

OVEN PENGERING KERUPUK BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 MENGUNAKAN PEMANAS PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA

Syafriyudin, Dwi Prasetyo Purwanto
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email : dien@akprind.ac.id

ABSTRACT

kerupuk one of very light food liked by Indonesia society and often made by as complement of various sajian food or as lauk pauk. So that can be told by a crisply represent the food which cannot get out of the society life to be consumed, hence produce the crisply have to remain to walk requirement to consumer remain to be fulfilled.

One of process in production krupuk is draining process, Process the draining conducted most by society still conventionally, that is draining is in place opened hinging from sunshine. In conventional draining there are some problems that is heat which fluktuatif, hygiene which is not awaked and need the place which enough large. Remember in Indonesia there are two season that is dry season and rain, hence one of matter becoming constraint in crisply production process of draining of moment of rain season. Where heat required in course of draining cannot continuously there is caused by its rain.

With the technological growth, claiming the existence of innovation to create the crisply dryer in the place of draining conventionally. Single of Chip of ATMEGA 8535 this used as by pengontrol in course of draining, that is control the temperature and time depth process the draining in electronic and automatically. This matter will be more easy to to dry the crisply without having to await fine weather.

Keyword: microcontroller ATMEGA 8535 , kerupuk , dryer

INTISARI

Kerupuk merupakan salah satu makanan ringan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia dan sering dijadikan sebagai pelengkap berbagai sajian makanan atau sebagai lauk pauk. Sehingga dapat dikatakan kerupuk merupakan makanan yang tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat untuk dikonsumsi, maka produksi kerupuk harus tetap berjalan agar kebutuhan konsumen tetap terpenuhi.

Salah satu proses dalam produksi krupuk adalah proses pengeringan, Proses pengeringan yang dilakukan kebanyakan oleh masyarakat masih secara konvensional, yaitu pengeringan dilakukan di tempat terbuka yang bergantung dari sinar matahari. Dalam pengeringan konvensional terdapat beberapa permasalahan yaitu panas yang fluktuatif, kebersihan yang tidak terjaga dan memerlukan tempat yang cukup luas. Mengingat di Indonesia terdapat dua musim yaitu musim kemarau dan penghujan, maka salah satu hal yang menjadi kendala dalam produksi kerupuk adalah proses pengeringan disaat musim penghujan. Dimana panas yang dibutuhkan dalam proses pengeringan tidak bisa terus menerus ada karena adanya hujan.

Dengan perkembangan teknologi, menuntut adanya inovasi untuk menciptakan alat pengering kerupuk sebagai pengganti pengeringan secara konvensional. Single chip ATmega 8535 ini digunakan sebagai pengontrol dalam proses pengeringan, yaitu mengontrol suhu dan lama waktu proses pengeringan secara elektronik dan otomatis. Hal ini akan lebih mudah untuk mengeringkan kerupuk tanpa harus menunggu cuaca cerah.

Kata kunci: mikrokontroler ATMEGA 8535 , pengering , kerupuk

PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi-teknologi modern dan otomasi alat elektronik saat ini menjadikan pekerjaan menjadi lebih mudah. Sebagai contoh pada sistem pengaturan suhu pada alat pengering atau pemanas yang di desain lebih otomatis. Pada mesin pengering

tersebut dilengkapi dengan IC mikrokontroler ATmega 8535 sebagai *chip* pengendali suhu otomatis. Suhu kotak pengering akan dideteksi oleh sensor suhu dengan IC LM 35 kemudian suhu tersebut dapat diatur sesuai ketentuan yang berlaku pada suhu kotak pengering.

Misalnya suatu standar yang telah ditetapkan untuk oven pengering haruslah bersuhu antara 50⁰C sampai dengan 60⁰C, dalam hal inilah sistem sensor suhu pada kotak pengering dapat kita atur sesuai ketentuannya. Karena pada saat ini proses pengeringan kerupuk masih banyak menggunakan energi konvensional yaitu dengan bantuan sinar matahari yang kelemahannya pada saat musim penghujan sulit untuk bisa mengeringkan kerupuk dengan cepat dan mempunyai kualitas yang baik. Oleh karena itu pada pembahasan ini penulis akan merancang suatu alat pengering kerupuk dengan sistem pengendali suhu otomatis dilengkapi dengan sensor suhu otomatis berpenampil LCD.

Sistem pengendalian suhu pada oven pengering ini sudah otomatis karena menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan disisi lain pada oven pengering tersebut tergolong sistem digital dengan adanya penampil LCD sebagai tampilan batasan suhu yang diinginkan. Jadi untuk oven pengering tersebut telah didesain sedemikian rupa sehingga suhu yang diinginkan dapat stabil dan sangat praktis tentunya bagi pengusaha kerupuk skala kecil atau industri rumah tangga.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang ada maka dapat ditentukan rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Berapa lamakah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu kerja (maksimal 60⁰C) pada alat yang dibangun, serta waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan pada suhu kerja (maksimal 60⁰C)?
2. Bagaimanakah perbandingan temperatur variabel pada oven pengering dengan lamanya waktu untuk melakukan proses pengeringan?

TINJUAN PUSTAKA

Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air bahan hingga mencapai kadar air tertentu sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktifitas biologis dan kimia (Brooker et al.,2004). Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air bahan ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Agar suatu bahan dapat menjadi kering, maka udara harus memiliki kandungan uap air atau kelembaban yang relatif rendah dari bahan yang dikeringkan. Pada saat suatu bahan

dikeringkan terjadi dua proses secara bersamaan, yaitu:

1. Perpindahan panas dari lingkungan untuk menguapkan air pada permukaan bahan.
2. Perpindahan massa (air) di dalam bahan akibat penguapan pada proses pertama. Mekanisme pengeringan diterangkan melalui teori tekanan uap. Air yang diuapkan terdiri dari air bebas dan air terikat. Air bebas berada di permukaan dan yang pertama kali mengalami penguapan (Mujumdar dan Devahastin, 2002). Bila air permukaan telah habis, maka terjadi migrasi air dan uap air dari bagian dalam bahan secara difusi. Migrasi air dan uap terjadi karena perbedaan konsentrasi atau tekanan uap pada bagian dalam dan bagian luar bahan (Handerson dan Perry, 2003).

Henderson dan Perry (2003) dan Brooker et al.(2004) menyatakan bahwa proses pengeringan dapat dibagi dalam dua periode, yaitu periode laju pengeringan tetap dan laju pengeringan menurun. Mekanisme pengeringan pada laju pengeringan menurun meliputi dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan pengeluaran air dari permukaan air ke udara sekitarnya. Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan konstan dimana kadar air bahan lebih kecil dari pada kadar air kritis (Henderson dan Perry, 2003).

Menurut Brooker et al., (2004), beberapa parameter yang mempengaruhi waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan, antara lain:

1. Suhu Udara Pengering
Laju penguapan air bahan dalam pengering sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Bila suhu pengering dinaikkan maka panas yang dibutuhkan untuk penguapan air bahan menjadi berkurang. Suhu udara pengering berpengaruh terhadap lama pengeringan dan kualitas bahan hasil pengeringan. Makin tinggi suhu udara pengering maka proses pengeringan makin singkat. Biaya pengeringan dapat ditekan pada kapasitas yang besar jika digunakan pada suhu tinggi, selama suhu tersebut tidak sampai merusak bahan.
2. Kelembaban Relatif Udara Pengering
Kelembaban relatif udara adalah perbandingan massa uap air aktual pada volume yang diberikan dengan masa uap air saturasi pada temperatur yang sama. Kelembaban mutlak udara berpengaruh terhadap pemindahan cairan dari dalam ke permukaan bahan. Kelembaban relatif juga menentukan besarnya tingkat kemampuan udara pengering dalam menampung uap air

di permukaan bahan. Semakin rendah RH udara pengering, makin cepat pula proses pengeringan yang terjadi, karena mampu menyerap dan menampung uap air lebih banyak dari pada udara dengan RH yang tinggi.

3. Kecepatan Udara Pengering

Pada proses pengeringan, udara berfungsi sebagai pembawa panas untuk menguapkan kandungan air pada bahan serta mengeluarkan uap air tersebut. Air dikeluarkan dari bahan dalam bentuk uap dan harus secepatnya dipindahkan dari bahan. Bila tidak segera dipindahkan maka air akan menjenuhkan atmosfer pada permukaan bahan, sehingga akan memperlambat pengeluaran air selanjutnya. Aliran udara yang cepat akan membawa uap air dari permukaan bahan dan mencegah uap air tersebut menjadi jenuh di permukaan bahan. Semakin besar volume udara yang mengalir, maka semakin besar pula kemampuannya dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan.

4. Kadar Air Bahan

Pada proses pengeringan, sering dijumpai adanya variasi jumlah kadar air pada bahan. Yang mana variasi kadar air ini akan mempengaruhi lamanya proses pengeringan, sehingga perlu diketahui berapa persen kadar air pada bahan saat basah dan pada saat kering.

Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase bobot terhadap bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan, dan disebut kadar air berat basah atau basis basah (bb).

Kadar air basis basah dapat ditetapkan dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air basis basah (\%)} = \frac{Ba}{Bk} \times 100 \% \quad (1)$$

Di mana :

- Ka = kadar air basis basah (%)
- Ba = bobot air dalam bahan (gram)
- Bk = bobot bahan kering mutlak (gram)

Disamping kadar air bobot basah, kadar air bahan juga dapat dinyatakan dalam kadar air basis kering yaitu air yang diuapkan dibagi p bobot bahan setelah pengeringan. Jumlah air yang diuapkan adalah bobot bahan sebelum pengeringan dikurangi bobot bahan setelah pengeringan.

Metode untuk menentukan kadar air basis kering suatu bahan adalah dengan persamaan:

$$\text{Ka basis kering (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \% \quad (2)$$

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Tidak seperti komputer yang memiliki berbagai program aplikasi (misalnya pengolah data, angka dan lain-lain), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi saja (Agfianto E.P, 2002).

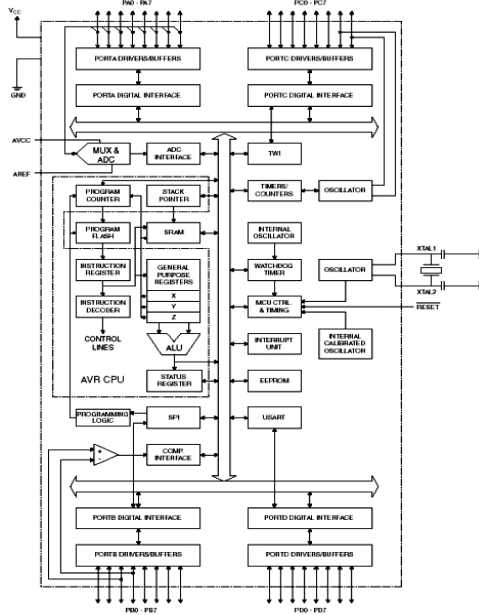
Disini mikrokontroler akan diaplikasikan sebagai pengontrol suhu dan pola aliran udara. Pengering merupakan dua permasalahan mendasar dalam teknik pengeringan kerupuk, secara mekanis menggunakan alat pengering adalah sebagai upaya untuk menciptakan produk kerupuk berkualitas dengan efisiensi proses pengeringan yang tinggi. Sistem kontrol suhu dirancang secara elektronik dan otomatis dengan penempatan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pengendali suhu, serta sensor suhu pada alat pengering dan pengaturan kecepatan udara pengering, sensor suhu yang digunakan untuk bekerja pada suhu 50 – 60 °C biasanya IC LM 35 (Karno, N.A, 2005). Keuntungan lain penggunaan sistem kontrol adalah, walaupun proses tidak diawasi, namun ia berjalan pada situasi yang diinginkan.

AVR Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler merupakan sebuah mikroprocessor CPU (*Central Processing Unit*) yang dikombinasikan dengan I/O dan memori ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Acces Memory*). Berbeda dengan mikrokomputer yang memiliki bagian-bagian tersebut secara terpisah, mikrokontroler mengkombinasikan bagian tersebut dalam tingkat *chip*.

AVR ATmega merupakan seri mikrokontroler 8 *bit* yang berarsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computing*). Inti AVR adalah kombinasi berbagai macam instruksi dengan 32 *register* serba guna. *Register-register* tersebut terhubung langsung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang memungkinkan 2 *register independent* untuk diakses dalam satu pelaksanaan instruksi dengan 1 siklus detak. Keuntungan dari arsitektur ini adalah kode program yang lebih

efisien sementara keberhasilan keseluruhan sepuluh kali lebih cepat dibandingkan dengan CISC (*Complex Instruction Set Computing*) yang konvensional. Gambar 1 dibawah ini menunjukkan diagram fungsional ATmega 8535.



Gambar 1 Diagram Fungsional ATmega 8535

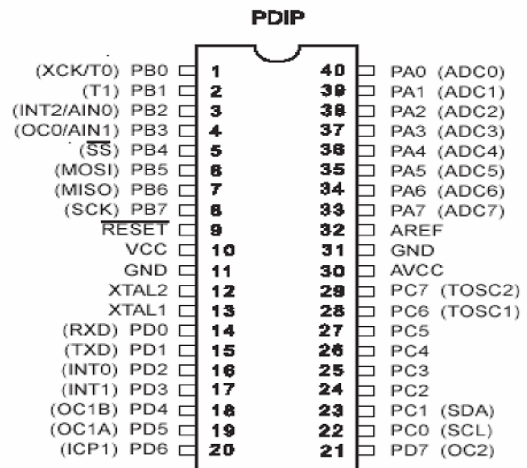
Kelengkapan seri AVR antara lain disebutkan sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, port D.
2. ADC 10-bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah timer atau counter.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. Watch Dog Timer dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori Flash sebesar 8kb.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komperator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

Kecepatan eksekusi ditentukan dari hasil pembangkitan detak pada blok osilator internal. Detak juga dipergunakan sebagai dasar pembangkitan timer, termasuk dalam fungsi timer tersebut adalah PWM (*Pulse Width Modulation*) dan baudrate untuk komunikasi serial. Penggunaan fungsi timer dapat dapat pula dimodekan sebagai sumber interupsi.

ATmega 8535 dilengkapi dengan ADC (*Analog to Digital Conversion*) 10 bit dengan multiplex untuk 8 jalur masukan, dimana ADC dapat juga dipergunakan sebagai sumber

interupsi. Pemilihan saluran dan proses konversi dilakukan dengan memberikan data pada register yang berkaitan. Kelengkapan lain adalah untuk fungsi komunikasi serial, dimana terdapat tiga format komunikasi yang dapat digunakan yaitu USART (*Universal Synchronous and asynchronous Interface*). Semua fasilitas serial dapat dipergunakan dalam variasi kecepatan transmisi yang sangat bergantung pada besarnya penggunaan sumber detak dan pengisian register yang berkaitan. Adapun susunan kaki mikrokontroler ATmega 8535 ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Susunan Kaki Mikrokontroler ATmega 8535

Catu Daya (Power Supply)

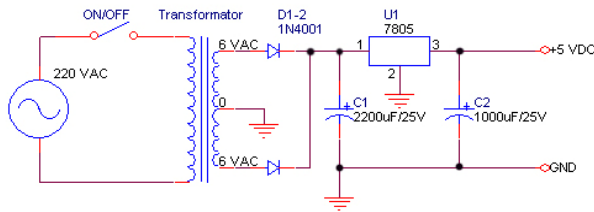
Catu daya merupakan rangkaian elektronika yang dapat mengubah sumber tegangan AC (*alternating current*) menjadi tegangan DC (*directional current*), dan berfungsi memberi supply arus dan tegangan pada suatu rangkaian elektronika atau peralatan yang menggunakan listrik lainnya. Prinsip dasar untuk memperoleh tegangan searah DC dari tegangan jala-jala (AC)

Dari tegangan jala-jala, masukan tegangan bolak-balik (AC) diturunkan sesuai dengan besar tegangan yang diinginkan. Tegangan dari jala-jala diturunkan oleh transformator, yang kemudian disearahkan oleh rangkaian penyearah. Hasil penyearahaan diratakan oleh filter atau penyaring dan akhirnya distabilkan oleh rangkaian pengatur tegangan atau regulator untuk mendapatkan keluaran tegangan searah (DC) yang konstan.

Rangkaian Catu Daya

Semua sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler membutuhkan

catu daya. Dalam perancangan ini, dibutuhkan catu daya sebesar $\pm 5V$, Gambar 3 menunjukkan skema catu daya yang digunakan.



Gambar 3 Rangkaian Catu Daya

AC input adalah keluaran dari lilitan sekunder trafo. Tegangan yang digunakan adalah 6V, CT 6V. Dengan pemasangan 2 buah dioda 1N4001 akan menghasilkan penyearah gelombang penuh. Pemasangan kapasitor 2200µF/25V bertujuan untuk meratakan arus dan menghilangkan *ripple*. IC regulator 7805 akan menghasilkan tegangan output 5V atau V_{CC} . Pemberian kapasitor 220µF/16V bertujuan agar tidak terjadi *drop* tegangan ketika catu daya diberi beban.

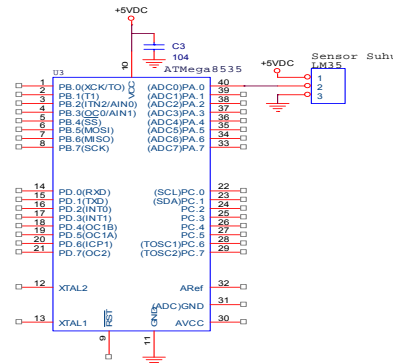
Rangkaian IC LM 35

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana *output* tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu kebesaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10mV/°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1 °C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV.

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari -55 °C sampai dengan 150 °C, IC LM 35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai control dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 µA dari supply sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0 °C didalam suhu ruangan.

Karena sensor suhu LM 35 akan menangkap data yang berupa besaran suhu dalam bentuk sinyal analog lalu data tersebut dirubah kedalam bentuk menjadi besaran-besaran listrik analog, kemudian data yang berupa sinyal listrik analog diinputkan ke IC ATmega 8535 karena didalam IC ATmega 8535 sudah terdapat ADC maka sensor suhu LM 35 tidak memerlukan tambahan ADC diluar IC mikrokontroler. Berikut pada gambar 4

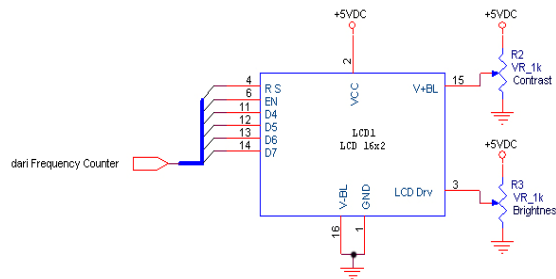
menunjukkan skema rangkaian sensor suhu IC LM 35.



Gambar 4 Rangkaian IC LM 35

Rangkaian LCD 16x2

Untuk penampil frekuensi yang diukur, maka digunakan LCD 16x2 sebagai penampil karakter angka dan huruf. Pemrograman pada LCD ini menggunakan mode 4-bit, karena dengan mode 4-bit sudah sangat memadai. Jadi bentuk pengukuran yang dilakukan dapat ditampilkan dengan LCD 16x2 ini dan memerlukan program khusus pada IC Mikrokontroler untuk dapat memerintah LCD 16x2 menampilkan karakter-karakter tersebut. Gambar 5 Menunjukkan Rangkaian LCD.



Gambar 5 Rangkaian LCD 16x2

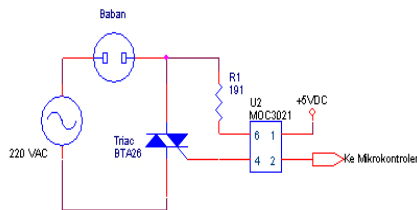
LCD digunakan sebagai tampilan untuk memudahkan pemasukan data jangkauan ukur yang diinginkan serta menampilkan hasil pengukuran kecepatan putaran motor. Jenis LCD yang perancang gunakan adalah *modul LCD dot matrix* dengan konsumsi daya yang rendah, namun mempunyai tampilan yang lebar dengan kontras yang tinggi sehingga dapat dilihat dengan jelas.

Bagian Pengendali Beban (*Load Diver*)

Pengendali beban merupakan penggerak beban dan penguat sinyal digital

yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Untuk menghidupkan beban yang terhubung pada port PD.0 (RXD) Pin 14 harus diberikan logika 0 sehingga arus dari sumber dapat mengalir ke kaki basis transistor. Penyulut yang dihasilkan oleh mikrokontroler harus digunakan untuk memberikan arus penyulut pada "gate" TRIAC.

Karena TRIAC terhubung ke tegangan sumber AC yang setinggi 220 volt, maka agar tegangan ini tidak masuk dan merusakkan rangkaian pengatur, maka rangkaian penggerak "driver" TRIAC yang menghasilkan arus penyulut harus dikopel atau dihubungkan dengan penyulut melalui perantaraan suatu kopling dengan pengisolasian. Dalam pengaturan ini digunakan *Optocoupler* atau *Optoisolator*. Jenis penggerak "driver" TRIAC yang digunakan yaitu jenis IC MOC3021 "TRIAC driver with Optocoupler / Optoisolator". Rangkaian penggerak "driver" TRIAC dan "Optoisolator" terlihat pada Gambar 6



Gambar 6 Bagian Pengendali Beban

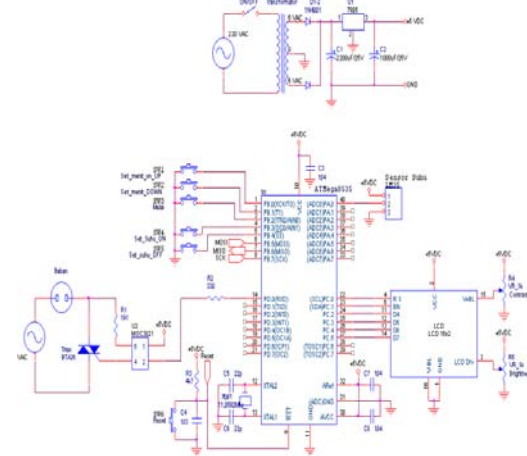
Rangkaian Kendali Utama

Rangkaian kendali utama terdiri dari sebuah *chip* mikrokontroler ATmega 8535 yang didalamnya terdapat instruksi-instruksi yang terangkai untuk melakukan pengendalian terhadap peralatan yang terhubung. Mikrokontroler ini merupakan sejenis komputer mini yang didalamnya telah diisi suatu *software* perintah untuk menjalankan rangkaian alat secara keseluruhan dengan menggunakan bahasa BASCOM AVR.

Program yang telah dibuat dari PC akan diisikan ke mikrokontroler melalui *Flash Programmer* ke MOSI (PB.05) yang berfungsi untuk mengirimkan data serial yang akan ditulis pada EEPROM. Kemudian MISO (PB.6) berfungsi untuk konfirmasi data yang dikirimkan apakah mengalami kegagalan kirim atau tidak. Sedangkan SCK (PB.7) adalah *synchronous clock*, detak sinkronisasi atau untuk mengatur *clock* pada saat pengisian IC Mikrokontroler.

Semua mikrokontroler BASCOM AVR memiliki osilator *on-chip*, yang dapat digunakan sebagai sumber detak (*clock*) ke CPU atau sebagai penghasil detak untuk mikrokontroler. Untuk menggunakannya,

sebuah resonator kristal atau keramik dihubungkan diantara kaki-kaki XTAL1 (pin 13) dan XTAL2 (pin 12) pada mikrokontroler dan kedua kapasitornya dihubungkan ke *ground*.



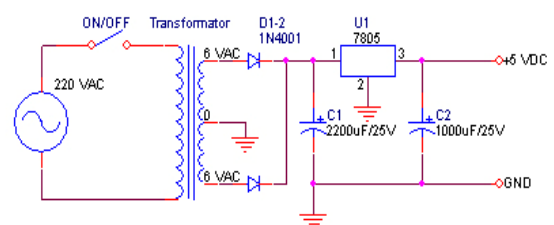
Gambar 7 Rangkaian Utama Alat

Kapasitor C5 dan C6 serta kristal X1 digunakan untuk melengkapi rangkaian osilator yang telah ada dalam mikrokontroler. *Data sheet* mikrokontroler ATmega 8535 menyebutkan nilai kapasitor C2 dan C3 adalah sebesar 22 pF jika menggunakan resonator kristal. Nilai *resonator* kristal akan menentukan frekuensi kerja mikrokontroler. Nilai kristal yang digunakan adalah 11,0592 MHz.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan Analisa Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

Pemberian catu daya sistem berupa asupan arus dan tegangan dari sumber 220V AC dengan menggunakan *adaptor power supply*.



Gambar 8 Rangkaian Catu Daya

Pengujian rangkaian catu daya digunakan untuk mengetahui kinerja dari IC regulator 7805. Apakah tegangan *output* yang dihasilkan oleh IC regulator tersebut sesuai dengan tegangan yang tertera pada *data sheet* dan sesuai dengan kebutuhan dalam perancangan.

Tabel 1 Pengukuran Rangkaian Catu Daya

Dalam pengujian rangkaian catu daya ini ternyata tegangan *output* dari rangkaian catu daya tidak sesuai yang diharapkan tapi masih dalam batas toleransi, hal ini disebabkan karena kualitas dari komponen atau rangkaian catu dayanya. Untuk mengoperasikan IC regulator, besarnya tegangan *input* harus melebihi besarnya tegangan yang dihasilkan *output* dari IC regulator tersebut. 1 LM 7805

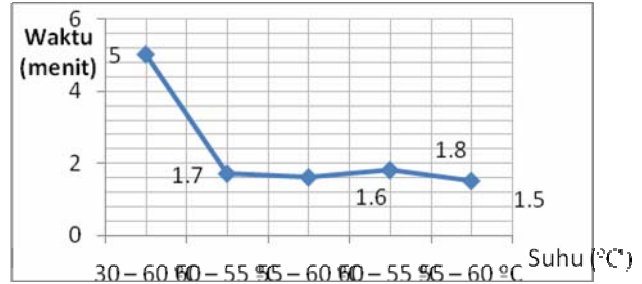
Pengujian dan Analisa Pada Sensor Suhu

Pengujian sistem pada kontrol suhu ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui tingkat sensitifitas pada sensor LM 35, dan lama waktu yang dibutuhkan oleh pemanas untuk mencapai suhu maksimal yang telah ditentukan. karena pada saat suhu didalam mesin melebihi suhu yang diatur atau melebihi titik penyetelan, secara otomatis mikro akan memutus arus sehingga pemanas mati. Apabila suhu pada mesin mengalami penurunan atau dibawah titik penyetelan suhu maka pemanas tersebut akan kembali bekerja. Sehingga suhu di dalam mesin pengering selalu dalam keadaan stabil.

Pengambilan data ini adalah untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan. Serta untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu kerja (maksimal 60 °C) dan waktu penurunan suhu (minimal 55 °C), dengan batasan waktu 10 menit. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Hasil Pengujian Suhu

Temperatur (°C)	Tegangan output pada sensor (Volt)	Suhu yang dicapai (°C)	Waktu (menit)
30 – 60 °C	0,6 Volt	60 °C	5 menit
60 – 55 °C	0,55 Volt	55 °C	1,7 menit
55 – 60 °C	0,6 Volt	60 °C	1,6 menit
60 – 55 °C	0,55 Volt	55 °C	1,8 menit
55 – 60 °C	0,6 Volt	60 °C	1,5 menit



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Suhu

Vin trafo 220 VAC, Vout trafo 6 VAC, Vin C1 7 VDC, Vout C2 4,8 VDC

Pengujian Pada Beban (Pemanas)

Pada rangkaian ini akan dibahas mengenai berapa watt daya dan faktor daya (Cos φ) yang dipakai oleh pemanas pada oven pengering ini. Adapun pada tabel 3 akan ditunjukkan berapa besar daya yang dikeluarkan pada pemanas.

Tabel 3 Hasil Pengujian Pada Pemanas

Maka untuk mencari faktor daya (Cos φ) menggunakan rumus:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{V \cdot I \cdot \varphi}$$

Dengan rumus diatas dapat dicari faktor dayanya:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{370}{220 \cdot 0,97} = \frac{370}{213,4} = \frac{370}{476,2} = 0,59$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,59$$

Maka faktor daya (Cos φ) pada pemanas sebesar 0,59

Pengujian Lama Waktu Pengeringan

Pada pengujian oven pengering secara keseluruhan ini dilakukan dengan mengukur lama waktu proses pengeringan. Yang mana lama waktu ini tidak hanya ditentukan oleh berapa derajat panas suhu yang dipakai tetapi juga oleh kadar air yang terkandung didalam bahan yang akan dikeringkan, untuk mengukur jumlah kadar air pada bahan ini, penulis menggunakan metode gravimetri untuk mengukur kadar air pada kedua bahan yang akan diuji.

Disini penulis dalam melakukan

pengujian menggunakan dua macam bahan yang akan dikeringkan yaitu kerupuk dan rambak. Dimana kedua bahan tersebut mempunyai kadar air yang beda. Pengujian pertama dengan menggunakan 20 kerupuk sebagai sampel, yang mempunyai berat basah awal 80 gram dengan kadar air basis basah sekitar 23 %, perhitungan kadar air basis basah dan kadar air basis kering didapat dengan menggunakan persamaan 1 dan 2, yaitu bobot air (Ba) pada bahan dinyatakan dengan bobot bahan sebelum pengeringan dikurangi bobot bahan setelah pengeringan.

Maka, bobot bahan awal atau sebelum dikeringkan sebesar 80 gram dikurangi dengan basis bahan setelah pengeringan yaitu 65 gram hasilnya didapat 15 gram (Ba), dan bobot bahan kering mutlak (berat akhir) didapat dari bobot bahan setelah pengeringan yaitu 65 gram (Bk).

Maka,

$$\text{Kadar air basis basah (\%)} = \frac{Ba}{Bk} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar air basis basah (\%)} = \frac{15}{65} \times 100 = 23 \%$$

$$\text{Ka basis kering (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

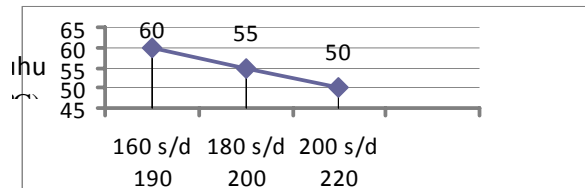
$$\text{Kabis kering (\%)} = \frac{80 - 65}{80} \times 100\% = 18,75 \%$$

Setelah diketahui basis basah dan basis kering dari bahan tersebut, dapat diketahui lama waktu proses pengeringan akan berlangsung, dengan kadar air saat basis basah sebesar 23 % dan saat basis kering sebesar 18,75 %. Pada tabel 4 akan diketahui lama waktu proses pengeringan pada suhu kerja 55 °C dan suhu kerja 60 °C.

Tabel 4 Lama Waktu Pengeringan Pada Kerupuk

No	Sampel yang diuji	Kadar air (%)		Suhu (°C)	Waktu (menit)
		Saat basah	Saat kering		
1	20 kerupuk	23 %	18,75 %	45 - 50 °C	200 s/d 220
2	20 kerupuk	23 %	18,75 %	50 - 55 °C	180 s/d 200
3	20 kerupuk	23 %	18,75 %	55 - 60 °C	160 s/d 190

Dari tabel pengujian lama waktu pengeringan kerupuk diatas, dapat kita lihat bentuk grafiknya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 10. Grafik Lama Waktu Pengeringan kerupuk

Pada pengujian kedua dengan rambak menggunakan sampel 20 rambak, yang mempunyai berat basah 75 gram dengan kadar air basis basah sekitar 21 %. perhitungan kadar air basis basah dan kadar air basis kering didapat dengan menggunakan persamaan 1 dan 2, yaitu bobot air (Ba) pada bahan dinyatakan dengan bobot bahan sebelum pengeringan dikurangi bobot bahan setelah pengeringan.

Maka, bobot bahan awal atau sebelum dikeringkan sebesar 75 gram dikurangi dengan basis bahan setelah pengeringan 62 gram hasilnya didapat 13 gram (Ba) dan bobot bahan kering mutlak (berat akhir) didapat dari bobot bahan setelah pengeringan yaitu 63 gram (Bk).

Maka,

$$\text{Ka basis basah (\%)} = \frac{13}{63} \times 100 \% = 21 \%$$

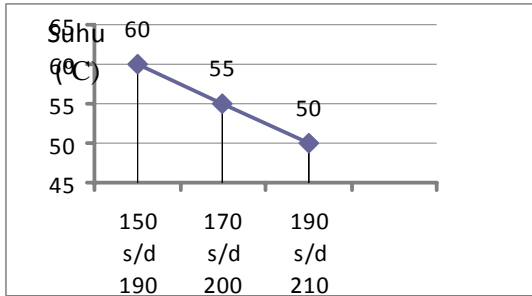
$$\text{Ka basis kering (\%)} = \frac{75 - 63}{75} \times 100 \% = 17,3 \%$$

Setelah diketahui basis basah dan basis kering dari bahan tersebut, dapat diketahui berapa lama proses pengeringan akan berlangsung, dengan kadar air saat basis basah sebesar 21 % dan saat basis kering sebesar 17,3 %. Pada tabel 5 dibawah ini akan diketahui lama waktu proses pengeringan pada suhu kerja 55 °C dan suhu kerja 60 °C.

Tabel 5 Lama Waktu Pengeringan Pada Rambak

No	Sampel yang diuji	Kadar air (%)		Suhu (°C)	Waktu (menit)
		Saat basah	Saat kering		
1	20 rambak	21 %	17,3 %	45 - 50 °C	190 s/d 210
2	20 rambak	21 %	17,3 %	50 - 55 °C	170 s/d 200
2	20 rambak	21 %	17,3 %	55 - 60 °C	150 s/d 190

Dari tabel pengujian lama waktu pengeringan rambak diatas, dapat kita lihat bentuk grafiknya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 11. Grafik Lama Waktu Pengeringan Rambak

Dari pengujian dengan menggunakan alat pengering diperoleh hasil bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kerupuk dan rambak lebih singkat dari pada waktu yang diperoleh dengan menjemur langsung dibawah sinar matahari. Berikut pada tabel 6 dan 7 menunjukkan lama waktu pengeringan antara dijemur dibawah sinar matahari dengan oven pengering. Yang mana pada oven pengering menggunakan suhu ideal yaitu dipakai pada suhu 60 °C.

Tabel 6 Tabel Pengeringan Pada Kerupuk

No	Dengan sinar matahari	Dengan oven pemanas
1	810 s/d 1140 (menit)	160 s/d 190 (menit)

Tabel.7 Tabel Pengeringan Pada Rambak

No	Dengan sinar matahari	Dengan oven pemanas
1	780 s/d 1080 (menit)	150 s/d 190 (menit)

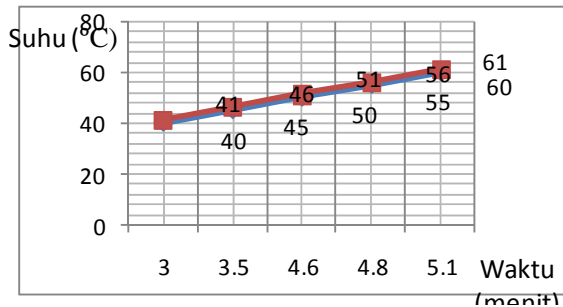
Perbandingan Pengambilan Data Suhu Alat Dengan Thermometer

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan antara suhu yang dibaca oleh sensor LM 35 dengan suhu yang terbaca oleh thermometer. Serta lama waktu untuk mencapai suhu yang diinginkan dengan suhu awal 30 °C. Pada tabel 11 dibawah ini akan ditunjukkan besarnya perbandingan suhu antara yang dibaca sensor dengan thermometer dan lama waktu untuk mencapai batasan suhu yang diinginkan.

Tabel 11 Perbandingan Antara Suhu Yang Dibaca Oleh Sensor Dengan Thermometer

Waktu (menit)	Suhu yang terbaca atau tercapai (°C)	
	Suhu terbaca pada sensor	Suhu pada Thermometer
5,1 menit	60 °C	61 °C
4,8 menit	55 °C	56 °C
4,6 menit	50 °C	51 °C
3,5 menit	45 °C	46 °C
3 menit	40 °C	41°C

Pada tabel perbandingan antara suhu yang dibaca oleh sensor dengan thermometer diatas dapat kita lihat bentuk grafiknya, ditunjukkan pada gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Antara Suhu Yang Dibaca Oleh Sensor Dengan Thermometer

Ket:

- Warna merah pembacaan pada thermometer
- Warna biru suhu terbaca oleh sensor

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari analisa hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan beberapa *point* penting sebagai berikut:

1. Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sistem kerja dari rangkaian. Mikrokontroler juga digunakan untuk melakukan ON/OFF pada rangkaian *driver* pemanas, dan juga untuk menampilkan suhu dan *timer* pada LCD.

2. Untuk mengetahui besarnya suhu dalam ruang pemanas digunakan IC LM 35 dan LCD sebagai *display*.
3. Suhu pada mesin pengering dapat mencapai titik penyetelan sebesar 60°C setelah mencapai waktu kurang lebih 5 sampai 6 menit tergantung juga pada pemanas yang digunakan serta kondisi suhu diluar kotak *oven* pengering.
4. Lama waktu untuk mengeringkan bahan tergantung dari suhu yang dipakai dan kandungan air dari bahan yang dikeringkan, untuk kerupuk dengan kadar air sekitar 23 % dikeringkan dengan suhu sekitar 60°C maka lama waktu pengeringannya sekitar 160 s/d 190 menit, sedangkan pada rambak kadar air 21 % dengan suhu pengeringan 60°C maka lama waktu pengeringan sekitar 150 s/d 190 menit. Jadi disini nampak bahwa untuk mengeringkan kerupuk dan rambak waktu yang dibutuhkan hampir sama. Sedang untuk pengeringan dengan bantuan sinar matahari waktunya lebih lama sekitar 800 s/d 1100 menit.
5. Untuk energi yang dibutuhkan dalam perhitungan nampak bahwa semakin lama proses pengeringan semakin besar energi yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengeringan.
6. Arus yang mengalir pada pemanas konstan atau tetap karena beban tetap dan tidak berubah-ubah.

Saran

1. *Oven* pengering kerupuk ini dapat juga dikembangkan untuk mengeringkan bahan lain seperti kerupuk udang, emping mlinjo, biji jambu mete. Tapi sebelumnya harus mengetahui standar kering untuk bahan-bahan tersebut.
2. Kapasitas dari prototipe *oven* pengering kerupuk ini dapat diperbesar sehingga produksinya akan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asprianto Karno, N. 1999. "*Sistim Kontrol Suhu Untuk Proses pengeringan*".
- Brink, O.G and Flink, R.J. 2003. "*Dasar-dasar Instrumentasi*". Edisi Ketujuh Jakarta: Binacipta.
- Brooker et al., 2004, Jurnal "*Mengukur Faktor-faktor Pengeringan dalam proses pengeringan*".
- Handerson dan Perry, 2003. Laporan "*Penelitian Aplikasi Sistim Kontrol Suhu Pada Pengeringan Buah Salak*".

- Karno, N.A, 2005. Jurnal "*Sistem Kontrol Pada Alat Pengering Buatan*".
- Malvino, A.P dan Barmawi, M. 1977. "*Prinsip-prinsip Elektronika*". Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Moh. Ibnu Malik dan Aristradi. 1997. "*Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8051*". Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Mujumdar dan Devahastin, 2002. Jurnal "*Mekanisme Pengeringan Terhadap Perbedaan Konsentrasi Pada Bagian Dalam Dan Bagian Luar Bahan*".
- Plant, Malcom and Stuart Jan, Dr. 2005. "*Ilmu Teknik Instrumentasi*". Edisi Ketujuh. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- R.Biewald, 2002. "*RTX-4370-PV Design*" dari St Petersburg State University of Electrical Engineering, Department of Automations and Control Engineering, St Petersburg, Russia ([http // www.boondog.com](http://www.boondog.com)).
-, 2006, Mikroprosesor. *Pemrograman Mikrokontroler AT89S51 dengan C/C++ dan Assembler*, Yogyakarta: Penerbit ANDI.
-, 2000, LM7805, *National Semiconductor Datasheet & Crossreference*, Japan. Web site <http://www.national.japan.com/icregulator/lm7805>
-, 1997, *Atmel Literature Requests* , web site www.atmel.com/literature.