

BAB III

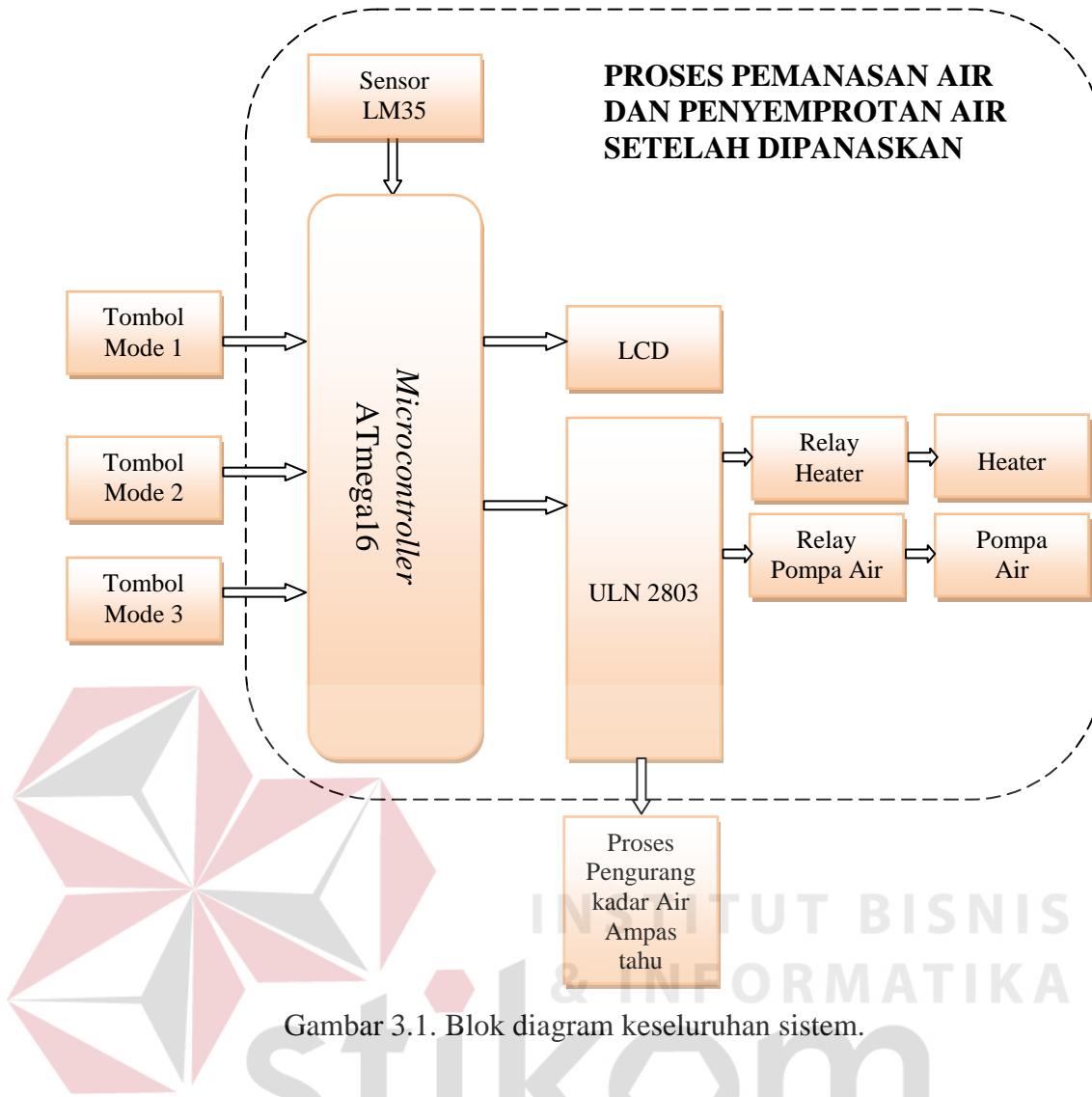
METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem ini antara lain : studi kepustakaan, meninjau tempat pembuatan tahu untuk mendapatkan dan mengumpulkan sumber informasi berupa data-data literatur dan masing-masing komponen untuk pembuatan alat ini, serta wawancara secara lisan dan informasi baik dari internet dan konsep-konsep teoretis dari buku penunjang yang berkaitan dengan penelitian.

Dari data-data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan sebuah perancangan sistem yang terdiri dari perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*), setelah desain *hardware* selesai dilakukan juga proses perancangan dan pembuatan perangkat lunak (*software*) yang nantinya diguna sebagai percobaan pada *hardware* maupun pada komputer.

Pada bagian perancangan perangkat keras dijelaskan berbagai macam tentang beberapa komponen yang digunakan untuk membangun *interface* alat ini khususnya desain mekanik mesin pemanas dan pengurangan kadar air pada ampas tahu, *minimum sistem microcontroller* ATmega16, Modul *relay*, Sensor Temperatur LM35, motor tiga fase dan *inverter* VF-S11. Sedangkan guna menunjang komponen yang digunakan penulis menggunakan *software* CodeVisionAVR sebagai perancangan perangkat lunak.

Untuk pembuatan mesin pengurang kadar air ampas tahu dengan metode pengendalian motor tiga fase ini digunakan blok diagram secara keseluruhan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok diagram keseluruhan sistem.

Blok diagram pada Gambar 3.1 adalah blok diagram sistem secara keseluruhan. Sistem ini terdiri dari sebuah *microcontroller* ATmega16 sebagai otak proses kerja alat. Pada penelitian ini digunakan 3 buah tombol sebagai inputan, dimana masing-masing tombol sebagai tombol *start* untuk proses pengurangan kadar air pada ampas tahu. Tombol 1 berfungsi untuk tingkat kekeringan agak basah, Tombol 2 berfungsi untuk tingkat kekeringan sedang, Tombol 3 berfungsi untuk kekeringan maksimal.

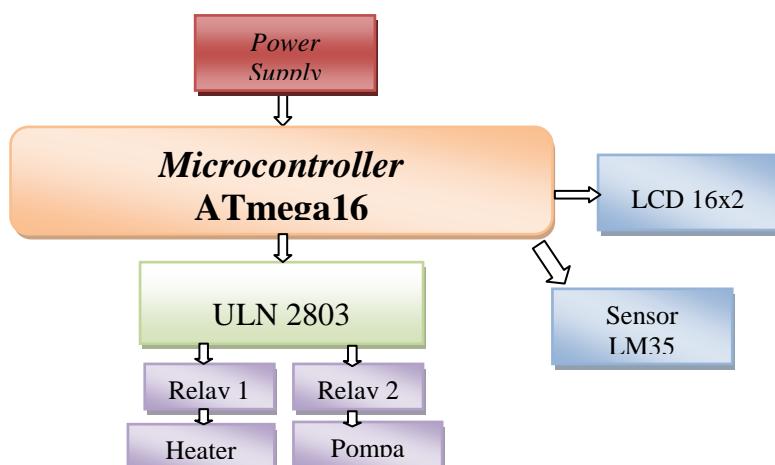
Sensor temperatur LM35 digunakan untuk mengetahui temperatur pemanas air pada tabung yang telah disediakan sebagai pemanas air sebelum disemprotkan kedalam mesin pengeringan ampas tahu. Selama proses pemanasan

air berlangsung kenaikan temperatur suhu akan ditampilkan pada LCD, selain itu LCD juga menampilkan seluruh proses sistem yang sedang berlangsung mulai dari awal hingga proses selesai, *Inverter VF-S11* berfungsi sebagai penggerak dan penyetelan kontrol kecepatan pada motor 3 fase.

Proses pemanasan air dilakukan dengan menggunakan 4 buah heater dengan daya keseluruhan 600 Watt. Setelah proses pemanasan mencapai suhu yang diharapkan yaitu sebesar 60°C dengan otomatis proses pemanasan selesai dan *microcontroller* akan mematikan tegangan yg masuk pada *heater*. Sehingga proses berikutnya yaitu mengaktifkan pompa air, guna menyemprotkan air pada ampas tahu yang telah dibungkus kain penyaring dan diletakkan ke dalam tabung pengering sebelum proses pengeringan berlangsung.

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras akan dibahas bagaimana komponen-komponen elektronika yang terhubung pada *hardware* dengan *microcontroller* agar elektronika pendukung dapat bekerja sesuai dengan sistem yang diharapkan seperti mengaktifkan sensor temperatur LM35, *Heater*, serta dapat menyalakan LCD sampai dengan bagaimana *microcontroller* menerima inputan dari tombol.



Gambar 3.2. Blok diagram Perangkat keras.

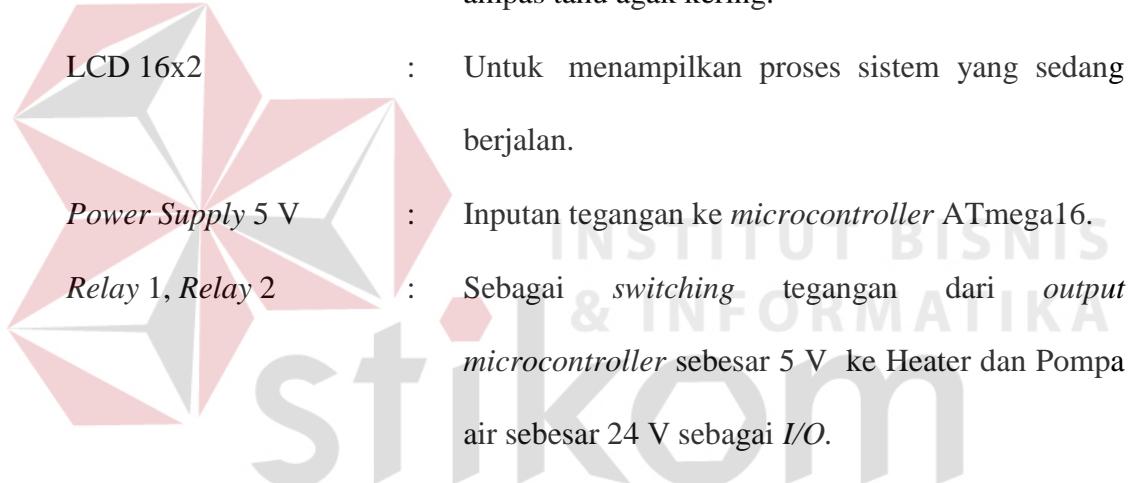
Untuk lebih jelasnya rangkaian-rangkaian elektronika yang terhubung pada perangkat keras yang disajikan pada diagram blok dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Keterangan :

Tombol Mode A : Tombol *start* untuk mode pengurangan kadar air ampas tahu agak basah.

Tombol Mode B : Tombol *start* untuk mode pengurangan kadar air ampas tahu tingat sedang (mamel).

Tombol Mode C : Tombol *start* untuk mode pengurangan kadar air ampas tahu agak kering.



3.1.1 Heater

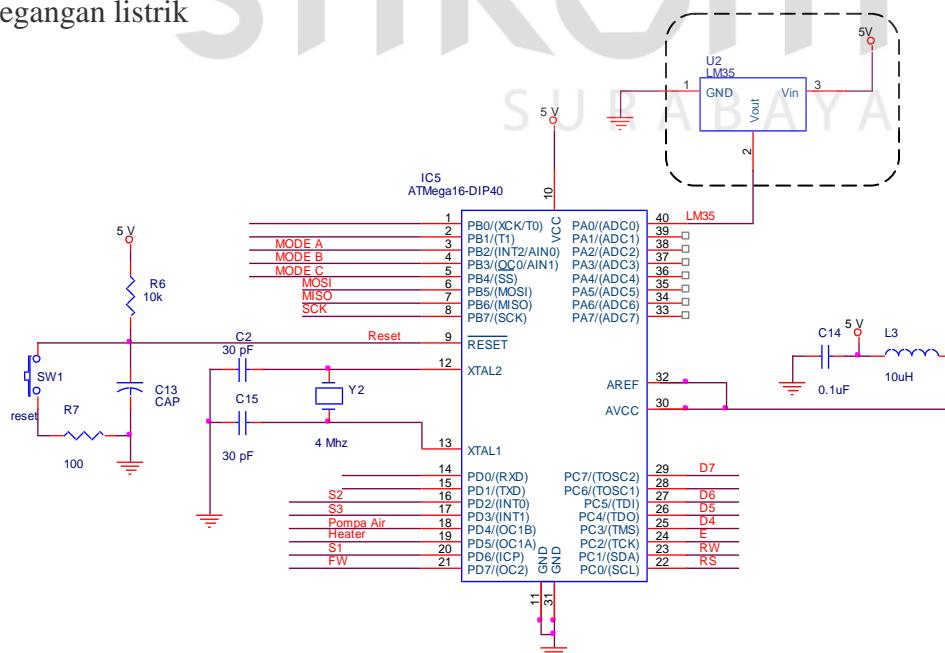
Heater pada dasarnya merupakan peralatan yang berguna untuk menaikkan temperatur suatu material. Energi panas yang dipakai berasal dari perubahan tegangan listrik menjadi besaran panas. Secara garis besar alat ini terbuat dari *metal housing* yang dilapisi *refractory* pada bagian dalamnya sebagai isolasi panas sehingga panas tidak terbuang keluar, untuk mengaktifkan satu buah *Heater* membutuhkan daya sebesar 150 watt. Pada penelitian ini material yang dipanaskan berupa air. Bentuk fisik dari *heater* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Bentuk Fisik *Heater*.

3.1.2 Sensor Temperatur LM35

Sensor temperatur LM35 merupakan suatu piranti yang bias memberikan tegangan keluaran *output* yang dapat berubah-ubah secara linier seiring dengan perubahan suhu. Rangkaian *input* LM35 menggunakan ADC yang sudah tersedia di dalam *microcontroller* ATmega16. Sensor suhu terhubung pada Pin A(0) pada *microcontroller*. Sensor temperatur LM35 bekerja berdasarkan perubahan suhu yang terjadi karena adanya proses material sensor yang keluar dalam bentuk tegangan listrik



Gambar 3.4. Rangkaian Konfigurasi Sensor Temperatur LM35.

. LM35 memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV} / {}^\circ\text{C}$ ini berarti bahwa setiap kenaikan temperatur $1 {}^\circ\text{C}$ maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV . Selain itu juga memiliki jangkauan pengukuran temperatur maksimal $-55 {}^\circ\text{C}$ s.d $150 {}^\circ\text{C}$ apabila dikonfigurasikan seperti pada Gambar 3.4. Pada penelitian Tugas Akhir ini LM35 digunakan untuk jangkauan suhu berkisar antara $0 {}^\circ\text{C}$ s.d $60 {}^\circ\text{C}$. Keluaran tegangan maksimum LM35 adalah 1,5 Volt.

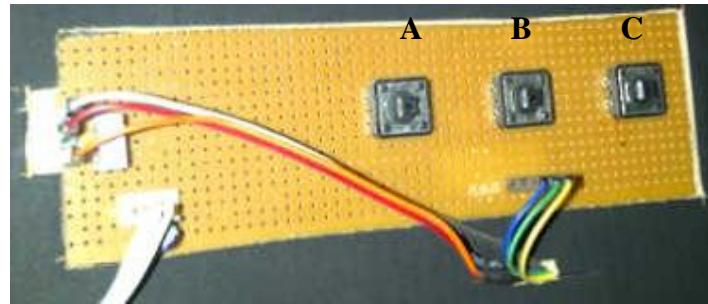
3.1.3 Rangkaian Pendukung

Pada penelitian Tugas Akhir ini rangkaian pendukung bertujuan untuk melengkapi rangkaian-rangkaian yang sudah dijelaskan penulis sebelumnya. Rangkaian pendukung terdiri dari tombol masukan, modul *relay*, ULN2803, serta komponen pendukung lainnya. Tombol inputan berfungsi untuk penerima perintah dari *user*. Dimana, perintah tersebut dijalankan sesuai dengan keinginan *user*. Sedangkan untuk modul *relay* digunakan untuk menstabilkan serta *switching* tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya.

A. Tombol Pemilihan Mode

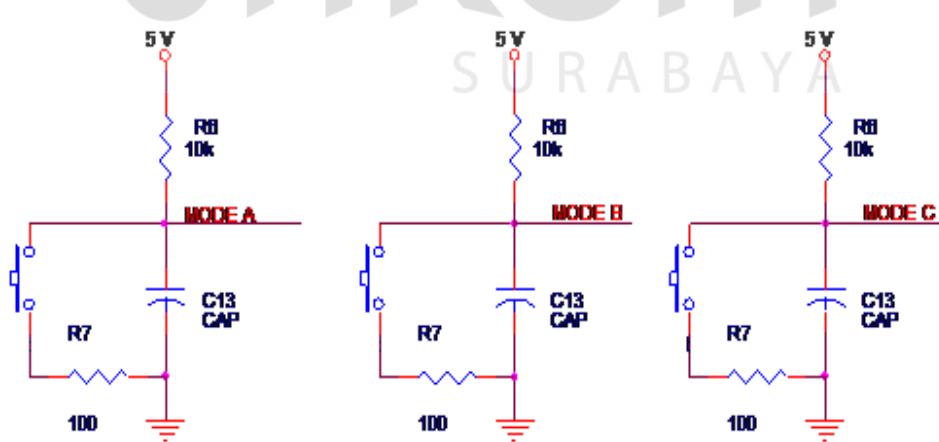
Tombol pemilihan mode terdiri dari tiga buah *push button*. Masing-masing memiliki fungsi untuk menentukan proses yang akan dijalankan yaitu Tombol ModeA, Tombol ModeB, Tombol ModeC. Setiap mode memiliki perbedaan proses yang akan dijalankan oleh mesin pengurang kadar air pada ampas tahu.

Push button memiliki acuan *normally open* yang tidak mengunci, jadi saat terjadi proses penekanan kontak akan berubah menjadi aktif dan tombol kembali pada posisi awal yaitu NO. Bentuk fisik dari Tombol pemilihan mode dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tombol Pemilihan Mode.

Tombol pemilihan mode ini secara langsung terhubung dengan tegangan sumber sebesar 5 volt DC pada masing-masing pin dari tombol pengendali tersebut. Terdapat dua kondisi pada sebuah tombol *push button* yaitu *normally open* apabila tombol ditekan akan menjadi inputan dengan logika *high* begitu sebaliknya akan menjadi *low* apabila tombol tidak ditekan. Sedangkan pada tombol dengan kondisi *normally close* akan menjadi *high* apabila tombol ditekan dan kembali *low* saat tombol tidak ditekan. Masing-masing tombol terhubung pada *power supply* 5 Volt DC dan kaki satunya akan dibuangkan pada inputa *microcontroller*. Rangkaian tombol pemilihan mode dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian Tombol Pemilihan Mode.

Kegunaan dan konfigurasi Pin dari masing-masing tombol akan dijelaskan pada Tabel 3.1.

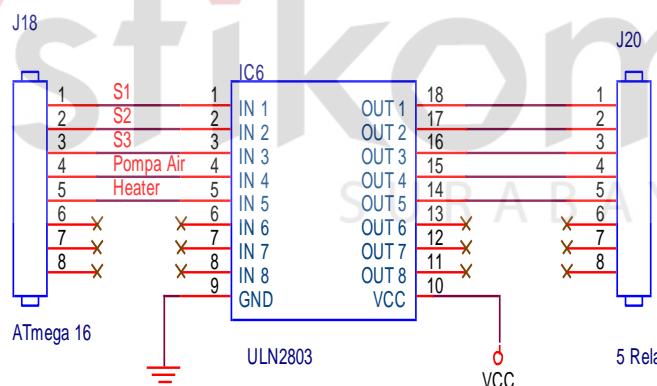
Tabel 3.1. Konfigurasi Pin dan fungsi Tombol Pemilihan Mode

No.	Konfigurasi Pin	Inisial	Fungsi
1.	Port.B 1	A	Untuk memulai proses Mode 1
2.	Port.B 2	B	Untuk memulai proses Mode 2
3.	Port.B 3	C	Untuk memulai proses Mode 3

B. ULN2803

ULN2803 adalah delapan NPN Transistor yang dikemas di dalam satu *integrated circuit* yang mempunyai 18 Pin. ULN2803 disini sesuai sebagai *interface low logic voltage* (TTL, CMOS, dan PMOS/NMOS) dengan *high logic voltage* (lampa, *relay*, dan sebagainya).

Dengan tujuan aplikasinya adalah *driver relay*, dimana pada penelitian tugas akhir ini menggunakan 2 buah *relay* utama untuk fungsi penting dalam proses pemanasan dan penyemprotan air ke ampas tahu setelah dipanaskan sesuai dengan temperatur yang diharapkan yaitu berkisar $\pm 60^\circ\text{C}$. Bentuk fisik dan rangkaian ULN2803 dapat dihat pada Gambar 3.7. berikut :

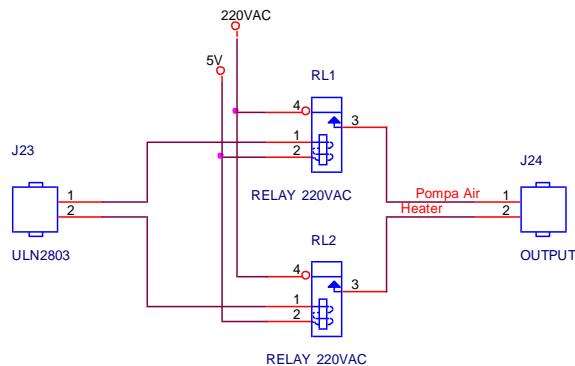


Gambar 3.7. Rangkaian ULN2803.

C. Modul Relay

Modul *relay* pada penelitian tugas akhir ini berfungsi sebagai jembatan untuk mengaktifkan *Heater* dan Pompa air agar dapat berfungsi dengan baik. Pada modul *relay* ini terdapat 2 buah *relay* yang dihubungkan pada minimum sistem sebagai *inputan*. Masing-masing *relay* tersebut memiliki kesamaan fungsi apabila

mendapat inputan maka masing-masing *relay* akan aktif dan non-aktif bila sebaliknya. Adapun *schematic* modul *relay* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Schematic Modul Relay.

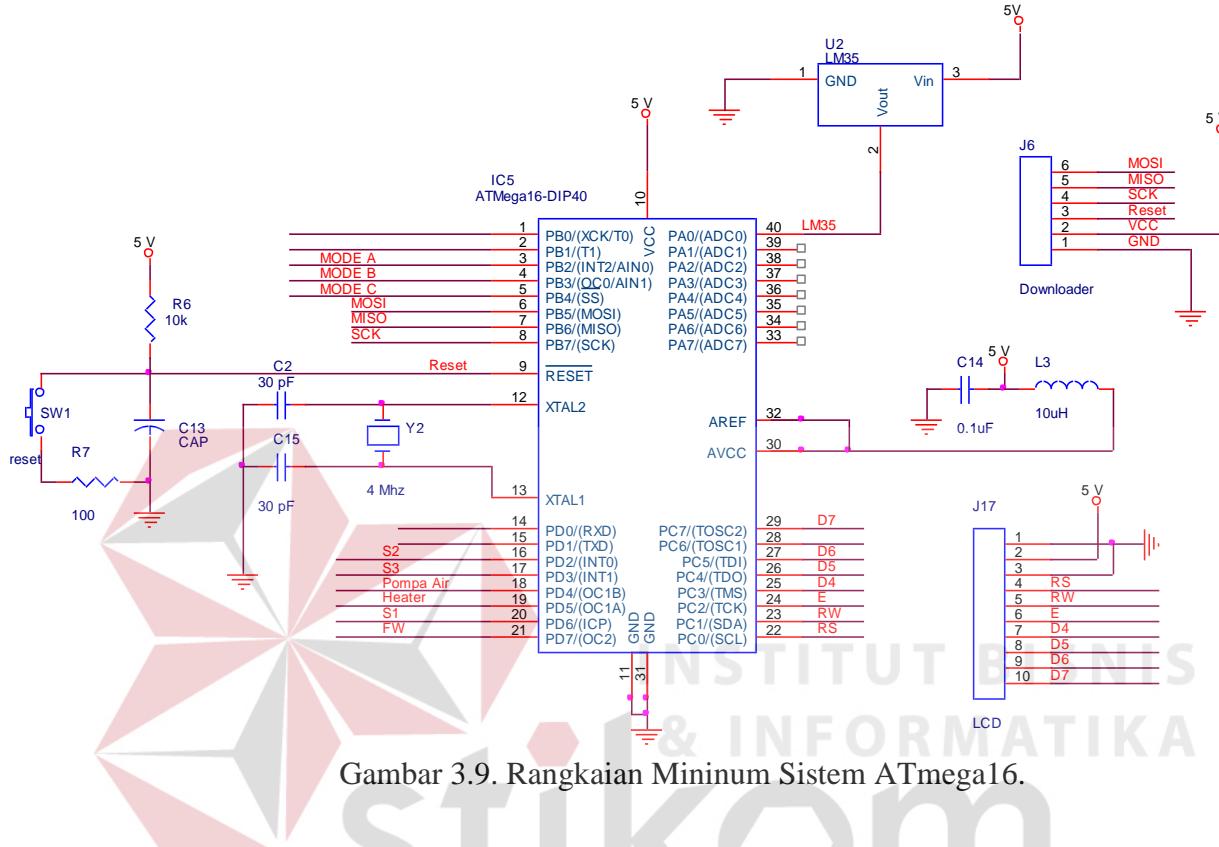
D. Rangkaian Microcontroller

Pada penelitian tugas akhir ini dibuat piranti pengendali menggunakan *microcontroller* keluaran AVR yaitu ATmega16. Agar dapat mengaktifkan sebuah *microcontroller* diperlukan rangkaian minimum sistem. Rangkaian minimum sistem terdiri atas rangkaian *power*, *reset*, rangkaian *oscillator* serta rangkaian *downloader*.

E. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16

Minimum sistem microcontroller diri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu *microcontroller* untuk dapat berfungsi dengan baik. Pada umumnya, suatu *microcontroller* membutuhkan dua elemen (selain *power supply*) kristal berfungsi untuk *Oscillator* (XTAL), dan Rangkaian *reset*. Analogi fungsi kristal *oscillator* memompa data. Fungsi rangkaian *reset* adalah untuk membuat *microcontroller* memulai kembali pembacaan program, hal tersebut dibutuhkan pada saat *microcontroller* mengalami gangguan dalam mengeksekusi program.

Pada pin VCC diberi tengangan masukan yang berkisar antara 4,5 Volt sampai dengan 5,5 Volt. Pin RST mendapat *input* dari *manual reset*. Rangkaian minimum sistem dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16.

Pada *Schematic* diatas dapat dilihat bahwa terdapat pin *reset* yang berfungsi untuk masukan *RST* program secara otomatis atau manual. Karena diperlukan kepresision nilai dari *timer* maka digunakan *XTAL* dengan nilai 4,000000 Mhz.

Berikut adalah potongan *listing* program inisialisasi yang digunakan pada *input* dan *output* pada *microcontroller*.

```
#define s1 PORTD.6
#define s2 PORTD.2
#define s3 PORTD.3

#define mode_a PINB.0
#define mode_b PINB.1
#define mode_c PINB.2

#define pompa_air PORTD.4
#define heater PORTD.5
```

F. *Downloader Microcontroller ATmega16*

Untuk dapat melakukan proses *downloading* dengan format *.HEX* dari PC ke dalam memori internal *microcontroller*. Penulis menggunakan DT-HiQ AVR-51 USB ISP untuk *downloader*-nya. DT-HiQ AVR-51 USB ISP merupakan *in-system programmer* (ISP) untuk *microcontroller* keluaran AVR® 16 bit RISC dan MCS-51®. *Programmer* ini dapat dihubungkan ke PC melalui antarmuka USB dan untuk mengambil sumber catu daya dari target *board* (rangkaian minimum sistem *microcontroller*). Untuk memprogram IC AVR, DT-HiQ AVR-51 USB ISP dapat digunakan dengan perangkat lunak AVR Studio®, CodeVisionAVR®, AVRDUDE (WinAVR), BASKOM-AVR®, serta perangkat lunak lain yg dapat mendukung protokol ATMEL STK500/AVRISP.

Untuk memprogram IC MCS-51, DT-HiQ AVR-51 USB ISP juga dilengkapi dengan perangkat lunak berbasis Windows® yang menyediakan antarmuka yang sederhana dan juga mudah dimengerti oleh penggunanya. Bentuk fisik dari *Downloader microcontroller* seri DT-HiQ AVR-51 USB ISP dapat dilihat pada Gambar 3.10.

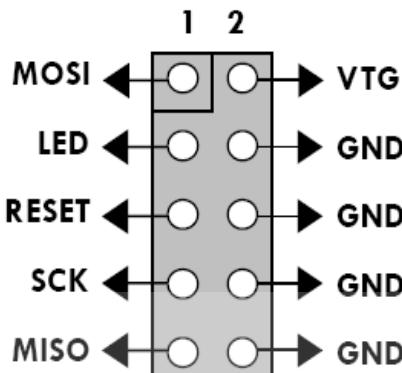


Gambar 3.10. *Downloader* DT-HiQ AVR-51 USB ISP.
(Sumber : *Datasheet . Downloader* DT-HiQ AVR-51 USB ISP : 1-5)

Spesifikasi *Downloader* DT-HiQ AVR-51 USB ISP adalah sebagai berikut.

1. Dapat digunakan untuk semua tipe AVR® dan *microcontroller* MCS-51® seri AT89 yang memiliki fitur ISP.
2. Beroperasi pada tegangan target 2,7 volt sampai 5,5 volt.
3. Antarmuka USB ke PC.
4. Mengambil daya dari target *board*. Tidak memerlukan catu daya tersendiri dan juga aman bagi PC jika terjadi hubungan singkat pada target *board*.
5. AVR :
Menggunakan protokol ATMEL STK500/AVRISP dengan *baudrate* 115200 brp.
6. MCS-51 :
 - a. Mendukung *Flash*, EEPROM, *Lock bit*, dan *fuse bit programming*.
 - b. Dilengkapi perangkat lunak berbasis Windows®.
 - c. Mendukung file dengan format Intel HEX atau BIN.
7. Tersedia dua pilihan konektor ISP (5x2) standart ATMEL untuk target *board* dengan *microcontroller* keluaran AVR® dan MCS-51®.
8. DT-HiQ AVR-51 USB ISP membutuhkan arus maksimum 50mA @ 5,5 volt.
9. USB *driver* yang kompatibel dengan Windows® XP/Vista/7/8.
10. Dilengkapi soket konverter DT-HiQ AVR-51 USB ISP 10 to 6 converter untuk menghubungkan AVR *in-system programmer*.
11. Dilengkapi LED konverter untuk *power* dan status dengan warna yang berbeda.

12. Jangan menghubungkan kedua konektor (AVR dan MCS-51) secara bersamaan dan pemograman AVR dan MCS-51 harus dilakukan secara bergantian.
13. Pin nomer 1 ditandai dengan warna kabel yang berbeda atau tanda segitiga atau panah pada konektor.

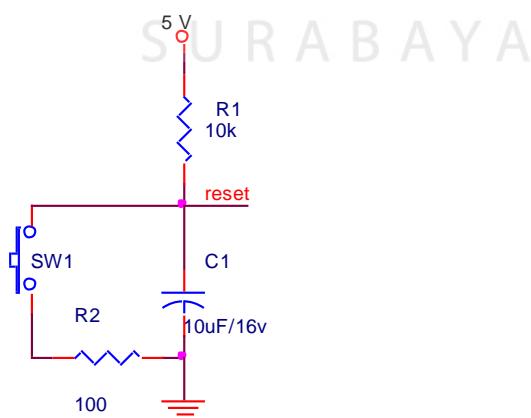


Gambar 3.11. Konektor ISP pada AVR®.

(Sumber : *Datasheet . Downloader DT-HiQ AVR-51 USB ISP : 3*)

G. Rangkaian Reset ATmega16

Pin *reset* pada *Microcontroller* adalah pin (kaki) 1. *Reset* dapat dilakukan secara manual atau otomatis saat *power* diaktifkan (*power reset On*). Rangkaian *Schematic* dari *reset* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Rangkaian *reset*.

Reset terjadi dengan adanya logika 1 selama minimal 2 *machine cycle* yang diterima pin *reset* dan akan bernilai *low*. Pada saat *reset* bernilai *low*, semua proses pada *Microcontroller* akan berhenti.

3.2 Metode Pengontrolan Motor 3 Fase

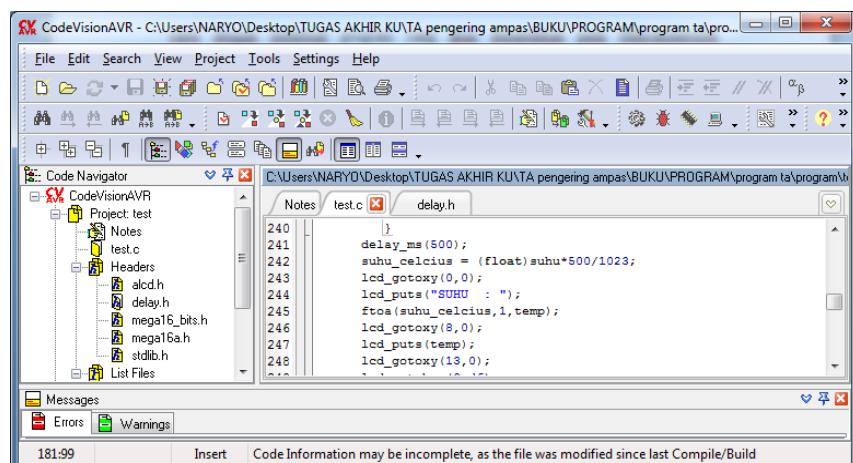
Metode pengontrolan motor 3 fase merupakan suatu cara untuk mengatur kecepatan dan frekuensi putaran motor 3 fase melalui *inverter* VS-F11. Terdapat 2 cara dalam pengontrolan yaitu struktur *delta* dan *star*. Pada penelitian ini penulis memilih Struktur delta dikarenakan *start* pada motor lebih cepat untuk mencapai ketabilan putaran motor. Tegangan yang dipakai pada struktur delta sesuai dengan tegangan rumah 220 volt. Berikut adalah hubungan dari struktur delta.



Gambar 3.13. Pemasangan konfigurasi kabel struktur delta.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Setelah merancang dan membahas mengenai perancangan perangkat keras (*hardware*) diperlukan juga perancangan dan pembahasan perangkat lunak (*software*).

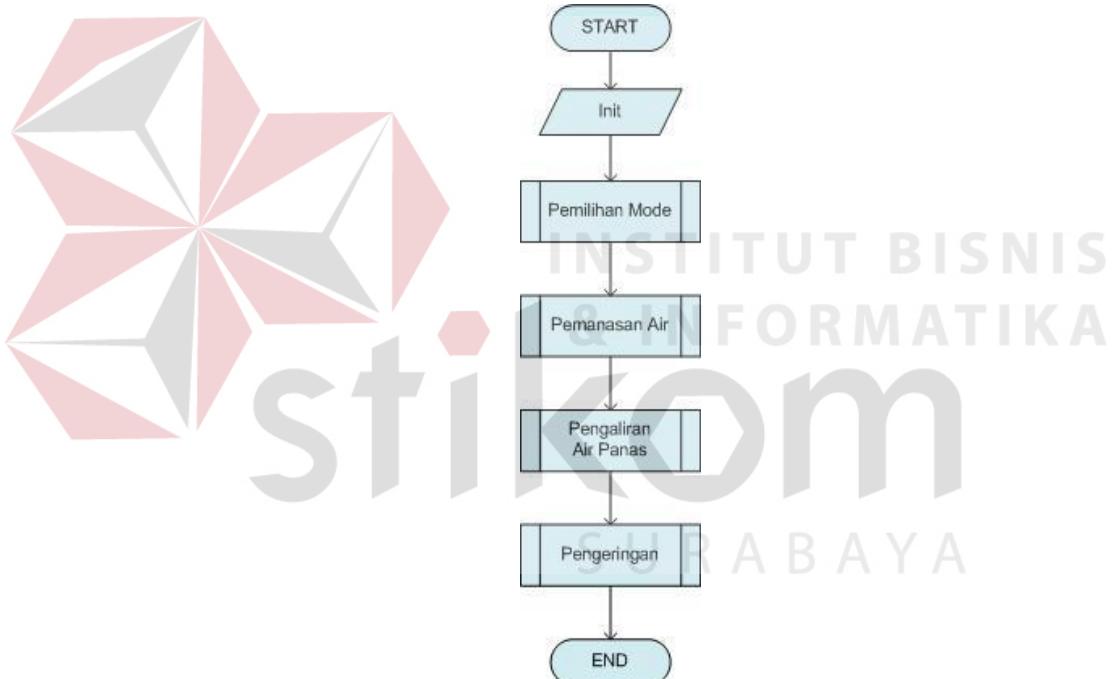


Gambar 3.14. *Software AVR Studio®*.

Dengan membuat program yang akan dimasukkan pada *microcontroller* ATmega16. Untuk perancangan software penulis menggunakan bahasa pemograman C++ dan AVR Studio® sebagai perangkat lunak. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.14.

3.4 Diagram Alir Sistem Program

Pada Gambar 3.15 merupakan diagram alir yang digunakan penulis untuk membuat algoritma yang berfungsi untuk mendukung sistem pada alat pengurangan kadar air pada ampas tahu.



Gambar 3.15. Diagram alir sistem secara keseluruhan.

Gambar diatas merupakan aliran proses sistem mulai awal sampai akhir. Input awal dari sistem ini adalah pemilihan mode *start* yaitu pemilihan mode yang akan dijalankan oleh Mesin pengurang kadar air ampas tahu melalui *microcontroller*. Saat penekanan tombol terjadi, *microcontroller* akan mendeteksi

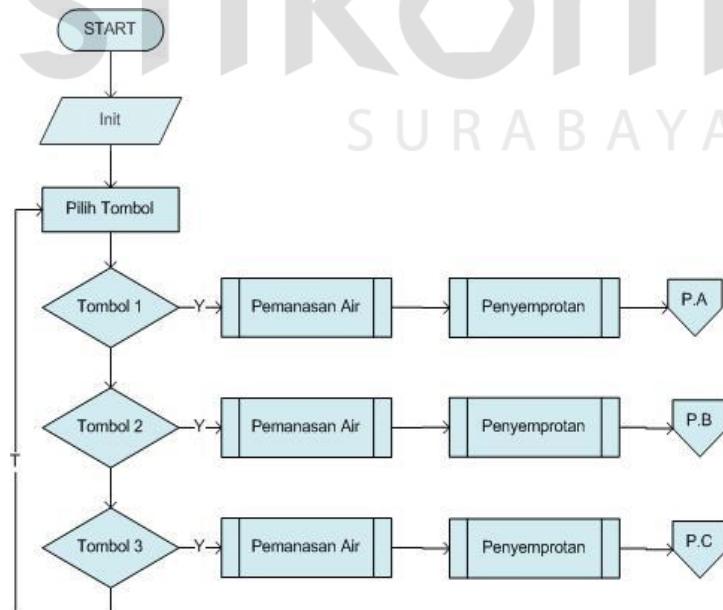
penekanan tombol mana yang aktif. Setelah penekanan tombol selesai akan dilanjutkan proses berikutnya.

3.4.1 Diagram Alir Proses Pemilihan Mode dan Pemanasan Air.

Pada diagram alir proses pemilihan mode pada sistem ini akan dijelaskan secara detail bagaimana mekanisme pengaksesan tombol ini berlangsung agar dapat dideteksi oleh *microcontroller* sebagai inputan. Pada sistem ini terdiri dari tiga buah tombol pemilihan mode yaitu.

1. Tombol 1 untuk pengurangan kadar air dengan ModeA.
2. Tombol 2 untuk pengurangan kadar air dengan ModeB.
3. Tombol 3 untuk pengurangan kadar air dengan ModeC.

Setelah tombol ditekan *microcontroller* akan mengirimkan inputan sinyal *high* pada ULN 2803 untuk *switching driver relay* guna mengaktifkan proses berikutnya yaitu proses pemanasan air dan penyemprotan air panas pada ampas tahu. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.16.



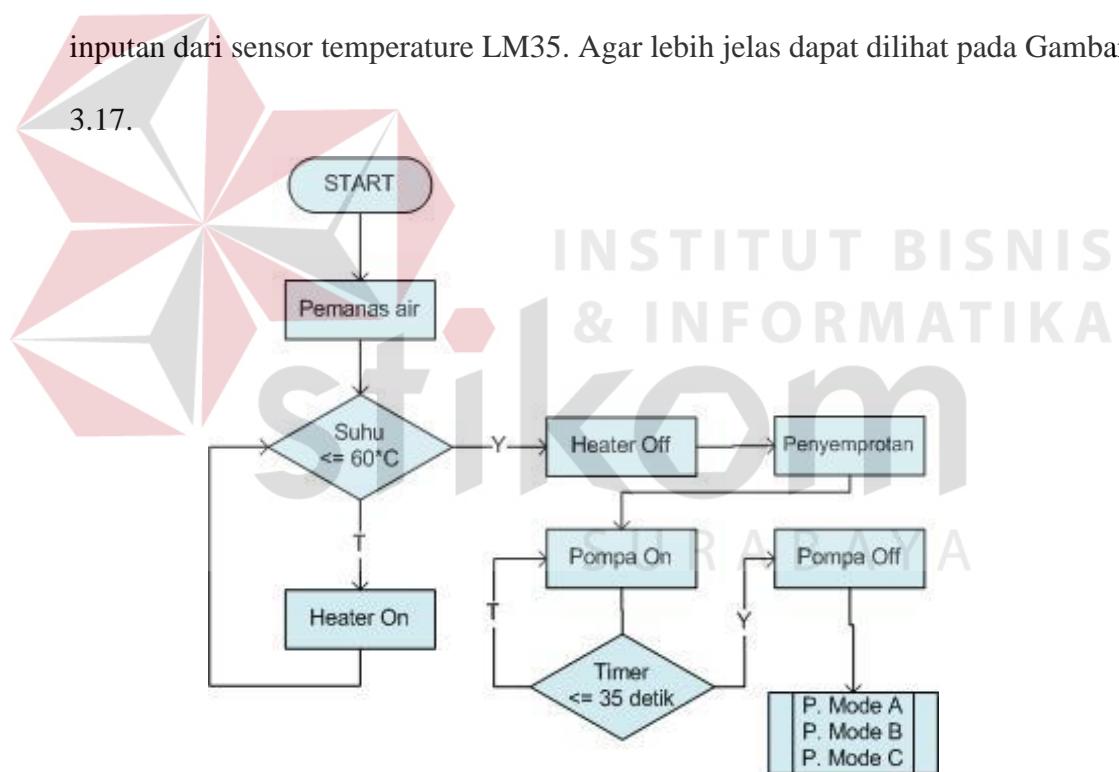
Gambar 3.16. Diagram alir subproses pemilihan mode dan pemanasan air.

Berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir proses pemanasan air.

1. Proses inisialisasi inputan tombol pemilihan mode.
2. Proses pemanasan air
3. Proses penyemprotan air yang sudah dipanaskan menggunakan pompa air
4. Proses terakhir yaitu pengurangan kadar air pada ampas tahu.

3.4.2 Diagram Alir Subproses Pemanasan Air dan Penyemprotan

Pada diagram alir proses pemanasan air panas akan dijelaskan bagaimana proses pemanasan air menggunakan *heater* dan pembacaan temperatur melalui inputan dari sensor temperature LM35. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3.17. Diagram alir proses pengaliran air panas.

Dari diagram diatas akan dijelaskan langkah-langkah proses pemanasan air dan penyemprotan air yang telah dipanaskan adalah sebagai berikut.

1. Proses pemanasan air dan penyemprotan air akan berjalan apabila terjadi penekanan tombol pemilihan mode.

2. Proses Pemanasan air ditandai dengan aktifnya 4 buah *heater*.
3. *Heater* akan aktif sampai proses pemanasan air selesai ketika mencapai temperatur 60°C.
4. Proses pendekripsi suhu melalui *output* dari sensor temperatur LM35 yang dikirimkan pada PortA0 pada *microcontroller*
5. Proses perhitungan dengan cara *read* data ADC pada *microcontroller*, berikut adalah potongan listing program penghitungan temperatur.

```

void suhuu()
{
    suhu = read_adc(0);
    if (bbb == 1)
    {
        delay_ms(2000);
        bbb = 0;
        goto keluar;
    }
    delay_ms(500);
    suhu_celcius = (float)suhu*500/1023;
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("SUHU : ");
    ftoa(suhu_celcius,1,temp);
    lcd_gotoxy(8,0);
    lcd_puts(temp);
    lcd_gotoxy(13,0);
    lcd_putchar(0xd);
    lcd_putchar('C');
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("PEMANASAN AIR");
    keluar:
}

```

6. Pada temperatur 60°C dengan otomatis *heater* akan mati.
7. Ketika pemanasan air selesai, pompa aktif untuk mengalirkan air yang telah dipanaskan pada ampas tahu yang telah disiapkan dan dimasukkan pada tabung pengeringan.
8. Pompa air aktif untuk mengalirkan air selama 35 detik, berikut potongan program lama proses penyemprotan air

```

#define pompa_air PORTD.4
heater = 0;
lcd_clear();

```

```
lcd_puts("POMPA AIR ON");  
pompa_air = 1;  
delay_ms(35000);  
pompa_air = 0;
```

9. Pompa off dilanjutkan dengan proses pengurangan air pada ampas tahu sesuai dengan mode yang telah dipilih.

3.5 Metode Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada penelitian ini pengujian akan dilakukan pada alat pengurang kadar air ampas tahu. Mulai dari menghubungkan alat dengan power supply 9 volt untuk *microcontroller* dan tegangan 220 Vac untuk *heater*, pompa air, *inverter* VF-S11, dan pengujian pengurangan kadar air modeA, modeB, modeC. Pengujian paling akhir adalah pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui apakah alat dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan.

