

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT
UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

oleh:

**KHOIRUN NAZI
0210930023 -93**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT
UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

oleh:

KHOIRUN NAZI
0210930023 - 93



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN MIKROKONTROLER

Oleh :

KHOIRUN NAZI
0210930023 - 93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Pengaji
pada tanggal
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

DR. Ing. Setyawan P.S., M.Eng.

NIP. 131 879 401

Pembimbing II

Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph.D.

NIP. 131 879 032

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, Ph.D

NIP. 131 960 447

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khoirun Nazi
NIM : 0210930023 - 93
Jurusan : Fisika
Penulis Tugas Akhir berjudul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN MIKROKONTROLER

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Nama-nama dan karya yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini, digunakan sebagai acuan.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 05 Agustus 2009

Yang menyatakan,

(Khoirun Nazi)

NIM. 0210930023 -103

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN MIKROKONTROLER

ABSTRAK

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat alat uji tarik serat yang berfungsi untuk mengukur kekuatan gaya tarik serat, namun alat tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, antara lain : pengoperasian alat masih dilakukan secara manual, data hasil percobaan belum dalam bentuk digital dan belum adanya sistem untuk menyimpan dan memproses data secara otomatis. Berdasarkan kekurangan tersebut, pada penelitian ini dibuat sistem interface yang menghubungkan alat uji tarik serat dengan komputer. Variabel yang diukur adalah daya listrik pada solenoid, daya listrik didapatkan setelah mengetahui besarnya arus dan hambatan pada solenoid. Untuk mengetahui besarnya arus digunakan rangkaian VCCS (*Voltage Controlled Current Source*). VCCS merupakan rangkaian yang arus keluarannya dikendalikan oleh tegangan masukannya. Tegangan masukan VCCS dihubungkan dengan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*). Sedangkan, masukan DAC berasal dari data yang dikirim oleh komputer. Alat uji tarik serat yang telah disempurnahkan dapat mengukur besarnya gaya tarik serat dengan persamaan $y=0,0245x+0,0229$ dimana y adalah gaya tarik dan x adalah daya listrik.

DESIGNING AND DEVELOPING AN INTERFACE OF FIBER STRETCH TESTING INSTRUMENT BASED ON PC AND MICROCONTROLLER

ABSTRACT

On previous research, fiber stretch testing instrument has been made to measure the attractive force of fiber, however that instrument still has some of lacks, i.e operating techniques manually, data processing output system not in digital and it didn't have a system to save and process data automatically. According to those lacks, an interface system has been made to connect the device and the computer. Measured variable in this research is electrical power of solenoid, that gained after we know both electric current and electric resistance. We use VCCS (*Voltage Controlled Current Source*) circuit to gain electrical current. VCCS is a circuit that electrical current output controlled by an input voltage. the voltage input of VCCS connected with DAC (*Digital to Analog Converter*) circuit. whereas, the input of DAC is coming from the data that is sent by computer. Fiber stretch testing instrument that designed perfectly could measure the attractive force of fiber with formula $y=0,0245x+0,0229$ where y refers to the attractive force and x refers to electrical power.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT yang telah berkenan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INTERFACE ALAT UJI TARIK SERAT BERBASIS PC DAN MIKROKONTROLER”**.

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di bidang Fisika di Universitas Brawijaya Malang. Atas dukungan dan dorongan semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Maka pada kesempatan ini penulis sampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Drs.Adi Susilo,M.Si.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Dr.Ing.Setyawan P.S,M.Eng selaku Dosen Pembimbing I, atas saran dan arahan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II, atas saran dan bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua & niar maniezt yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Semua rekan Fisika Angkatan 2002, atas segala saran dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kesalahan yang tidak disadari dan jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat mengembangkan tugas akhir ini.

Penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca pada umumnya dan mahasiswa Fisika pada khususnya.

Malang , 05 Agustus 2009

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 2 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2.1 Mikrokontroler AVR ATmega8 | 3 |
| 2.1.1 Interupsi | 4 |
| 2.1.2 Komunikasi serial USART | 5 |
| 2.2 Komunikasi serial komputer | 9 |
| 2.2.1 Konverter logika RS-232 | 10 |

| | | |
|-----|---|----|
| 2.3 | DAC (Digital to Analog Converter) | 11 |
| 2.4 | Sumber Arus | 11 |
| 2.5 | Optokopler | 13 |
| 2.6 | Serat | 14 |
| 2.7 | Enceng gondok | 15 |
| 2.8 | Pengukuran mekanis untuk kekuatan bahan | 15 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Tempat dan Waktu Penelitian | 17 |
| 3.2 | Tahapan Pengerjaan | 17 |
| 3.3 | Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Utama . | 18 |
| 3.3.1 | Sistem minimum mikrokontroler ATmega8 . | 19 |
| 3.3.2 | Perancangan komunikasi serial RS-232 | 22 |
| 3.3.3 | Perancangan <i>Digital to Analog Converter</i> (DAC) | 23 |
| 3.3.4 | Perancangan <i>Voltage Controlled Current Source</i> (VCCS) | 23 |
| 3.4 | Pembuatan Rangkaian Sensor Indikator Putus Serat .. | 24 |
| 3.5 | Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Mikrokontroller | 26 |
| 3.6 | Perancangan dan Pembuatan Program Interface Komputer | 27 |
| 3.7 | Rangkaian Interface Alat Uji Tarik Serat | 28 |
| 3.8 | Serat | 29 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 4.1 | Hasil Pengujian Alat | 31 |
| 4.2 | Hasil Pengambilan Data Serat | 34 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.1 | Kalibrasi Daya Listrik dengan Gaya Berat (F). | 34 |
| 4.2.2 | Pengukuran Daya Listrik berdasarkan ketebalan Serat | 38 |
| 4.3 | Kelebihan dan Kekurangan Alat | 41 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan | 43 |
| 5.2 | Saran | 43 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| | LAMPIRAN | 47 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|------------|---------|
| Tabel 2.1. | 4 |
| Tabel 2.2. | 5 |
| Tabel 2.3. | 6 |
| Tabel 2.4. | 7 |
| Tabel 2.5. | 8 |
| Tabel 4.1. | 32 |
| Tabel 4.2. | 33 |
| Tabel 4.3. | 36 |
| Tabel 4.4. | 36 |
| Tabel 4.5. | 36 |
| Tabel 4.6. | 39 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Konfigurasi Pin Atmega8 | 3 |
| Gambar 2.2. | Register MCUCR | 4 |
| Gambar 2.3. | Register GICR | 5 |
| Gambar 2.4. | Register UBRR | 6 |
| Gambar 2.5. | Register UCSRB | 6 |
| Gambar 2.6. | Register UCSRC | 8 |
| Gambar 2.7. | PORT Serial pada PC | 10 |
| Gambar 2.8. | MAX 232 | 10 |
| Gambar 2.9. | Konversi Digital ke Analog | 11 |
| Gambar 2.10. | Contoh Sumber Arus Sederhana | 12 |
| Gambar 2.11. | Optokopler | 13 |
| Gambar 2.12. | Penampang Memanjang dan Potongan Melintang dari Suatu Sel Serat | 14 |
| Gambar 3.1. | Skema alat uji tarik serat | 17 |
| Gambar 3.2. | Diagram Blok Keseluruhan Sistem | 18 |
| Gambar 3.3. | Rangkaian Sistem Kendali Utama | 19 |
| Gambar 3.4. | Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8 | 20 |
| Gambar 3.5. | Rangkaian AVR Programmer | 21 |
| Gambar 3.6. | Alur Pengisian Kode Program Mikrokontroler | 22 |
| Gambar 3.7. | Rangkaian RS-232 | 22 |
| Gambar 3.8. | Rangkaian DAC | 23 |
| Gambar 3.9. | Rangkaian VCCS | 24 |
| Gambar 3.10. | Rangkaian sensor indikator putus serat | 25 |
| Gambar 3.11. | Letak sensor indikator putus serat | 25 |
| Gambar 3.12. | Diagram Alir Perangkat Lunak Mikrokontroler | 26 |
| Gambar 3.13. | Tampilan Program Interface | 27 |
| Gambar 3.14. | Diagram Alir Program Interface | 28 |
| Gambar 3.15. | Sistem interface alat uji tarik serat | 29 |
| Gambar 3.16. | Serat enceng gondok | 29 |
| Gambar 4.1. | Skema Penentuan Masukan DAC | 31 |
| Gambar 4.2. | Grafik Output VCCS | 33 |
| Gambar 4.3. | Rangkaian Dioda sebagai Pelindung | 34 |
| Gambar 4.4. | Proses Kalibrasi | 35 |
| Gambar 4.5. | Grafik pada Program Interface no beban 1, | |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.6. | pengukuran 1 | 37 |
| Gambar 4.7. | Grafik Hubungan Gay Berat dengan Daya Listrik | 38 |
| Gambar 4.8. | Proses Pengukuran Berdasarkan Ketebalan Serat | 39 |
| Gambar 4.9 | Grafik pada Program Interface untuk Diameter Serat 0,15 mm, pengukuran 1 | 40 |
| | Hubungan Gaya Tarik dengan Diameter Ketebalan Serat | 40 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|-------------|-----------------------------------|
| Lampiran 1. | Source code perangkat lunak |
| Lampiran 2. | Grafik Hasil Percobaan |
| Lampiran 3. | Gambar Alat |
| | 47 |
| | 57 |
| | 63 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat alat untuk uji tarik serat, namun alat tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, antara lain: pengoperasian alat masih dilakukan secara manual, data hasil percobaan belum dalam bentuk digital dan belum adanya sistem untuk menyimpan dan memproses data secara otomatis.

Berdasarkan beberapa kekurangan alat uji tarik serat di atas, maka pada penelitian ini dirancang dan dibuat suatu sistem untuk menyempurnakan alat yang sudah dibuat sebelumnya. Sistem yang dibuat berupa *interface* antara alat uji tarik serat dengan komputer. *Interface* ini memungkinkan proses pengoperasian alat uji tarik serat secara otomatis dan pemrosesan data secara digital dengan memanfaatkan mikrokontroller dan PC (Personal Computer).

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah daya listrik yang melalui solenoid. Pada penelitian sebelumnya digunakan Ampermeter untuk mengukur arus dan Voltmeter untuk mengukur tegangan, sehingga diperoleh besaran daya listrik. Namun, pada penelitian ini daya listrik didapatkan setelah mengetahui besarnya arus dan hambatan pada solenoid.

Untuk mengetahui besarnya arus digunakan rangkaian VCCS (*Voltage Controlled Current Source*) dengan memanfaatkan OP-AMP (*Operational Amplifier*). VCCS adalah rangkaian yang arus keluarannya dikendalikan oleh tegangan masukannya. Tegangan masukan VCCS dihubungkan dengan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*). Sedangkan, masukan DAC berasal dari data yang dikirim oleh komputer.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasar pada uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yang berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian VCCS (*voltage controlled current source*).
2. Bagaimana merancang dan membuat DAC .
3. Bagaimana merancang dan membuat sistem komunikasi serial antara mikrokontroller dan PC.
4. Bagaimana membuat program interface komputer untuk menampilkan data hasil pengukuran alat uji tarik serat.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang melebar sehingga fokus pada tujuan penelitian, maka terdapat beberapa pembatasan masalah sebagai berikut:

- 1 Penelitian tidak membahas proses pembuatan Alat uji tarik serat.
- 2 Penelitian hanya fokus pada perancangan dan pembuatan sistem interface antara Alat uji tarik serat dengan PC.
- 3 Pengujian hasil perancangan dilakukan untuk mengetahui bekerja tidaknya sistem interface Alat uji tarik serat.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan merancang sistem interface antara Alat uji tarik serat dan PC menggunakan mikrokontroller ATmega8.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dibuatnya sistem interface ke PC, diharapkan Alat uji tarik serat yang telah dibuat sebelumnya menjadi lebih baik dan

lebih mudah dalam penggunaannya serta dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

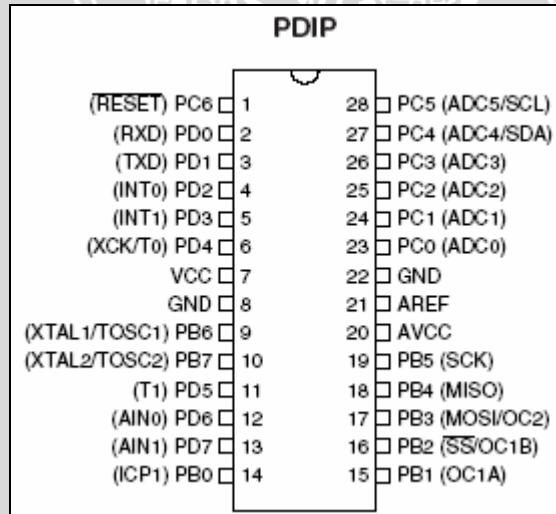
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroller AVR ATmega8

ATmega8 adalah mikrokontroller 8-bit CMOS berbasis arsitektur AVR RISC. Dengan kemampuan eksekusi satu intruksi dalam satu siklus *clock*, membuat mikrokontroller ini dapat mencapai angka 1 MIPS per MHz, hal ini memudahkan pengembang sistem dalam mengoptimalkan konsumsi energi dibanding kecepatan prosesi perintah. (Atmel,1996)

Fitur unggulan yang tersedia pada mikrokontroller ATmega8 ini di antaranya adalah: kapasitas memori flash sebesar 8K byte, SRAM 1K byte, 23 pin I/O, port TWI (*Two-Wire serial Interface*), ADC 6 kanal, EEPROM sebesar 512 byte, Serial USART, Interupsi eksternal dan internal, dan fitur standar Atmel AVR lainnya.



Gambar 2.1 Konfigurasi PIN ATmega8

Seperti terlukis pada Gambar 2.1 , sebagian besar pin ATmega8 memiliki fungsi lebih dari satu, yaitu sebagai I/O atau fungsi khusus lainnya. ATmega8 memiliki fitur *Internal Calibrated RC Oscillator*, dimana dengan adanya fitur ini penggunaan komponen eksternal sebagai sumber *clock* sistem dapat dihindarkan. *Oscillator* internal ini dapat di set untuk berjalan pada mode operasi 1MHz, 2MHz, 4MHz dan 8MHz dengan cara mengatur register-registrernya. (Atmel,1996)

2.1.1 Interupsi

Interupsi adalah kondisi yang membuat CPU berhenti dari rutinitas yang sedang dikerjakan (rutin utama) untuk mengerjakan rutin lain (rutin interupsi). AVR ATmega8 memiliki 19 sumber interupsi, salah satu sumber interupsi itu adalah interupsi eksternal.

Pada AVR ATmega8 terdapat 2 pin untuk interupsi eksternal, yaitu INT0 dan INT1. Interupsi eksternal dapat dibangkitkan apabila terdapat perubahan logika pada pin interupsi. Pengaturan kondisi keadaan yang menyebabkan terjadinya interupsi eksternal diatur oleh register MCUCR (MCU Control Register) yang terlihat seperti gambar dibawah :

| SE | SM2 | SM1 | SM0 | ISC11 | ISC10 | ISC01 | ISC00 |
|----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
|----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|

Gambar 2.2 Register MCUCR

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Bit ISC11 dan ISC10 bersama-sama menentukan kondisi yang dapat menyebabkan interupsi eksternal pada pin INT1.

Tabel 2.1 Setting kondisi interupsi eksternal 1

| ISC11 | ISC10 | Keterangan |
|-------|-------|--|
| 0 | 0 | Logika 0 pada INT1 menyebabkan interupsi |
| 0 | 1 | Perubahan logika pada pin INT1 menyebabkan interupsi |
| 1 | 0 | Perubahan kondisi 1 ke 0 pada pin INT1 menyebabkan interupsi |
| 1 | 1 | Perubahan kondisi 0 ke 1 pada pin INT1 |

| | | |
|--|--|-----------------------|
| | | menyebabkan interupsi |
|--|--|-----------------------|

- b. Bit ISC01 dan ISC00 bersama-sama menentukan kondisi yang dapat menyebabkan interupsi eksternal pada pin INT1.

Tabel 2.2 Setting kondisi interupsi eksternal 0

| ISC01 | ISC00 | Keterangan |
|--------------|--------------|--|
| 0 | 0 | Logika 0 pada INT0 menyebabkan interupsi |
| 0 | 1 | Perubahan logika pada pin INT0 menyebabkan interupsi |
| 1 | 0 | Perubahan kondisi 1 ke 0 pada pin INT0 menyebabkan interupsi |
| 1 | 1 | Perubahan kondisi 0 ke 1 pada pin INT0 menyebabkan interupsi |

Pemilihan pengaktifan interupsi eksternal diatur oleh register GICR (*General Interrupt Control Register*) yang terlihat seperti gambar berikut:

| | | | | | | | |
|------|------|---|---|---|---|-------|------|
| INT1 | INT0 | - | - | - | - | IVSEL | IVCE |
|------|------|---|---|---|---|-------|------|

Gambar 2.3 Register GICR

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Bit INT1 adalah bit untuk mengaktifkan interupsi eksternal 1. Apabila bit tersebut diberi logika 1, maka interupsi eksternal 0 akan aktif.
- Bit INT0 adalah bit untuk mengaktifkan interupsi eksternal 0. Apabila bit tersebut diberi logika 1, maka interupsi eksternal 0 akan aktif. (Atmel,1996)

2.1.2 Komunikasi Serial USART

Sistem USART ATmega8 memiliki beberapa fitur yaitu: operasi *full duplex*, mode operasi asinkron dan sinkron, mendukung

komunikasi multiprosesor, dan mode kecepatan ganda pada komunikasi asinkron.

2.1.2.1 Inisialisasi USART

Dalam proses inisialisasi ada beberapa register yang perlu ditentukan nilainya, yaitu: UBRR (*USART Baud Rate Register*), UCSRB (*USART Control and Status Register B*) dan UCSRC (*USART Control and Status Register C*).

UBRR merupakan register 16 bit yang berfungsi melakukan penentuan kecepatan transmisi data yang akan digunakan. UBRR dibagi menjadi dua, yaitu UBRRH dan UBRLR.

| | | | | | |
|-------|---|---|---|------------|-------|
| URSEL | - | - | - | UBRR[11:8] | UBRRH |
| | | | | UBRR[7:0] | UBRLR |

Gambar 2.4 Register UBRR

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- c. URSEL merupakan bit pemilih antara akses UBRR dan UCSRC. Hal ini disebabkan karena keduanya menempati lokasi yang sama. Untuk akses UBRR, bit ini bernilai 0.
- d. UBRR[11..0] merupakan bit penyimpan konstanta kecepatan komunikasi serial (*Baud Rate*). UBRRH menyimpan 4 bit tertinggi data setting *baud rate* dan UBRLR menyimpan 8 bit sisanya. Data yang dimasukkan ke UBRR dihitung menggunakan rumus sesuai tabel 2.4. U2X merupakan bit pada register UCSRA.

Tabel 2.3 Rumus Perhitungan UBRR

| Mode Operasi | Rumus nilai UBRR |
|---|--|
| Asinkron mode kecepatan normal (U2X=0) | $UBBR = \frac{fosc}{16 \times baud} - 1$ |
| Asinkron mode kecepatan ganda (U2X=1) | $UBBR = \frac{fosc}{8 \times baud} - 1$ |
| Sinkron | $UBBR = \frac{fosc}{1 \times baud} - 1$ |

UCSRB merupakan register 8 bit pengatur aktivasi penerima dan pengirim USART.

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|
| RXCIE | TXCIE | UDRIE | RXEN | TXEN | UCSZ2 | RXB8 | TXB8 |
|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|

Gambar 2.5 Register UCSRB

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. RXCIE mengatur aktivasi interupsi penerimaan data serial. Bernilai awal 0 sehingga proses penerimaan data berdasar pada sistem *pooling*. Jika bernilai 1 dan jika bit RXC pada UCSRA bernilai 1, interupsi penerimaan data serial akan dieksekusi.
- b. TXCIE mengatur aktivasi interupsi pengiriman data serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 dan jika bit TXC pada UCSRA bernilai 1, interupsi pengiriman data serial akan dieksekusi.
- c. UDRIE mengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan kondisi bit UDRE pada UCSRA.
- d. RXEN merupakan bit aktivasi penerima serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1, maka penerima data serial diaktifkan.
- e. TXEN merupakan bit aktivasi pengirim serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1, maka pengirim data serial diaktifkan.
- f. UCSZ2 bersama bit UCSZ1 dan UCSZ0 di register UCSRC menentukan ukuran karakter serial yang dikirimkan. Pada saat awal, ukuran karakter di set pada 8 bit. Detail nilai bit nampak pada tabel 2.5.

Tabel 2.4 Penentuan Ukuran Karakter

| UCSZ[2..0] | Ukuran Karakter dalam bit |
|------------|---------------------------|
| 000 | 5 |
| 001 | 6 |
| 010 | 7 |
| 011 | 8 |
| 100-110 | Tidak dipergunakan |

UCSRC merupakan register 8 bit yang digunakan untuk mengatur mode dan kecepatan komunikasi serial yang dilakukan. Komposisinya seperti gambar 2.6

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| URSEL | UMSEL | UPM1 | UPM0 | USBS | UCSZ1 | UCSZ0 | UCPOL |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|

Gambar 2.6 Register UCSRC

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. URSEL merupakan bit pemilih akses UCSRC dan UBRR.
- b. UMSL merupakan bit pemilih mode komunikasi serial antara sinkron dan asinkron. Bernilai awal 0 sehingga modenya asinkron. Jika bernilai 1, maka modenya sinkron.
- c. UPM[1..0] merupakan bit pengatur paritas. Bernilai awal 0 sehingga paritas tidak digunakan. Detailnya dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.5 Penentuan Mode Paritas

| UPM[2..0] | Mode paritas |
|------------------|---------------------|
| 00 | Tidak aktif |
| 01 | Tidak digunakan |
| 10 | Paritas genap |
| 11 | Paritas ganjil |

- d. USBS merupakan bit pemilih ukuran bit stop. Bernilai awal 0 sehingga jumlah bit stop 1 bit. Jika bernilai 1, maka jumlah bit stop 2 bit.
- e. UCSZ1 dan UCSZ0 merupakan bit pengatur jumlah karakter serial.
- f. UCPOL merupakan bit pengatur hubungan antara perubahan data keluaran dan data masukan serial dengan clock

sinkronisasi. Hanya berlaku untuk mode sinkron. Untuk mode asinkron, bit ini di set 1.

Proses membangun hubungan komunikasi data serial memerlukan suatu kecepatan data (*data transfer rate*) yang sesuai, baik di sisi komputer maupun di sisi mikrokontroller. (Atmel,1996)

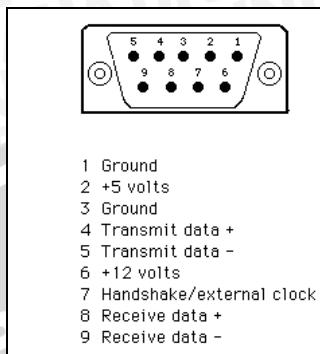


2.2 Komunikasi Serial Komputer

Port paralel mengirimkan data secara paralel, sedangkan port serial mengirimkan data secara serial seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Port serial lebih sulit ditangani dari pada port paralel karena peralatan yang dihubungkan ke port serial harus berkomunikasi dengan menggunakan transmisi serial, sedang data di komputer diolah secara paralel. Permasalahan tersebut ditangani dengan mengkonversikan data dari dan ke port serial ke dalam bentuk paralel secara *hardware*, hal ini bisa dilakukan oleh *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) namun pada softwarenya justru ada lebih banyak *register* UART yang harus ditangani dibandingkan pada port paralel. Dari segi kecepatan, transmisi data serial juga tidak mungkin bisa mengalahkan kecepatan transmisi paralel. Namun demikian ada hal yang menjadi keunggulan port serial, misalnya (Sutadi,2002):

- Kabel port serial bisa lebih panjang dibanding kabel port paralel. Ini karena port serial mengirimkan logika 1 sebagai -3 volt hingga -25 volt dan logika 0 sebagai +3 Volt hingga +25 Volt, sedangkan port paralel menggunakan TTL, yakni hanya 0 Volt untuk logika 0 dan +5 volt untuk logika 1.
- Tidak diperlukan lebih banyak kabel untuk transmisi dibandingkan dengan port paralel.
- Banyak mikrokontroller menggunakan SCI (*Serial Communication Interface*) untuk berkomunikasi dengan “dunia luar”.

Komunikasi serial dengan komputer dilakukan dengan cara menghubungkan perangkat luar dengan komputer melalui port serial yang terdapat pada komputer tersebut. Bentuk port serial dan *pinout* nya ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Port serial pada PC

(Sumber :Sutadi,2002)

2.2.1 Konverter Logika RS232

Banyak peralatan yang menggunakan logika TTL dan jika peralatan yang kita menggunakan logika TTL maka sinyal serial port harus kita konversikan dulu ke pulsa TTL sebelum kita gunakan, dan sebaliknya sinyal dari peralatan kita harus dikonversikan ke logika RS232 sebelum diinputkan ke port serial. Konverter yang paling mudah digunakan adalah MAX-232. IC ini mempunyai *charge pump* yang akan membangkitkan tegangan +10 volt dan -10 volt dari sumber +5 volt tunggal. IC DIP (*Dual In-Line Package*) 16 pin (8 pin x 2 baris) ini terdapat 2 buah *transmitter* dan 2 *receiver*. Bentuk dari IC ini ditunjukkan pada gambar 2.12 (Sutadi,2002).

| | | | |
|-----------------|---|----|-----------------|
| C1+ | 1 | 16 | V _{CC} |
| V _{S+} | 2 | 15 | GND |
| C1- | 3 | 14 | T1OUT |
| C2+ | 4 | 13 | R1IN |
| C2- | 5 | 12 | R1OUT |
| V _{S-} | 6 | 11 | T1IN |
| T2OUT | 7 | 10 | T2IN |
| R2IN | 8 | 9 | R2OUT |

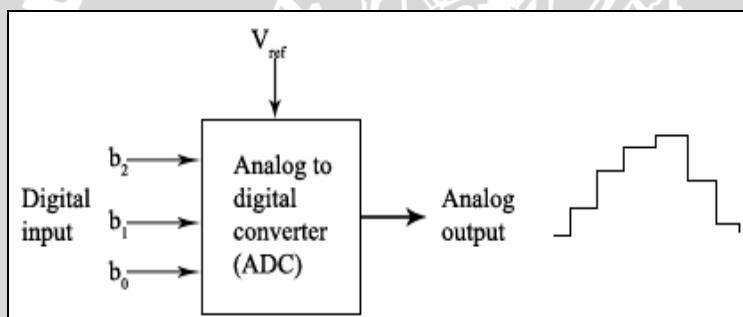
Gambar 2.8 Max 232

(Sumber : Sutadi,2002)

2.3 DAC (*Digital to Analog Converter*)

Pengubah digital ke analaog (*Digital to Analog Converter, DAC*) menerima masukan digital paralel dan mengubahnya ke nilai tegangan (atau arus) yang disajikan masukan biner. Jika ini diulang untuk masukan digital yang berurutan akan membentuk gelombang analog. Sebagai contoh, untuk masukan biner 3-bit, akan dihasilkan delapan aras dengan 000 menunjukkan keluaran nol dan 111 menunjukkan tegangan keluaran maksimum yang ditentukan berdasarkan tegangan referensi V_{ref} seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. Masukan lain dihasilkan kembali sebanding V_{ref} , misalnya 001 sebanding $1/8 V_{ref}$, 011 sebanding $3/8 V_{ref}$, dan 101 sebanding $5/8 V_{ref}$. Setiap bit dari masukan biner (b_2, b_1, b_0) dihasilkan ulang berdasarkan faktor pembebanan berdasarkan persamaan umum sebagai berikut:

$$\text{Aras keluaran} = V_{ref} (b_2/2 + b_1/4 + b_0/8)$$

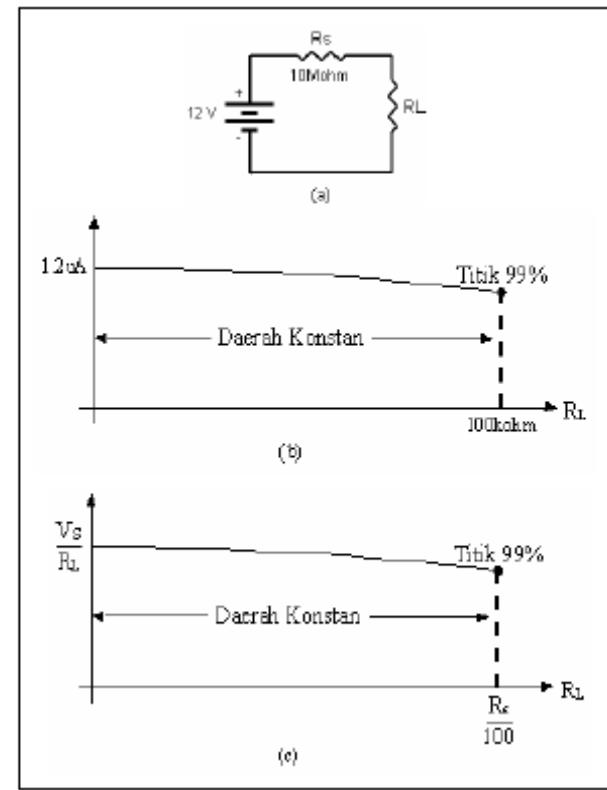


Gambar 2.9 Konversi Digital ke Analog

(Sumber : Ibrahim, 1991)

2.4 Sumber Arus

Suatu sumber tegangan mempunyai hambatan dalam yang sangat kecil. Tetapi suatu sumber arus adalah berlainan. Ia mempunyai hambatan dalam yang besar. Lagi pula suatu sumber arus menghasilkan arus *output* yang tidak bergantung pada nilai tahanan beban. Contoh paling mudah adalah kombinasi dari sebuah baterai dan hambatan sumber yang besar seperti pada Gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.10 Contoh sumber arus sederhana

(Sumber : Malvino,1986)

Besarnya arus beban dirumuskan sebagai :

$$I_L = \frac{V_s}{R_s + R_L} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

dengan :

V_s = tegangan sumber (Volt)

I_L = arus beban (Ampere)

R_s = tahanan sumber (Ohm)

R_L = tahanan beban (Ohm)

Bila $R_L = 0$, maka sesuai dengan pers. 2.1, besarnya arus beban adalah :

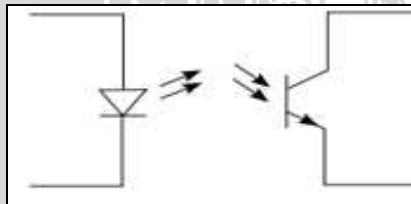
$$I_L = \frac{12V}{12M\Omega} = 1,2\mu A$$

Karena R_S sangat besar, maka arus beban akan tetap mendekati $1,2\mu A$ untuk interval harga R_L yang sangat besar. Sebagai contoh bila R_L sebesar $10\text{ k}\Omega$ maka I_L adalah masih sebesar $1,1988\mu A$.

Gambar 2.6 b memperlihatkan sebuah grafik dari arus beban sebagai fungsi dari tahanan beban. Bila hambatan beban adalah $10010\text{ k}\Omega$, arus beban adalah 99% dari nilai idealnya. Gambar 2.6 c adalah grafik untuk setiap rangkaian sumber arus. Arus beban akan mendekati konstan selama nilai hambatan R_L lebih kecil dari $R_S/100$. (Malvino, 1986).

2.5 Optokopler

Optokopler merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Opto berarti optik dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik opto-coupler termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dasar rangkaian dapat ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini:



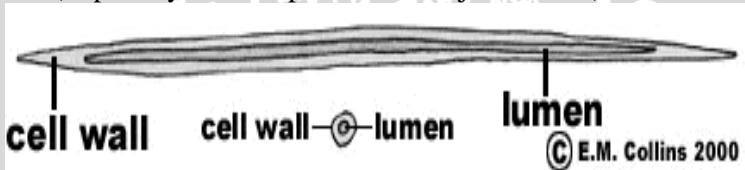
Gambar 2.11 Optokopler

Bagian pemancar atau transmitter dibangun dari sebuah led infra merah untuk mendapatkan ketahanan yang lebih baik daripada menggunakan led biasa. Sensor ini bisa digunakan sebagai isolator dari rangkaian tegangan rendah ke rangkaian tegangan tinggi. Selain itu juga bisa dipakai sebagai pendeteksi adanya penghalang antara

transmitter dan receiver dengan memberi ruang uji di bagian tengah antara led dengan photo transistor. Penggunaan ini bisa diterapkan untuk mendeteksi putaran motor atau mendeteksi lubang penanda disket pada disk drive computer. (<http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/03/sensor-optocoupler.html>)

2.6 Serat

Sklerenkim adalah jaringan yang terjadi dari sel-sel dengan penebalan pada dinding sekunder (Fahn, 1982). Jaringan ini mati pada saat dewasa dan memiliki fungsi utama sebagai jaringan penyokong pada akar dan batang tumbuhan. Serat merupakan suatu komponen dari jaringan sklerenkim. Ujung-ujung serat memanjang dan meruncing bila dilihat dengan cara sayatan memanjang. Lumen atau rongga di dalam sel serat dewasa, juga sangat kecil jika dilihat dengan cara yang sama. Serat juga berhubungan dengan jaringan xylem dan floem dari akar dan batang tumbuhan monokotil dan dikotil (<http://waynesword.palomar.edu/trjune99.htm>).



Gambar 2.12. Penampang memanjang dan potongan melintang dari suatu sel serat

(Sumber: <http://waynesword.palomar.edu/trjune99.htm>)

Serat umumnya berada di antara jaringan vascular tetapi pada banyak tumbuhan juga dapat berkembang pada jaringan dasar. Sesuai dengan letaknya pada tubuh tumbuhan, serat diklasifikasikan dalam dua tipe dasar: serat xiler dan ekstraxiler. Serat xiler merupakan bagian terpadu pada xylem dan berkembang dari jaringan meristem yang sama. Serat ekstraxiler terdapat di tempat lain pada tumbuhan, selain di antara unsur xylem, misalnya di kortex atau di sekitar unsur floem. Pada batang monokotil, serat ekstraxiler terdapat dalam silinder kosong di jaringan dasar, dan dapat juga dijumpai di

dalam epidermis pada jarak tertentu, bahkan dapat juga mengelilingi berkas pembuluh yang paling luar (Fahn, 1982).

2.7 Enceng gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) merupakan tumbuhan air yang berasal dari Brazil. Tumbuhan ini menyebar ke seluruh dunia dan tumbuh pada daerah dengan ketinggian tempat berkisar antara 0-1600 m di atas permukaan laut yang beriklim tropis dan sub tropis, kecuali pada daerah yang beriklim dingin. Penyebaran tumbuhan ini dapat melalui kanal, sungai dan rawa serta perairan tawar lain dengan aliran lambat (Ghopal dan Sharma, 1981).

2.8 Pengukuran mekanis untuk kekuatan bahan

Menurut Singer (1985), deformasi (perubahan bentuk) bahan yang disebabkan oleh beban tarik statik adalah dasar dari pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan, hal ini disebabkan oleh beberapa alasan, yaitu:

1. Mudah dilakukan
2. Menghasilkan tegangan uniform pada penampang
3. Kebanyakan bahan mempunyai kelemahan untuk menerima beban tegangan tarik yang uniform pada penampang. Evaluasi di bagian yang aman masih mungkin.

Kekuatan tarik suatu bahan dapat diukur dengan menggunakan mesin uji tarik. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan peregangan terhadap sebuah bahan uji yang secara terus menerus dengan menggunakan gaya tarik yang dikontrol dan naik secara perlahan sampai akhirnya bahan tersebut patah ataupun putus. Beban yang bekerja pada bahan uji serta perubahan panjang yang terjadi akibat pemberian beban dicatat pada suatu diagram untuk didapatkan nilai karakteristik suatu bahan (Singer, 1985).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

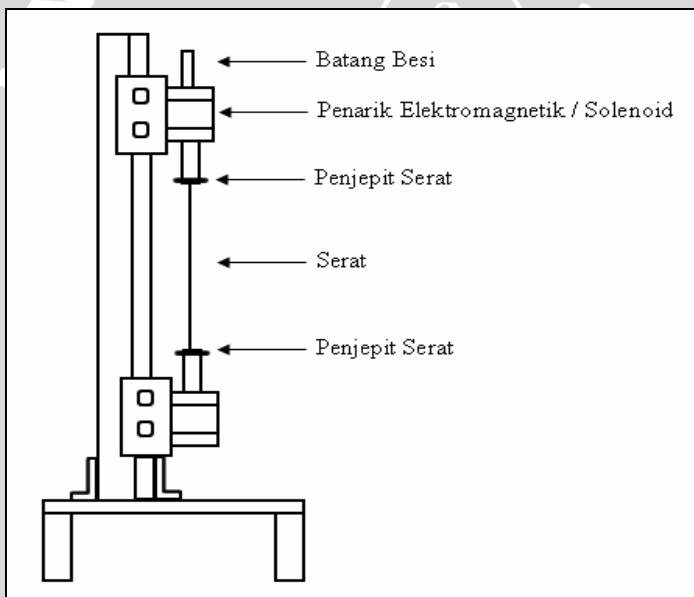
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengerjaan alat dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Waktu pengerjaan dimulai pada bulan September 2007 sampai selesai.

3.2 Tahapan Pengerjaan

Pada penelitian ini akan dibuat suatu sistem interface ke komputer untuk melengkapi alat uji tarik serat yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya.



Gambar 3.1. Skema alat uji tarik serat

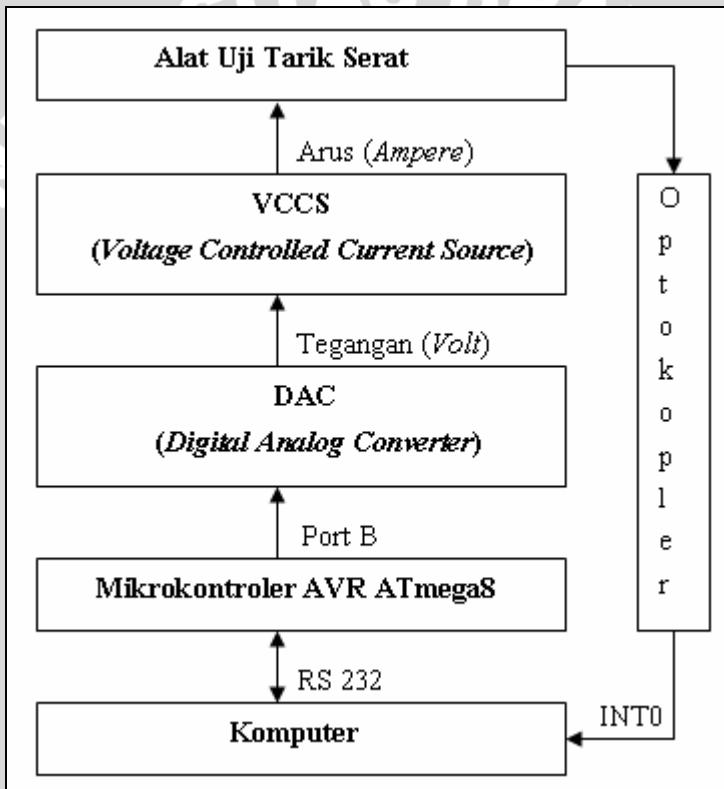
Untuk membuat sistem interface Alat uji tarik serat diperlukan beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

1. Kajian dan pendalaman teoritis.
2. Perancangan dan pembuatan sistem kendali utama yang meliputi sistem minimum Mikrokontroller ATmega8, RS

232, *Digital to Analog Converter* (DAC), dan rangkaian sumber arus konstan yaitu *Voltage Controlled Current Source* (VCCS).

3. Perancangan dan pembuatan rangkaian sensor optokopler.
4. Perancangan dan pembuatan program *Interface* Komputer.

Secara umum, perancangan Sistem *interface* alat uji tarik serat ini dibuat berdasarkan pada diagram blok pada gambar 3.2.

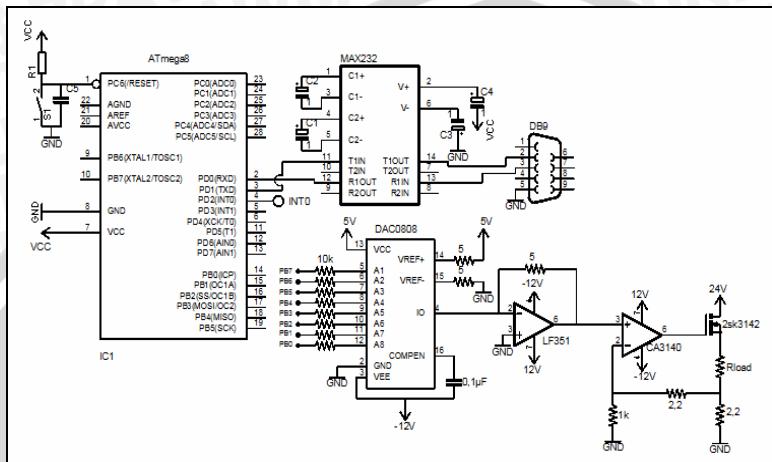


Gambar 3.2. Diagram blok keseluruhan sistem.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Utama.

Rangkaian sistem kendali utama merupakan gabungan rangkaian Sistem minimum mikrokontroller ATmega8, RS 232,

Digital to Analog Converter (DAC), dan rangkaian Voltage Controlled Current Source (VCCS).

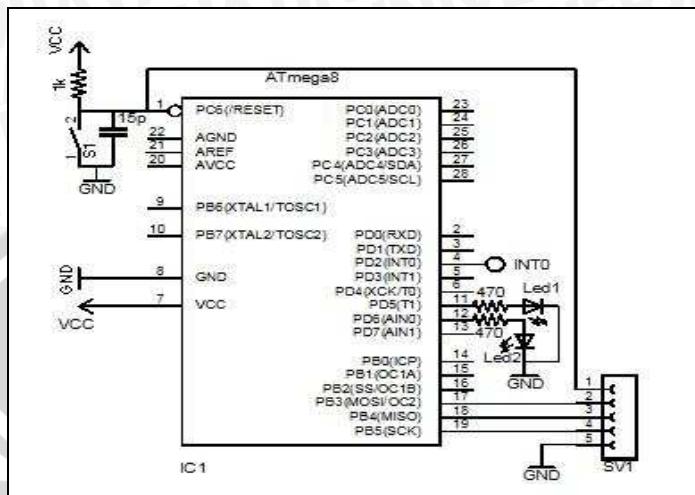


Gambar 3.3. Rangkaian Sistem kendali utama.

Pembuatan dan pengujian rangkaian sistem kendali utama dilakukan secara bertahap mulai dari rangkaian sistem minimum mikrokontroller sampai rangkaian VCCS, hal ini dilakukan untuk memudahkan perancangan dan untuk memastikan semua bagian rangkaian dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

3.3.1 Sistem minimum mikrokontroller ATmega8

Rangkaian minimum sistem mikrokontroller ATmega8 adalah konfigurasi minimal pada *hardware* mikrokontroller untuk dapat berjalan dengan normal. Rangkaian ini dibuat berdasarkan gambar rangkaian 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian sistem minimum mikrokontrler ATmega8

Bahan yang digunakan untuk membangun sistem minimum mikrokontroller ATmega8, di antaranya adalah :

- Mikrokontroller AVR ATmega8.
- Resistor 470 ohm dan 1 kilo ohm.
- Dua buah LED.
- Switch.
- Kapasitor 15 pf.
- Header.

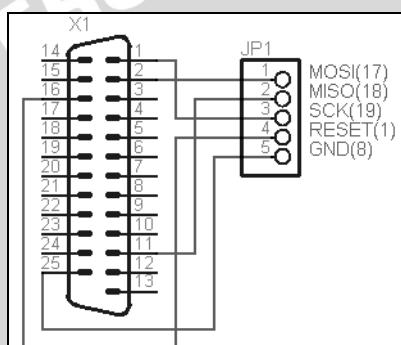
Sistem minimum mikrokontroller ATmega8 dapat berjalan jika ada kode program di dalam memory flash mikrokontroller ATmega8. Dalam proses pengisian kode program tersebut diperlukan beberapa komponen penunjang, antara lain:

- AVR Programmer.
- AVR C Compiler.
- Program Downloader.

3.3.1.1 AVR Programmer

AVR Programmer adalah sistem perangkat yang terdiri atas software dan hardware, fungsinya untuk mengisikan kode program ke dalam *memory flash* mikrokontroller ATmega8.

Hardware AVR Programmer disini terdiri atas rangkaian elektronik yang menghubungkan port parallel komputer ke port SPI mikrokontroller. Port SPI adalah jalur komunikasi data untuk menulis dan membaca memory program mikrokontroller menurut aturan tertentu.



Gambar 3.5. Rangkaian AVR Programmer.

3.3.1.2 AVR C Compiler

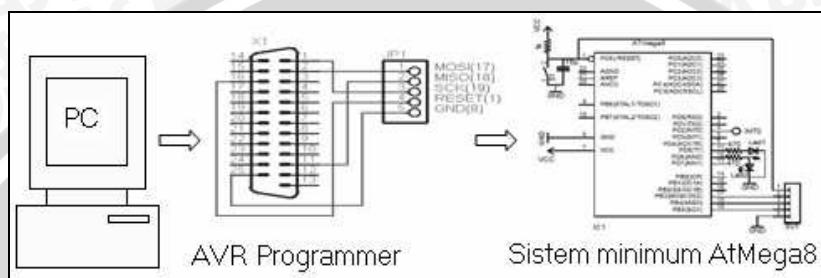
Untuk membuat kode program yang sesuai dengan kode mesin mikrokontroller AVR ATmega8, maka dibutuhkan *cross compiler* yang menerjemahkan *source code* program menjadi kode biner mikrokontroller.

Pada penelitian ini digunakan compiler WinAVR. WinAVR adalah salah satu *tools* yang didalamnya terdapat *cross compiler* untuk mikrokontroller AVR dengan basis bahasa pemrograman C.

Penulisan kode program dilakukan menggunakan aplikasi VMLAB yang didalamnya sudah terdapat compiler WinAVR, sehingga kode program bahasa C langsung bisa dikompilasi menjadi kode biner mikrokontroller.

3.3.1.3 Program Downloader

Program Downloader adalah aplikasi komputer yang berfungsi untuk mengisi kode biner mikrokontroller ke dalam memory flash mikrokontroller melalui AVR Programmer.



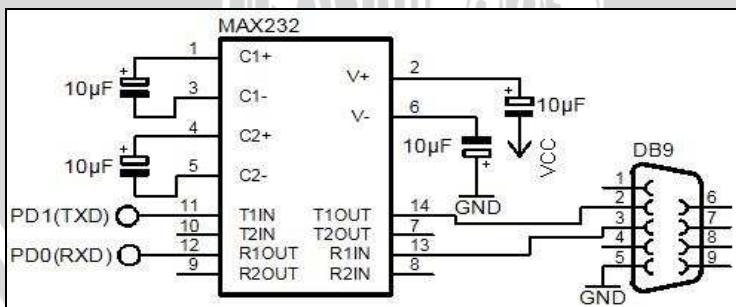
Gambar 3.6. Alur pengisian kode program mikrokontroller.

Aplikasi yang digunakan sebagai downloader dalam penilitian ini adalah PonyProg 2000. Selain ATmega8, PonyProg 2000 juga dapat digunakan sebagai downloader berbagai tipe mikrokontroller.

3.3.2 Perancangan Komunikasi Serial RS-232

Standar komunikasi serial untuk komputer ialah RS-232. RS-232 mempunyai standar tegangan yang berbeda dengan serial port mikrokontroller, sehingga agar sesuai dengan RS-232, maka dibutuhkan suatu rangkaian level converter.

Pada gambar 3.7 diperlihatkan rangkaian RS-232 untuk komunikasi serial antara mikrokontroller dan komputer.



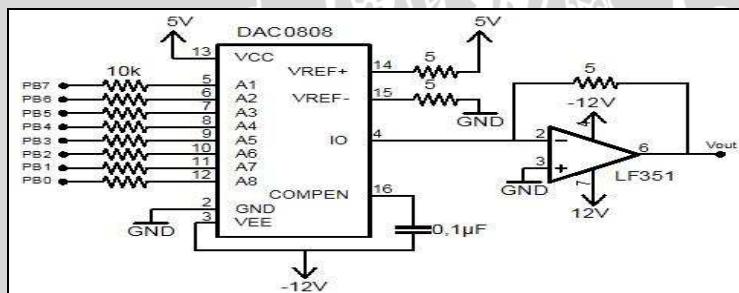
Gambar 3.7. Rangkaian RS-232.

IC yang digunakan untuk rangkaian ini adalah MAX232. Pin 14 (T1 OUT) dan pin 13 (R1 IN) berfungsi sebagai saluran komunikasi data dengan komputer dan dihubungkan dengan port serial DB9 pada komputer, sedangkan untuk komunikasi data dengan mikrokontroller, pin 11 dan 12 masing-masing dihubungkan dengan port D1(TXD) dan port D0(RXD) mikrokontroller.

Pada penelitian ini, komunikasi data antara Komputer dengan Mikrokontroller terjadi secara dua arah (*full duplex*), dimana Komputer dan Mikrokontroller sama-sama mampu mengirim dan menerima data.

3.3.3 Perancangan Digital to Analog Converter (DAC)

Pembuatan rangkaian DAC menggunakan komponen DAC 0808 yang merupakan pengubah digital ke analog 8 bit dan komponen LF351 sebagai penguat. Rangkaian DAC dibuat seperti gambar 3.8.



Gambar 3.8. Rangkaian DAC.

Masukan DAC berasal dari 8 bit PORTB (PB0..PB7) mikrokontroller yang dihubungkan dengan pin A8..A1 dari DAC 0808. pin A8 sebagai *Least Significant Bit* (LSB) dan pin A1 sebagai *Most Significant Bit* (MSB). Sedangkan keluaran DAC merupakan sinyal analog yang dihubungkan dengan masukan rangkaian VCCS.

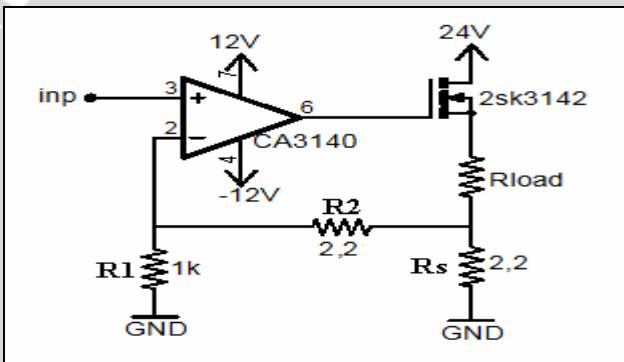
3.3.4 Perancangan Voltage Controlled Current Source (VCCS)

Voltage Controlled Current Source digunakan agar catu daya berperilaku sebagai sumber arus konstan dengan nilai yang dapat diubah dalam skala penuh.

Pada prinsipnya rangkaian ini merupakan pemanfaatan MOSFET sebagai beban aktif. Besar kecilnya tahanan MOSFET bisa diatur dengan mengatur nilai dari tegangan gerbang. Pengaturan tegangan *gate* ini dilakukan oleh sebuah Op-Amp. Pada perancangan ini, Op-amp yang digunakan adalah Op-Amp CA 3140 yang mampu menangani arus hingga 200 mA.

Tegangan masukan VCCS berasal dari keluaran komponen DAC sebesar 0 sampai 5 volt, dan keluaran arus dicatukan pada Alat uji tarik serat.

Rangkaian VCCS dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini :



Gambar 3.9. Rangkaian VCCS.

(Sumber : Setyawan,1994)

$$I = \frac{Vin * (R1 + R2)}{R1 * R2} \quad (\text{Persamaan 3.1})$$

$$I < \frac{Vcc}{Rload + Rs} \quad (\text{Persamaan 3.2})$$

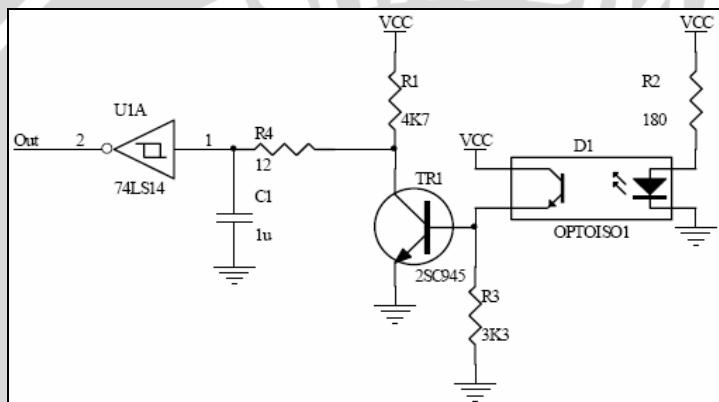
3.4 Pembuatan Rangkaian Sensor Indikator Putus Serat.

Sensor indikator putus serat dibuat dengan memanfaatkan prinsip kerja dari optokopler. Pada optokopler, terdapat transmisi yang berupa Led infra merah dan receiver yang berupa photo

transistor. Jika ada penghalang di antara receiver dan transmitter, akan memicu suatu sinyal tertentu.

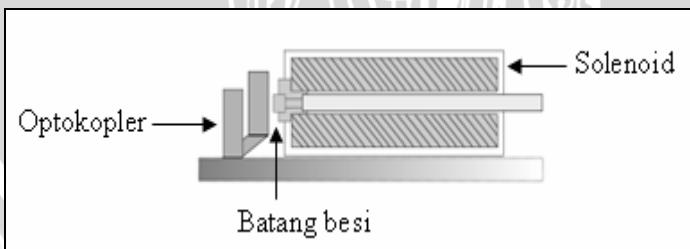
Pada penelitian ini, penghalang yang melalui bagian transmitter dan receiver adalah batang besi dari solenoid. Sedangkan sinyal yang dipicu oleh adanya penghalang dijadikan sinyal interupsi bagi mikrokontroller.

Rangkaian sensor indikator putus serat dibuat berdasarkan rangkaian pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Rangkaian sensor indikator putus serat.

Sensor ini ditempatkan dibelakang solenoid dari mekanik pengujii tarik serat, seperti terlihat pada gambar 3.11. Sensor ini bekerja jika besi solenoid mengenai optokopler. Jika besi solenoid bergerak ke belakang dan mengenai optokopler, maka sensor indikator putus serat akan mengirim sinyal interupsi ke mikrokontroller sebagai tanda bahwa serat sudah putus.

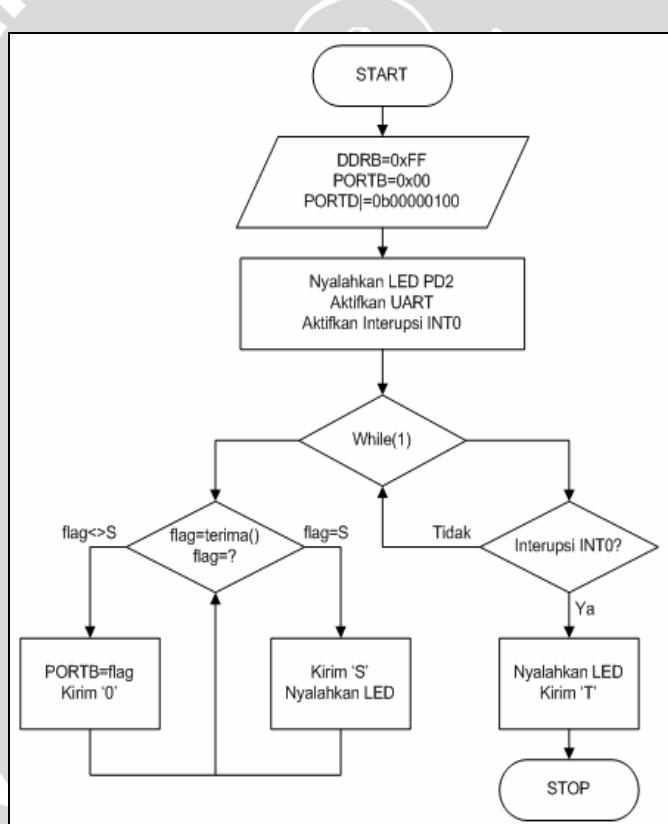


Gambar 3.11. Letak sensor indikator serat putus.

3.5 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Mikrokontroller.

Perangkat lunak mikrokontroller dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C dan sesuai diagram alir gambar 3.12. Kode program lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1. Perancangan perangkat lunak meliputi beberapa prosedur, antara lain :

- Prosedur aktifasi UART.
- Prosedur Interupsi.
- Prosedur kirim karakter.

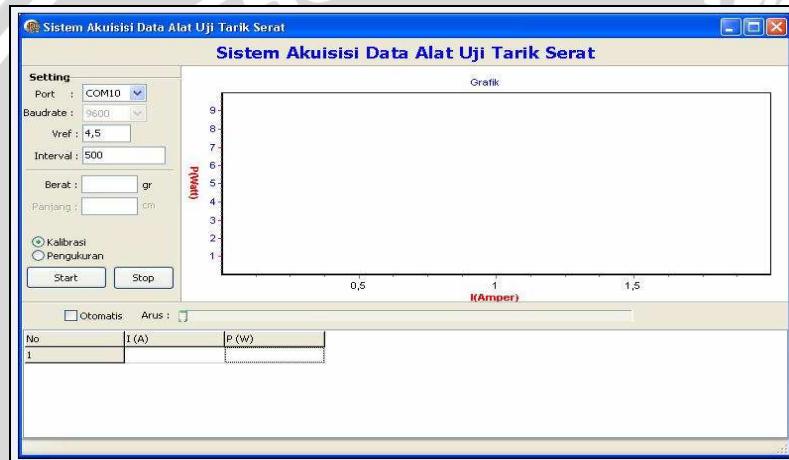


Gambar 3.12. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroller.

3.6 Perancangan dan Pembuatan Program Interface Komputer.

Program interface di komputer dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman delphi, kode program dapat dilihat pada lampiran 1. Bahasa pemrograman delphi merupakan suatu bahasa pemrograman yang dikembangkan dari bahasa pascal dan dilengkapi dengan IDE (Integrated Development Environment) sehingga memudahkan dalam pembuatan suatu aplikasi.

Tampilan program interface tampak seperti gambar 3.13 di bawah ini :

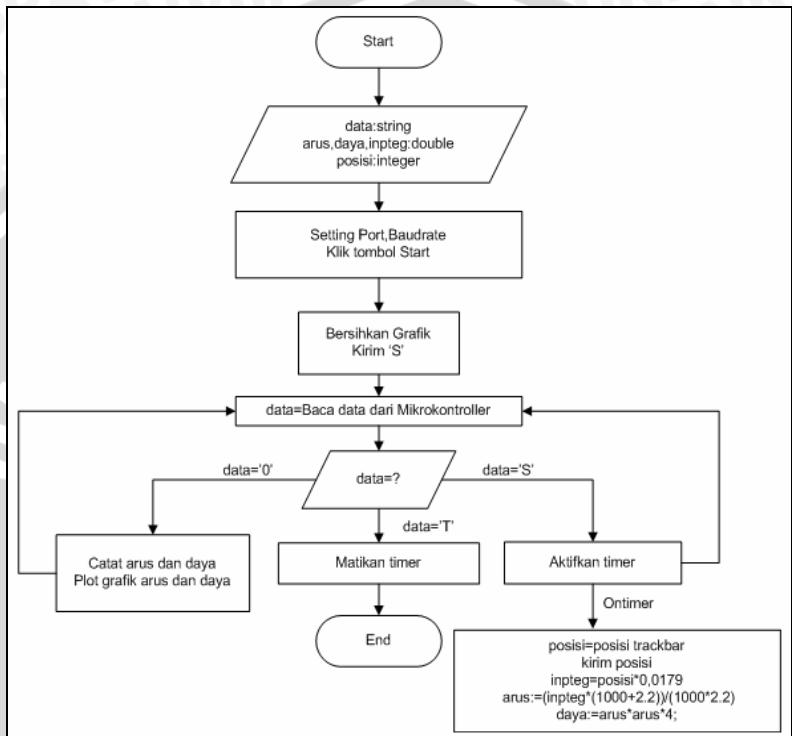


Gambar 3.13. Tampilan Program Interface.

Pada program Interface komputer terdapat beberapa komponen untuk operasional selama pengukuran, antara lain:

- Tombol Start : Tombol untuk memulai proses pengukuran.
- Tombol Stop : Tombol untuk menghentikan proses pengukuran.
- *Trackbar* arus : Indikator peningkatan besarnya arus.
- *Checkbox* Otomatis : jika *Checkbox* ini dicentang, posisi *Trackbar* arus akan meningkat secara otomatis.

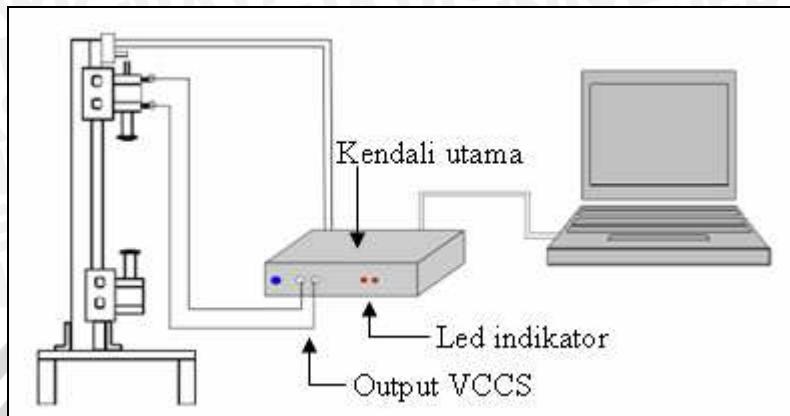
Program *Interface* ini dibuat sesuai dengan diagram alir pada gambar 3.14



Gambar 3.14. Diagram alir program interface.

3.7 Rangkaian Interface Alat Uji Tarik Serat

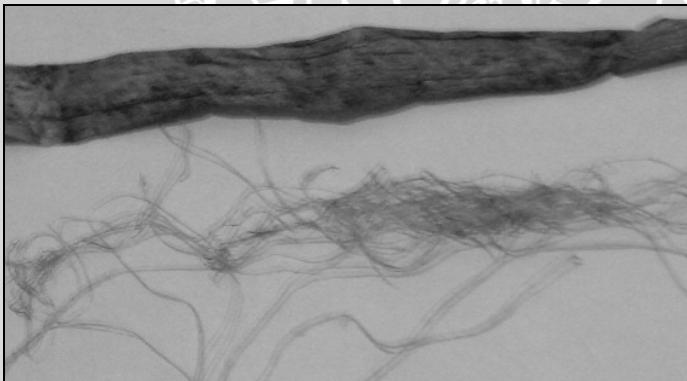
Setelah semua tahapan perancangan dilakukan, semua bagian hasil rancangan dijadikan satu seperti pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Sistem interface Alat uji tarik serat.

3.8 Serat

Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah serat enceng gondok yang diperoleh dari penelitian mahasiswa.



Gambar 3.16. Serat enceng gondok.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan alat, maka pada bab ini akan dibahas hasil penelitian yang didapat. Pembahasan pada bab ini meliputi hasil uji alat Interface secara keseluruhan dan hasil pengambilan data serat guna memastikan Perangancangan alat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.1 Hasil Pengujian Alat

Sesuai dengan blok diagram keseluruhan sistem pada gambar 3.2, sistem interface terdiri dari beberapa komponen yaitu :Komputer, Mikrokontroller, DAC (*Digital to Analog Converter*), VCCS (*Voltage Controlled Current Source*), Optokopler dan Alat uji tarik serat.

Pada sisi Komputer, terdapat program interface yang mengirim intruksi dan data ke mikrokontroller. Instruksi yang dikirim ke mikrokontroller berupa instruksi untuk memulai dan menghentikan proses pengukuran. Sedangkan data yang dikirim berupa data posisi *Trackbar*.

Pada saat tombol start pada program interface ditekan, komputer mengirim instruksi ke mikrokontroller untuk memulai proses pengukuran. Selanjutnya komputer mengirim data posisi *Trackbar* secara terus menerus sampai pengukuran selesai. Posisi *Trackbar* selama pengukuran naik secara kontinyu mulai dari 0 sampai 255.

Data posisi *Trackbar* yang diterima mikrokontroller menjadi data output PORTB. Jika posisi *Trackbar* berada pada nilai 0, maka output PORTB juga bernilai 0. Nilai output PORTB merupakan nilai masukan digital *DAC*. Skema penentuan data masukan *DAC* secara sederhana dapat digambarkan seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1. Skema penentuan masukan *DAC*.

Dalam penelitian ini, DAC menggunakan tegangan referensi sebesar 5 volt, sehingga sesuai persamaan 4.1 , keluaran DAC minimum sebesar 0 Volt dan maksimum 5 Volt.

$$V_{out} = \frac{inp}{255} \times V_{ref} \quad (\text{Persamaan 4.1})$$

Dimana :

- Vout : keluaran DAC (Volt)
Vref : tegangan referensi (Volt)
inp : nilai masukan DAC (desimal)

Tabel data percobaan DAC secara lengkap dapat di lihat pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1. Data hasil percobaan DAC

| Input(desimal) | Output (Volt) |
|----------------|---------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0,02 |
| 50 | 0,98 |
| 100 | 1,96 |
| 150 | 2,94 |
| 200 | 3,92 |
| 255 | 5,00 |

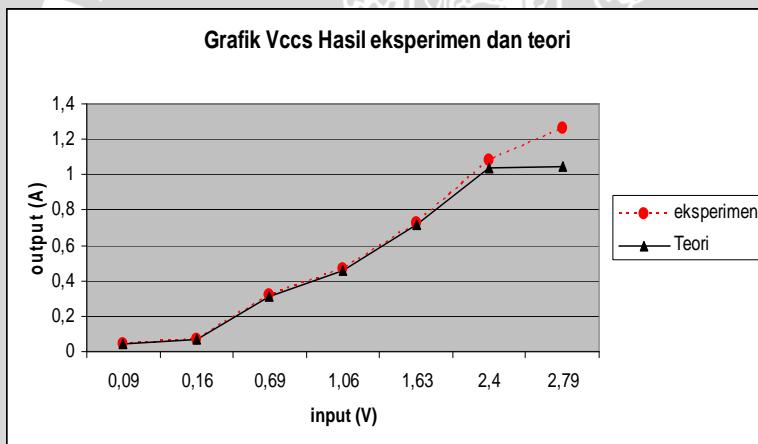
Keluaran DAC yang berupa tegangan analog merupakan masukan untuk rangkaian VCCS. Dalam penelitian ini rangkaian VCCS berperan sebagai pencatu arus penarik serat (solenoid). Besarnya arus keluaran VCCS tergantung dari tegangan masukan, konfigurasi resistor dan tegangan supply MOSFET.

Konfigurasi resistor yang dipasang pada rangkaian VCCS ini seperti nampak pada gambar 3.9. Dari percobaan yang telah

dilakukan, didapatkan arus maksimum VCCS sebesar 1,27 Ampere. Data nilai keluaran arus VCCS diperlihatkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data hasil percobaan VCCS

| Input (Volt) | Output (Ampere) | | | | \bar{X} | Output (teori) | δ | KR(%) |
|-----------------|-----------------|------|-------|-------|-----------|-------------------|----------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 0,09 | 0,04 | 0,04 | 0,037 | 0,04 | 0,039 | 0,04 | 0,002 | 3,822 |
| 0,16 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,071 | 0,068 | 0,07 | 0,005 | 7,658 |
| 0,69 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,32 | 0,318 | 0,31 | 0,005 | 1,575 |
| 1,06 | 0,48 | 0,47 | 0,48 | 0,45 | 0,470 | 0,46 | 0,014 | 3,009 |
| 1,63 | 0,74 | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,730 | 0,72 | 0,014 | 1,937 |
| 2,4 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,080 | 1,04 | 0,008 | 0,756 |
| 2,79 | 1,27 | 1,25 | 1,27 | 1,26 | 1,263 | 1,05 | 0,010 | 0,758 |

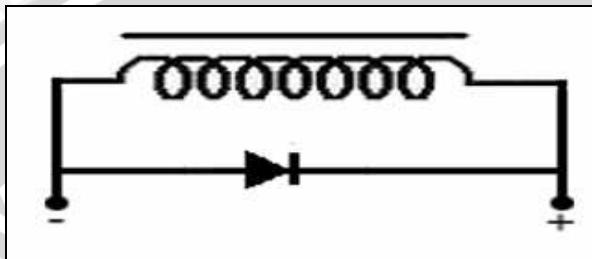


Gambar 4.2. Grafik Output VCCS .

Dari grafik nilai output vccs secara eksperimen, terlihat nilai keluaran vccs mula-mula sesuai dengan teori, tetapi ketika tegangan masukan vccs mulai naik, keluaran vccs tidak sesuai dengan teori dan berada pada nilai tertentu saja yaitu 1,27 Ampere.

Nilai keluaran arus VCCS yang tidak linear dan hanya mencapai 1,27 Ampere kemungkinan disebabkan karena adanya disipasi panas dari komponen ketika arus keluaran makin besar, dan juga disebabkan dari kualitas komponen MOSFET yang kurang baik.

Keluaran arus VCCS dicatukan ke penarik serat, yang sebelumnya sudah dipasang dioda, seperti terlihat pada gambar 4.3. Dioda ini berfungsi sebagai pengaman bagi rangkaian VCCS jika terjadi tegangan tinggi yang dibangkitkan pada waktu aliran arus ke selonoid dihentikan atau proses pengukuran selesai.



Gambar 4.3. Rangkaian dioda sebagai pelindung

Apabila rangkaian terhubung OFF (dimatikan) oleh MOSFET, medan magnet dari solenoid hilang, menginduksikan aliran arus pada kumparan. Arus ini kemudian lewat pada dioda. Jadi, aliran arus dapat turun sendiri dan tidak melalui MOSFET.

Selama proses pengukuran, arus yang dicatukan pada penarik serat akan dinaikkan terus sampai batang besi bergerak mengenai optokopler. Jika batang besi telah mengenai optokopler, maka mikrokontroller menerima sinyal interupsi yang menandakan proses pengukuran selesai. Selanjutnya data dan grafik hasil pengukuran dapat dibaca pada program interface komputer.

Grafik yang ditampilkan pada program *Interface* merupakan grafik hubungan antara arus dan daya listrik. Daya listrik didapatkan melalui persamaan 4.2 di bawah ini:

$$P = I^2 \cdot R \quad (\text{Persamaan 4.2})$$

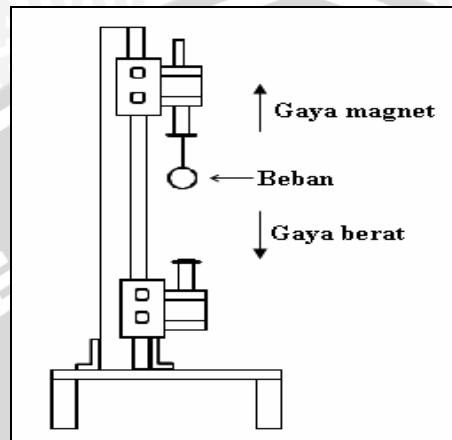
dimana arus (I) merupakan arus yang dicatukan oleh VCCS dan hambatan (R) adalah hambatan dari solenoid yang besarnya 4Ω .

4.2 Hasil Pengambilan Data Serat

4.2.1 Kalibrasi Daya listrik dengan Gaya Berat (F)

Kalibrasi daya listrik dengan gaya berat dilakukan untuk memperoleh hubungan antara daya listrik dan gaya berat . sebelum

kalibrasi dilakukan, terlebih dahulu alat uji tarik serat dipasang seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4. Proses Kalibrasi

Pada penelitian ini kalibrasi daya listrik menjadi gaya berat dilakukan dengan memberi beban berupa bandul yang dikaitkan pada serat. Sehingga ada dua gaya yang bekerja, yaitu gaya magnet ke arah atas yang dibangkitkan oleh daya listrik dan gaya berat ke arah bawah karena pengaruh masa beban dan gravitasi.

Pada pengambilan data pertama dikaitkan bandul sebanyak 1 buah dengan berat 5 gram, sedangkan serat yang digunakan sepanjang 9 cm, kemudian pada bagian program interface di komputer dipilih mode kalibrasi lalu program dijalankan dengan mengklik tombol start sehingga proses akuisisi data akan berjalan sampai batang besi solenoid melewati sensor optokopler yang menandakan bahwa proses kalibrasi terhenti. Langkah ini diulangi sebanyak 4 kali untuk setiap berat beban yang sama. Variasi berat beban yang digunakan pada kalibrasi ini yaitu 5 gram, 7 gram, 10 gram, 12 gram dan 15 gram, namun panjang serat tetap yaitu sebesar 9 cm.

Berat beban maksimal yang digunakan untuk kalibrasi ini adalah 15 gram, karena pada saat serat diberi beban 20 gram, serat sudah putus.

Dari proses kalibrasi yang telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.3. Data masa beban/bandul

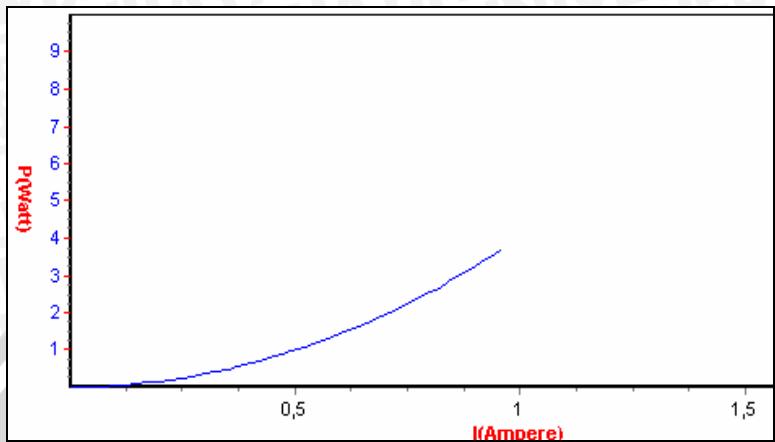
| No Beban | masa (gram) | | | | g(m/s ²) |
|----------|-------------|-------|-------|------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 5,1 | 5,01 | 5,2 | 5 | 9,8 |
| 2 | 7,03 | 7,02 | 6,87 | 7,01 | 9,8 |
| 3 | 9,98 | 10,01 | 10 | 9,89 | 9,8 |
| 4 | 12,08 | 12,1 | 12,1 | 12,2 | 9,8 |
| 5 | 15,2 | 14,9 | 14,98 | 15,1 | 9,8 |

Tabel 4.4. Pengolahan data gaya berat

| No Beban | W(N) | | | | \bar{W} | δ | KR (%) |
|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 1 | 0,050 | 0,049 | 0,051 | 0,049 | 0,050 | 0,001 | 1,836 |
| 2 | 0,069 | 0,069 | 0,067 | 0,069 | 0,068 | 0,001 | 1,080 |
| 3 | 0,098 | 0,098 | 0,098 | 0,097 | 0,098 | 0,001 | 0,549 |
| 4 | 0,118 | 0,119 | 0,119 | 0,120 | 0,119 | 0,001 | 0,447 |
| 5 | 0,149 | 0,146 | 0,147 | 0,148 | 0,147 | 0,001 | 0,878 |

Tabel 4.5. Pengolahan data daya listrik

| No Beban | P(Watt) | | | | \bar{P} | δ | KR(%) |
|----------|---------|------|------|------|-----------|----------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 1 | 3,53 | 3,60 | 3,57 | 3,58 | 3,57 | 0,029 | 0,825 |
| 2 | 3,92 | 4,10 | 3,97 | 3,94 | 3,98 | 0,081 | 2,033 |
| 3 | 4,33 | 4,39 | 4,29 | 4,41 | 4,36 | 0,055 | 1,265 |
| 4 | 4,75 | 4,82 | 4,71 | 4,77 | 4,76 | 0,046 | 0,960 |
| 5 | 5,95 | 5,89 | 5,97 | 5,91 | 5,93 | 0,037 | 0,616 |

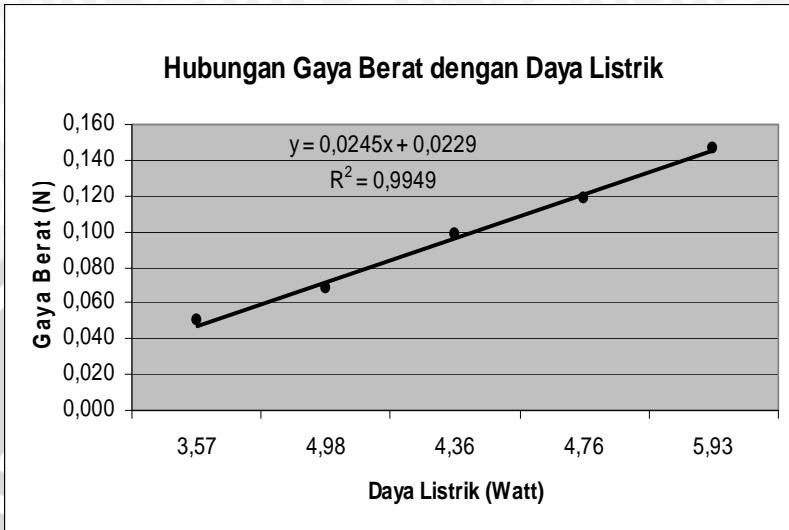


Gambar 4.5. Grafik pada program interface untuk no beban 1, pengukuran 1.

Untuk grafik program interface hasil kalibrasi lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Pada tabel pengolahan data di atas, nilai deviasi dan kesalahan relatif dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: kekurangtelitian pembacaan skala neraca timbangan pada saat pengukuran masa beban, jumlah pengulangan pengambilan data yang masih relatif sedikit dan faktor kestabilan alat, khususnya VCCS.

Dari data berat beban dan daya listrik yang diperoleh, kemudian dibuat grafik hubungan keduanya untuk mendapatkan persamaan hubungan gaya berat dan daya listrik. Persamaan yang diperoleh dapat digunakan pada percobaan selanjutnya untuk menghitung besarnya gaya tarik serat.



Gambar 4.6. Grafik hubungan gaya berat dengan daya listrik

Dari hasil proses kalibrasi dan pengolahan data, didapatkan persamaan $y=0,0245x+0,0229$ yang merupakan hubungan antara gaya berat dengan daya listrik dimana y adalah gaya berat dan x adalah daya listrik.

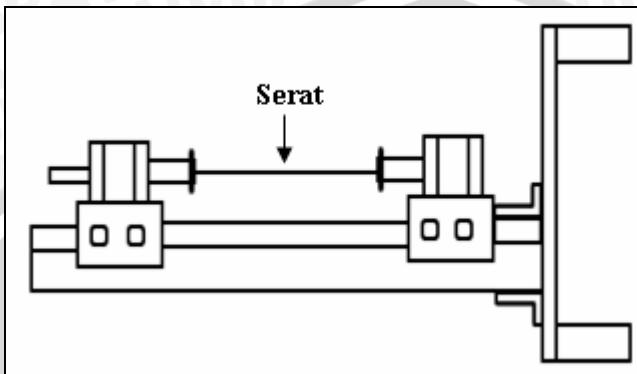
4.2.2 Pengukuran Daya Listrik Berdasarkan Ketebalan Serat.

Pada pengukuran ini, akan diukur besarnya gaya tarik serat berdasarkan diameter serat yang berbeda-beda. Sebelum proses pengukuran dilakukan, terlebih dahulu serat enceng gondok dikelompokkan berdasarkan ketebalan diameternya.

Untuk mengetahui besarnya diameter serat, digunakan mikroskop. Dari pembacaan skala pada mikroskop, didapatkan kelompok serat dengan nilai diameter 0,15 mm, 0,18 mm, 0,2 mm, 0,21 mm dan 0,22 mm.

Dari beberapa kelompok diameter serat yang telah didapatkan, kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui besarnya daya listrik masing-masing serat dan dihitung juga besarnya gaya tarik dengan menggunakan persamaan yang diperolah pada proses kalibrasi sebelumnya. Pada proses pengukuran ini, Alat uji

tarik serat diposisikan secara horisontal, seperti pada gambar 4.7, hal ini dilakukan untuk memudahkan proses penjepitan serat.



Gambar 4.7. Proses pengukuran berdasarkan ketebalan serat

Dari hasil pengukuran daya listrik berdasarkan diameter serat yang telah dilakukan, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.6. Pengolahan data daya listrik untuk diameter berbeda

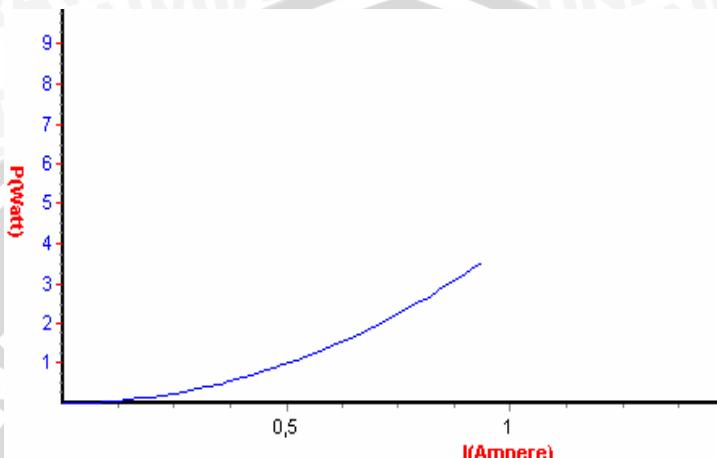
| Diameter (mm) | Daya(Watt) | | | | \bar{P} | δ | KR (%) | F |
|---------------|------------|------|------|------|-----------|----------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 0,15 | 3,61 | 3,58 | 3,69 | 3,64 | 3,63 | 0,05 | 1,292 | 0,112 |
| 0,18 | 3,80 | 3,93 | 3,87 | 3,83 | 3,86 | 0,06 | 1,457 | 0,117 |
| 0,2 | 4,16 | 4,36 | 4,25 | 4,40 | 4,29 | 0,11 | 2,533 | 0,128 |
| 0,21 | 4,92 | 4,80 | 4,84 | 4,67 | 4,81 | 0,10 | 2,171 | 0,141 |
| 0,22 | 4,98 | 5,21 | 5,17 | 5,12 | 5,12 | 0,10 | 1,960 | 0,148 |

Nilai F (Gaya berat) pada tabel di atas dihitung dari persamaan $y=0,0245x+0,0229$ yang diperoleh dari proses kalibrasi sebelumnya, dimana $y=F$ (gaya berat) dan $x=P$ (daya listrik).

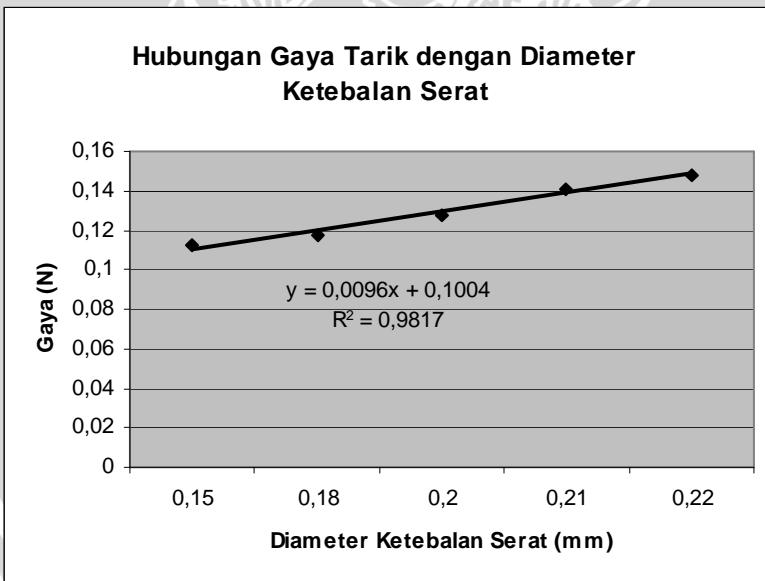
Dari tabel pengolahan data di atas, nilai deviasi dan kesalahan relatif dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya : kesulitan untuk menentukan diameter serat, serat yang memiliki diameter yang sama belum tentu memiliki kekuatan yang sama pula, hal ini karena kandungan air yang berbeda pada tiap serat.

Pada program interface komputer juga diperoleh beberapa data grafik untuk pengukuran ini, salah satu grafiknya dapat dilihat

pada gambar 4.8. grafik keseluruhan untuk pengukuran ini dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 4.8. Grafik pada program interface untuk diameter serat 0,15 mm, pengukuran 1.



Gambar 4.9. Hubungan Gaya Tarik dengan Diameter Ketebalan Serat

Dari grafik hubungan gaya tarik dengan diameter serat di atas, diketahui bahwa besarnya gaya tarik serat juga tergantung pada ketebalan serat. Semakin tebal diameter serat, gaya tarik yang dibutuhkan juga semakin besar, begitu juga sebaliknya.

4.3 Kelebihan dan Kekurangan Alat

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka sistem interface Alat uji tarik serat pada penelitian ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Proses pengukuran gaya tarik serat dapat dilakukan dengan lebih mudah.
- Data akhir hasil pengukuran dalam bentuk digital, sehingga bisa dikembangkan untuk analisa pengukuran lebih lanjut.
- Data hasil pengukuran dapat langsung disimpan pada komputer, sehingga memudahkan proses analisa data tersebut.

Sedangkan kekurangan yang terdapat pada alat hasil penelitian ini adalah:

- Alat hanya mampu mengukur gaya tarik serat dengan ketebalan tertentu saja.
- Adanya kesulitan dalam pemasangan serat pada penjepit, sehingga memperlama waktu pengukuran.
- Pada saat proses pengukuran, suhu komponen MOSFET cepat panas, sehingga kondisi ini akan mempercepat rusaknya komponen.
- Pada saat besi mengenai optokopler, terkadang didapatkan serat belum putus. Hal ini disebabkan kurang panjangnya besi dan pemasangan serat yang kurang kencang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Mengacu pada hasil perancangan, pengujian dan analisa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkain VCCS dapat digunakan memberi catu arus pada solenoid yang besarnya dapat dikontrol melalui tegangan masukan.
2. Kalibrasi daya listrik dengan gaya tarik dapat dilakukan dengan memberi beban pada serat. Dari proses kalibrasi dihasilkan persamaan $y=0,0245x+0,0229$ yang dapat digunakan untuk menghitung gaya tarik serat.
3. Dari pengambilan data, diketahui semakin besar ketebalan serat, gaya tarik yang dibutuhkan juga semakin besar.

5.2 Saran

Untuk membuat alat pada penelitian ini lebih baik, maka dapat dilakukan penyempurnaan sebagai berikut:

1. Peningkatan besarnya arus yang mencatu pada penarik serat.
2. Pemilihan sistem pendingin yang tepat untuk komponen MOSFET.
3. Perbaikan mekanik pada penjepit serat.
4. Penambahan algoritma analisa data hasil pengukuran pada program interface komputer.
5. Pembuatan sistem database untuk menyimpan data hasil pengukuran.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Atmel, 2006. *ATMEL AVR ATmega8 Datasheet*, Atmel Corporation
- Fahn, A. 1982. Anatomi Tumbuhan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Ghopal, B dan K.P. Sharma. 1981. *Water Hyacinth*. Hindiasia. Delhi. India.
- Ibrahim,KF.1991. Teknik Digital. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Malvino, Albert P. 1996. Prinsip-prinsip Elektronik. Edisi kedua.Erlangga. Jakarta..
- PS, Setyawan.1994. *On-Line Validation Of A distributed Sensor System*. School of Electronic Engineering. Univerity South Australia.Adelaide. Australia.
- Singer, Ferdinand L. and Pytel, Andrew, 1985, Kekuatan Bahan, Edisi Ketiga, Alih Bahasa: Ir. Darwin Sebayang, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Stevens, M. 2001. Kimia Polimer. Penerbit Pradnya Paramita Jakarta.
- Sutadi,Dwi,2002. I/O Bus Dan Motherboard. Andi.Yogyakarta.
<http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/03/sensor-optocoupler.html> diakses pada 5 Desember 2008
- <http://waynesword.palomar.edu/trjune99.htm> diakses pada 5 Desember 2008

LAMPIRAN

Lampiran 1. Source code perangkat lunak.

1.1 Source code Program Interface Komputer

unit Uaquisisi;

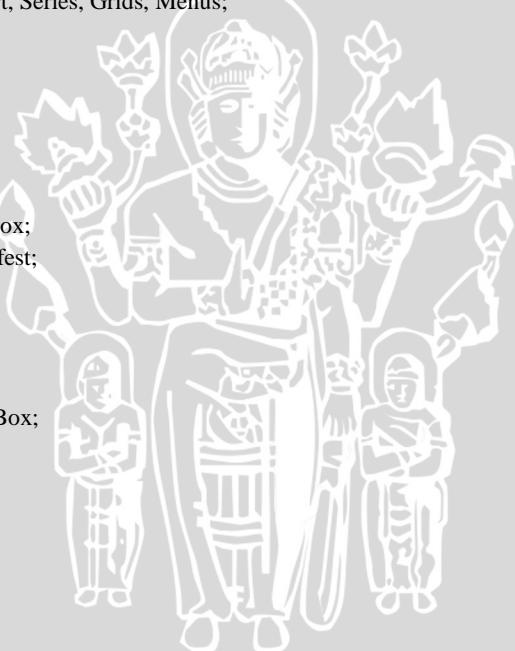
interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, CPort, StdCtrls, Buttons, XPMan, CPortCtl, ExtCtrls, ComCtrls,
TeeProcs, TeEngine, Chart, Series, Grids, Menus;

type

```
TForm1 = class(TForm)
  ComPort1: TComPort;
  btnstart: TBitBtn;
  btnstop: TButton;
  comport: TComComboBox;
  XPManifest1: TXPManifest;
  tmr: TTimer;
  evref: TLabeledEdit;
  StatusBar1: TStatusBar;
  Label1: TLabel;
  combaud: TComComboBox;
  Panel2: TPanel;
  Panel3: TPanel;
  Label3: TLabel;
  Bevel1: TBevel;
  Label4: TLabel;
  Panel5: TPanel;
  Panel6: TPanel;
  Chart1: TChart;
  Tb: TTrackBar;
  einter: TLabeledEdit;
  Series1: TFastLineSeries;
  Strgrid: TStringGrid;
  Label9: TLabel;
  ckoto: TCheckBox;
```



```
Bevel2: TBevel;
RadioButton1: TRadioButton;
RadioButton2: TRadioButton;
eber: TLabeledEdit;
epan: TLabeledEdit;
lkg: TLabel;
lpan: TLabel;
PopupMenu1: TPopupMenu;
ExportData1: TMenuItem;
SaveD: TSaveDialog;
ImportData1: TMenuItem;
OpenDialog1: TOpenDialog;
arus1: TMenuItem;
teg1: TMenuItem;
DrawChart1: TMenuItem;
procedure teg1Click(Sender: TObject);
procedure arus1Click(Sender: TObject);
procedure StrgridSelectCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
  var CanSelect: Boolean);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure tmrTimer(Sender: TObject);
procedure btnstopClick(Sender: TObject);
procedure btnstartClick(Sender: TObject);
procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
procedure RadioButton1Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton2Click(Sender: TObject);
procedure ExportData1Click(Sender: TObject);
procedure StrgridDblClick(Sender: TObject);
procedure DrawChart1Click(Sender: TObject);
private
  function pangkat(nilai, pang: integer): integer;
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form1: TForm1;
  flag:string;
  state,ADCL,ADCH,baris:integer;
  inpteg:double;
```

```
arus,data:double;
data:string;
implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.arus1Click(Sender: TObject);
var
  myFile : TextFile;
  text : string;
  Sl:TstringList; i:integer;
begin
  Sl:=TstringList.Create;
  if opendialog1.Execute then
  begin
    AssignFile(myFile,opendialog1.FileName);
    reset(myfile);
    while not Eof(myFile) do
    begin
      ReadLn(myFile, text);
      sl.Add(text);
    end;
  end;
  strgrid.RowCount:=sl.Count+1;
  for i:=0 to sl.Count-1 do
    strgrid.Cells[1,i+1]:=sl.Strings[i];
  CloseFile(myFile);
  sl.Free;
end;

procedure TForm1.btnstartClick(Sender: TObject);
begin
  tb.Position:=-1;
  comport1.Close;
  comport1.Connected:=true;
  comport1.Port:=comport.Text;
  tmr.Interval:=strtoint(einter.Text);
  chart1.Series[0].Clear;
  strgrid.RowCount:=2;
  comport1.WriteStr('S');
  comport.Enabled:=false;
end;
```



```
combaud.Enabled:=false;
btnstart.Enabled:=false;
btnstop.Enabled:=true;
end;

procedure TForm1.btnstopClick(Sender: TObject);
begin
comport1.Connected:=false;
tmr.Enabled:=false;
comport.Enabled:=not false;
combaud.Enabled:=not false;
btnstart.Enabled:= not false;
btnstop.Enabled:=not true;
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
begin
comport1.ReadStr(data,count);
if data='S' then
begin
state:=0;
tmr.Enabled:=true;
end
else if data='T' then
begin
tmr.Enabled:=false;
btnstart.Enabled:=true;
btnstop.Enabled:=false;
end
else if data='O' then
begin
strgrid.Cells[0,baris]:=inttostr(baris);
strgrid.Cells[1,baris]:=FormatFloat('0.##',arus);
strgrid.Cells[2,baris]:=FormatFloat('0.##',daya);//daya
chart1.Series[0].Addxy(arus,daya);
strgrid.RowCount:=strgrid.RowCount+1;
inc(baris);
end;
data:="";
end;
```

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
var
  i:integer;
begin
  strgrid.Cells[0,0]:='No';
  strgrid.Cells[1,0]:='I (A)';
  strgrid.Cells[2,0]:='P (W)';
  for i := 1 to strgrid.RowCount do
    strgrid.Cells[0,i]:=inttostr(i);
  arus:=0;
  baris:=1;
end;
```

```
function TForm1.pangkat(nilai,pang:integer): integer;
var
  i,hasil:integer;
begin
  hasil:=1;
  for i:=1 to pang do
    hasil:=hasil=nilai;
  pangkat:=hasil;
  if pang=0 then pangkat:=1;
end;
```

```
procedure TForm1.StrgridSelectCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
  var CanSelect: Boolean);
var
  i:integer;
begin
  if (acol=2) and (arow=1) then
    for i := 2 to strgrid.RowCount do
      strgrid.Cells[2,i]:=strgrid.Cells[2,1];
end;
```

```
procedure TForm1.teg1Click(Sender: TObject);
var
  myFile : TextFile;
  text  : string;
  Sl:TstringList; i:integer;
begin
```



```
sl:=TstringList.Create;
if opendialog1.Execute then
begin
  AssignFile(myFile,opendialog1.FileName);
  reset(myfile);
  while not Eof(myFile) do
  begin
    ReadLn(myFile, text);
    sl.Add(text);
  end;
end;
for i:=0 to sl.Count-1 do
  strgrid.Cells[2,i+1]:=sl.Strings[i];
CloseFile(myFile);
sl.Free;
end;

procedure TForm1.tmrTimer(Sender: TObject);
var
  position:integer;
begin
  if ckoto.Checked then
    tb.Position:=tb.Position+1;
  position:=tb.Position;
  comport1.WriteStr(chr(position));
  inpteg:=Position*0.018;
  arus:=(inpteg*(1000+2.2))/(1000*0.73);
  daya:=arus*arus*4;
  label1.Caption:=FormatFloat('0.##',inpteg);
end;

procedure TForm1.RadioButton1Click(Sender: TObject);
begin
  eber.EditLabel.Caption:='Berat :';
  lkg.Caption:='gr';
  epan.Enabled:=false;
  lpan.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.RadioButton2Click(Sender: TObject);
begin
```

```
eber.EditLabel.Caption:='Diameter';
lkg.Caption:='mm';
epan.Enabled:=true;
lpan.Enabled:=true;
end;

procedure TForm1.ExportData1Click(Sender: TObject);
var
  text:Textfile;
  i:integer;
begin
  if saved.Execute then
  begin
    AssignFile(text,saved.FileName);
    Rewrite(text);
    for i:=0 to strgrid.RowCount do
    begin
      writeln(text,strgrid.cells[0,i]+#9+strgrid.cells[1,i]+#9+strgrid.cells[2,i]);
    end;
    closeFile(text);
  end;
end;

procedure TForm1.StrgridDbClick(Sender: TObject);
begin
  strgrid.RowCount:=strgrid.RowCount+1;
end;

procedure TForm1.DrawChart1Click(Sender: TObject);
var
  i:integer;
begin
  chart1.Series[0].Clear;
  for i:=1 to strgrid.RowCount-1 do
  begin
    chart1.Series[0].AddXY(strtofloat(strgrid.Cells[1,i]),strtofloat(strgrid.Cells[2,i]));
  end;
end;
```

Lampiran 1.2. Source code firmwire Mikrokontroler

```
// ****
// Project:skripsi
// Author: khairun nazi
// ****
#include <avr/io.h>
#include <avr/iom8.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#define outp(a,b) b=a
#define inp(a) a
const uint8_t hex_lookup[]="0123456789ABCDEF" ;
void tunda(int n)
{
    int i;
    for (i=1;i<=n;i=i+1)
        _delay_ms(1000);
}
void LED(char mode)
{
    switch(mode)
    {
        case 'a':
            PORTD|=0b00100000;
            break;
        case 'b': // mode running;
            PORTD|=0b01100000;
            break;
        case 'c':
            while(1)      //interrupt raised
            {
                PORTD&=0b000000100; //100
                tunda(3000);
                PORTD|=0b01100100; //100
                tunda(3000);
            }
        default:
            PORTD|=32;//00100000;
            break;
    }
}
```

```
void InitUART(unsigned int ubrr) //inisialisasi port
{
    UBRRH = (unsigned char) (ubrr>>8);
    UBRLR = (unsigned char) ubrr;
    UCSRB = (1<<RXEN) | (1<<TXEN);
    UCSRC = (1<<URSEL)| 0x006;
}

void kirim(unsigned char data)
{
    while(!(UCSRA & (1<<UDRE)));
    UDR = data;
}

unsigned char terima(void)
{
    while(!(UCSRA & (1<<RXC)));
    return UDR;
}

void InitInterupt(void)
{
    DDRD=0b01100000;
    outp((1<<ISC01),MCUCR); // the falling edge generates an interrupt
    outp((1<<INT0),GIMSK); //enable int 0
}

ISR(INT0_vect)
{
    kirim('T');// inform to terminate
    LED('c');
}

int main(void)
{
    char flag;
    flag=0;
    DDRB=0xff;
    PORTB=0x00;
    PORTD|=0b00000100;
    InitUART(51); // baudrate 9600,tanpa kristal
    InitInterupt(); //ext interrupt INT0
    sei(); //enable interrupt
    LED('a');
    while(1)
    {

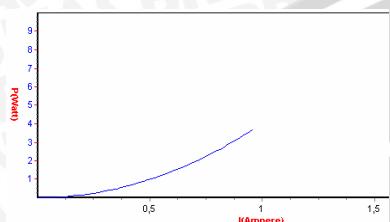
```

```
flag=terima();
switch(flag)
{
    case 'S':
    {
        kirim('S');
        LED('b');
        break;
    }
    default:
    {
        PORTB=flag;
        kirim('O');
        break;
    }
}
```

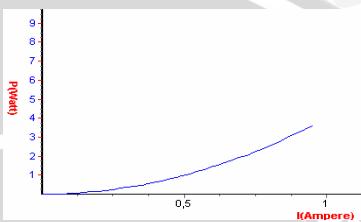


Lampiran 2. Grafik hasil percobaan

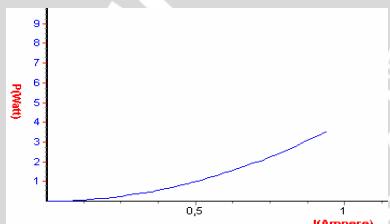
2.1 Kalibrasi Daya Listrik dengan Gaya tarik



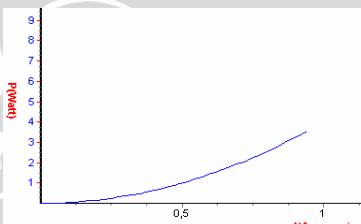
Beban 1, Pengukuran 1



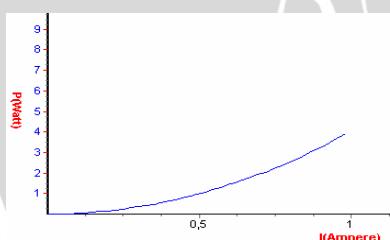
Beban 1, Pengukuran 2



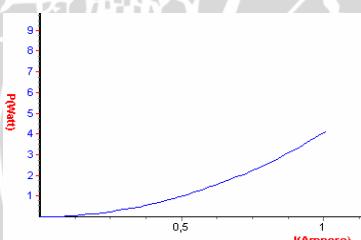
Beban 1, Pengukuran 3



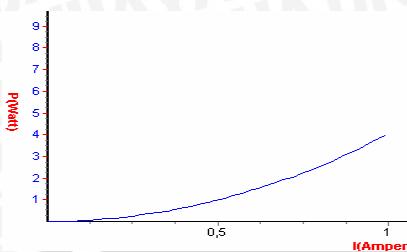
Beban 1, Pengukuran 4



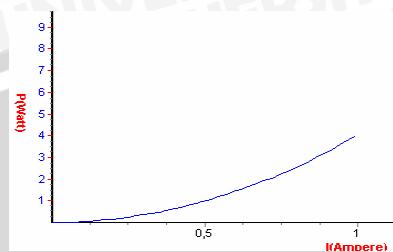
Beban 2, Pengukuran 1



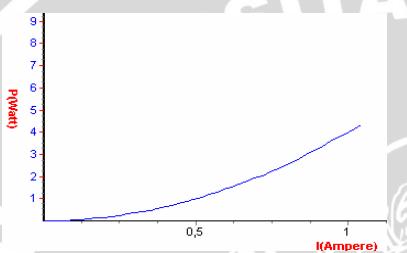
Beban 2, Pengukuran 2



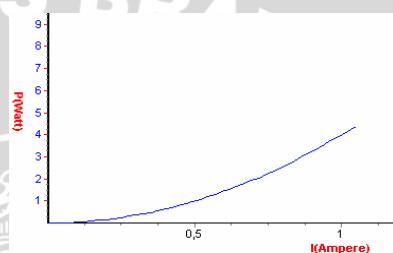
Beban 2, Pengukuran 3



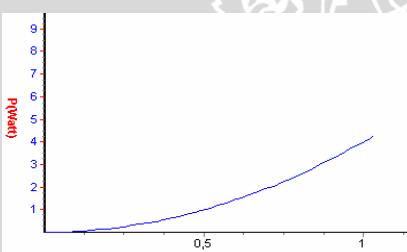
Beban 2, Pengukuran 4



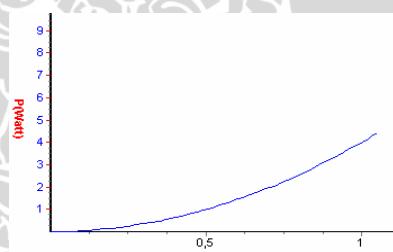
Beban 3, Pengukuran 1



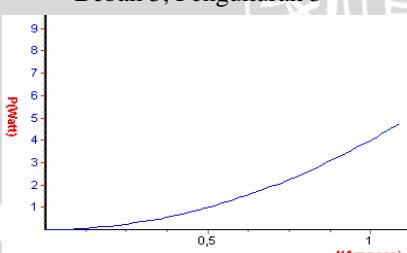
Beban 3, Pengukuran 2



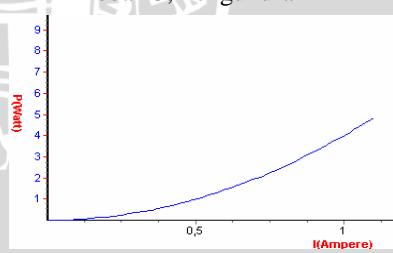
Beban 3, Pengukuran 3



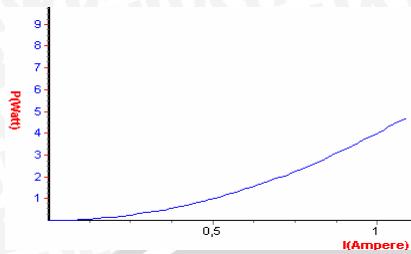
Beban 3, Pengukuran 4



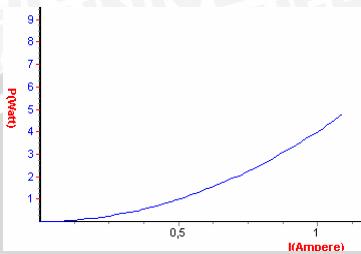
Beban 4, Pengukuran 1



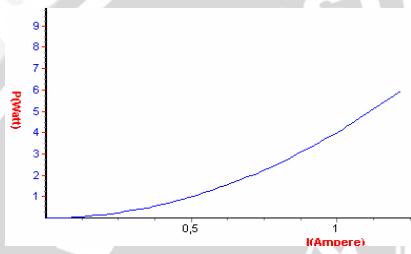
Beban 4, Pengukuran 2



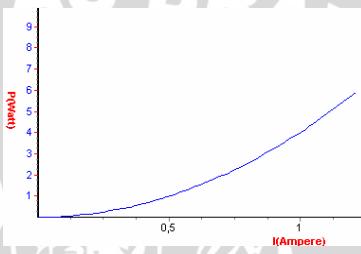
Beban 4, Pengukuran 3



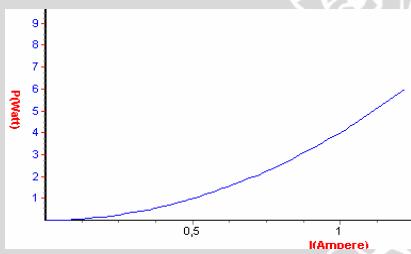
Beban 4, Pengukuran 4



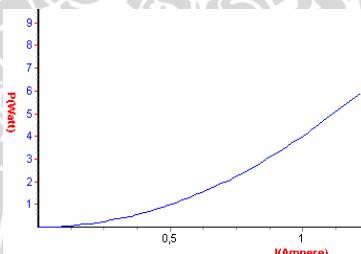
Beban 5, Pengukuran 1



Beban 5, Pengukuran 2

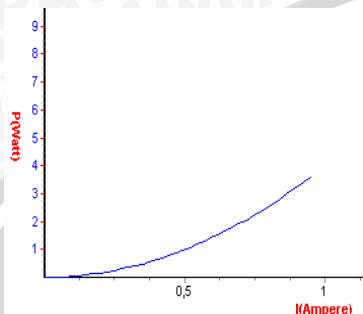


Beban 5, Pengukuran 3

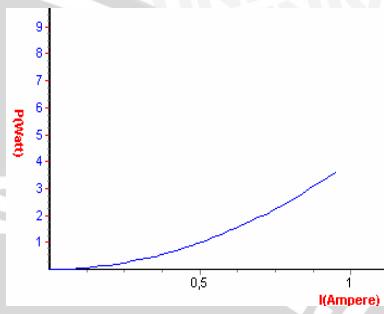


Beban 5, Pengukuran 4

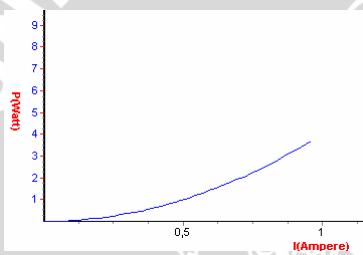
2.2 Grafik Pengukuran Daya Listrik Berdasarkan Ketebalan Serat Kalibrasi Daya Listrik dengan Gaya tarik



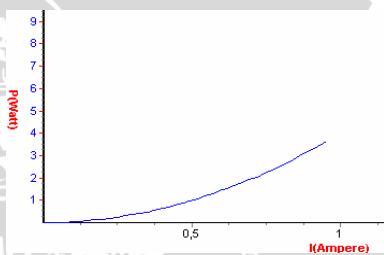
Diameter 0,15 mm, Pengukuran 1



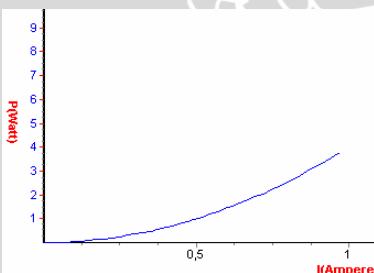
Diameter 0,15 mm, Pengukuran 2



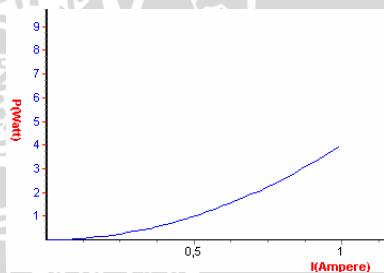
Diameter 0,15 mm, Pengukuran 3



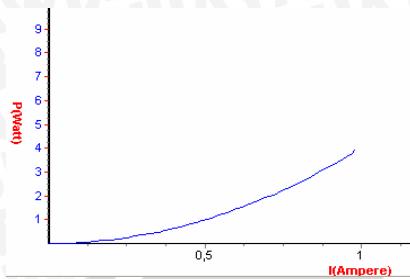
Diameter 0,15 mm, Pengukuran 4



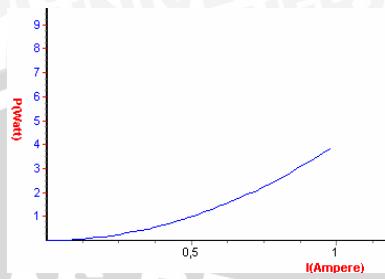
Diameter 0,18 mm, Pengukuran 1



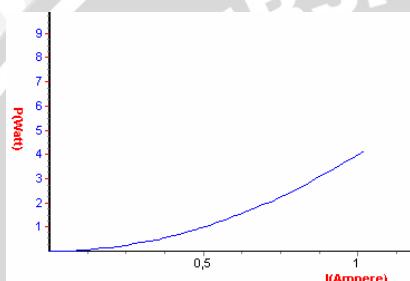
Diameter 0,18 mm, Pengukuran 2



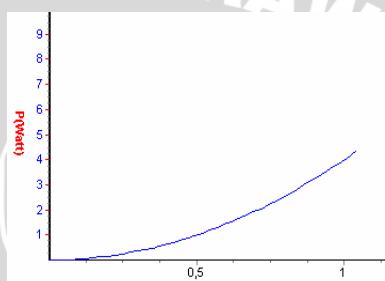
Diameter 0,18 mm, Pengukuran 3



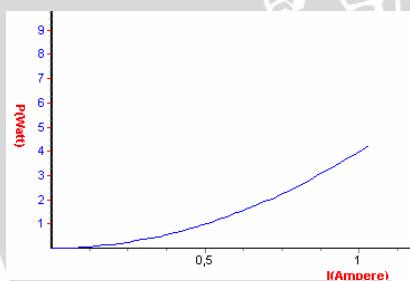
Diameter 0,18 mm, Pengukuran 4



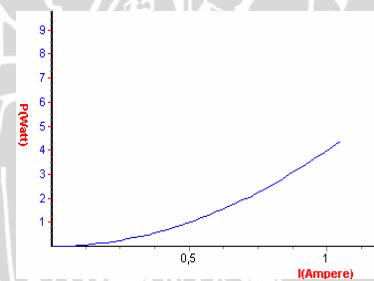
Diameter 0,2 mm, Pengukuran 1



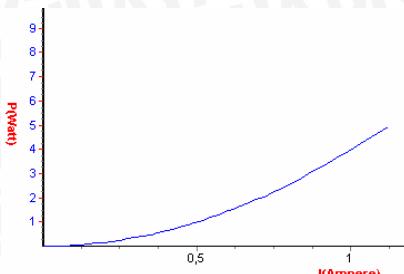
Diameter 0,2 mm, Pengukuran 2



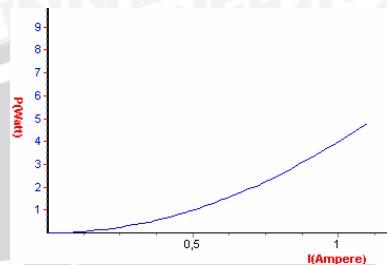
Diameter 0,2 mm, Pengukuran 3



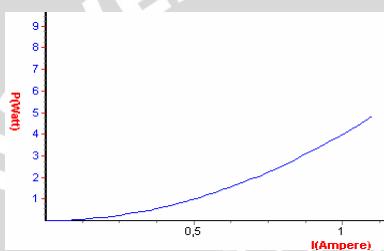
Diameter 0,2 mm, Pengukuran 4



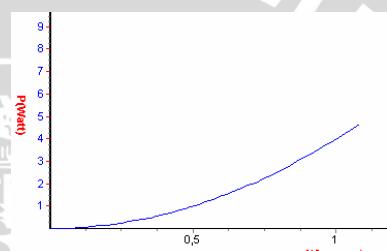
Diameter 0,21 mm, Pengukuran 1



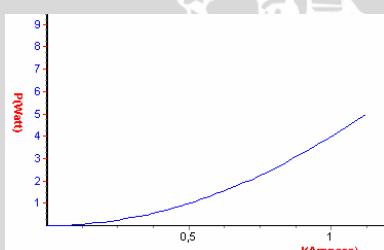
Diameter 0,21 mm, Pengukuran 2



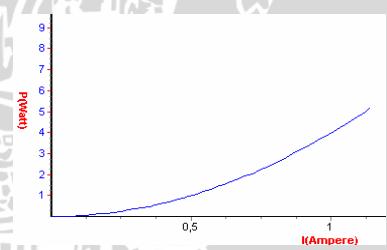
Diameter 0,21 mm, Pengukuran 3



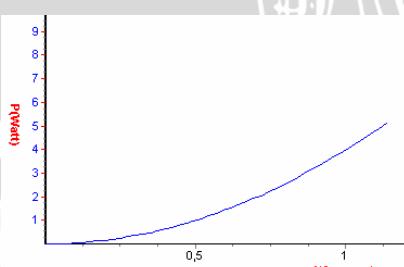
Diameter 0,21 mm, Pengukuran 4



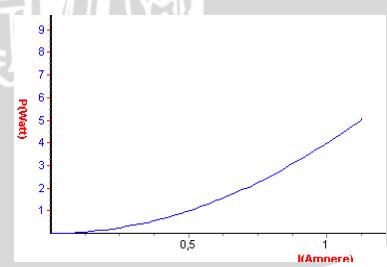
Diameter 0,22 mm, Pengukuran 1



Diameter 0,22 mm, Pengukuran 2

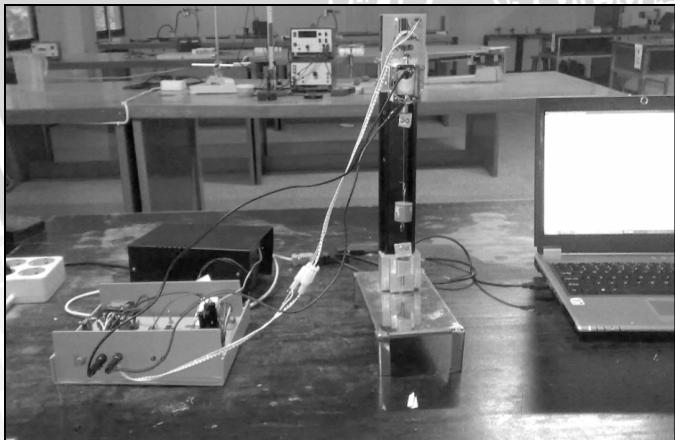
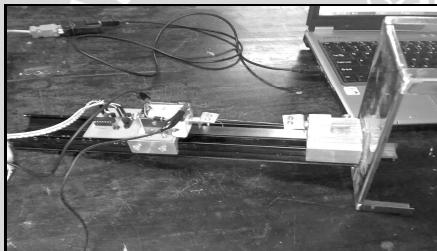
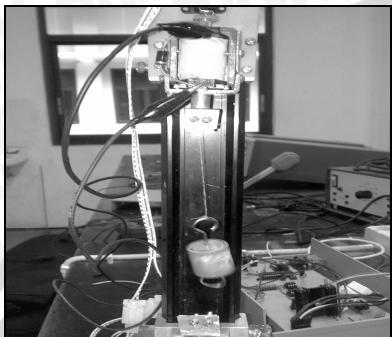


Diameter 0,22 mm, Pengukuran 3



Diameter 0,22 mm, Pengukuran 4

Lampiran 3 Gambar Alat



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

