

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM PEMANGGANG KUE (OVEN) OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 8535

Murdiansyah¹, Paniran², A.S Irfan Akbar³

ABSTRAK

Oven merupakan alat yang digunakan untuk proses pemanggangan kue. Proses pemanggangan dengan oven menggunakan media yang dapat menampung suhu panas secara konstan sehingga bisa mendapatkan hasil pembakaran yang sempurna. Baik atau tidaknya sebuah oven tergantung dari bahan yang digunakan untuk menampung suhu panas, dimana material yang biasa digunakan antara lain tanah, keramik, plat besi dan aluminium. Mikrokontroler adalah sebuah IC yang memiliki sistem pengontrolan digital dimana sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. Instruksi/perintah diberikan melalui sebuah program yang ditanamkan pada memory flash. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan sistem digital pada sebuah oven sehingga menghasilkan oven yang memiliki sistem otomatis dengan memanfaatkan sensor LM35DZ sebagai pembaca suhu, mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol dan motor DC sebagai aktuator. Teknologi otomatisasi ini diharapkan mampu meminimalisir penggunaan tenaga manusia pada saat proses pemanggangan dan mampu memproduksi kue dalam skala besar secara efisien. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa, lama waktu pemanggangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan kematangan kue yang sempurna adalah diantara 45 menit sampai 50 menit dengan setingan suhu 100°C

Kata kunci : Oven, Mikrokontroler ATmega8535, LM35DZ.

ABSTRACT

Oven is a tool used for cake baking process. Oven roasting by using media that can hold a constant temperature so that the heat can get the complete combustion. Whether or not an oven depending on the material used to contain heat, in which the materials commonly used include soil, ceramics, iron and aluminum plate. Microcontroller is an IC that has a digital control system where most of the instructions executed in one (1) clock cycles. Instructions / commands are given through a program embedded in flash memory. This study aims to apply a digital system in an oven so that the oven resulting in having an automated system by utilizing LM35DZ as readers temperature sensor, microcontroller ATmega8535 as controller and DC motors as actuators. Automation technology is expected to minimize the use of human labor during the roasting process and capable of producing cakes on a large scale efficiently. From the test results showed that, long roasting time required to produce the perfect cake maturity is between 45 minutes to 50 minutes at 100°C temperature settings.

Keywords: Oven, Microcontroller ATmega8535, LM35DZ.

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, ditemukan peralatan elektronika yang berteknologi canggih. Peralatan elektronika yang dirancang khusus oleh pembuat agar dapat membantu dan mempermudah aktifitas sehari-hari yang dilakukan manusia. Penggunaan sarana dan prasarana dilakukan secara manual maupun otomatis. Di samping penemuan manusia yang masih menggunakan cara manual dikembangkan

lagi menjadi cara yang lebih canggih yaitu menggunakan teknologi digital (*otomatisasi*).

Perkembangan teknologi pada zaman sekarang tidak jarang menginspirasi munculnya industri kecil dan menengah, termasuk juga terhadap industri kue kering. Usaha kue kering cukup menjanjikan selain karena memiliki rasa yang enak juga karena dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama tanpa mengurangi kualitas dan rasa. Secara umum proses pemanggangan kue kering masih menggunakan sistem pengovenan manual terutama pada proses pengaturan perapian (suhu) dan kematangan kue yang harus dicek

¹, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat Indonesia

secara berkala. Sehingga kualitas/mutu kue sesuai dengan yang diinginkan. Karena masih membutuhkan tenaga manusia untuk melakukan pengecekan sehingga proses pemanggangan kue akan cukup menyita waktu. Maka dari itu pada tugas akhir ini akan dirancang suatu *prototype* alat yang dapat mengatur sistem pemanggang kue (oven) secara otomatis yang memungkinkan untuk memproduksi kue kering dalam skala besar secara efisien.

Oven. Oven adalah alat yang digunakan untuk mengeringkan suatu bahan basah menjadi bahan kering agar dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Proses pengeringan dengan oven menggunakan media yang dapat menampung suhu panas secara konstan sehingga bisa mendapatkan hasil pembakaran yang sempurna. Pada sistem oven ini akan dibuat oven yang dapat mengatur suhu secara otomatis dengan memanfaatkan sensor suhu LM35DZ sebagai inputan dan *timer* pada mikrokontroler Atmega8535 untuk mengatur delay waktu pemanggangan.

Mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan komponen elektronika yang didalamnya terdapat rangkaian mikroprosesor, memori (RAM/ROM) dan I/O. Rangkaian tersebut terdapat dalam level chip atau biasa disebut *single chip* mikrokomputer. Pada mikrokontroler sudah terdapat komponen – komponen mikroprosesor dengan sistem bus internal yang saling berhubungan. Komponen – komponen tersebut adalah RAM, ROM, timer/counter, komponen I/O paralel dan serial serta *interrupt* kontroler.

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dengan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki *Central Processing Unit* (CPU) juga dilengkapi dengan memori ROM dan RAM *internal* dan perangkat *input-output* yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri. (Putra, 2002)

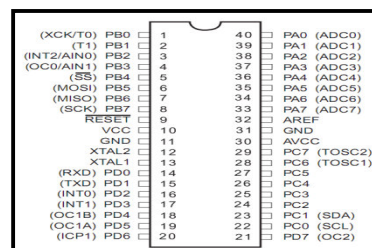
Mikrokontroler ATmega 8535. Salah satu Mikrokontroler AVR produk Atmel yaitu ATmega8535. Mikrokontroler ATmega8535 mudah didapatkan, murah dan juga mempunyai fasilitas yang lengkap.

Arsitektur AVR ATmega 8535. AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC*

(*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock.

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki sejumlah spesifikasi data teknis sebagai berikut :

1. Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
2. ADC 10 bit sebanyak 8 Channel
3. Tiga buah timer / counter
4. 32 register
5. Watchdog Timer dengan oscillator internal
6. SRAM sebanyak 512 byte
7. Memori Flash sebesar 8 kb
8. Sumber Interrupt internal dan eksternal
9. Port SPI (Serial Peripheral Interface)
10. EEPROM on board sebanyak 512 byte
11. Komparator analog
12. Port USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)



Gambar 1 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8535

Deskripsi Mikrokontroler Atmega 8535

1. VCC (*power supply*)
2. GND (*ground*)
3. Port A (PA7..PA0)
Port A berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D Konverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara *eksternal* ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin Port A adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
4. Port B (PB7..PB0)
Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B *output buffer* mempunyai karakteristik

dari gear tengah dipakai untuk membuat putaran gear kiri dan kanan searah.

Untuk menghitung perbandingan pada gearbox yang terlihat pada gambar 2.4 dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$nZi \cdot Zi = nZo \cdot Zo$$

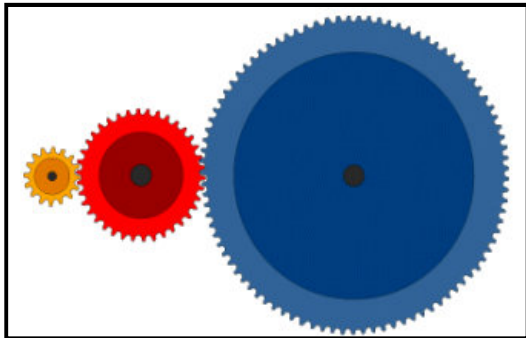
Dimana :

nZi = Jumlah putaran gear input

Zi = Jumlah gigi gear input

nZo = Jumlah putaran gear output

Zo = Jumlah gigi gear output



Gambar 3 Perbandingan gear

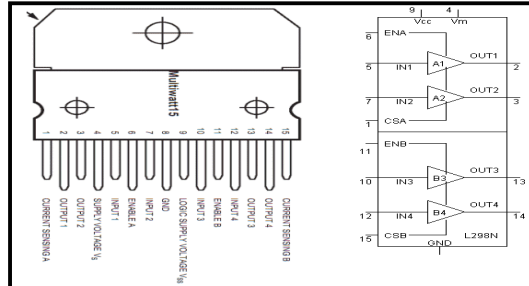


Gambar 4 Konstruksi Motor DC Gearbox

IC Driver L298N. IC L298N ini adalah suatu bentuk rangkaian daya tinggi terintegrasi yang mampu melayani 4 buah beban dengan arus nominal 600mA hingga maksimum 1.2 A. Keempat channel inputnya didesain untuk dapat menerima masukan level logika TTL (*Transistor Transistor Logic*). Biasa dipakai sebagai driver relay, motor DC, motor stepper maupun pengganti transistor sebagai saklar dengan kecepatan switching mencapai 5kHz. Driver tersebut berupa dua pasang rangkaian h-bridge yang masing-masing dikendalikan oleh enable 1 dan enable 2.

Dengan memberikan tegangan 5V sebagai Vcc pada pin 4 dan 12 Volt pada pin 9 untuk tegangan motor, maka IC siap digunakan. Saat terdapat tegangan pada input 1 dan 2, dengan memberikan logika tinggi pada enable1 maka output 1 dan 2 akan aktif. Sedangkan jika enable 1 berlogika rendah, meskipun terdapat tegangan pada

input 1 dan 2 output tetap nol (tidak aktif). Hal ini juga berlaku untuk input dan output 3 dan 4 serta enable 2. Konfigurasi pin ICL298N tersebut dapat dilihat lebih jelas pada gambar berikut.

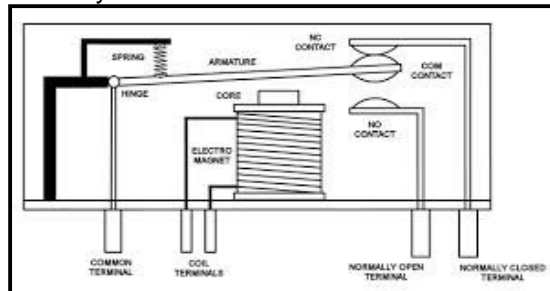


Gambar 5 Konfigurasi Pin IC Driver L298N

Keterangan gambar :

- 1 buah VCC supply IC (pin 4) dan 1 buah Vs supply motor (pin9)
- 2 buah Enable untuk aktifasi IC dari pasangan H-Bridge yang akan digunakan (pin 6 EN1 dan pin 11 EN2)
- 4 input untuk masukkan H-Bridge (pin 5, 7, 10, 12)
- 4 output untuk keluaran H-Bridge (pin 2, 3, 13, 14)
- 3 buah untuk Ground (pin 1, 8, 15)

Relay. Pada dasarnya Relay dan kontaktor mempunyai prinsip kerja yang sama yaitu *relay* adalah alat yang dioperasikan dengan listrik yang secara mekanis mengontrol perhubungan rangkaian listrik. Relay adalah bagian yang penting dari banyak system control, bermanfaat untuk control jarak jauh dan untuk pengontrolan alat tegangan dan arus tinggi dengan sinyal control tegangan dan arus rendah. Ketika arus mengalir melalui electromagnet pada relay control elektro mekanis, medan magnet yang menarik lengkung besi dari jangkar pada inti terbentuk. Akibatnya, kontak pada jangkar dan kerangka relay terhubung. Relay dapat mempunyai kontak NO (Normaly Open) atau kontak NC (Normaly Close) atau kombinasi dari keduanya.



Gambar 6 Konstruksi Relay

Cara kerja relay adalah apabila kumparan diberi tegangan, maka akan terjadi medan elektromagnetis dimana pada gilirannya menyebabkan plunger bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Jarak gerak plunger biasanya sekitar ¼ inch atau kurang. Kontak NO akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi akan tertutup secepatnya apabila kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. Kontak NC akan tertutup apabila kumparan tidak menghantarkan arus dan akan terbuka apabila kumparan menghantarkan arus, hal ini merupakan kebalikan dari kerja kontak NO.

Bascom AVR. Bascom merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi BASIC yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS Elektronik.

Karakter dalam BASCOM. Dalam program BASCOM, karakter dasarnya terdiri atas karakter alphabet (A-Z dan a-z), karakter numeric (0-9), dan karakter special (lihat tabel 2.1).

Tabel 1 Karakter Spesia

Karakter	Nama
	Blank
'	Apostrophe
*	Asterisk (symbol perkalian)
+	Plus sign
,	Comma
-	Minus sign
.	Period (decimal point)
/	Slash (division symbol) will be handled as\
:	Colon
"	Double quotation mark
;	Semicolon
<	Less than
=	Equal sign (assignment symbol or relational operator)
>	Greater than
\	Backspace (integer or word division symbol)

Tipe Data. Setiap variabel dalam BASCOM memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampungnya. Hal ini berhubungan dengan penggunaan memori mikrokontroler. Berikut adalah tipe data pada BASCOM berikut keterangannya.

Tabel.2 Tipe data BASCOM.

Type Data	Ukuran (byte)	Range
Bit	1/8	-
Byte	1	0 – 255
Integer	2	-32,768 - +32,767
Word	2	0 – 65535
Long	4	-214783648 -

		+2147483647
Single	4	-
String	Hingga 254 byte	-

Variabel. Variabel dalam sebuah pemrograman berfungsi sebagai tempat penyimpanan data atau penampungan data sementara, misalnya menampung hasil perhitungan, menampung data hasil pembacaan register, dan lainnya. Variabel merupakan pointer yang menunjukkan pada alamat memori fisik dan mikrokontroler.

Dalam BASCOM, ada beberapa aturan dalam penamaan sebuah variable :

- Nama variabel maksimum terdiri atas 32 karakter.
- Karakter biasa berupa angka atau huruf.
- Nama variabel harus dimulai dengan huruf.
- Variabel tidak boleh menggunakan kata-kata yang digunakan oleh BASCOM sebagai perintah, pernyataan, internal register, dan nama operator (AND, OR, DIM, dan lain-lain).

Sebelum digunakan, maka variabel harus dideklarasikan terlebih dahulu. Dalam BASCOM, ada beberapa cara untuk mendeklarasikan sebuah variabel. Cara pertama adalah menggunakan pernyataan 'DIM' diikuti nama tipe datanya. Contoh pendeklarasian menggunakan DIM sebagai berikut:

Dim nama as byte
Dim tombol1 as integer
Dim tombol2 as word
Dim tombol3 as word
Dim tombol4 as word
Dim Kas as string*10

Alias. Dengan menggunakan alias, variabel yang sama dapat diberikan nama yang lain. Tujuannya adalah mempermudah proses pemrograman. Umumnya, alias digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku, seperti port mikrokontroler.

LEDBAR alias P1
Tombol1 alias P0.1
Tombol2 alias P0.2

Dengan deklarasi seperti diatas, perubahan pada tombol akan mengubah kondisi P0.1. Selain mengganti nama port, kita dapat pula menggunakan alias untuk mengakses bit tertentu dari sebuah variabel yang telah dideklarasikan.

Dim LedBar as byte
Led1 as LedBar.0
Led2 as LedBar.1
Led3 as LedBar.2

Konstanta. Dalam BASCOM, selain variabel kita mengenal pula constant. Konstanta merupakan variabel pula. Perbedaannya dengan variabel biasa adalah nilai yang dikandung tetap. Dengan konstanta, kode program yang kita buat akan lebih mudah dibaca dan dapat mencegah kesalahan penulisan pada program kita. Misalnya, kita akan lebih mudah menulis *phi* daripada menulis 3,14159867. Sama seperti variabel, agar konstanta bias dikenali oleh program, maka harus dideklarasikan terlebih dahulu. Berikut adalah cara pendeklarasian sebuah konstanta.

Dim A As Const 5

Dim B1 As Const &B1001

Cara lain yang paling Mudah:

Const Cbyte = &HF

Const Cint = -1000

Const Csingle = 1.1

Const Cstring = "test"

Array.Dengan array, kita bisa menggunakan sekumpulan variabel dengan nama dan tipe yang sama. Untuk mengakses variabel tertentu dalam array, kita harus menggunakan indeks. Indeks harus berupa angka dengan tipe data byte, integer, atau word. Artinya, nilai maksimum sebuah indeks sebesar 65535.

Proses pendeklarasian sebuah array hampir sama dengan variabel, namun perbedaannya kita pun mengikutkan jumlah elemennya.

Program diatas membuat sebuah array dengan nama 'kelas' yang berisi 10 elemen (1-10) dan kemudian seluruh elemennya diisi dengan nilai c yang berurutan. Untuk membacanya, kita menggunakan indeks dimana elemen disimpan. Pada program diatas, elemen-elemen arraynya dikeluarkan ke Port 1 dari mikrokontroler.

Operasi-operasi Dalam BASCOM. Pada bagian ini akan dibahas tentang cara menggabungkan, memodifikasi, membandingkan, atau mendapatkan informasi tentang sebuah pernyataan dengan menggunakan operator-operator yang tersedia di BASCOM dan bagaimana sebuah pernyataan terbentuk dan dihasilkan dari operator-operator berikut:

a. Operator Aritmatika

Operator digunakan dalam perhitungan. Operator aritmatika meliputi + (tambah), - (kurang), / (bagi), dan * (kali).

b. Operator Relasi

Operator berfungsi membandingkan nilai sebuah angka. Hasilnya dapat digunakan

untuk membuat keputusan sesuai dengan program yang kita buat. Operator relasi meliputi:

Tabel 3 Tabel Operator Relasi

Operator	Relasi	Pernyataan
=	Sama dengan	X = Y
<>	Tidak sama dengan	X <> Y
<	Lebih kecil dari	X < Y
>	Lebih besar dari	X > Y
<=	Lebihkecil atau sama dengan	X <= Y
>=	Lebih besar atau sama dengan	X >= Y

c. Operator Logika

Operator digunakan untuk menguji sebuah kondisi atau memanipulasi bit dan operasi boolean. Dalam BASCOM, ada empat buah operator logika, yaitu AND, OR, NOT, dan XOR.

Operator logika bias pula digunakan untuk menguji sebuah byte dengan pola bit tertentu.

d. Operator Fungsi

Operasi fungsi digunakan untuk melengkapi operator yang sederhana.

Liquid Crystal Disply (LCD). LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen yang digunakan sebagai tampilan yang akan ditampilkan dari mikrokontroler sesuai dengan apa yang dikehendaki penulis. Antarmuka antara LCD dengan mikrokontroler ATmega8535 ini menggunakan metode antar muka 4 bit.

LCD M1632a merupakan modul LCD dengan tampilan 16x2 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya yang rendah. Modul LCD dilengkapi terminal keluaran yang digunakan sebagai jalur komunikasi dengan mikrokontroler. LCD 2x16 mengirim data penerima data 4 bit atau 8 bit dari perangkat prosesor kemudian data tersebut akan diproses dan ditampilkan berupa titik-titik yang membentuk karakter atau huruf. Tampilan kristal cair / *Liquid Crystal Display* (LCD) ini merupakan suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama.

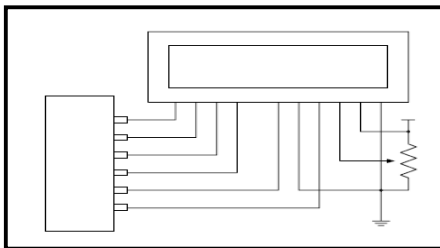
Pin-pin pada LCD. LCD memiliki pin-pin sebanyak 1 sampai 16 pin. Pin-pin tersebut memiliki kegunaan masing-masing. Pengantar muka dapat menggunakan sistem 4 bit atau 8 bit. Jika menggunakan sistem 4 bit, maka kita akan menghemat 4 port mikrokontroler.

Adapun kegunaan masing-masing pin LCD dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 4 Fungsi Pin LCD

Pin ke -	Nama	Fungsi
1	GND	Ground Untuk LCD
2	VCC	+5 Volt untuk LCD
3	Vreff	Tegangan Pengatur <i>brightness</i>
4	RS	Bit pemilih instruksi / data
5	R/W	Bit pemilih <i>Read / Write</i>
6	E	Bit <i>enable</i>
7	D0	Data Bit 0
8	D1	Data Bit 1
9	D2	Data Bit 2
10	D3	Data Bit 3
11	D4	Data Bit 4
12	D5	Data Bit 5
13	D6	Data Bit 6
14	D7	Data Bit 7
15	Back Light (+)	Optional
16	Back Light (-)	Optional

Dalam laporan ini hubungan antara LCD dengan mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7 Hubungan LCD dengan mikrokontroler ATmega8535

Pin 15 dan 16 hanya ada pada LCD yang dilengkapi dengan *Back Light* (lampu belakang) sehingga LCD dapat terbaca pada kondisi gelap. Beberapa LCD tidak terdapat fasilitas *back light* tersebut, sehingga pin 15 dan 16 tidak ada.

Sedangkan untuk alokasi tiap port antara rangkaian LCD dengan rangkaian mikrokontroler ATmega8535 dapat pula kita lihat pada tabel berikut.

Tabel 5 Alokasi Port untuk LCD

Peraga LCD	Port	Pin
DB7	PC.7	14
DB6	PC.6	13
DB5	PC.5	12
DB4	PC.4	11
E	PC.3	6
RS	PC.2	4
RW	GND	5
Vss	GND	1
Vdd	Vcc	2
Vo	0-5 Volt	3

Prinsip Menggunakan LCD. Modul LCD memiliki 3 jalur kontrol yang bernama RS, R/W, dan E. RS digunakan untuk memberitahukan kepada LCD apakah data yang diberikan adalah kata-instruksi (*instruction word*) atau kata-data (*data-word*). Jika akan mengirim instruksi maka RS harus dibuat 0, sedangkan untuk mengirim data maka RS harus berlogika 1.

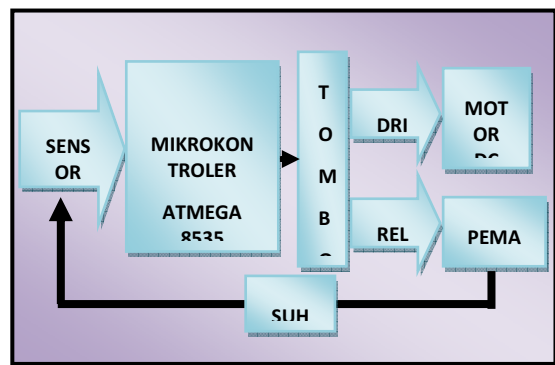
Sementara jalur R/W digunakan untuk memilih operasi Read atau Write. Read artinya membaca data dari LCD sedangkan Write artinya menuliskan data ke LCD. Dalam kasus ini kita hanya akan menuliskan data ke LCD, sehingga jalur ini dapat dibuat rendah (logika 0) terus.

Terakhir adalah jalur E (*Enable*), dimana jika dia berlogika tinggi (1) maka proses penulisan ke LCD akan diaktifkan. Kata instruksi yang dikirimkan ke LCD akan memberitahukan apa yang harus dilakukan oleh kontroler LCD.

METODE PENELITIAN

Pada perancangan ini akan dirancang *prototype* sistem pemanggang kue (oven) otomatis dengan memanfaatkan sensor suhu LM35DZ sebagai inputan untuk mendeteksi nilai suhu dan *timer* pada mikrokontroler ATmega8535 untuk mengatur delay waktu pemanggangan.

Perancangan Perangkat Keras (Hardware).



Gambar 8 Blok Diagram Sistem

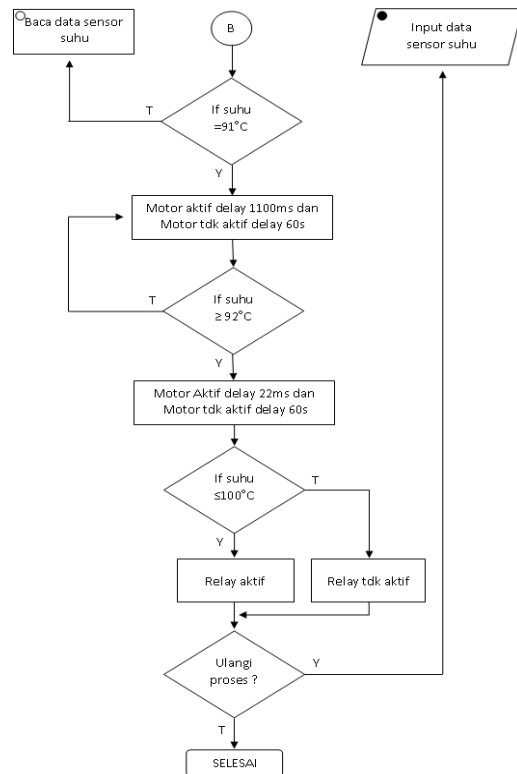
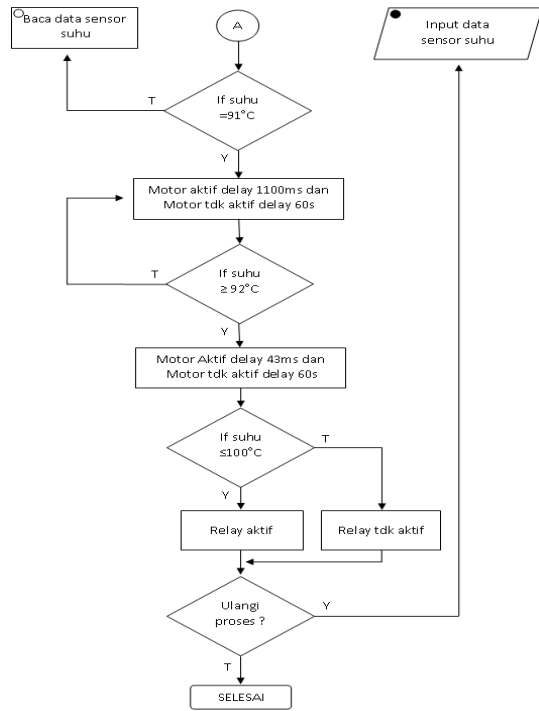
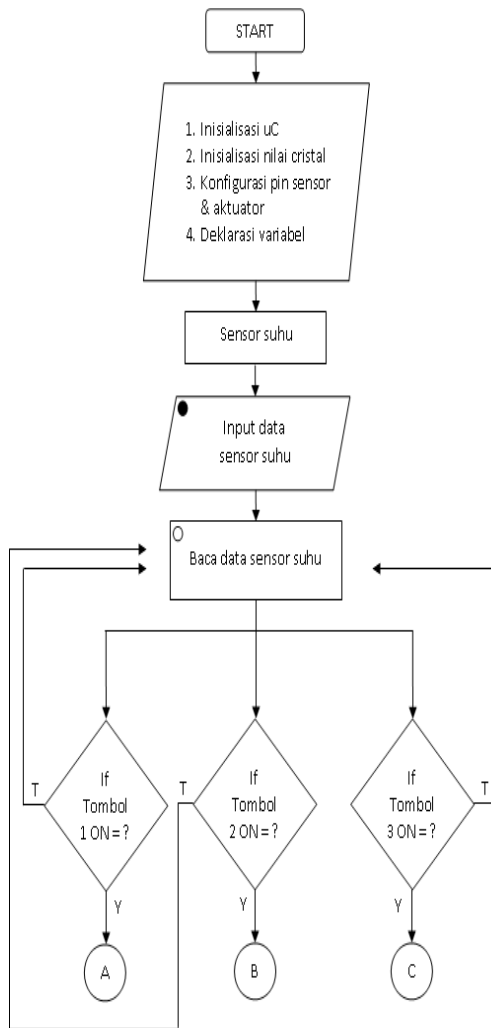
Secara umum perancangan *Hardware* sistem pemanggang kue (oven) otomatis dapat dilihat pada gambar 8

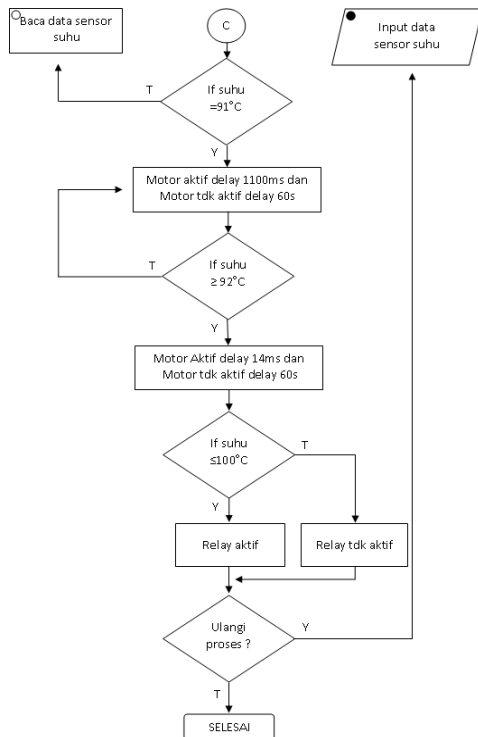
Adapun fungsi dari blok-blok di atas adalah sebagai berikut :

1. **Sensor LM35DZ** berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu dalam oven. Sensor akan menghasilkan keluaran (*output*) berupa tegangan yang linear dengan kenaikan suhu ($1^{\circ}\text{C} = 10 \text{ mV}$).

2. **Mikrokontroler AVR ATmega8535** berfungsi sebagai pusat kontrol dan proses *input* dan *output* dari sensor.
3. **Tombol** berfungsi sebagai pengatur waktu pemanggangan.
4. **Motor DC** berfungsi sebagai pengatur laju kue saat proses pemanggangan.
5. **Relay** berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan pemanas.
6. **Pemanas** digunakan sebagai penghasil suhu panas pada proses pemanggangan.

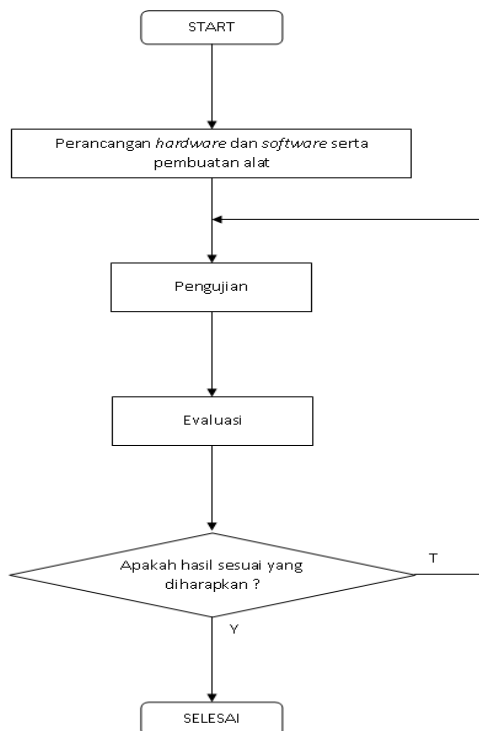
Perancangan Diagram Alir Penelitian





Gambar 9 Diagram Alir Program

Diagram Alir Perancangan. Alur perancangan dan pembuatan sampai pengujian alat dapat dilihat pada gambar 10

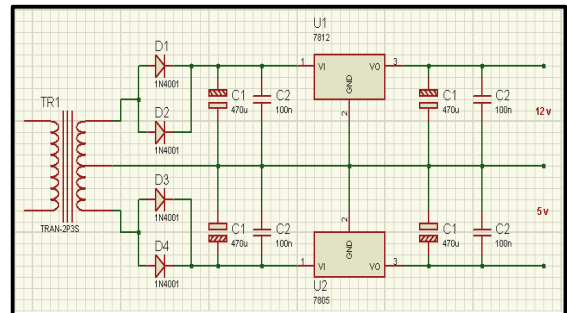


Gambar 10 Diagram Alir Perencanaan Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja dari sistem pemanggang kue (oven) otomatis apakah sesuai dengan harapan, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat tersebut. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rangkaian yang menjalankan sistem tersebut, antara lain yaitu pengujian rangkaian catu daya 12 volt dan 5 volt, pengujian rangkaian sismin mikrokontroler ATmega8535, pengujian rangkaian sensor suhu, pengujian rangkaian pengatur suhu pemanas, pengujian rangkaian driver motor dc dan pengujian alat secara terintegrasi (keseluruhan sistem).

Pengujian Rangkaian Catu Daya. Pengujian catu daya dilakukan untuk melihat tegangan keluaran dari catu daya apakah sesuai dengan besaran yang diinginkan yaitu sebesar 12 volt dan 5 volt dc. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur keluaran dari catu daya dengan menggunakan alat ukur tegangan.

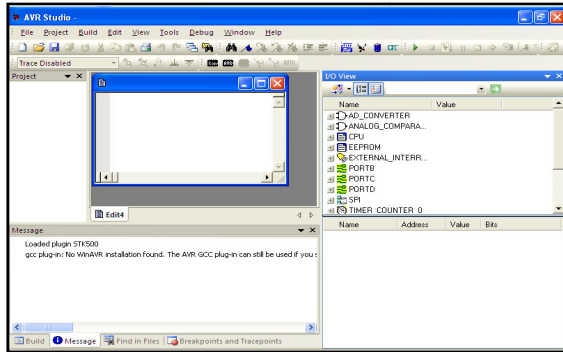


Gambar 11 Rangkaian Catu Daya 12 Volt dan 5 Volt

Pengujian Sistem Minimum ATmega8535. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui indikasi bekerja atau tidaknya keluaran dari masing-masing port yang ada di sistem minimum ATmega8535, dimana indikator yang digunakan adalah dengan menggunakan lampu led.

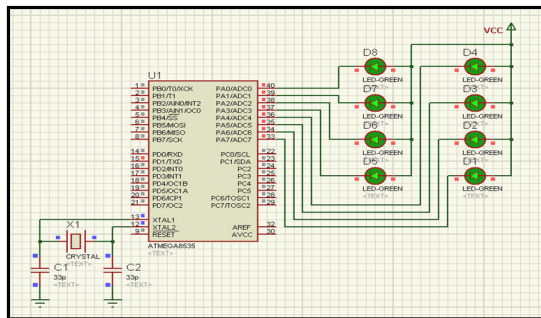
Proses pengujian ini dilakukan dengan membuat program pada software Bascom AVR yang kemudian akan di *download* kedalam *flash memory* Mikrokontroler dengan menggunakan software AVR Studio. Pada proses *download*, yang harus dilakukan adalah mengubah program yang dibuat pada editor BASCOM-AVR ke dalam file yang berekstensi "HEX". File ini diperoleh dengan mengompile program yang sudah dibuat, bila tidak terdapat kasalahan maka program tersebut sudah memiliki file yang berekstensi HEX. Selanjutnya memasang rangkaian

pengisi yang menggunakan USB AVRmkl yang dihubungkan dari laptop ke minimum sistem kemudian membuka Program AVR Studio.



Gambar 12 Software AVR Studio.

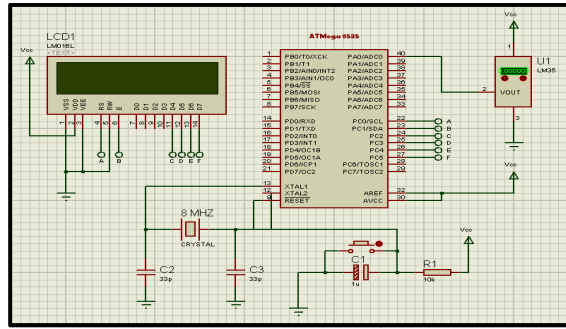
Pengujian ini, indikator led yang digunakan disusun menggunakan konfigurasi *common anoda*. Program pengujian dibuat untuk melakukan beberapa kombinasi penyalan led pada port A.



Gambar 13 Pengujian Sistem Minimum ATmega8535 dengan Led sebagai Indikator

Dari hasil pengujian di atas indikator led bekerja sesuai dengan program yang diinputkan ke dalam *flash memory* mikrokontroler, dimana pada saat tombol ditekan maka led akan menyala dan padam selama 600 ms, dan proses ini akan berulang-ulang secara terus menerus.

Pengujian Rangkaian Sensor Suhu LM35DZ. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian sensor suhu sebagai *penginput* data ke mikrokontroler. Pengujian ini, dilakukan dengan cara mengkalibrasi keluaran sensor suhu dengan termometer digital.



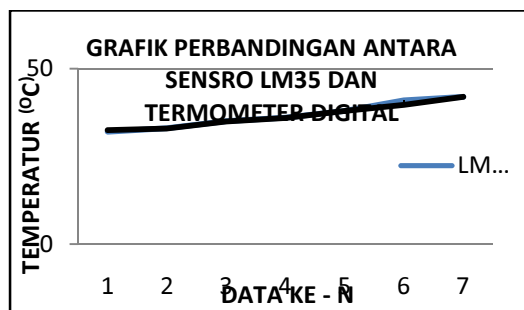
Gambar 14 Rangkaian Sensor Suhu LM35DZ

Untuk data hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel hasil pengukuran dibawah ini. Hasil pengukuran diambil tiap lima detik sebanyak tujuh kali dengan cara mendekatkan sensor dan termometer pada benda yang dipanaskan.

Tabel 4 Data hasil pengukuran sensor dan termometer digital

Data (N)	Waktu (S)	Sensor LM35DZ (°C)	Termometer Digital (°C)	Rata-rata	Error (%)
1	5	32	32,2 , 32,5 , 32,7	32,4	1,47
2	10	33	33, , 33,4 , 33,8	33,4	1,2
3	15	35	34,2 , 34,8 , 35	34,6	0,94
4	20	36	35,3 , 36 , 36,8	36,0	0,08
5	25	38	37 , 37,6 , 38	37,5	1,57
6	30	41	38,8 , 39,7 , 40,8	39,7	3,02
7	35	42	41,4 , 42 , 42,2	41,8	0,31
Σn=7	-	-	-	-	μE=1,22

Pada data hasil pengujian nilai rata-rata % error yang didapatkan adalah 1.22%.



Gambar 15 Grafik Data Hasil Kalibrasi Sensor

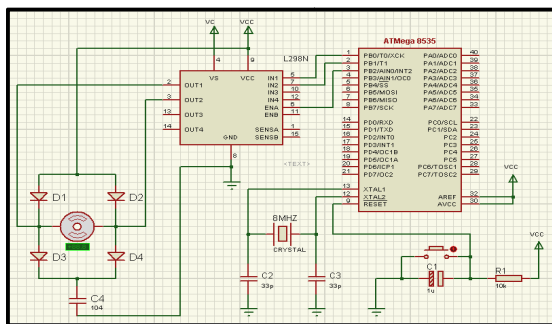
Pengujian Driver Motor DC. Pengujian ini menggunakan IC L298N sebagai driver motor DC, dimana pada driver motor ini terdapat

dua bagian yaitu bagian input dan output. IC L298N terdiri dari 15 pin yang dapat digunakan untuk mengontrol dua motor DC, akan tetapi pada pengujian ini hanya menggunakan satu motor DC. Pin 6 sebagai ENA selalu diberikan logika "1" untuk dapat mengaktifkan bagian pengontrol satu motor DC. Pada pengujian ini sendiri hanya untuk melihat apakah driver IC L298N dapat memutar motor DC satu arah yaitu dengan cara memberikan logika "1" pada IN1 dan logika "0" pada IN2 yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler maka OUT1 akan berlogika "1" dan OUT2 berlogika "0" sehingga motor DC akan berputar ke arah kanan dan apabila IN1 berlogika "0" dan IN2 berlogika "1" maka motor DC akan berputar ke arah kiri.

Tabel 5. Pengujian Driver Motor DC

No	Motor DC			Arah Putar
	ENA	IN	OUT	
1	Pin 6 = 1	Pin 2 = 1	Pin 5 = 1	Kanan
		Pin 3 = 0	Pin 7 = 0	
2	Pin 6 = 1	Pin 2 = 0	Pin 5 = 0	Kiri
		Pin 3 = 1	Pin 7 = 1	

Pada driver motor DC ini digunakan 2 catu tegangan yaitu 5 dan 12 volt, dimana catu 5 volt dihubungkan ke pin 9 sebagai catu IC driver, sedangkan catu 12 volt dihubungkan ke pin 4 sebagai catu motor DC.

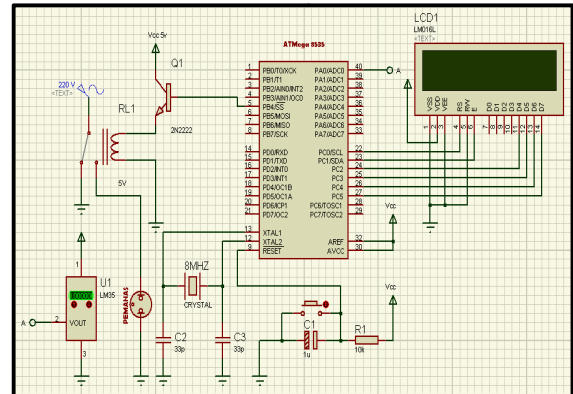


Gambar 16 Pengujian Rangkaian DC Driver Menggunakan IC L298N

Pengujian Rangkaian Relay Pemanas. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian relay pemanas yang digunakan sebagai pengatur suhu pada proses pemanggangan. Proses pengujian ini menggunakan sensor suhu dan ditampilkan

pada LCD (Liquit Crystal Display), hal ini dilakukan agar dapat langsung diketahui besarnya suhu yang dihasilkan oleh pemanas dan batas suhu yang akan di ON-OFF kan oleh relay.

Pada pengujian ini pemanas akan di-ON-kan saat suhu $\leq 50^{\circ}\text{C}$ dan akan di-OFF-kan saat suhu mencapai $\geq 51^{\circ}\text{C}$. Dimana pengujian dilakukan selama 15 menit dengan pengambilan data tiap 60 detik.



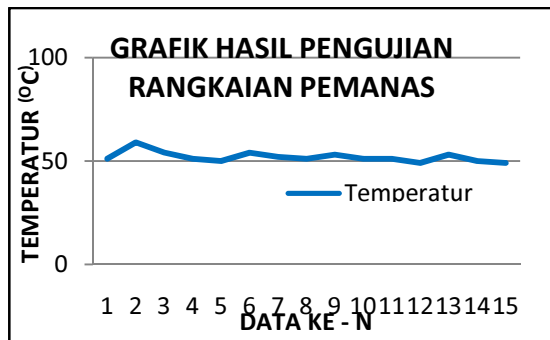
Gambar 17 Pengujian Rangkaian Relay dan Pemanas

Data hasil percobaan rangkaian relay dan pemanas dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini :

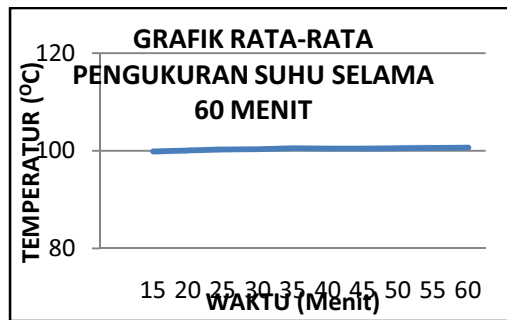
Tabel 5 Data Hasil Pengujian Relay dan Pemanas

Data (N)	Waktu (S)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Error (%)	Relay
1	60	51	2	OFF
2	120	59	18	OFF
3	180	54	8	OFF
4	240	51	2	OFF
5	300	50	0	ON
6	360	54	8	OFF
7	420	52	4	OFF
8	480	51	2	OFF
9	540	53	6	OFF
10	600	51	2	OFF
11	660	51	2	OFF
12	720	49	2	ON
13	780	53	6	OFF
14	840	50	0	ON
15	900	49	2	ON
$\Sigma n = 15$	-	$\mu T = 51.87$	$\mu E = 3.74$	-

Dari tabel diatas nilai error (%) didapat dengan cara $\frac{\mu E}{\mu T} \times 100$. Sedangkan untuk rata-rata temperatur $\mu T = 51.87$ dan rata-rata persen error $\mu E = 3.74$.



Gambar 18 Grafik Hasil Pengujian Rangkaian Pemanas dengan Setting Suhu 50°C



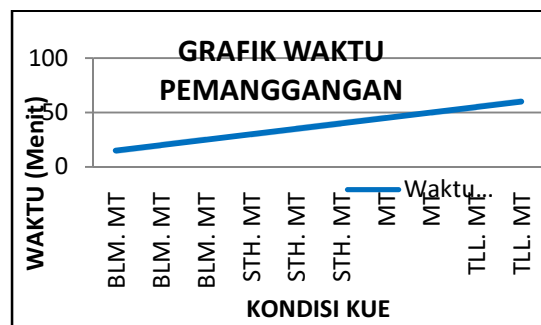
Gambar 19 Grafik Hasil Rata-Rata Pengukuran Suhu Selama 60 Menit dengan Setting Suhu 100°C

Pengujian Sistem Terintegrasi. Pengujian sistem ini dilakukan dengan mengaktifkan semua perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) yang terintegrasi pada pengontrolan pemanggang kue (oven).

Pengukuran Suhu pada Proses Pemangangan. Pengukuran suhu ini dilakukan pada proses pemangangan, dimana jenis kue yang dipanggang adalah jenis kue cakes. Data diambil berdasarkan satu percobaan yang dilakukan selama 60 menit pada 10 sampel yang berbeda dengan tujuan agar dapat mengetahui apakah data hasil pengukuran suhu sesuai dengan yang telah diprogramkan ke dalam mikrokontroler atau tidak dan untuk mengetahui waktu kematangan kue. Dimana sampel tersebut memiliki variasi waktu dari 15 sampai 60 menit. Sampel diambil tiap kelipatan 5 menit dengan setingan suhu 100°C. Data rata-rata hasil tiap pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6 Data Rata-Rata Hasil Tiap Pengujian Selama 60 menit

Data (N)	Waktu Pemangangan (Menit)	Temperatur (°C)	Kondisi Kue
1	15	99.87	Blm Mtng
2	20	100.05	Blm Mtng
3	25	100.2	Blm Mtng
4	30	100.3	Stngh Mtng
5	35	100.49	Stngh Mtng
6	40	100.45	Stngh Mtng
7	45	100.42	Mtng
8	50	100.52	Mtng
9	55	100.58	Tll Mtng
10	60	100.62	Tll Mtng



Ket : BLM.MT = Belum Matang, STH.MT = Setengah Matang, MT = Mtaang, TLL.MT = Terlalu Matang,

Gambar 20 Grafik Waktu Pemangangan Kue

Dari hasil pengujian selama 60 menit dimana data suhu diambil setiap 1 menit, didapatkan nilai pengukuran suhu yang relatif konstan dan nilai kematangan kue yang bervariasi dalam waktu 15 sampai 60 menit. Pada grafik 4.14 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemangangan maka akan semakin matang kue hasil pemangangan. Dan dari hasil pengujian tersebut didapatkan waktu yang baik untuk proses pemangangan adalah 45 sampai 50 menit.

Perhitungan Waktu Pemangangan. Pada pengujian yang telah dilakukan, jenis kue yang dipanggang adalah jenis kue cake dengan ketebalan 1.5 cm dengan lama waktu pemangangan selama 45 sampai 50 menit. Dimana untuk lama waktu pemangangan dapat ditentukan dengan mencari nilai jarak perstep, dimana :

$$\text{Jarak Perstep} = \frac{\text{Panjang Ruang Oven}}{\text{Waktu Panggang}} \times 1 \text{ Menit}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{Pajang Ruang Oven} &= 20\text{cm} \\ 1 \text{ menit} &= \text{Delay Pemangangan Perstep} \end{aligned}$$

Spesifikasi dan Kemampuan Alat. Dari perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diketahui spesifikasi dan kemampuan dari *prototype* alat pemanggang kue (oven) yang dibuat :

- Ukuran : Panjang = 81 cm, lebar = 21 cm dan tinggi = 41 cm
- Panjang ruang oven (lapisan dalam) = 20 cm
- Lebar belt conveyor = 13 cm
- Suhu maksimal = 150°C (yang diseting 100°C)
- Daya pemanas 300 w
- Motor penggerak conveyor menggunakan motor dc *gear box* dengan kecepatan 22 rpm dan torsi maksimal 25 kg.

KESIMPULAN

Setelah melalui tahap perencanaan, perancangan dan pembuatan serta pengujian system pemanggang kue (oven), ada beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. Data akurasi sensor yang dipasang pada pemanggang kue (oven) sesuai dengan yang diharapkan, dengan meninjau persen error yang dihasilkan saat kalibrasi. Dimana rata-rata akurasi sensor adalah 1.22%.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada 10 sampel kue dengan waktu pemanggangan yang bervariasi dari 15 menit sampai dengan 60 menit didapatkan tingkat kematangan kue yang linear dengan lama waktu pemanggangan.
3. Untuk mendapatkan efisiensi pada perancangan implementasi sistem pemanggang kue (oven) otomatis harus memperhatikan sistem proteksi/isolasi panas dari sistem pemanggang tersebut. Dimana semakin bagus sistem proteksi/isolasi pemanggang yang dibuat, maka afisiensinya akan semakin besar.
4. Motor dc yang digunakan adalah tipe motor dc *gear box* yang memiliki perbandingan rotasi yaitu 1 : 200 dengan kecepatan 22 rpm.

SARAN

Dalam perencanaan, perancangan dan pembuatan pemanggang kue (oven) ini masih banyak kekurangannya, sehingga perlu diperbaiki untuk kesempurnaannya. Saran-saran untuk pengembangan sistem pemanggang kue (oven) lebih lanjut adalah:

1. Untuk meningkatkan efisiensi pemanggang kue (oven) harus memperhatikan sistem proteksi panas pada ruang oven, dimana ruang oven yang dibuat harus benar-benar tertutup agar panas tidak menyebar keluar.
2. Untuk mendapatkan kematangan yang sempurna, belt yang digunakan harus dapat menghantarkan panas dengan baik.
3. Pemilihan motor untuk penggerak conveyor kue harus menggunakan jenis motor *gear box*, sehingga kecepatan dari motor dapat disesuaikan dengan lama waktu pemanggangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004, *Buku Pedoman Penulisan Tulisan Ilmiah*, Fakultas Teknik Universitas Mataram
- Anonim, website: <http://www.projecavr.com> tanggal akses 12 juli 2012
- Anonim, website: <http://Teknikelektrolinks.com> tanggal akses 17 juli 2012
- Anonim, Website: <http://Elektrokontrol.blogspot.com> tanggal akses 28 juli 2012
- Anonim, website: <http://www.alldatasheet.com> tanggal akses 12 agustus 2012
- Wahyudin, Didin, 2007, *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM 8051*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Afrie Setiawan, 2011, *20 Aplikasi Mikrokontroler ATmega8535 & ATmega16 Menggunakan Bascom AVR*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.