

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALI SUHU DAN MEMONITORING KELEMBABAN BERBASIS ATmega8535 PADA PLANT INKUBATOR

Faishol Fathu Riza.¹, Iwan setiawan, ST. MT², Sumardi ST. MT²

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Email : faishol_smg@yahoo.com

Pada jaman Modern seperti sekarang ini, sangat diperlukan peralatan kesehatan yang memiliki kecanggihan dan keakuratan, dimana kebanyakan alat inkubator bayi sekarang sangat dibutuhkan mengingat meningkatnya jumlah bayi lahir prematur di Indonesia sekarang ini.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan temperature dan memonitoring kelembaban pada incubator sehingga akan didapatkan suhu yang sesuai dengan suhu yang dibutuhkan oleh suhu bayi prematur

Pada tugas akhir ini akan menerapkan ilmu yang di peroleh selama mengikuti perkuliahan, dengan menggunakan ATmega 8535 dan menggunakan sensor temperature dan kelembaban yaitu SHT-11sedangkan metode yang digunakan untuk pengontrolan adalah metode proporsional – integral, maka untuk hasil yang diinginkan bisa lebih modern sebagi peralatan medis khususnya untuk ruang anak.

Kata kunci : PI (Proporsional-Integral), sensor, mikrokontroler ATmega853

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam kaitannya dengan bidang pengendali, pengetahuan mengenai model system atau plant yang akan dikendalikan merupakan salah satu factor penentu pemilihan kendali yang akan dirancang, sampai saat ini salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah dengan menggunakan pengendali konvensional yaitu Proporsional Integral (PI) atau Proporsional Integral Derivatif (PID). Dalam perancangan system kendali ini konstanta proporsional, integral dan turunan dihitung berdasarkan parameter plant yang diketahui. Secara praktis seringkali parameter- parameter plant yang akan dikendalikan tidak diketahui, sehingga untuk merancang kendali *konvensional*, perlu terlebih dahulu dilakukan *identifikasi* parameter plant yang dikendalikan. Hal ini tentu menyebabkan perancangan system kendali relative lebih lama

Dalam dunia kesehatan inkubator merupakan alat yang paling penting terutama di ruang perawatan bayi, hal ini di karenakan tingkat bayi lahir premature yang cukup banyak khususnya pada rumah sakit milik pemerintah, apabila bayi mengalami lahir premature maka akan sangat membutuhkan tingkat kehangatan yang cukup stabil mengingat bayi tersebut belum terbiasa beradaptasi dengan suhu diluar kandungan sang ibu.

1.2 Maksud dan Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah membuat prototip sistem pengaturan suhu ruangan dan memonitor kelembabanpada inkubator dengan menggunakan heater sebagai pengendali suhu inkubator berbasis Proporsional, Integral, maupun perpaduan diantara keduanya secara digital dengan mikrokontroler ATmega8535

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang dibahas terbatas pada beberapa pembatasan masalah berikut ini.

1. Suhu ruangan inkubator dibatasi pada kisaran 36°C - 38°C
2. Suhu ruangan inkubator 30 °C
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8535
4. *Plant* yang dikendalikan adalah *plant* pengaturan suhu udara dengan *PWM driver*.
5. Proses yang dapat dilakukan oleh sistem hanyalah proses pemanasan oleh *heater* dan suhu plant yang dianggap merata di daerah yang di atur suhunya
6. Proses pemanasan dilakukan secara konstan oleh *heater* 350 W.
7. Suhu yang dijadikan referensi untuk perhitungan adalah suhu hasil pembacaan dari sensor suhu SHT-11 tanpa kalibrasi dengan peralatan pengukur suhu standar.

8. Jangkauan pengaturan suhu udara adalah 36 °C sampai dengan 38 °C dengan kenaikan sebesar 1 °C, sedangkan jangkauan pengukuran suhu adalah 30 °C sampai dengan 100 °C.
9. Pengendali PI diterapkan menggunakan mikrokontroler ATmega8535
10. Monitoring sistem kendali yang digunakan adalah *Personal Computer* dengan bantuan bahasa pemrograman *Borland Delphi 6*. Akan tetapi program tampilannya tidak dibahas dalam tugas akhir ini.

II. DASAR TEORI

2.1 Metode Kendali PI^{[6], [7]}

Kontrol otomatis telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Bahkan sebenarnya kontrol otomatis telah menjadi bagian yang penting dan terpadu dari proses-proses bioteknologi dan industri modern, misalnya dalam operasi industri seperti pengontrolan tekanan, kecepatan, berat, viskositas, dan arus dalam industri proses, dalam bio teknologi pengontrolan dapat berupa suhu, kelembaban, kadar oksigen, kadar pH serta monitoring kadar gas beracun. Sehubungan dengan semakin berkembangnya sistem mikroprosesor / mikrokontroler yang murah, mudah digunakan dan berteknologi canggih untuk pengendalian suatu *plant* maka industri pada umumnya mulai menyatukan sistem controlnya, sehingga proses kerja dari sistem dapat dikendalikan secara otomatis.

Salah satu metode pengendalian *plant* secara otomatis adalah metode kendali *Proposional, Integral (PI)*. Pengendali *PI* adalah suatu metode kendali yang berasal dari gabungan metode kendali *Proposional, Integral* di mana masing – masing kendali memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dengan penggabungan metode tersebut kelemahan dapat terisi oleh kelebihan metode yang lain.

2.1.1 Pengendali Proposional^{[6], [7]}

Pengendali *proporsional* mempunyai fungsi memperkuat sinyal kesalahan penggerak, sehingga akan mempercepat keluaran sistem mencapai titik referensi.

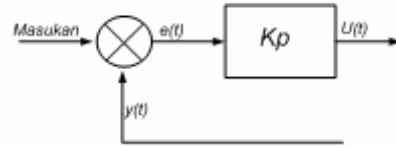
Pada pengendali proposional besarnya sinyal keluaran akan sama dengan sinyal masukannya sesuai dengan konstanta pembanding tertentu. Hubungan antara sinyal masukan $U(t)$ dengan sinyal pembangkit kesalahan $e(t)$.

$$U(t) = Kp \cdot e(t) \dots\dots\dots(2.1)$$

Jikadilakukan transformasi laplace, maka akan diperoleh fungsi alih

$$\frac{U(s)}{E(s)} = Kp \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan $e(t)$ adalah sinyal kesalahan pembangkit dan Kp adalah konstanta proposional. Diagram blok dari pengendali proposional ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram blok pengendali proposional

Sinyal keluaran pengendali proposional pada kondisi tunak (*stedystate*) tidak tepat sama dengan nilai referensi yang dimasukkan. Kesalahan ini biasa dikenal sebagai *offset*. *Offset* pada pengendali proposional tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diminimalisasi dengan memperbesar nilai Kp sehingga untuk mendapatkan nilai *offset* yang hampir mendekati nol, nilai Kp harus tak terhingga.

2.1.2 Pengendali Integral^{[6], [7]}

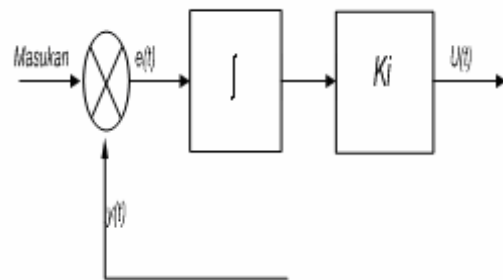
Pengendali Integral mempunyai fungsi untuk menghilangkan *offset* pada kesalahan tunak. Hubungan antara sinyal masukan dan keluaran dari pengendali integral dapat dituliskan dalam persamaan (2.3)

$$U(t) = Ki \cdot \int_0^t e(t) dt \dots\dots\dots(2.3)$$

Jika dilakukan transformasi laplace, maka akan diperoleh fungsi alih

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Diagram blok pengendali Integral ditunjukkan pada gambar (2.2)

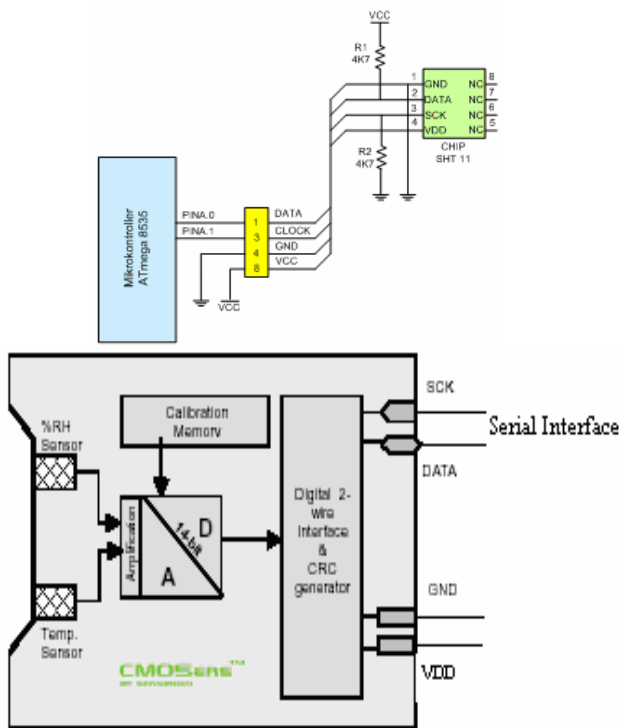


Gambar 2.2 Diagram blok pengendali Integral.

2.2 SHT -11^[22]

SHT-11 adalah sebuah chip tunggal untuk sensor suhu dan kelembaban relatif yang mempunyai banyak modul sensor yang terdiri dari sebuah pengkalibrasi digital. Bagian masukan terdiri dari sebuah

elemen kapasitif polymer untuk kelembaban relatif dan sebuah pita regangan sebagai sensor suhu. Keduanya adalah kopel tanpa lapisan untuk 14 bit analog ke digital converter dan sebuah serial interface circuit pada chip yang sama. Akibatnya pada kualitas signal superior, waktu respon yang sangat cepat dan kekurang pekaan terhadap gangguan luar pada banyak persaingan harga / nilai. Setiap SHT-11 adalah pengkalibrasi tersendiri pada sebuah ruang ketelitian kelembaban dengan sebuah kaca hygrometer sebagai referensi. Koefisien kalibrasi diprogram ke memory OTP. Koefisien tersebut digunakan dalam pengukuran untuk mengkalibrasi sinyal dari sensor. Dua kabel serial interface dan regulasi tegangan internal memberikan integrasi sistem yang cepat. Hal itu memerlukan ukuran daya yang rendah, sehingga dapat dipakai untuk aplikasi yang telah ditentukan.



Gambar 2.3 Blok Diagram SHT-11

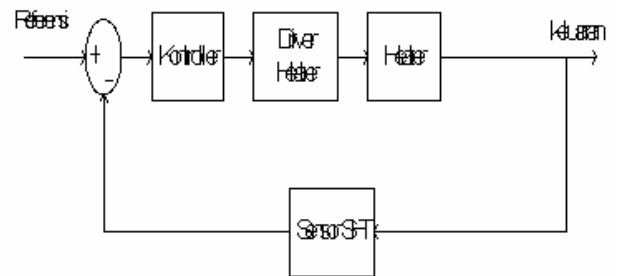
BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras

pada Gambar 3.1. Pengaturan temperatur dilakukan dengan cara mengatur besarnya panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas melalui pemberian tegangan AC, yang dikontrol oleh rangkaian pengontrol tegangan AC. Besaran temperatur sebagai hasil keluaran yang dihasilkan selama proses kemudian diukur oleh sensor temperatur dan digunakan sebagai masukan umpan balik bagi kontroler.

Masukan dari sensor, kemudian dibandingkan oleh kontroler terhadap masukan *setpoint* (temperatur yang dikehendaki). Selanjutnya kedua variabel tersebut diolah oleh mikrontroler berdasarkan algoritma kontrol PI digital. Hasil dari proses tersebut kemudian digunakan sebagai masukan pada blok pengontrol tegangan untuk menentukan waktu penyalaan elemen pemanas. Kontroler akan terus menggunakan masukan-masukan yang ada untuk menghasilkan keluaran yang digunakan untuk melakukan aksi kontrol. Secara garis besar sistem yang terbentuk adalah satu sistem ikal tertutup menggunakan umpan balik negatif (*negatif feedback*) yaitu sistem yang mengurangi ketidak stabilan yang terjadi, dalam hal ini kontroler akan menaikkan temperatur ketika temperatur berada di bawah *setpoint* dan sebaliknya akan menurunkan temperatur bila melebihi *setpoint*-nya.

Secara umum, diagram blok perancangan sistem pengendalian suhu dengan kontrol PI ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1.



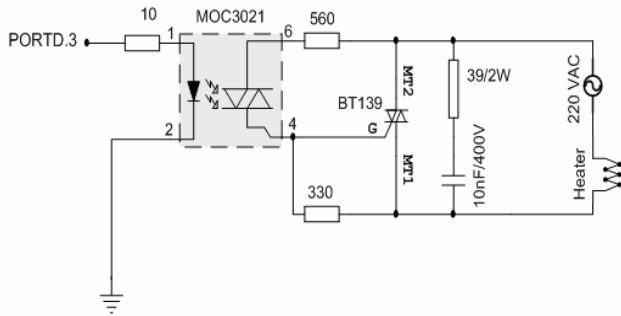
Gambar 3.1 Diagram blok dasar sistem pengaturan temperatur

Untuk merealisasikan Tugas Akhir ini, maka dilakukan perancangan alat yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras mencakup perancangan seluruh bagian/blok pembentuk sistem, sedangkan perancangan perangkat lunak mencakup perancangan program untuk kontroler yang akan mengatur kerja sistem dengan fungsi utama yaitu melakukan proses pengaturan berdasarkan algoritma kontrol PI.

3.1.1 Pengontrol Tegangan AC

Prinsip kerja rangkaian pada gambar adalah dengan memanfaatkan suatu masukan dengan arus searah 15 mA untuk menghidupkan LED MOC3021. Sinyal pemicuan dari mikrokontroler yang berupa pulsa *high* selama waktu tertentu akan mengalirkan arus ke dalam komponen LED dari MOC 3021. Selanjutnya LED akan mengaktifkan *output* yaitu triac. Akibatnya triac BT139 akan terpicu sehingga pemanas (*heater*) akan teraliri arus

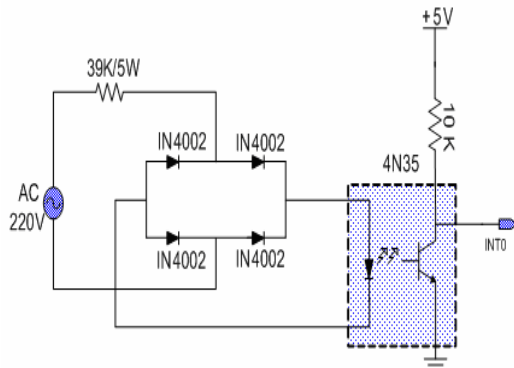
listrik. Dengan diaturnya waktu pemberian sinyal pemucuan maka besarnya tegangan yang diterima pemanas (*heater*) juga akan bervariasi. Keuntungan penggunaan rangkaian ini adalah lebih terjaminnya keamanan rangkaian pengendali dari pengaruh jala-jala listrik. Hal ini disebabkan terpisahnya aliran arus antara beban dengan rangkaian pengendali oleh penggandeng cahaya di dalam MOC3021.



Gambar 3.2 Rangkaian pengontrol tegangan AC

3.1.2 zero crossing detektor

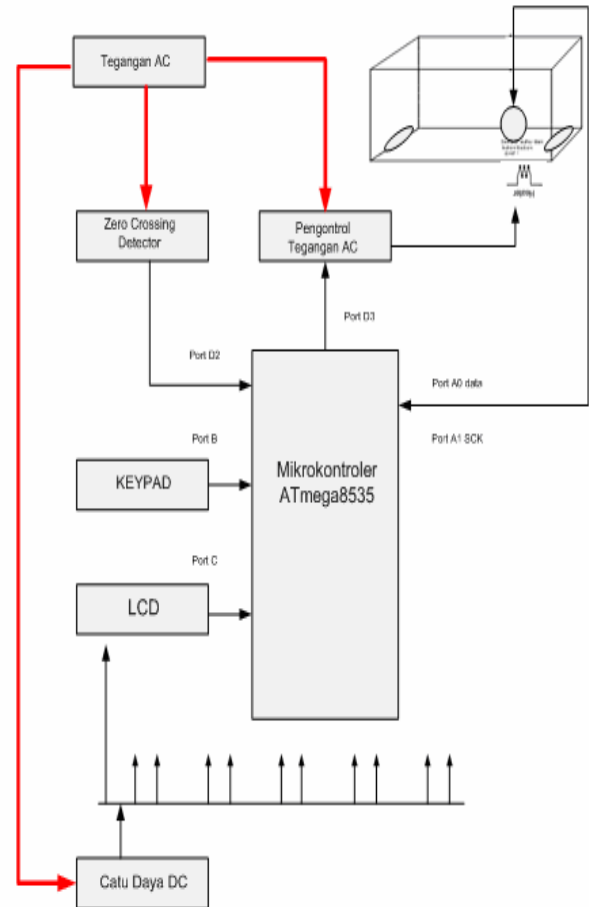
Agar bisa menentukan waktu tunda dengan tepat untuk mendapatkan hasil pengaturan daya yang akurat, mikrokontroler harus mengetahui saat titik nol (*zero crossing*). *Zero crossing detector* adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 volt saat melewati titik tegangan nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan dari negatif menuju positif. Seberangan-seberangan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan sebagai awal pemberian nilai waktu tunda untuk pemucuan triac. Rangkaian *zero crossing detector* ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.3 Rangkaian *zero crossing detector*

3.2 Diagram Blok Sistem

Secara umum blok diagram dari sistem pengatur suhu dan monitoring beban pada incubator ditunjukkan pada gambar 3.3



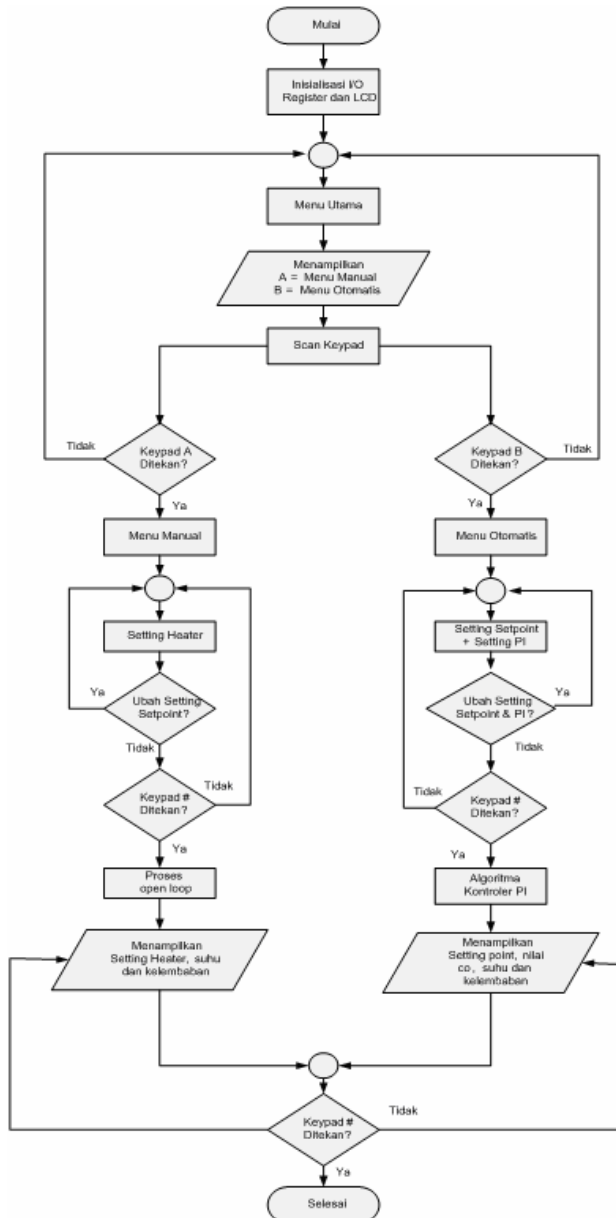
Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem Pengatur Suhu dan monitoring kelembaban pada Inkubator

PinD.6 pada mikrokontroler berfungsi sebagai sinyal kontrol untuk mengatur besarnya tegangan yang masuk pada *driver* element pemanas. Panas yang dihasilkan dihitung oleh sensor suhu yang dihubungkan dengan pinD5 Suhu yang ada dalam incubator dikendalikan oleh heater yang berfungsi menambah panas. Suhu akan terus bertambah dan kelembaban akan berkurang, yang kemudian akan dibaca sensor SHT-11. SHT-11 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembaban yang ada dalam box incubator, sehingga suhu dan kelembaban bisa ditampilkan di LCD

Program utama mengatur keseluruhan jalannya program yang meliputi sub rutin-sub rutin. Sub rutin akan melaksanakan fungsi-fungsi tertentu yang

dibutuhkan untuk sistem pengendalian. Adapun diagram alir dari program utama ditunjukkan pada Gambar 3.4

3.3 Blok diagram alir program utama



Gambar 3.5 Diagram alir program utama

Program utama dimulai dengan inialisasi awal untuk masing-masing *port* dan register. Setelah inialisasi, program akan ke menu utama yang berfungsi sebagai *default*. Pada menu utama akan menampilkan nilai suhu awal pada LCD. Program akan ke menu berikutnya setelah terdapat interupsi untuk `scan_keypad()`.

Program akan ke mode *setting point* setelah interupsi `scan_keypad()`. Pada mode *setting point* terdapat dua pilihan mode yaitu mode *setting point* suhu

atau *setting point* oksigen. Setelah mode *setting point* dipilih maka mikrokontroller akan menampilkan *setting point* suhu yang diinginkan. Setelah *setting point* dimasukan maka program akan memproses data yang diberikan dengan memperhitungkan parameter dari *kp* yang berhubungan dengan waktu cuplik dan parameter suhu yang berhubungan dengan perubahan nilai suhu dari satu keadaan ke keadaan berikutnya. Nilai dari parameter-parameter *kp* digunakan untuk mengatur tegangan pada heater sehingga heater akan sesuai dengan *setting parameter-parameter* yang telah diberikan. Sensor akan melakukan pengukuran nilai suhu dalam inkubator apakah hasilnya telah sesuai dengan *setting point*. Bila nilai suhu pada inkubator telah sesuai dengan *setting point* maka *heater* akan mati kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Program akan kembali ke menu utama apabila proses pengendalian suhu telah selesai.

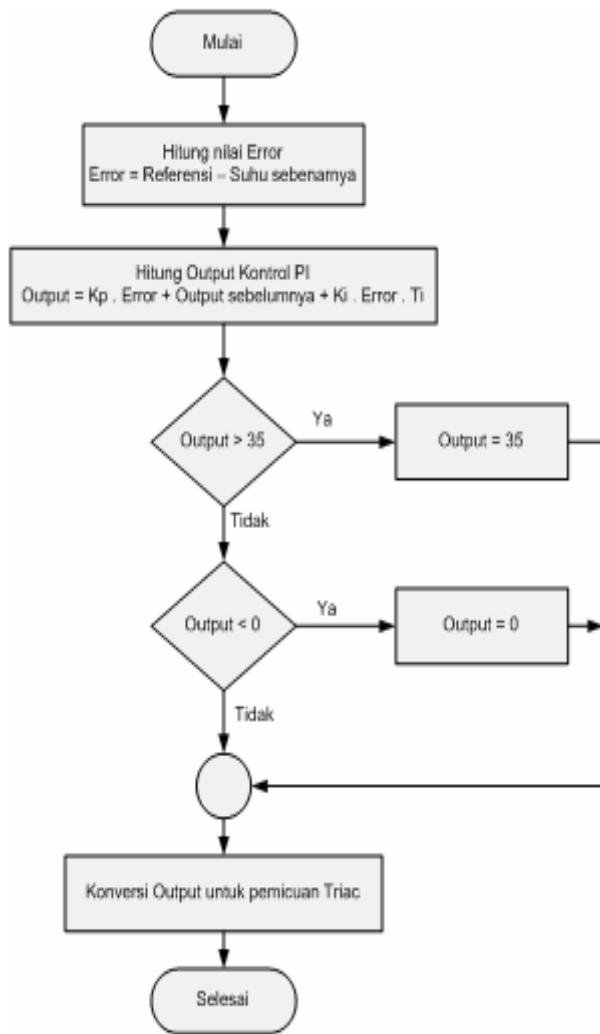
3.4 Rutin Program kontrol Proporsional integral

Program utama mengatur keseluruhan jalannya program yang meliputi sub rutin-sub rutin. Sub rutin berfungsi untuk menjalankan fungsi-fungsi tertentu yang dibutuhkan untuk sistem pengendalian seperti pemindaian masukan (*keypad*), pembacaan hasil sensor suhu dan kelembaban (SHT 11), dan proses pengaturan pemanas (*heater*) menggunakan algoritma kontrol PI (*Proporsional Integral*) digital.

```

//*****PI*****//
// *****Uk=Kp.e(k)+( Ui(k-1)+ ki.
Ts. e(k))*****//
Error=setpoint-suhu;
cop=kp*Error;
coi=coiSebelumnya + ki*Error*1;
co=cop + coi;
ErrorSebelumnya=Error;
coiSebelumnya=coi;
if (co<=1 )
    co=1;
    coiSebelumnya=co;

if (co>=35)
    co=35
    coiSebelumnya=co;
    
```



Gambar 3.6 Sub Rutin Program kontrol Proporsional integral

Data setting suhu awal dengan suhu referensi dimulai dengan set nilai k_p dengan data 3C yang kemudian di lanjutkan dengan pengambilan data suhu saat T_0 (data awal), T_1 , T_2 , dan set nilai k_i dengan cara delta T_2 dikurangi dengan delta T_1 , untuk mendapatkan delta T_1 maka T_1 dikurangi dengan T_0 sedangkan untuk mendapatkan delta T_2 dari T_2 dikurangi dengan T_1 , untuk mendapatkan T_3 adalah nilai T_2 di tambah nilai k_i kemudian dikalikan waktu sampling nilai k_p , dan set nilai dari pwm yaitu berdasarkan nilai k_p dan k_i ,

3.5 Pemicuan Sudut TRIAC 1 Fasa

Pemicuan dilakukan setiap setengah siklus gelombang jala-jala dan dihitung dari titik persimpangan nol (*zero crossing detector*). Dengan frekuensi jala-jala 50 Hz maka untuk waktu setengah periode adalah :

$$T = 0,5 \times \frac{1}{f}$$

$$T = 0,5 \times \frac{1}{50} = 0,01 \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

Timer yang digunakan 8 bit yaitu pada *timer 0*. Pengaturan *timer 0* pada mikrokontroler ATmega8535 dilakukan dengan mengatur besarnya *prescaler* (1, 8, 64, 256, 1024). Pengaturan *prescaler* dilakukan pada *register TCCR0*. Pemicuan triac menggunakan *prescaler 256* sehingga *clock valuenya 15625 hz*. Berarti setiap 1 sekon akan menghasilkan 15625 pulsa maka untuk tundaan sebesar 10 ms dibutuhkan 156 pulsa. Pada perancangan tugas akhir ini menggunakan pengaturan pemanas (*heater*) antara 0% – 35 % dengan kata lain memberikan waktu tunda pemicuan triac antara 0 ms – 10 ms.

3.5.1 Subrutin interrupt external timer 0

Subrutin interrupt external timer 0 digunakan sebagai awal pemberian pemicuan pada triac. Masukan untuk *interrupt external timer 0* berasal dari rangkaian *zero crossing detector*. *interrupt external timer 0* dapat dikatakan juga terjadi secara periodik yaitu setiap tegangan AC melewati titik nol. Interupsi eksternal 0 yang terjadi karena tegangan AC melewati titik nol inilah yang dijadikan sebagai waktu awal bagi pemberian nilai tundaan untuk pemicuan triac.

```

interrupt[EXT_INT0]void
ext_int0_isr(void)
{
  PORTD.3=0;          // terhubung pemanas
                      (heater)
  tunda=156-1.5625*co; // range
                      pengaturan pemanas 0 % - 35 %
  TCNT0=0xFF-tunda+1; // hitung
                      TCNT0 (nilai saat overflow)

  TCCR0=TCCR0|0b00000100;//TCCR=0x00,clo
ck =15625 hz, start timer 0
}
  
```

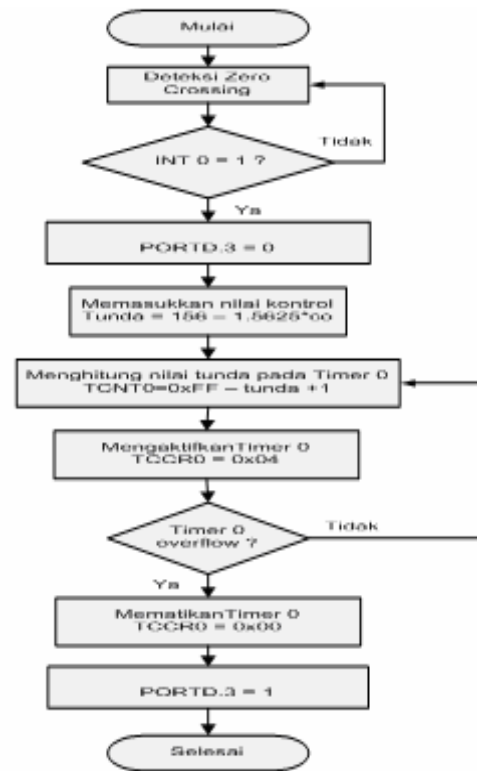
Penggalan *listing* program diatas adalah penggunaan *external interrupt timer 0*. Keluaran dari *zero crossing detector* terhubung dengan *external interrupt timer 0* pada PORTD.2. Ketika rangkaian *zero crossing*

detector mendeteksi adanya tegangan AC melewati titik nol maka *interrupt timer 0* akan aktif. Karena digunakan untuk menggerakkan pemanas (*heater*) yaitu pada PORTD.3. maka ketika pertama kali terjadi interupsi PORTD.3. Untuk pemberian waktu tunda menggunakan rumus $tunda = 156 - 1.5625 * co$. Rumus tersebut digunakan untuk membuat range pengaturan pemanas (*heater*) antara 0% – 35 %. Yaitu dengan memberikan nilai co antara 0 – 35. jika nilai $co = 0$ % berarti nilai tundaan yang diberikan menurut rumus tersebut 156.25 pulsa (10 ms) maka pemanas (*heater*) mendapatkan tegangan minimal sehingga mati. Sedangkan jika nilai $co = 35$ % berarti nilai tundaan yang diberikan sebesar 0 pulsa (0 s) atau tidak ada tundaan sama sekali maka pemanas (*heater*) mendapatkan tegangan maksimal 220 VAC sehingga menyala maksimal. Pada pengaturan pemecuan menggunakan clock 15625 Hz yaitu dengan mengaktifkan nilai $TCCR0 = TCCR0 | 0b00000100$ ($TCCR0 = 0x04$). Rumus $TCNT0 = 0xFF - tunda + 1$ digunakan untuk menjalankan subrutin *interrupt verflow* pada timer 0. Jika pada $TCNT0$ mengalami overflow maka program selanjutnya akan mengeksekusi *subrutin interrupt timer 0*.

3.5.2 Subrutin Interrupt Overflow Timer 0

Subrutin Interrupt Overflow Timer 0 aktif ketika terjadi overflow dan digunakan untuk menghidupkan pemanas (*heater*) yaitu dengan memberikan nilai logika high pada PORTD.3. pada program ini $TCCR0 = 0x00$ supaya timer 0 mati. Listing untuk subrutin *interrupt overflow timer 0* adalah sebagai berikut :

```
interrupt [TIM0_OVF] void
timer0_ovf_isr(void)
{
TCCR0=TCCR0&0b11111011; //TCCR0=0x00 ,
stop timer 0
PORTD.3=1; // memicu
triAC pada pemanas (heater)
}
```



Gambar 3.13 Flow chart pemecuan sudut

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan (SHT11)

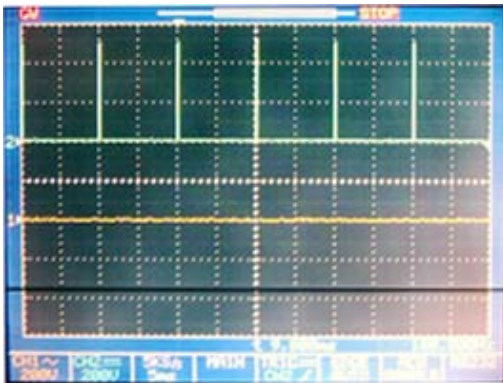
Pengujian sensor SHT 11 dilakukan dengan cara mengukur suhu *plant* inkubator yang sebenarnya menggunakan thermometer. Suhu yang terukur oleh thermometer kemudian dibandingkan dengan suhu yang terdeteksi oleh sensor SHT11, yang tertampil di LCD. Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor SHT11 dan *Thermometer*

No	Suhu terukur <i>thermometer</i> (°C)	Sensor SHT11	
		Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	30	30.00	73.84
2	31	31.05	71.10
3	32	32.02	67.00
4	33	33.00	62.93
5	34	34.10	60.25
6	35	35.00	57.59
7	36	36.20	54.58
8	37	37.00	51.68
9	38	38.00	46.20
10	39	39.00	43.55
11	40	40.00	41.71

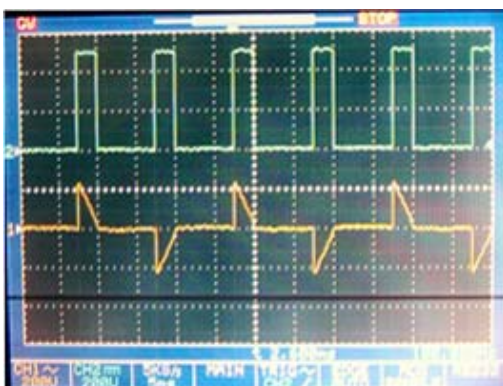
Dari table 4.1 dapat dilihat bahwa suhu yang terdeteksi sensor SHT 11 dengan thermometer terdapat error 0,2 °C. Dengan demikian secara umum sistem telah menghasilkan aksi pengontrolan yang cukup baik meskipun masih terjadi beberapa osilasi. Jadi kalibrasi pada program untuk sensor SHT11 sudah biasa dikatakan benar.

4.1.2 Pengujian rangkaian pengontrol tegangan AC

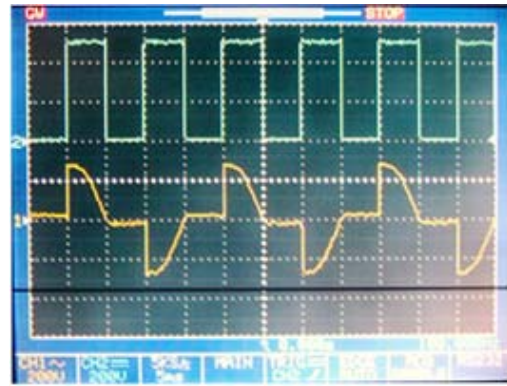
Pada pengujian pengontrol tegangan AC dilakukan dengan cara memberi nilai sinyal kontrol bervariasi dari 0 – 35%. Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian *zero crossing detector* dan sistem mikrokontroler ATmega 8535 serta perangkat lunak yaitu rutin layanan interrupt external dan rutin layanan timer 0. Berikut adalah beberapa *screen shoot* pada osiloskop guna memperlihatkan pengaruh perubahan sinyal control terhadap sinyal picu dan tegangan beban AC.



Gambar 4.2 Sinyal picu dan tegangan beban untuk sinyal kontrol 0%



Gambar 4.3 Sinyal picu dan tegangan beban untuk sinyal kontrol 15%



Gambar 4.4 Sinyal picu dan tegangan beban untuk sinyal kontrol 35%

Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa semakin besar nilai sinyal kontrol diberikan maka semakin besar pula tegangan pada beban AC. Hal ini dikarenakan sinyal kontrol tersebut digunakan untuk mengisi nilai pada layanan timer 0. layanan timer 0 tersebut yang akan digunakan untuk memberikan nilai waktu tunda pemicuan pada triac. Jika sinyal kontrol yang dimasukkan 0 % maka nilai waktu tunda pemicuan triac yang diberikan 10 ms sehingga tegangan pada beban 0 Vac, sedangkan jika sinyal kontrol yang diberikan 35% maka nilai waktu tunda pemicuan yang diberikan 0 ms sehingga beban akan memperoleh tegangan maksimal 220 Vac.

Tabel. 4.2 Pengaruh perubahan pemberian nilai sinyal kontrol terhadap sinyal picu dan tegangan pada beban

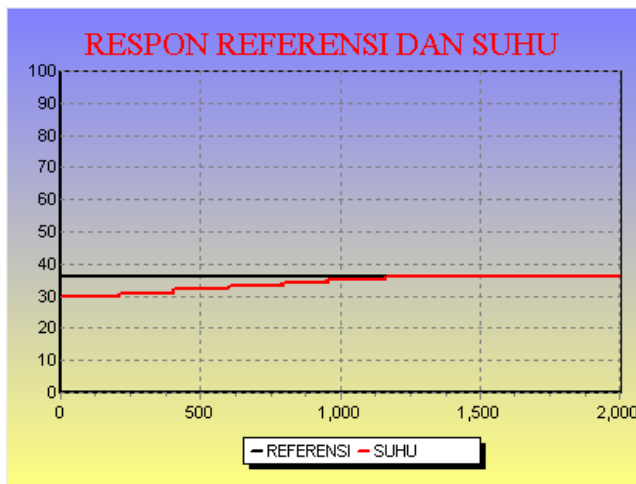
N0	Nilai kontrol CO%	Nilai TCNT	Sinyal picu (Volt)	Tegangan heater/beban (Volt)
1	0	101 [65 h]	0,12	1,3
2	10	114 [72 h]	0,51	12,8
3	15	122 [7A h]	0,74	19,6
4	20	130 [82 h]	1,01	29,6
5	25	138 [8A h]	1,25	46,1
6	30	145 [91 h]	1,47	60,3
7	35	154 [9A h]	1,74	80,1

Pada tabel diatas terlihat bahwa dengan penambahan nilai kontrol maka nilai TCNT0 pada rutin timer 0 juga semakin bertambah. TCNT0 akan memberikan nilai waktu tunda

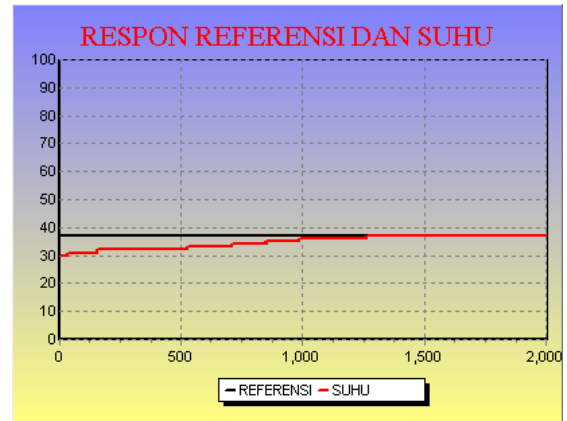
pemicuan pada triac. Semakin besar nilai TCNT0 maka semakin besar sinyal picu dan tegangan pada beban. Sinyal picu diukur pada PIND.3 dan tegangan pada beban diukur pada keluaran rangkaian pengontrol tegangan ac

4.1.3 Pengujian algoritma PI dengan Trial and Error

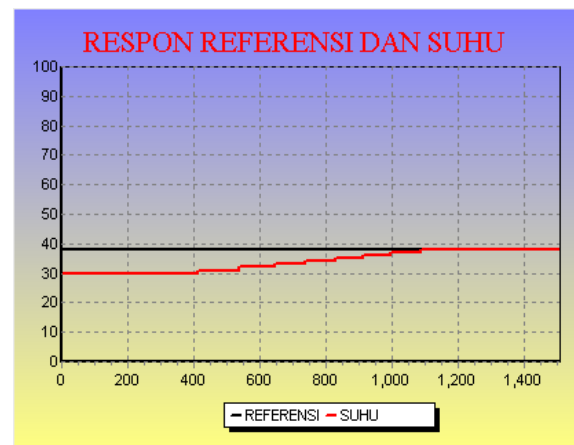
Pada tugas akhir ini menggunakan kontrol I (*integrator*) yaitu dengan nilai $K_p=0,001$, $K_i = 0,0001$. Karena setelah dilakukan *Trial and Error* pada kontroller yang lain ternyata kontrol PI (*Proporsional integrator*) dengan nilai $K_p=0,001$, dan $K_i = 0,0001$ memiliki respon system yang mampu mempertahankan setting suhu 37°C lebih lama dibandingkan kontroller yang lainnya. Meskipun memiliki kekurangan yaitu menaikkan kontrolernya sangat lambat sehingga responnya agak lambat. Tetapi pada inkubator perubahan sinyal kontrolernya yang lambat tidak terlalu berpengaruh karena menaikkan suhu ruangan juga membutuhkan waktu yang lama, jadi seiring kenaikan suhu ruangan maka sinyal kontrolernya juga akan semakin naik. Untuk respon system control PI (*Proporsional integrator*) dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Respon suhu 36°C , untuk pengujian algoritma PI (*Proporsional integrator*)



Gambar 4.8 Respon suhu 37°C , untuk pengujian algoritma PI (*Proporsional integrator*)



Gambar 4.10 Respon suhu 38°C , untuk pengujian algoritma PI (*Proporsional integrator*)

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode trial and error pada aksi kontrol PI (*Proporsional integral*) maka didapatkan parameter $K_p = 0.01$ dan $K_i = 0.01$ menghasilkan respon sistem pada inkubator yang stabil dan mampu mempertahankan suhu referensi 36°C , 37°C , 38°C .
2. Pemilihan nilai K_p yang semakin besar menyebabkan semakin cepat waktu naik, tetapi waktu penetapannya semakin lama.

3. Pemilihan nilai K_i yang semakin besar menyebabkan waktu penetapannya semakin lama.
4. Dengan mengatur pemanas (*heater*) menggunakan metode pengontrol sudut fasa dapat dihasilkan pengontrolan suhu pada ruangan inkubator sesuai yang diinginkan

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk memperoleh system yang lebih baik perlu dilakukan pengontrolan suhu dengan metode lain seperti metode kontrol Fuzzy, Jaringan Saraf Tiruan (JST), dan *adaptive*.
2. Dalam perancangan *system incubator* ini ada dua parameter yang belum dapat dipenuhi yaitu: yaitu pengendalian kadar kelembaban dalam *incubator* serta monitoring perkembangan berat badan bayi. Mungkin dapat menjadi ide bagi teman-teman untuk menyempurnakan sistem incubator pada tugas akhir ini.
3. Untuk mendapatkan system yang lebih stabil dapat digunakan sensor suhu yang lain seperti SHT 15 dan SHT 75.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lang Tomas and Milos D Ercegovac, *Digital system and Hardware/Firmware Alogarithms*, University of California, Los Angels.
- [2] Jacquot Raymond G, *Modern Digital Control System*, Marcel Dekker Inc, New York.
- [3] Doebelin Ernest O, *Measurement System Application and Design*, Mc Graw-Hill International Book Company, Auckland, 1975.
- [4] Pratomo Andi, *Panduan Praktis Pemrograman AVR Mikrokontroler AT90S2313*, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 2005.
- [5] Gunterus, Frans, *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [6] Edward Teguh Hartono, *Skripsi: Pengaturansuhu ruangan berbasis PID menggunakan mikrokontroler AT85S51*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [7] Jacquot, Raymond G., *Modern Digital Control Systems*, Marcel Dekker Inc, New York, 1981.
- [8] Johnson, Curtis D., *Process Control Instrumentation Technology*, John Wiley & Sons Inc, New York, 1982.
- [9] Lazuardi, Muhammad, *Skripsi: Aplikasi Mikrokontroler AT89S51 sebagai Controller Proporsional pada Pengaturan PH*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [10] Lukas, Michael P., *Distributed Control System Their Evaluation and Design*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1986.
- [11] Wardoyo Rio, *Skripsi: Lengan Robot Penyeleksi dan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Panjang Berbasis PC*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [12] Saleh Arief Rakhman, *Skripsi: Pemotong Styorofoam Berbasis PC*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [13] Coughlin Robert F & Driscoll Frederick F, *Penguat operasional dan Rangkain Terpadu Linier*, Alih bahasa Ir. Hermawan Widodo Soemitro, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.
- [14] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*, diterjemahkan oleh Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [15] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*, diterjemahkan oleh Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [16] Pramudito, Muvy Nurwidi, *Skripsi: Pengaturan Kecepatan Aliran Air dengan Mengatur Kecepatan Putar Motor dengan Metode Kontrol Fasa*, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [17] Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [18] Wasito S., *Vademekum Elektronika*, PT. Gramedia, Jakarta, 1985.
- [19] -----, *Liquid Crystal Display Module M1632 : User Manual*, Seiko Instrument Inc., Japan, 1987.
- [20] -----, <http://www.alldatasheet.com/bd139.pdf>
- [21] -----, <http://www.atmel.com/atmega8535.pdf>
- [22] -----, <http://www.Sensirion.com/SHT-11.pdf>
- [23] -----, <http://www.innovativeelektronik.com>
- [24] -----, Modul Praktikum Pemrosesan Embedded Modul 5. hary@eepis-its.edu, hendri@eepis-its.edu
- [25] -----, Modul Praktikum Pemrosesan Embedded Modul 6. hary@eepis-its.edu, hendri@eepis-its.edu
- [26] -----, Modul Praktikum Pemrosesan Embedded Modul 7. hary@eepis-its.edu, hendri@eepis-its.edu

BIODATA MAHASISWA

FAISHOL FATHUR RIZA
(L2F305208)
Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Universitas
Diponegoro Semarang, dengan pilihan
konsentrasi Kontrol.

Mengetahui/Mengesahkan,

Pembimbing I

Iwan Setiawan, ST. MT.
NIP. 132 283 183