai biji kopi menggunakan *relay* karena perbedaan tegangan (motor DC mesin dengan Arduino) dan disetting selama 60 detik.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai sangrai kopi otomatis , tentu perlu adanya perbaikan untuk mencapai hasil yang optimal, beberapa saran untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan kapasitas penyangraian yang lebih besar, disarankan menggunakan motor *servo* dengan torsi yang lebih besar.
2. Untuk penghubung antara batang penggerak dan batang hubung menggunakan paku keling (*roll*), sedangkan penghubung antara batang penghubung dengan slider hopper menggunakan penghubung *fix*.
3. Memperhatikan perbandingan batang penggerak dan batang penghubung, disarankan menggunakan perbandingan 1 : 2.

DAFTAR PUSTAKA

Prasetyo, yusuf eko. 2017. Perencanaan dan pembuatan tempering mesin peyangrai biji kopi (bagian dinamis). *Proyek akhir*. Jember :Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Jember.

Tryan, danny agus. 2014. Rancang bangun alat peyangrai dan penggiling kopi otomatis sederhana berbasis mikrokontroler. *Skripsi*. Bandung. Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.

Sutisna, ending. 2016. Cara Sangrai dan *Roasting* Biji Kopi Tradisional yang benar. <http://boskopi.com>. [Diakses pada 22 November 2017]

Monk, simon. 2015. *Arduino Lesson 14. Servo Motors*. <http://learn.adafruit.com/adafruit-arduino-lesson-14-servo-motors/arduino-code-for-sweep>. [Diakses pada 22 November 2017]

Departemen Agama Republik Indonesia.1998. Al-quran dan Terjemahan. Semarang : PT Kumudasmoro Grafindo.

Fahmi, andre. 2017. Motor Servo-adalah. <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/motor-servo-adalah>. [Diakses pada 21 November 2017]

Fahmi, andre. 2017. Konfigurasi Pengujian H- Bridge Mosfet. <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/konfigurasi-pengujian-h-bridge-mosfet>. [Diakses pada 21 November 2017]

Wibowo, Rudi; Zulfikar; Paramu, Hadi. 2016. Pedoman Penulisan Karya Ilmiah. Jember

Yama, Jeri. 2009. Perangkat Servo. <https://perangatelektronik.wordpress.com/2013/01/29/motor-servo>. [Diakses pada 21 November 2017]

Makruf, Abdiamar. 2013. Rancang Bangun Sistem Kamera Perantau. *Proyek Akhir*. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Silvia, Ai Fitria; Haritman, Erik; Muladi, Yuda. 2014. Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino dan Android. *Electrans*. Vol.13. 1-14

Setiawan, Evan Taruna. 2015. Pengendalian Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan *Smartphone Android*. *Jurnal TI-Atma STMIK Atma Luhur Pangkalpinang*.

Wijaya, Yusmar Palapa. 2016. Simulasi Pengendalian Volume Tangki Menggunakan Labview dan Arduino Uno. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*. Vol 13 nomer 1.

Lampiran Gambar



Gambar 1. Pengukuran pintu *hopper*



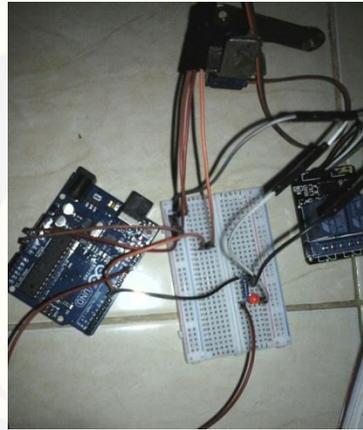
Gambar 2. Identifikasi *hopper*



Gambar 3. Proses perakitan



Gambar 4. Pintu *hopper* dengan 2 batang penghubung menggunakan motor *servo*



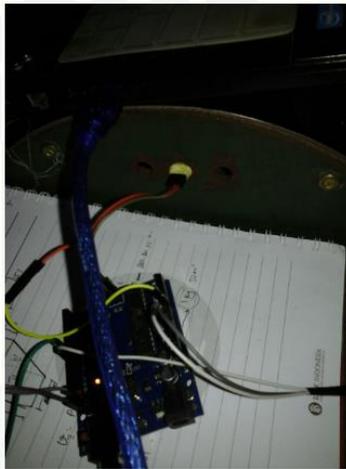
Gambar 5. Percobaan Hasil rangkaian Program pengendalian mesin penyangrai kopi



Gambar 6. Penimbangan berat biji kopi



Gambar 7. Pemasangan *relay* pada motor listrik



Gambar 8. Tempat sensor suhu pada tabung silinder penyangrai



Gambar 9. Sambungan baut pada batang penghubung



Gambar 10. Sisa biji kopi pada *hopper* setelah *slider* tutup dibuka



Gambar 11. Pengujian gaya geser



Gambar 12. Tahap pengisian (uji coba mesin)



Gambar 13. Pemanasan suhu menggunakan korek api (uji coba mesin)



Gambar 14. Proses Membuka *slider hopper* setelah sensor suhu dipanaskan (uji coba mesin)