BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi mengenai teori-teori penunjang mesin penggiling dan penyangrai kopi otomatis baik perangkat keras (*Hardware*), maupun perangkat lunak (*Software*).

2.1 Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab (Rahardjo, 2012).

Di Indonesia kopi mulai di kenal pada tahun 1696, yang di bawa oleh VOC. Tanaman kopi di Indonesia mulai di produksi di pulau Jawa, dan hanya bersifat coba-coba, tetapi karena hasilnya memuaskan dan dipandang oleh VOC cukup menguntungkan sebagai komoditi perdagangan maka VOC menyebarkannya ke berbagai daerah agar para penduduk menanamnya (Najiyanti dan Danarti, 2004).

Proses pengolahan bubuk kopi terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu sebagai berikut.

1. Penyangraian

Kunci dari proses produksi kopi bubuk adalah penyangraian. Proses ini merupakan tahapan pembentukan aroma dan citarasa khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas. Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa organik calon pembentuk citarasa dan aroma khas kopi. Waktu sangrai ditentukan atas dasar warna biji kopi sangrai atau sering disebut derajat sangrai. Makin lama waktu sangrai, warna biji kopi sangrai mendekati cokelat tua kehitaman (Mulato, 2002).

Roasting merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas CO_2 dan produk pirolisis volatil lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan citarasa kopi. Kehilangan berat kering terkait erat dengan suhu penyangraian. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas 3 golongan yaitu *ligh roast* suhu yang digunakan 193 °C sampai 199 °C, *medium roast* suhu yang digunakan 204 °C dan dark roast suhu yang digunakan 213 °C sampai 221 °C. *Light roast* menghilangkan 3-5% kadar air, *medium roast* menghilangkan 5-8% dan *dark roast* menghilangkan 8-14% kadar air (Varnam and Sutherland, 1994).

Penyangrai bisa berupa oven yang beroperasi secara *batch* atau *continous.* Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan, dan pada beberapa desain pemanas, hal ini

merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan baik untuk penyangraian secara *batch* maupun *continous* yaitu berupa drum horizontal yang dapat berputar. Umumnya, biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa roaster dimana dimungkinkan terjadi aliran silang dengan udara panas. Udara yang digunakan langsung dipanaskan menggunakan gas atau bahan bakar, dan pada desain baru digunakan sistem udara daur ulang yang dapat menurunkan polusi di atmosfer serta menekan biaya operasional (Ciptadi dan Nasution, 1985).

Perubahan sifat fisik dan kimia terjadi selama proses penyangraian, menurut Ukers dan Prescott dalam Ciptadi dan Nasution (1985) seperti *swelling*, penguapan air, tebentuknya senyawa *volatile*, karamelisasi karbohidrat, pengurangan serat kasar, denaturasi protein, terbentuknya gas CO_2 sebagai hasil oksidasi dan terbentuknya aroma yang karakteristik pada kopi. *Swelling* selama penyangraian disebabkan karena terbentuknya gas-gas yang sebagian besar terdiri dari CO_2 kemudian gas-gas ini mengisi ruang dalam sel atau pori-pori kopi.

Tabel 2.1 Syarat Umum Kopi Sangrai (SNI.01-2983-1992)

Kriteria	Satuan	Syarat
Keadaan(bau,rasa)	-	Normal
Kadar air	%w/w	Maks 4
Kadar abu	%w/w	7-14
Kealkalian dari abu	1 N NaOH/100gr	80-14-
Kadar Kafein	% w/w	2-8
Cemaran Logam (Pb, Cu)	mg/kg	Maks 30

Sumber : Anonim (2012)

2. Penggilingan

Biji kopi sangrai dihaluskan dengan mesin penghalus sampai diperoleh butiran kopi bubuk dengan ukuran tertentu. Butiran kopi bubuk mempunyai luas permukaan yang relatif besar dibandingkan jika dalam keadaan utuh. Dengan demikian, senyawa pembentuk citarasa dan senyawa penyegar mudah larut dalam air seduhan (Mulato, 2002).

Salah satu perubahan kimiawi biji kopi selama penyangraian dapat dimonitor dengan perubahan nilai pH. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatil seperti aldehida, furfural, keton, alkohol, ester, asam format, dan asam asetat yang mempunyai sifat mudah menguap. Makin lama dan makin tinggi suhu penyangraian, jumlah ion H+ bebas di dalam seduhan makin berkurang secara signifikan. Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aroma khas kopi antara lain asam amino dan gula. Selama penyangraian beberapa senyawa gula akan terkaramelisasi menimbulkan aroma khas. Senyawa yang menyebabkan rasa sepat atau rasa asam seperti tanin dan asam asetat akan hilang dan sebagian lainnya akan bereaksi dengan asam amino membentuk senyawa melancidin yang memberikan warna cokelat (Mulato, 2002).

3. Kadar Air

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat perkembangan organisme pembusuk. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan (Taib et al., 1988).

Kadar air suatu bahan merupakan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dinyatakan dalam persen basis basah (wet basis) atau dalam persen basis kering (dry basis). Kadar air basis basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air basis kering lebih 100%. Kadar air basis basah (Mwb) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan.

Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah (Mwb) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (Mdb) digunakan dalam bidang teknik (Brooker et al., 1974). Persamaan dalam penentuan kadar air

$$Mdb=\frac{Wt-Wd}{Wd} \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan : Mdb = kadar air basis kering (%)

Wt = berat total (gram)

Wd = berat padatan (gram) 14

$$Mwb=\frac{W_t-W_d}{W_t} \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan : Mwb = kadar air basis basah (%)

Wt = berat total (gram)

Wd = berat padatan (gram)

Metode penentuan kadar air dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode langsung menerapkan metode oven dan metode destilasi. Pada metode oven, sampel bahan diletakkan ke dalam oven hingga diperoleh berat konstan pada bahan. Penentuan kadar air pada metode

oven didasarkan pada banyaknya air yang hilang dari produk. Adapun pada metode destilasi, kadar air dihilangkan dengan memanaskan biji ke dalam air dan selanjutnya menentukan volume atau massa air yang hilang pada biji dalam uap yang terkondensasi atau dengan pengurangan berat sampel (Brooker et al., 1974).

4. Kadar keasaman (pH)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. pH merupakan salah satu contoh fungsi keasaman. Konsentrasi ion hidrogen dapat diukur dalam larutan non-akuatik, namun perhitungannya akan menggunakan fungsi keasaman yang berbeda (Volk, 1993).

2.2 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 bebrapa 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 ±0,06 ohm dan PT100 Class-B memiliki akurasi ±0,12 ohm. Keakurasian ini menurun seiring dengan naiknya suhu. Akurasi PT100 Class-A bisa menurun hingga ±0,43 ohm (±1,45°C) pada suhu 600°C, dan PT100 Class-B bisa menurun hingga ±1,06 ohm (±3,3°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 - 400^{o}C
3. Output : 0 – 5 VDC/ 20mA
4. Sudah dilengkapi isolasi antara tegangan, input dan output
5. Dapat bekerja pada suhu lingkungan : -45 – 85 ^{o}C



Gambar 2.1 Sensor Suhu RTD PT100

2.3 Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan sebuah transduser yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating.* Elemen pemanas terbuat dari bahan material konduktor yang dapat menghantarkan panas secara konveksi, konduksi maupun radiasi. Secara karakteristik fisik dan kimia dari bahan elemen pemanas menentukan kualitas panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas, karena material penghasil panas menjadi faktor utama yang menentukan proses perpindahan panas dari material elemen pemanas ke material yang dipanaskan.

Elemen pemanas memiliki beberapa persyaratan diantaranya.

1. Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki.
2. Tahanan jenisnya harus tinggi.
3. Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan.
4. Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki.
5. Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan elemen pemanas adalah *Maximum Elemen Surface Temperature* (MET) dan *Maximum Power/Surface Loading*. MET adalah suhu yang dicapai saat bahan elemen mulai mengalami perubahan bentuk atau saat umur hidup bahan elemen menjadi singkat yang mengakibatkan elemen menjadi putus atau hubung singkat. Sedangkan *Maximum Power/Surface Loading* adalah area radiasi permukaan, dinyatakan dalam

(Watt/cm^2). Semakin tinggi MET maka akan semakin tinggi pula *Maximum Power Loading.*

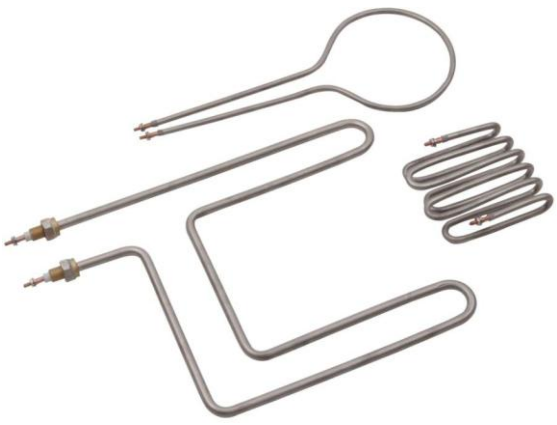
Material yang digunakan sebagai bahan elemen pemanas harus bersifat sebagai konduktor listrik. Terdapat beberapa macam material elemen pemanas, diantaranya.

1. Elemen Metalik

Elemen metalik merupakan material yang terbuat dari gulungan, lempengan atau lembaran metal yang bersifat konduktor dan menghasilkan panas jika dialiri listrik. Campuran logam yang biasanya digunakan sebagai elemen metalik adalah nikel-kromium, besi-nikel-kromium dan besi-krom-alumunium. Material yang dapat beroperasi pada tingkat suhu tinggi adalah campuran besi-krom-alumunium.

2. Elemen Keramik

Elemen keramik merupakan elemen pemanas yang terbuat dari material berupa silikon karbida, molibidenum disilisida, lanthanum kromite dan zirkonia. Aplikasi elemen pemanas dengan material elemen keramik ini biasanya digunakan untuk aplikasi dengan suhu yang sangat tinggi.



Gambar 2.2 Bentuk Konstruksi Elemen Pemanas yang Umum di Pasaran

2.4 Motor DC

Motor DC merupakan motor arus searah yang berfungsi mengubah energi listrik arus searah (DC) menjadi energi mekanik atau energi gerak. Motor DC terdiri dari dua buah kumparan, yaitu kumparan stator dan kumparan jangkar atau rotor. Kumparan stator adalah bagian yang tidak berputar, sedangkan kumparan jangkar atau rotor adalah bagian yang berputar. Motor DC memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

Prinsip dasar cara kerja motor DC apabila arus lewat pada suatu kawat konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan yang berubah-ubah pada setiap setengah putaran. Medan magnet berfungsi untuk menyimpan energi dan sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi. Proses perubahan energi listrik menjadi energi mekanik berlangsung melalui medan magnet.



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Motor DC

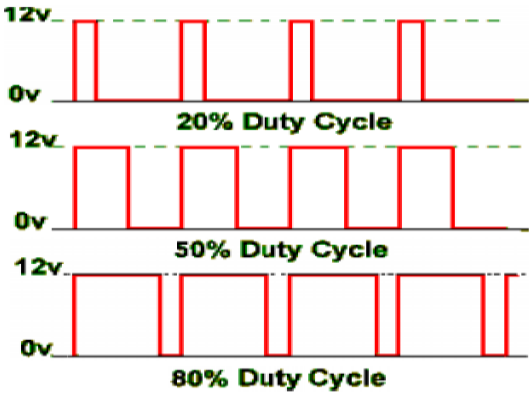
2.5 *Pulse Width Modulation* (PWM)

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah teknik pengontrolan kecepatan, torsi motor DC yang berbeda dengan teknik lainnya. PWM atau modulasi lebar pulsa merupakan salah satu keunggulan *Timer/Counter* terdapat pada

ATMega8535. Pulsa PWM dihasilkan dari ketiga jenis *Timer/Counter* pada ATMega8535. Pulsa PWM adalah sederetan pulsa yang lebar pulsanya dapat diatur.

Duty cycle adalah persentasi waktu pulsa *high* terhadap perioda pulsa. Jika daya seperempat siklus waktu (*duty cycle* 25%) maka kecepatannya adalah paling rendah (lambat), daya separuh waktu (*duty cycle* 50%) maka kecepatannya seetengah dan seterusnya.

Pada pengaturan kecepatan PWM nilai persentase didapatkan dari perbandingan T *high*/(T*high*+T*low*)*100% dimana T adalah perioda atau waktu tempuh pulsa yang terbagi menjadi bagian puncak positif (T *high*) dan puncak negatif (T *low*). Berikut adalah gambar bentuk gelombang PWM.



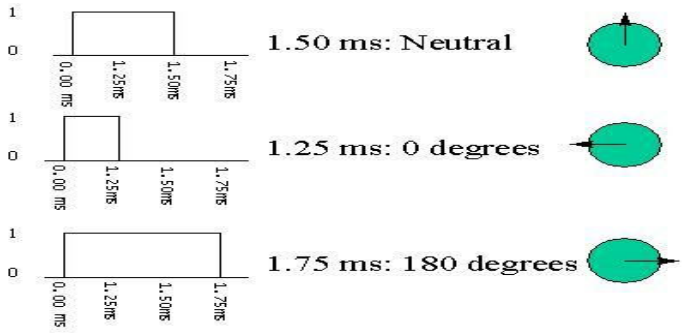
Gambar 2.4 Bentuk Gelombang PWM

Jika frekuensi yang dihasilkan tinggi maka semakin rapat periode antar pulsa, ini berarti kecepatan akan bertambah. Jika frekuensi yang dihasilkan rendah maka semakin lebar periode antar pulsa, ini berarti kecepatan menurun atau berkurang. Pemberian kecepatan harus disesuaikan dengan kebutuhan alat mesin penyangrai dan penggiling kopi otomatis.

2.6 Motor Servo

Motor servo merupakan motor DC yang pada prinsipnya dikendalikan dan diatur menggunakan pulsa. Motor servo ini biasa digunakan pada aplikasi-aplikasi elektronika kontrol seperti untuk lengan robot dan lain sebagainya. Motor ini memiliki kemampuan baik dalam hal posisi dan kecepatan. Selain memiliki kemampuan baik dalam hal posisi dan kecepatan, motor ini pun cukup handal dalam lingkup torsi yang berubah-ubah.

Biasanya motor servo telah terintegrasi oleh driver yang telah memiliki rangkaian pengendali kecepatan didalamnya. Selain telah memiliki rangkaian driver pengendali kecepatan, motor servo memiliki serangkaian *gear* didalamnya. Terdapat dua jenis motor servo, motor servo *continuous* dan motor servo *non-continuous.* Motor servo *continuous* adalah motor servo yang dapat berputar 360 derajat, sedangkan motor servo *non-continuous* hanya mampu berputar 180 derajat.



Gambar 2.5 Pemberian Pulsa Untuk Kendali Putaran Motor Servo

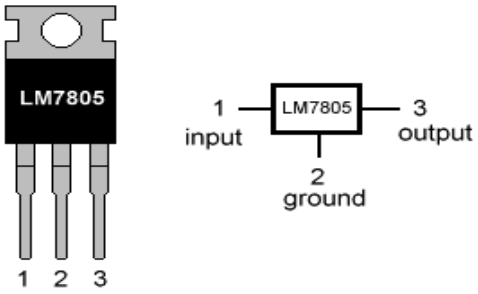
Pada dasarnya pemberian pulsa pada motor servo mempengaruhi berapa derajat motor berputar. Pemberian *Pulse Width Moadulator* (PWM) untuk mengatur derajat putaran motor akan bekerja dengan baik apabila diberi frekuensi kurang lebih 50 Hz sampai 60 Hz. Motor servo *non-continuous* ketika diberikan

pulsa dengan lebar 1.5ms maka motor servo akan berputar 90 derajat, pulsa dengan 1.75ms motor bergerak 180 derajat dan pulsa 1.25ms motor bergerak menuju 0 derajat. Sedangkan motor servo *continuous* ketika diberikan pulsa dengan lebar 1.5ms maka motor servo diam atau tidak berputar, pulsa dengan 1.25ms maka akan berputar *Clock Wise* (CW), pulsa dengan 1.75ms berputar *Couter Clock Wise* (CCW).

2.7 Catu Daya

Catu daya memiliki peranan penting dalam hal perancangan mesin penyangrai dan penggiling kopi otomatis ini. Pemilihan catu daya yang tepat akan menghasilkan kinerja baik bagi rangkaian yang di catu. Catu daya yang baik dilengkapi dengan regulator tegangan. Terdapat dua jenis catu daya yaitu catu daya dengan tegangan variabel dan catu daya dengan tegangan tetap. Catu daya tegangan variabel adalah catu daya yang dapat diatur tegangan keluarannya dengan range tertentu, catu daya jenis ini biasanya dilengkapi dengan regulator yang tegangan keluarannya dapat diubah-ubah. Sedangkan catu daya tegangan tetap adalah catu daya yang tegangan keluarannya tetap dan tidak dapat diubah-ubah.

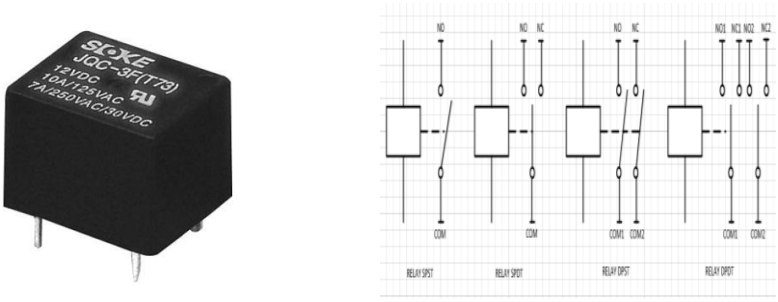
Penggunaan regulator pada catu daya memiliki tujuan untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Selain itu, regulator ini memiliki fungsi untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Contoh IC regulator yang tegangannya dapat diubah-ubah adalah tipe LM1086. Sedangkan salah satu contoh IC regulator dengan keluaran tegangan tetap adalah tipe LM7805.



Gambar 2.6 IC regulator LM 7805

2.8 *Relay*

Relay adalah komponen elektronika yang prinsip kerjanya hampir sama seperti saklar. Relay biasa digunakan sebagai saklar otomatis yang digunakanan dalam bidang elektronika. Jika kumparan relay dialiri arus listrik maka akan menghasilkan medan magnet yang kemudian akan menarik lengan *relay* dan mengubah posisi saklar yang sebelumnya terbuka menjadi tertutup (terhubung) dan sebaliknya tertutup (terhubung) menjadi terbuka.



Gambar 2.7 Simbol, Bentuk dan Jenis Relay

2.9 *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD adalah komponen elektronika yang biasa digunakan untuk menampilkan suatu simbol, angka ataupun huruf. LCD merupakan display dot

matrik yang inputnya dikendalikan oleh *bus* data dari sebuah mikrokontroler. Angka, huruf atau simbol yang ditampilkan di sebuah LCD merupakan kode ASCII yang telah diolah di dalam mikrokontroler.



Gambar 2.8 Modul *Liquid Crystal Display Character* 16x2

Terdapat beberapa jenis LCD menurut jumlah bitnya. Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk display. Memori ini digunakan untuk menyimpan semua teks yang kita tuliskan dan selanjutnya ditampilkan ke modul LCD. LCD yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LCD dengan karakter 16x2 dan memiliki 16 pin.

2.10 Sakelar

Sakelar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan jaringan listrik. Sakelar pada dasarnya merupakan alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, sakelar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen alat elektronika arus lemah. Secara umum sakelar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kotak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi. Pada dasarnya tombol bisa diaplikasikan untuk sensor mekanik, karena bisa dijadikan sebagai pedoman pada mikrokontroller untuk

pengaturan alat dalam pengontrolan. Jenis dan bentuk sakelar bermacam-macam sesuai dengan penggunaannya pada rangkaian elektronika.

- Sakelar *Toogle*

Sakelar *toogle* merupakan sensor mekanik yang digunakan untuk menyalakan atau mamatikan alat elektronik, berukuran relatif kecil, dan digunakan pada arus listrik kecil. Untuk menyalakan alat dekronik, kita harus menekan tombol off sakelar tersebut. Contoh penggunaan sakelar *toogle* yaitu pada lampu.

- Sakelar *Push Buttton*

Sakelar *push button* digunakan untuk menyalakan atau mamatikan alat elektronik sesaat ketika tombol sakelar ditekan. *Push button* itu sendiri ada dua macam, yaitu *push button* on dan *push button* off. Apabila sakelar *push button* on ditekan maka rangkaian akan terhubung dan apabila dilepas maka rangkaian akan terputus. Sedangkan *push button* off ditekan maka rangkaian terputus dan apabila dilepas akan terhubung kembali.

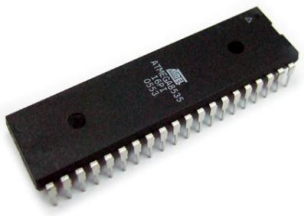
Pada perancangan alat penyangrai dan penggiling kopi ini, digunakan sakelar *push button* sebagai pengganti *keypad* untuk masukan. Pemilihan sakelar *push button* sebagai pengganti *keypad* dikarenakan biaya yang lebih murah dan sesuai dengan kebutuhan.

2.11 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer dalam sebuah chip yang sudah berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), fasilitas I/O, beberapa *peripheral* seperti pencacah/waktu, ADC (*Analog to*

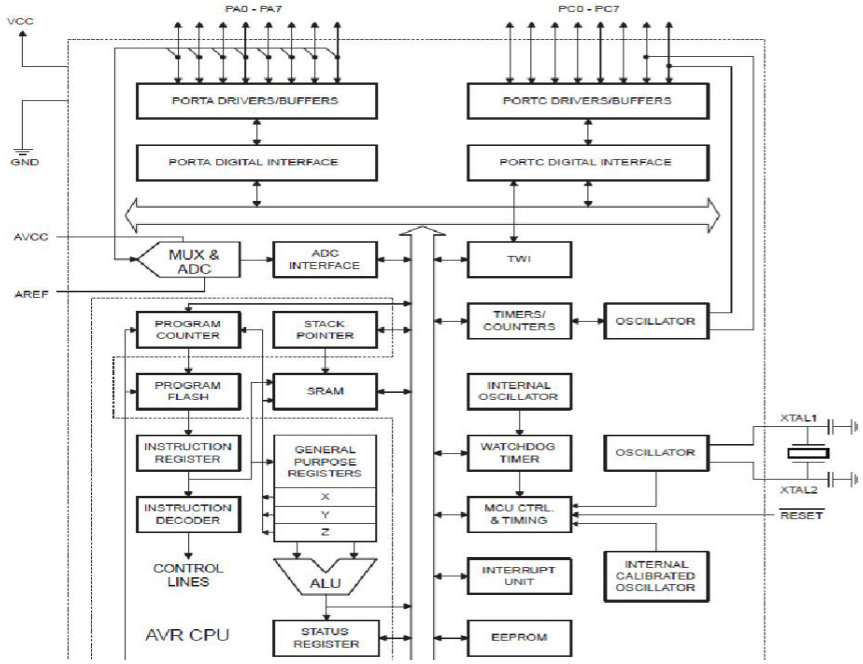
Digital Converter), DAC (*Digital to Analog Converter*). Terdapat dua macam mikrokontroler berdasarkan teknologinya, yaitu mikrokontroler dengan teknologi RISC (*Reduce Instruction Set Computing*) dan CISC (*Complex Instruction Set Computing*).

Salah satu contoh mikrokontroler yang menggunakan teknologi RISC adalah mikrokontroler AVR. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. Sedangkan mikrokontroler yang menggunakan teknologi CISC adala MCS51, di mana mikrokontroler ini membutuhkan 12 siklus clock. AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega, dan AT86RFxx. Perbedaan pada masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini adalah mikrokontroler ATMega 8535.



Gambar 2.9 Bentuk Fisik Mikrokontroler ATMega8535

- **Arsitektur ATMega8535**



Gambar 2.10 Diagram Blok Mikrokontroler AVR ATMega8535

Dari Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa mikrokontroler ATMega8535 memiliki bagian sebagai berikut.

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
3. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Tiga buah *timer*/*counter* dengan kemampuan perbandingan.
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Unit interupsi internal dan eksternal.
8. Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write.*
9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.

12. Port USART untuk komunikasi serial.

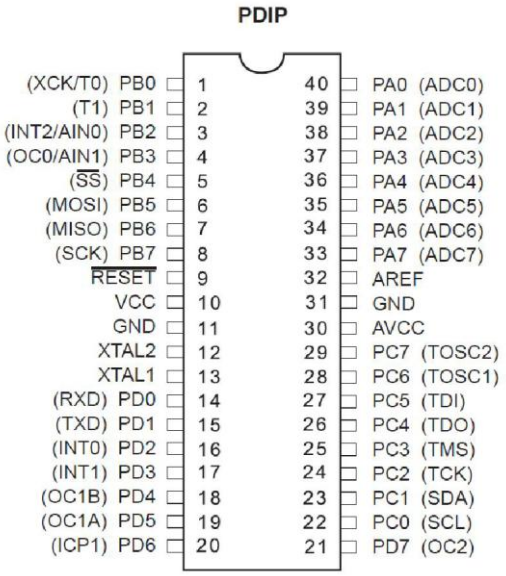
- **Fitur ATMega8535**

Fitur-fitur ATMega8535 adalah sebagai berikut.

1. Kapabilitas memori *flash* 8 KB, *SRAM* sebesar 512 byte, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
2. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* denagan kecepatan maksimal 16 MHz.
3. *ADC* internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel.*
4. Portal komunikasi serial (*UASRT*) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

- **Konfigurasi Pin ATMega8535**

Berikut adalah gambar diagram pin mikrokontroler ATMega8535



Gambar 2.11 Diagram Pin ATMega8535

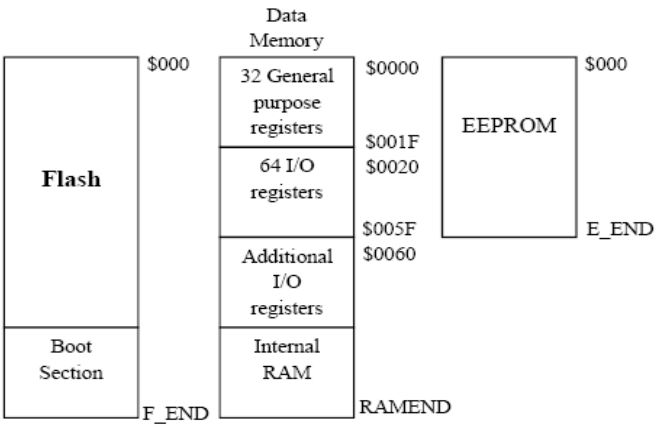
Gambar 2.11 Merupakan konfigurasi pin ATMega8535, secara fungsional konfigurasi pin ATMega8535 dijelaskan sebagai berikut.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan tegangan catu- daya.
2. GND merupakan pin *ground*.
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC. Masing-masing pin menyediakan resistor *pull-up* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit.
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/counter*, komparator analog dan SPI.
5. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscilator.*
6. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler. Level rendah pada pin ini selama lebih dari lama waktu minimun yang ditentukan akan menyebabkan reset, walaupun *clock* tidak dijalankan.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

- **Peta Memori ATMega8535**

Mikrokontroler ATMega8535 mempunyai dua jenis memori, yaitu memori data (SRAM) dan memori program (Memori *Flash*). Selain itu juga mikrokontroler ini dilengkapi memori EEPROM (*Electrically Erasable*

Programmable Read Only Memory) untuk penyimpanan data yang bersifat *non-voaltile.*



Gambar 2.12 Memori AVR ATMega

Memori *flash* adalah memori ROM temat kode-kode program. Memori *flash* terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *boot* dan bagian aplikasi. Bagian boot adalah bagian yang digunakan untuk *booting* awal yang dapat diprogram tanpa melalui *programmer/downloader,* misalnya USART.

Memori data adalah memori program yang digunakan untuk keperluan program. Memori program dibagi menjadi tiga bagian, yaitu.

1. Terdapat 32 register keperluan umum (*general purpose register*-GPR biasa disebut *register file* di dalam teknologi RISC).
2. Terdapat 64 register untuk keperluan input/output (I/O *register*).
3. Terdapat 512 byte SRAM internal. Selain itu terdapat pula EEPROM 512 byte sebagai memori data yang dapat diprogram saat beroperasi.

2.12 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C merupakan bahasa pemrograman tingkat menengah. Bahasa pemrograman ini umum digunakan karena berada satu tingkat di atas bahasa mesin dan satu tingkat di bawah bahasa tingkat tinggi sehingga mudah dimengerti oleh penggunanya. Bahasa pemrograman C ini merupakan bahasa pemrograman terstruktur serta membagi program ke dalam bentuk sebuah blok yang bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program.

- **Struktur Penulisan Bahasa C**

Berikut adalah contoh struktur penulisan dalam bahasa C.

```
#include <[library1.h]>        //opsional
#define [nama] [nilai];        //opsional
[global variabels]             //opsional
[functions]                    //opsional
Int main(void)                 //Program Utama
{
        [deklarasi local variabel/constant]
}
```

Dari contoh struktur penulisan bahasa C diatas dapat disimpulkan, opsional digunakan untuk komentar. Penulisan variabel dilakukan di awal agar aman bisa digunakan sepanjaang program.

- **Deklarasi Variabel dan Konstanta**

1. Variabel merupakan memori penyimpanan data yang nilainya dapat diubah-ubah. Berikut adalah contoh penulisan variabel:

   [tipe data] [nama] = [nilai];

2. Konstanta merupakan memori penyimpan data yang nilainya tidak dapat diubaah-ubah. Berikut adalah contoh penulisan konstanta dalam bahasa C:

   const [nama] = [nilai];

3. *Global variable* atau *constant* dapat diakses di seluruh bagian program.

4. *Local variable* atau *constant* hanya dapat diakses oleh fungsi tempat dideklarasikannya.

- **Tipe-tipe data dalam Bahasa C**

Berikut tipe-tipe data dalam bahasa pemrograman C :

1. char : 1 byte (-128 s/d 127)
2. unsigned char : 1 byte (0 s/d 255)
3. int : 2 byte (-32768 s/d 32767)
4. unsigned int : 2 byte (0 s/d 65535)
5. long : 4 byte (-2147483648 s/d 247483647)
6. unsigned long : 4 byte (0 s/d 4294967295)
7. float : bilangan desimal
8. array : kumpulan data-data yang sama tipenya.

- **Pernyataan**

Dalam pemrograman bahasa C, *statement* atau pernyataan adalah setiap operasi dalam pemrograman, harus diakhiri dengan [;] atau [}]. Untuk satu baris,

pernyataan tidak akan dieksekusi bila diawali dengan tanda [//]. Lebih dari satu baris gunakan pasngan [/*] dan [*/]. Pernyataan yang tidak dieksekusi disebut komentar.

Contoh:

```
suhu=adc/255*1000;          //contoh rumus perhitungan suhu
```

- **Fungsi**

Dalam pemrograman bahasa C fungsi merupakan bagian program yang dapat dipanggil oleh program utama. Berikut contoh penulisan fungsi dalam bahasa C :

```
[tipe data hasil] [nama fungsi] ([tipe data input 1], [tipe data input 2])
{
        [pernyataan_1];
        [pernyataan_2];
        ...
}
```

- **Pernyataan berkondisi dan Pengulangan**

Dalam bahasa C pernyataan berkondisi dan pengulangan menggunakan if else, for, while, do while, case. Berikut penjelasan dan contoh penulisan pernyataan berkondisi dan pengulangan dalam bahasa C.

if else : digunakan untuk menyeleksi satu atau beberapa kondisi

```
if ( [persyaratan] )
{
```

```
  [statement1];
  [statement2];
  ...
  }
Else
{
  [statement3];
  [statement4];
  ...
  }
```

for : digunakan untuk pengulangan dengan jumlah yang sudah diketahui-berapa kali diulang.

```
for ( [nilai awal]  ; [syarat] ; [operasi nilai] )
{
  [statement1];
  [statement2];
  ...
  }
```

while : digunakan untuk pengulangan (*looping*) jika dan selama memenuhi suatu kondisi masih dipenuhi.

```
while ( [persyaratan] )
{
  [statement1];
```

```
  [statement2];
  ...
  }
```

do while : digunakan untuk pengulangan jika dan selama memenuhi syarat tertentu, namun minimal 1 kali

```
do
  {
    [statement1];
    [statement2];
    ...
  }
  while ( [persyaratan] )
```

switch case : digunakan untuk seleksi dengan banyak kondisi

```
switch ( [nama variabel] )
    {
    case [nilai1] : [statement1];
    break;
    case [nilai2] : [statement2];
    break;
    ...
    }
```