



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB OTOMATIS
MEMANFAATKAN POLA TITIK KOORDINAT PADA
SOFTWARE PROTEL**

SKRIPSI

**FAJAR MINGGU AJI
0606039820**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
PROGRAM SARJANA EKSTENSI FISIKA
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB OTOMATIS
MEMANFAATKAN POLA TITIK KOORDINAT PADA
SOFTWARE PROTEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

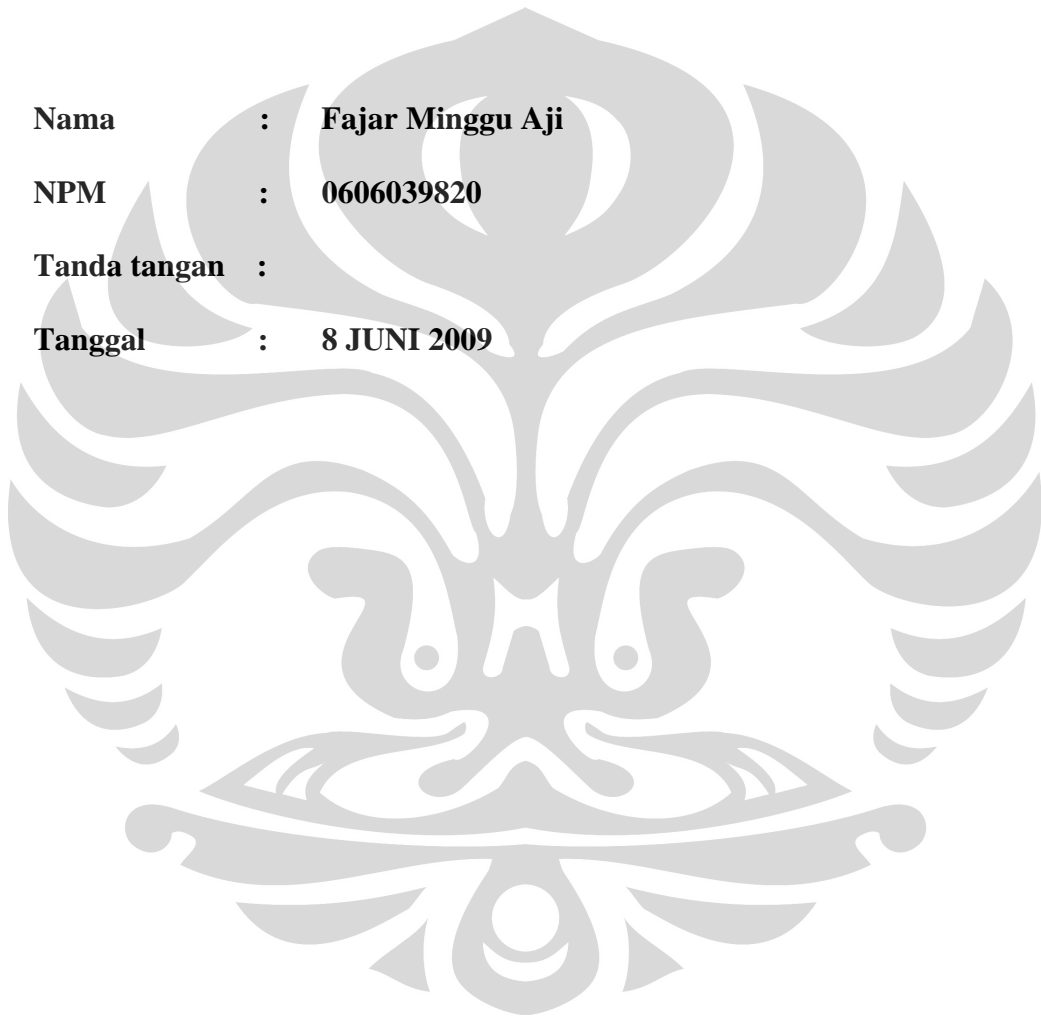
**FAJAR MINGGU AJI
0606039820**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
PROGRAM SARJANA EKSTENSI FISIKA
INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Fajar Minggu Aji
NPM : 0606039820
Tanda tangan :
Tanggal : 8 JUNI 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fajar Minggu Aji

NPM : 0606039820

Program Studi : Instrumentasi Elektronika

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB
OTOMATIS MEMANFAATKAN POLA TITIK
KOORDINAT PADA SOFTWARE PROTEL

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Science pada program studi ekstensi fisika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr.Prawito ()

Pembimbing II : Drs.Arief Sudarmadji M.T. ()

Penguji I : Lingga Hermanto M.Si ()

Penguji II : Djati Handoko M.Si ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 JUNI 2009

KATA PENGANTAR

Dengan limpahan kasih sayang Allah SWT akhirnya perjuangan untuk membuat skripsi ini dapat tercapai. Walaupun dalam penulisan ilmiah ini saya menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Karya yang sederhana ini lahir karena saya merasa bahwa perkembangan teknologi pengendalian di dunia ini sudah sedemikian majunya, sehingga kita semua mungkin sudah banyak tertinggal di dalam kemajuan teknologi tersebut. Dari tahun ke tahun teknik pengendalian tersebut senantiasa berubah ke arah yang lebih baik.

Adapun tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekstensi pada Program Studi Fisika Instrumentasi Elektronika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Selama mengerjakan skripsi ini saya banyak mendapat bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini saya hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya.
2. Kedua Orang tuaku yang tercinta, Mupangat dan Sugiartiningsih, dan kakakku Suci Julia Ningsih, adikku Visi Tri Marika serta Mardatilla atas segala kesabaran, dukungan moril dan materil selama ini.
2. Dr.Prawito dan Drs.Arief Sudarmaji, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ketua Program Ekstensi Fisika.
4. Bapak Dwi Riyanto serta Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu selama menjalani kehidupan di kampus ataupun di luar kampus.
5. Seluruh rekan-rekan Ekstensi Fisika angkatan 2006.
6. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi, khususnya angkatan 2002.

7. Keluarga Besar Depok Instruments, Pa guru, Teh intan, Kilau, Bejo, Lenong, Slamet, dan fauzi untuk semua bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini
8. Rekan-rekan terhebat Doni, Bejo, Dany, Enal, Atang, Botak, Asong, Padang, P-men, Kana, David, Melek, Embah, serta rekan-rekan team Parabola, Tomo, andra, Ucok, Bang Ade yang telah memberikan dorongan, hiburan dan doanya.
9. Mas Rizky, Mbak Eri, Mbak Ratna, serta staf administrasi fisika UI.
10. Seluruh keluarga besar FMIPA UI.
11. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan Bapak / Ibu dan Saudara/i sekalian.

Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki saya, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu saya tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penulisan ilmiah ini.

Akhir kata semoga penulisan ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi saya dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, 08 JUNI 2009

Fajar Minggu Aji

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Fajar Minggu Aji
NPM : 0606039820
Program studi : Instrumentasi Elektronika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*non-exclusive royalt-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Mesin Bor PCB Otomatis Memanfaatkan Pola Titik Koordinat Pada Software PROTEL,

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 8 JUNI 2009

Yang menyatakan

(Fajar Minggu Aji)

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk membuat sebuah rancang bangun mesin bor PCB otomatis. yang dapat melakukan pengeboran pada papan PCB secara otomatis dengan memanfaatkan pola titik koordinat pada software protel, software protel adalah software yang digunakan untuk mendesain jalur rangkaian elektronika. pengendalian dari pergerakan mesin bor serta sensing element dilakukan oleh mikrokontroller . komunikasi yang digunakan untuk pengiriman data antara pc dan mikrokontroller menggunakan komunikasi serial RS232 dengan laju aliran pengiriman data diatur menggunakan program aplikasi yang dibuat menggunakan program visual basic.

Kata kunci: PCB, Bor, Protel, Mikrokontroller, RS232, Visual basic

ABSTRACT

Has been done an experiment to built an automatic PCB drill machine, this machine can drill PCB automatically using hole pattern cordinates from protel. The software is a computer application that usually used to design electronic circuit boards. Smart microcontroller also used as the system controller, it controlled the mechanic movements and the sensing elements. The communication methods between PC and microcontroller are using a serial protocols communication RS232. In addition, visual basic program has been built to managed the data flows.

Keywords: PCB, Drill, Protel, Microcontroller, RS232, Visual Basic.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	vi
Abstrak.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Acuan.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan masalah.....	2
1.4 Deskripsi Singkat.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
BAB 2. TEORI DASAR.....	5
2.1 Motor Dc.....	5
2.1.1.Prinsip kerja Motor Dc.....	5
2.1.2.Cara Membalik Arah Motor Dc.....	9
2.1.3.Cara mempercepat Putaran Motor Dc.....	9
2.2 Metode Pengendalian.....	10
2.2.1.Open loop System.....	10
2.2.2.Close Loop System.....	10
2.3 Pengendali Mikro/Mikrokontroller.....	11
2.3.1. Konfigurasi Pin ATmega 8535.....	12

2.3.2. Arsitektur ATmega 8535.....	13
2.4 Visual Basic.....	14
2.5 Komunikasi Serial RS-232.....	14
2.5.1 Converter Tegangan IC MAX-232.....	15
2.5.2 Transmitter RS-232.....	15
2.5.3 Receiver RS-232.....	16
2.6 Optocoupler.....	17
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM.....	19
3.1 Konstruksi Mekanik.....	20
3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	21
3.2.1. Rangkaian Driver Motor.....	21
3.2.2. Rangkaian CWX/CCWX.....	23
3.2.3. Rangkaian Komparator Digital.....	24
3.2.4. Rangkaian Limit Switch.....	24
3.2.5. Rangkaian Antarmuka RS232.....	25
3.2.6. Rangkaian Minimum System.....	26
3.3 Proses Pengaksesan Data Koordinat.....	26
3.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	29
BAB 4. HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pengujian perpindahan Jarak Mekanik.....	32
4.2 pengujian jumlah pulsa sensor.....	34
4.3 pengujian sistem keseluruhan.....	37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41

DAFTAR TABEL

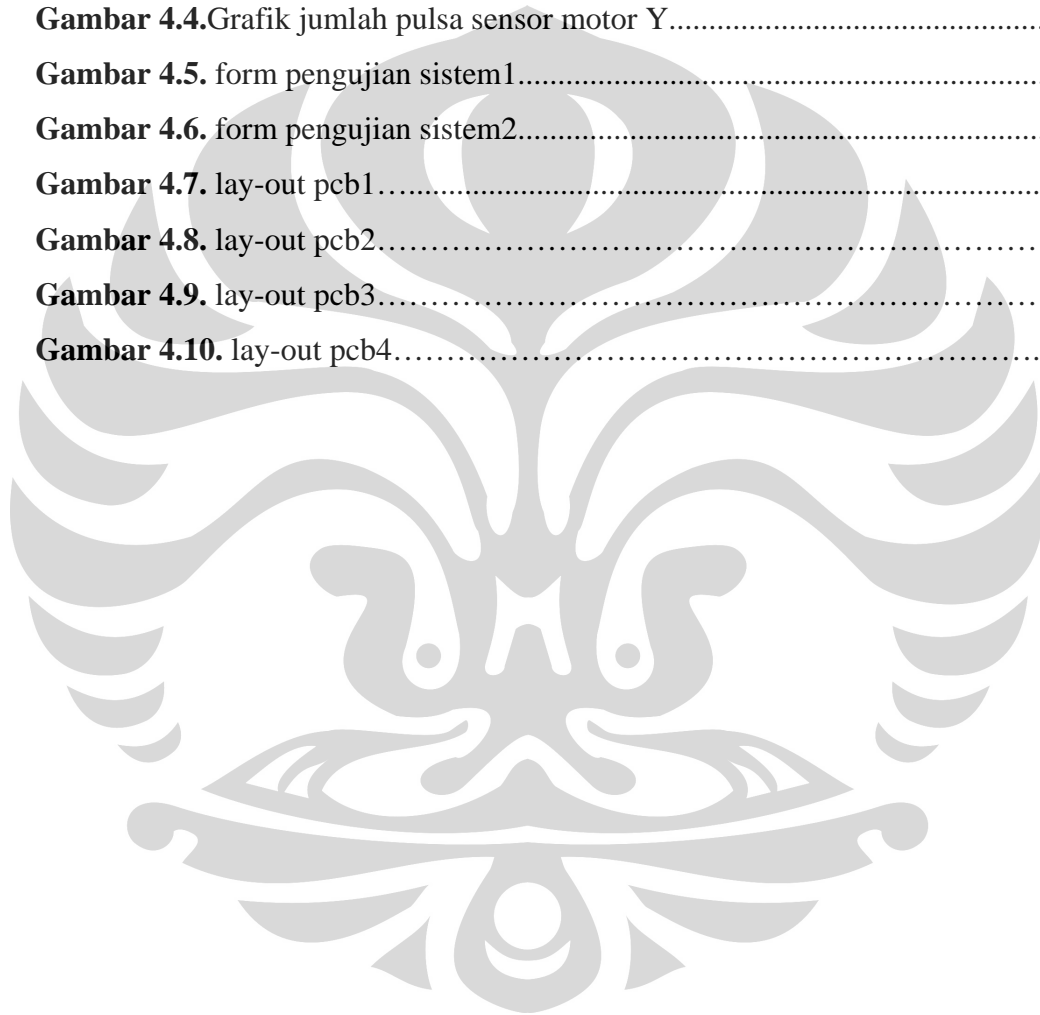
Tabel 4.1. data perpindahan motor X.....	32
Tabel 4.2. data perpindahan motor Y.....	33
Tabel 4.3. Data jumlah pulsa sensor motor X.....	35
Tabel 4.4. Data jumlah pulsa sensor motor Y.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. sistem keseluruhan mesin bor otomatis.....	2
Gambar 2.1. Kaidah tangan kanan.....	6
Gambar 2.2. Susunan Percobaan.....	6
Gambar 2.3. Posisi awal gerakan motor.....	7
Gambar 2.4. Posisi motor setelah 180 ⁰	7
Gambar 2.5. Prinsip Torca.....	8
Gambar 2.6. Proses <i>Open Loop System</i>	10
Gambar 2.7. Proses <i>Closed Loop System</i>	11
Gambar 2.8. Pin ATMega 8535.....	12
Gambar 2.9. Blok Diagram Fungsional ATMega 8535.....	13
Gambar 2.10. Circuit ekivalen ICL 232.....	15
Gambar 2.11. MAX-232 sebagai pemancar.....	16
Gambar 2.12. MAX-232 sebagai <i>Receiver</i>	16
Gambar 2.13. <i>Optocoupler</i> menggabungkan LED dan fotodioda.....	17
Gambar 2.14. Skematik <i>Optocoupler</i>	18
Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem Bor Otomatis.....	19
Gambar 3.2. Rancang Bangun Keseluruhan.....	20
Gambar 3.3. Desain Mekanik tampak depan.....	20
Gambar 3.4. Desain Mekanik tampak samping.....	21
Gambar 3.5. Rangkaian Driver Motor.....	22
Gambar 3.6. Rangkaian CWX/CCWX.....	24
Gambar 3.7. Rangkaian Komparator Digital.....	24
Gambar 3.8. Rangkaian Limit Switch.....	25
Gambar 3.9. Rangkaian Antarmuka RS232.....	25
Gambar 3.10. Rangkaian Minimum System.....	26
Gambar 3.11. proses pengambilan data koordinat.....	26
Gambar 3.12. proses pengambilan data koordinat.....	27
Gambar 3.13 proses pengambilan data koordinat.....	27
Gambar 3.14 proses pengambilan data koordinat.....	28

Gambar 3.15. proses pengambilan data koordinat.....	28
Gambar 3.16. Format data koordinat.....	29
Gambar 3.17. diagram alir dari mikrokontroller.....	30
Gambar 3.18. diagram alir dari visual basic.....	31
Gambar 4.1. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor X.....	33
Gambar 4.2. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor Y.....	34
Gambar 4.3. Grafik jumlah pulsa sensor motor X.....	35
Gambar 4.4. Grafik jumlah pulsa sensor motor Y.....	36
Gambar 4.5. form pengujian sistem1.....	37
Gambar 4.6. form pengujian sistem2.....	37
Gambar 4.7. lay-out pcb1.....	38
Gambar 4.8. lay-out pcb2.....	38
Gambar 4.9. lay-out pcb3.....	39
Gambar 4.10. lay-out pcb4.....	39



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bagi mereka yang bergelut dalam dunia elektronika baik ilmuwan, mahasiswa, pelajar, atau para hobiist mungkin istilah PCB (*printed Circuit Board*) sudah tidak asing lagi, sesuai dengan namanya *board/papan* ini digunakan sebagai *circuit* dari rangkaian elektronika, dipapan inilah dibangun semua koneksi dari komponen-komponen elektronika yang digunakan.

Dalam pembuatan PCB ini terdapat tahapan-tahapan mulai dari mendesign jalur/koneksi atau lebih dikenal dengan membuat (*layout*), melarutkan bagian tembaga yang tidak diperlukan (*etching*). hingga pada tahapan membuat lubang pada setiap pad komponen dengan menggunakan mesin bor.

Sejauh ini untuk proses membuat (*layout*) sudah dapat dilakukan dengan bantuan komputer dengan perangkat lunak yang sudah tersedia pula seperti protel, eagle, dll. begitu juga pada proses pelarutan tembaga (*etching*) prosesnya dapat dilakukan dilakukan secara massal sehingga dari kedua proses diatas sudah memiliki efektifitas produksi yang cukup baik. namun pada proses pengeboran sebagian besar masih dilakukan secara manual.

Seperti yang penulis alami sendiri, biasanya proses pembuatan lubang pada papan PCB ini menggunakan mesin bor manual dengan cara menaik-turunkan tuas dari mesin bor, hasil pengeboran bisa dibilang cukup baik (*center*) jika jumlah PCB yang dibuat dalam skala kecil, namun hasil yang sama mungkin tidak didapatkan apabila jumlah PCB yang akan dibuat sangat banyak dan dilakukan dengan mesin bor manual.

Permasalahan inilah yang juga dialami oleh para pengusaha pembuat PCB skala kecil, proses pengeboran manual ini menghambat mereka untuk meningkatkan hasil produksinya baik dari segi kualitas, kuantitas serta efektifitas kerja.

Dari permasalahan yang telah diuraikan barusan mendorong penulis sebagai mahasiswa yang dinamis, kreatif, inovatif, dan aplikatif untuk dapat membuat sebuah rancang bangun mesin bor untuk PCB otomatis dengan

memanfaatkan pola titik koordinat pada software protel dari PC. dan diharapkan mesin ini nantinya dapat melakukan pengeboran pada PCB dengan tingkat ketelitian yang baik dan konstant. Sehingga dapat membantu industri-industri kecil untuk meningkatkan efektifitas produksi hingga dapat meningkatkan kualitas serta kuantitas produk yang dihasilkan

1.2. Tujuan Penelitian

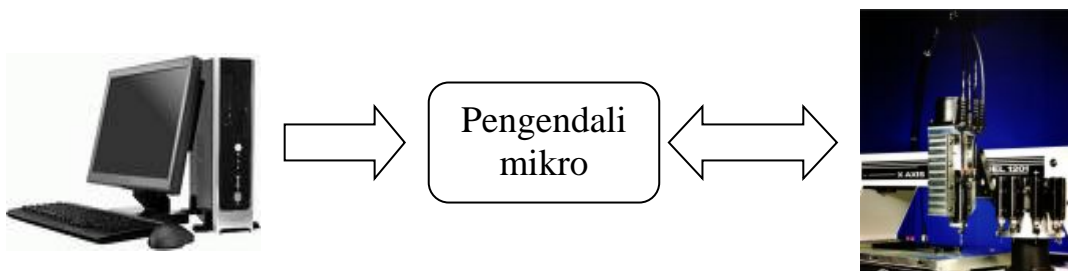
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu “Rancang Bangun Mesin Bor PCB Otomatis Memanfaatkan Pola Titik Koordinat Pada Software PROTEL” serta melakukan uji ketelitian serta performance dari sistem tersebut dan melakukan analisa atas keberhasilan ataupun kegagalan dari keseluruhan rancang bangun ini.

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembuatan skripsi ini penulis membatasi masalah bahwa rancang bangun Mesin bor otomatis yang akan dibuat penggunaannya terbatas pada pcb (*printed circuit board*) atau material yang memiliki spesifikasi seperti pcb . sedangkan titik pengeboran mengacu pada nilai koordinat (x,y) yang diambil dengan memanfaatkan aplikasi yang disediakan oleh software protel.

1.4. Deskripsi Singkat

Berikut secara singkat akan dijelaskan tentang cara kerja dari rancang bangun mesin bor otomatis yang akan dibuat, gambar dibawah merupakan keseluruhan sistem dari mesin bor otomatis



Gambar 1.1. sistem keseluruhan mesin bor otomatis.

Untuk rancang bangun mesin bor otomatis ini, mata bor dapat bergerak dengan koordinat (x,y,z) , semua sistem pergerakan serta sensing element mesin bor otomatis ini dikendalikan dengan menggunakan pengendali mikro (*mikrocontroller*).

nilai koordinat dari setiap pad komponen yang akan dibor, di-inputkan dari PC ke pengendali mikro dengan komunikasi data secara serial RS-232, informasi nilai koordinat dari setiap pad komponen didapat dengan memanfaatkan aplikasi yang tersedia dari software protel, dalam format data *.xls* atau *excell*, untuk laju pengiriman data antara PC dengan pengendali mikro menggunakan program visual basic. sedangkan software protel sendiri adalah software yang digunakan untuk membuat jalur koneksi/mendesign *layout* PCB secara otomatis,

Pada bagian mekanik digunakan 4 buah motor dc, 3 buah motor untuk menghasilkan pergerakan (x,y,z) sedangkan satu motor lagi digunakan sebagai bor. setiap poros (x,y,z) dari pergerakan mesin bor dipasang masing-masing sensor posisi, sebagai input feedback pada proses kendali oleh mikrokontroller. Untuk penjelasan rancang bangun mesin bor secara keseluruhan dan lebih spesifik akan dijelaskan pada BAB3 .

1.5. Metode Penelitian

1. Study Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dengan mengacu kepada buku-buku pegangan, data *sheet*, internet, makalah-makalah dan lain-lain.

2. Perancangan Alat

Penulis berusaha untuk membuat suatu rancangan sistem pengendalian *hardware* baru yang ingin dibuat di dalam penelitian, berdasarkan bahan-bahan yang ada untuk dapat dianalisa kembali.

3. Pembuatan Alat

Pada bagian ini berisi mengenai proses perencanaan rancang bangun dari sistem mekanik yang dibuat. Pada bagian *hardware* akan membahas desain dan cara kerjanya, sedangkan untuk bagian *software* akan dibahas program yang digunakan dalam sistem pengendalinya.

4. Pengujian Sistem

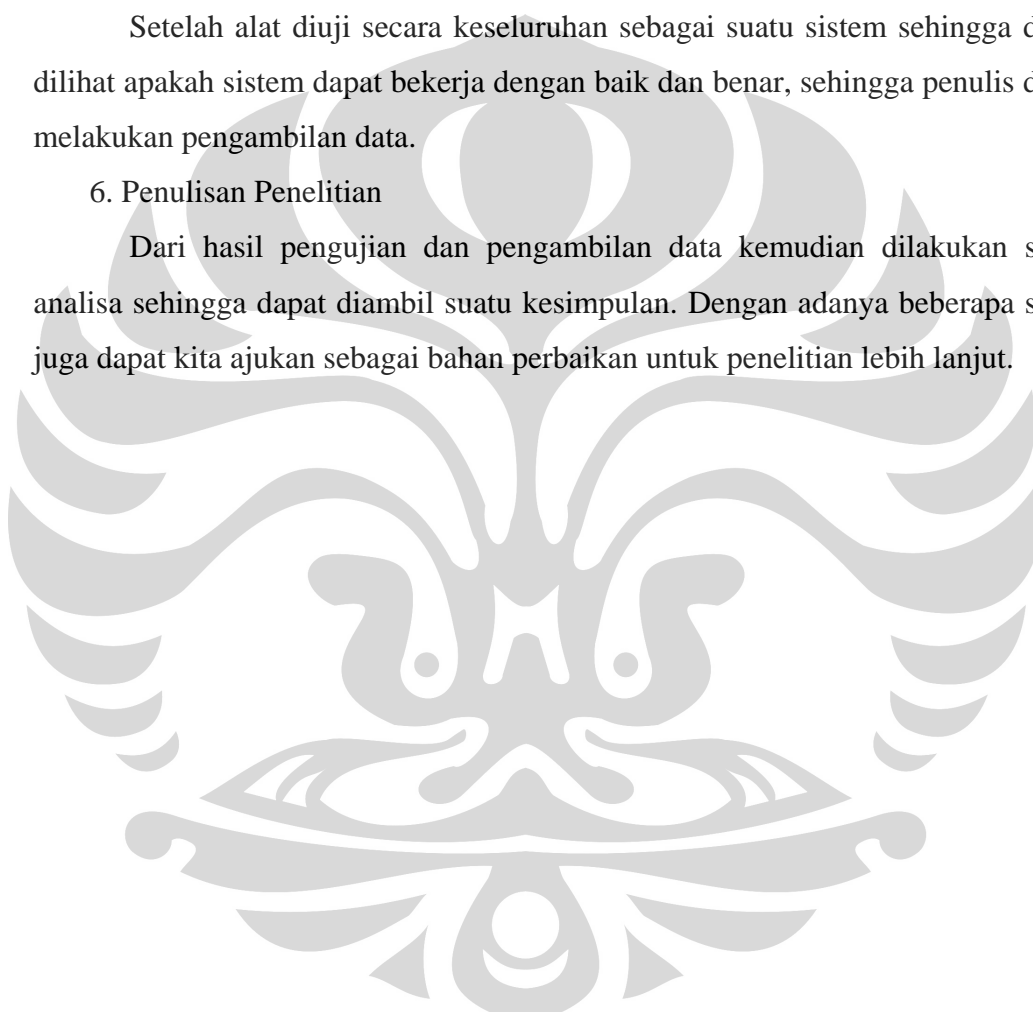
Pada bagian ini merupakan proses pengujian dari proyek yang dibuat, dengan tujuan untuk mengetahui apakah kinerja dari alat yang dibuat sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

5. Pengambilan Data

Setelah alat diuji secara keseluruhan sebagai suatu sistem sehingga dapat dilihat apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan benar, sehingga penulis dapat melakukan pengambilan data.

6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.



BAB 2

TEORI DASAR

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori yang mendasari sehingga penelitian ini dapat dilakukan. Adapun teori-teori tersebut antara lain:

2.1 Motor DC

Salah satu component yang diperlukan dalam system pengendali adalah *actuator*. *Aktuator* adalah komponen pertama untuk melakukan gerakan, mengubah energi elektrik menjadi gerakan mekanik. Jenis actuator salah satunya adalah motor listrik. Motor listrik dikelompokkan menjadi motor Dc dan motor AC, perbedaannya terdapat pada tegangan yang menggerakkannya. Motor AC digerakkan oleh tegangan bolak-balik (AC), sedangkan motor DC digerakkan oleh tegangan searah (DC)

2.1.1 Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC dapat dijelaskan dengan teori *elektromagnetik*. Misal sebuah kawat berarus yang dipengaruhi medan magnet luar akan mengalami gaya yang disebut gaya magnet yang besarnya ditunjukkan pada persamaan:

$$F = i L B \sin \alpha \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

F = gaya magnet (Newton)

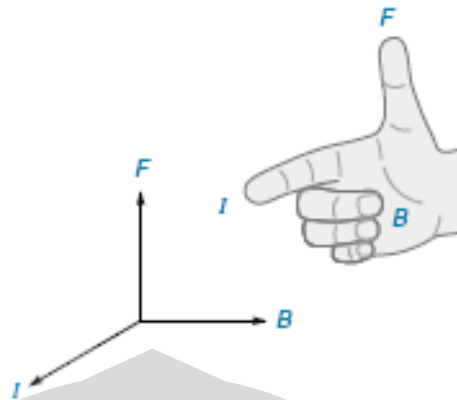
B = medan magnet luar (Wb/m²)

i = kuat arus (Ampere)

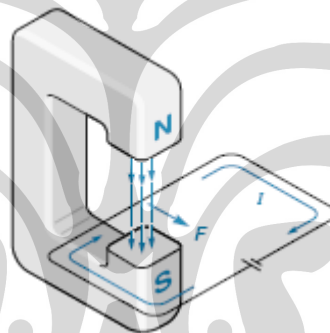
L = panjang kawat (Meter)

α = sudut yang dibentuk medan magnetic dengan arus

Pada sebuah kawat berarus listrik di dalam pengaruh medan magnet, maka arah gaya F dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan:



Gambar 2.1. Kaidah tangan kanan.,

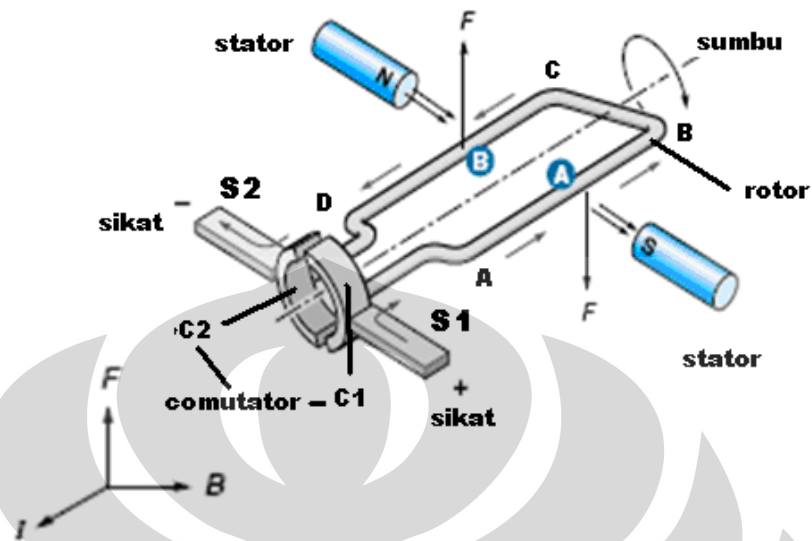


Gambar 2.2. Susunan Percobaan.

Motor *dc* terdiri dari bagian-bagian yang dapat menggerakkan motor tersebut, yaitu:

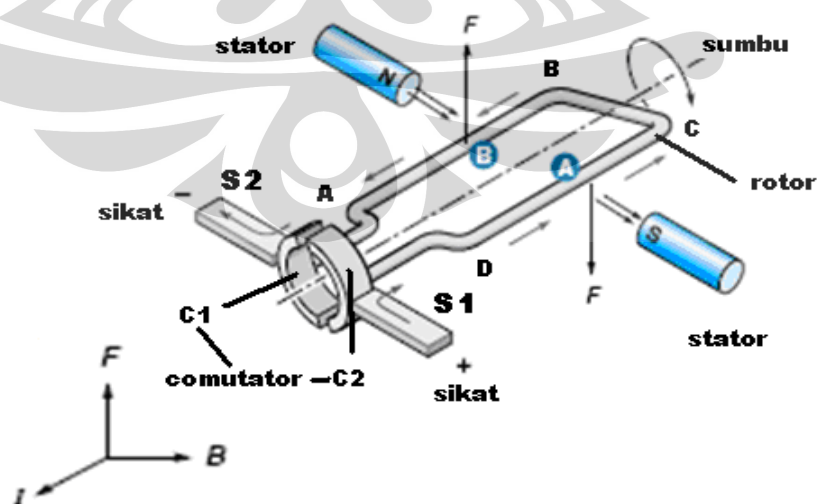
1. **Rotor**, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat.
2. **Stator**, yaitu bagian yang diam pada motor berupa magnet.
3. **Komutator**, yaitu cincin belah yang berfungsi sebagai penukar arus.
4. **Sikat**, yaitu sepasang batang grafit yang menempel pada komutator tetapi tidak berputar.

Cara kerja motor *dc* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3. Posisi awal gerakan motor.

Misalkan kedudukan mula-mula seperti pada gambar 2.3 arus listrik mengalir dari kutub (+) baterai melalui sikat S1 – cincin C1- rotor ABCD – cincin C2 – sikat S2 – kembali ke kutub (-) baterai. Ketika rotor CD yang dekat dengan kutub utara mengalami gaya ke atas dan sisi rotor AB yang dekat dengan kutub selatan mengalami gaya ke bawah. Akibatnya rotor ABCD berputar searah jarum jam.



Gambar 2.4. Posisi motor setelah 180°

Setelah setengah putaran (180°), terjadi pertukaran posisi antara sikat dan comutator. Sekarang, C2 menyentuh sikat S1 dan C1 menyentuh sikat S2. Sehingga arus mengalir dari kutub (+) baterai menuju kutub (-) melalui sikat 1 (S1), Comutator 2 (C2), Rotor DCBA, Comutator 2 (C2), dan sikat 2 (S2). Pertukaran posisi antara sikat dan comutator mengakibatkan motor terus berputar

Selama motor berputar menghasilkan torka ($\tau = \text{Torque}$). Torka merupakan analogi gaya dari gerak translasi untuk gerak rotasi. Karena torka ini dihasilkan oleh sistem elektromagnet, maka disebut torka elektromagnet (electromagnetic torque). Torka yang dihasilkan motor ini mempunyai nilai yang besarnya ditunjukkan pada persamaan berikut;

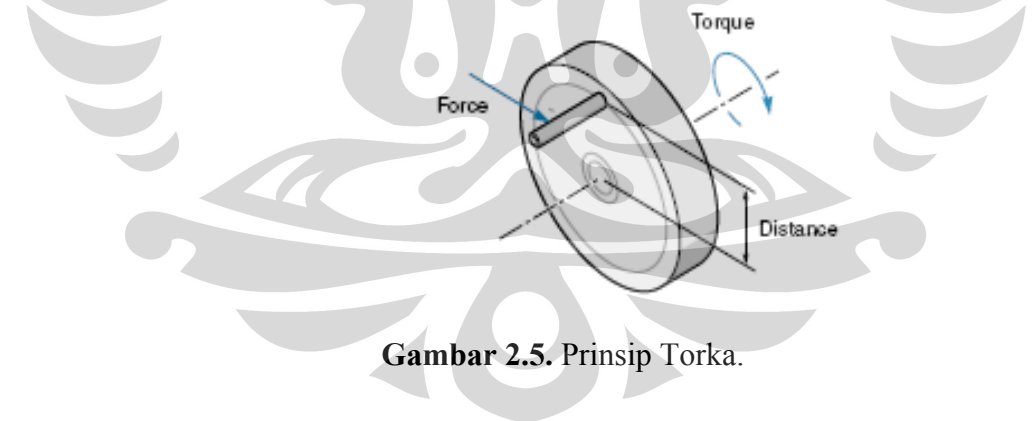
$$\tau = r \times F \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

τ = torka (Nm)

r = jarak dari pusat rotasi ke titik beban (m)

F = Gaya (N)



Gambar 2.5. Prinsip Torka.

Sedangkan ketika terjadi putaran persamaan torka menjadi:

$$\tau = I \times \alpha \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

τ = torka putaran

I = momen inersia

α = kecepatan sudut (rad/s)

2.1.2 Cara Membalik Arah Motor Dc

Arah gerakan motor arus searah dapat diatur dengan dua cara yaitu mengubah polarisasi arah arus searah pada belitan medan magnet (+) dan (-), atau dengan mengubah arah arus dengan menukar (+) dan (-) pada sikat.

Pada prinsipnya membalik arah motor searah memang dengan dua cara yang telah disebutkan di atas, namun dalam suatu rangkaian elektronika kita memerlukan suatu rangkaian penggerak motor yang dapat membalik arah gerak motor dengan mudah misalnya dengan menggunakan transistor. Transistor pada rangkaian pembalik putaran motor berfungsi sebagai saklar (*switching*).

2.1.3 Cara Mempercepat Putaran Motor Dc

Kecepatan putaran motor dc dapat ditingkatkan dengan memperbesar tegangan yang masuk ke motor, sehingga dapat mengakibatkan arus yang masuk ke motor menjadi besar pula. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm berikut ini:

$$V = i R \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- V = Tegangan (Volt)
- i = Besar arus (Ampere)
- R = Hambatan (Ohm)

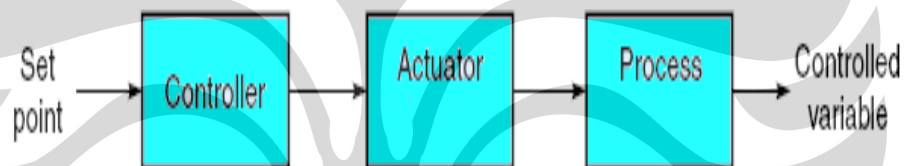
Dengan hambatan yang tetap dan tegangan diperbesar akan mengakibatkan arus menjadi besar pula. Dengan arus yang diperbesar maka akan menyebabkan gaya (F) menjadi besar pula sesuai dengan persamaan di atas. Dan apabila F semakin besar maka kekuatan rotor akan semakin besar dan berdampak pada makin cepatnya putaran motor. Dari persamaan 2.1 dapat diambil kesimpulan bahwa semua unsur yang mempengaruhi nilai F dapat mempercepat putaran motor, yaitu dengan memperpanjang lilitan (memperbesar l), dan memperbesar medan magnet (B).

2.2 Metode Pengendalian

Sistem pengendali merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengatur kerja dari suatu komponen menjadi suatu kondisi yang diinginkan yang disesuaikan dengan keadaan di sekitar sistem tersebut. Dari sistem pengendalian biasanya digunakan aktuator sebagai objek dari pengendalian. Adapun metode pengendalian dibedakan menjadi dua macam yaitu *Close Loop System* serta *Open Loop System*.

2.2.1 *Open Loop* sistem

Pada *Open Loop System*, pengendali tidak mengetahui kondisi akhir yang telah dijalankan oleh sistem. Sistem hanya mengeksekusi jalannya sistem tanpa mengetahui apakah proses tersebut sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau tidak [1]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada blok diagram berikut:

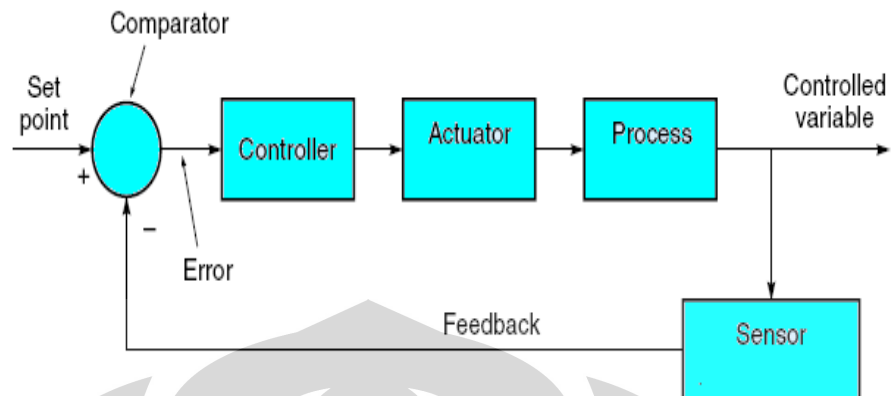


Gambar 2.6. Proses *Open Loop System*.

Dari gambar di atas *Set Point* merupakan kondisi yang diinginkan dari pengendali, sedangkan *Controlled Variabel* merupakan hasil akhir dari proses yang dijalankan. Dapat dilihat juga, output dari blok proses langsung dijadikan nilai akhir dari kerja sistem, tanpa diketahui apakah nilai tersebut sesuai dengan *Set Point* atau tidak.

2.2.2 *Close Loop* Sistem

Metode *closed loop system* berbeda dengan metode *open loop system*. Adapun perbedaannya terletak pada *feedback* dari hasil proses. Pada *open loop system*, nilai *process* merupakan nilai akhir dari sistem, sedangkan pada *closed loop system* nilai *process* bukan sebagai nilai akhir dari sistem [1]. Seperti yang terlihat pada blok diagram berikut:



Gambar 2.7. Proses *Closed Loop System*.

Pada gambar di atas, terlihat bahwa nilai *process* tidak langsung dikeluarkan sebagai *controlled variable*, melainkan dibaca oleh sensor dan kemudian dibandingkan dengan *set point*. Selanjutnya hasil dari perbandingan tersebut akan kembali diproses oleh sistem hingga sesuai dengan nilai *set point*. Apabila telah sesuai dengan nilai *set point*, maka nilai tersebut dijadikan sebagai *controlled variable*.

2.3 Pengendali Mikro / Mikrokontroler

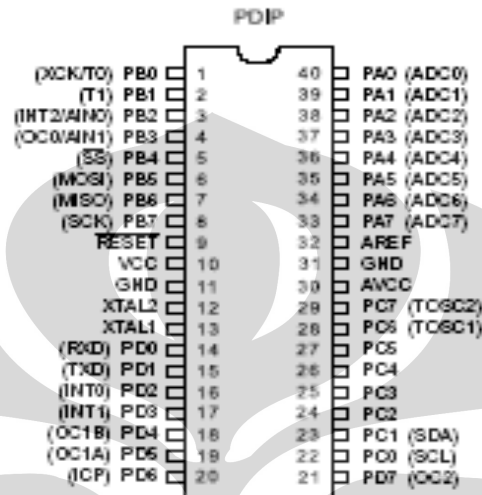
Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data [4]. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler AVR seri ATMega 8535.

Mikrokontroler yang beredar saat ini berasal dari berbagai pabrik diantaranya: Atmel, Microchip, dan Motorola. Namun dari semua tersebut dapat dibagi menjadi 2 jenis mikrokontroler yaitu:

- Tipe CISC (*Complex Instruction Set Computing*) yang lebih kaya instruksi tetapi fasilitas internal secukupnya saja (seri AT89 memiliki 255 instruksi)

- Tipe RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) yang justru lebih kaya fasilitas internalnya tetapi jumlah instruksi secukupnya (seri PIC 16F hanya ada sekitar 30-an instruksi, seri AVR sekitar 118)

2.3.1. Konfigurasi Pin ATmega 8535



Gambar 2.8 Pin ATmega 8535

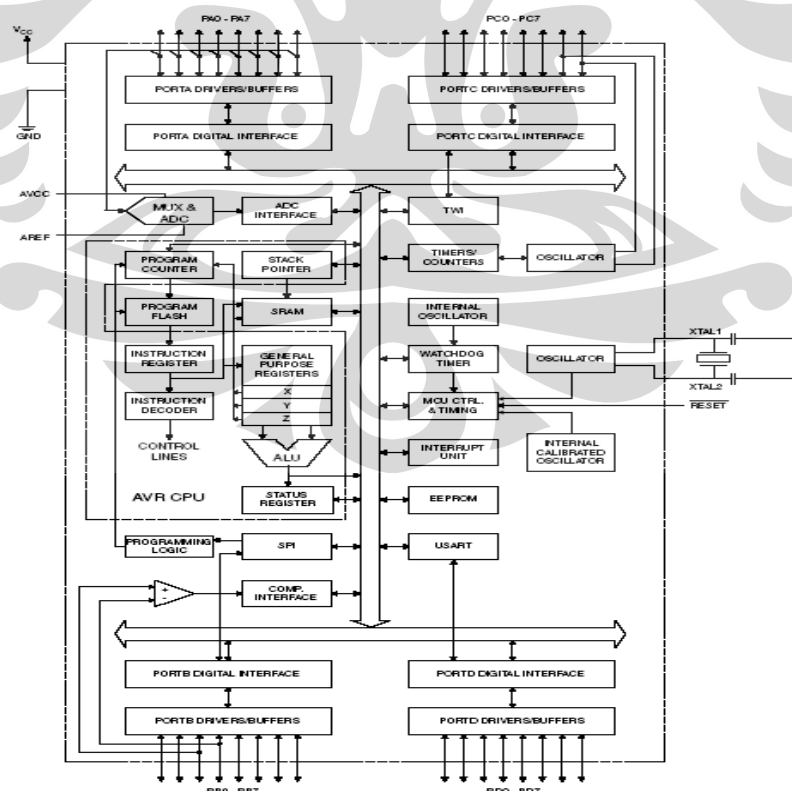
Konfigurasi pin ATmega 8535 secara fungsional dapat dijelaskan sebagai berikut [5]:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya
2. GND merupakan pin ground
3. port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC
4. port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog dan SPI
5. port C (PC0...PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu TWI, komparator analog dan Timer Oscilator
6. port D (PD0...PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

2.3.2. Arsitektur ATmega 8535

Dari gambar 2.9, dilihat ATmega 8535 memiliki arsitektur sebagai berikut[5]:

1. saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D
2. ADC 10 bit sebanyak 10 saluran
3. tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri dari 32 register
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
6. SRAM sebesar 512 byte
7. memori flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*
8. unit interupsi internal dan eksternal
9. port antarmuka SPI
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
11. antarmuka komparator analog
12. port USART untuk komunikasi serial



Gambar 2.9 Blok Diagram Fungsional ATmega 8535

2.4 Visual Basic (VB).

Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah-perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Bahasa pemrograman Visual Basic, yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code). yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual Basic merupakan salah satu Development Tool yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung object (Object Oriented Programming = OOP) [6].

2.5 Komunikasi Serial RS-232

RS232 merupakan salah satu standar interface dalam proses transfer data antar komputer terutama dalam bentuk serial transfer. RS232 merupakan kependekan dari *Recommended Standard number 232*. Standar ini dibuat oleh *Elektronik Industri Association (EIA)*, untuk interface antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner sebagai data yang ditransmisi. RS232 adalah suatu *Serial Data Interface Standard* yang dikeluarkan oleh EIA. Standarisasi meliputi konektor, fungsi serta posisi tiap per timing (pewaktu) dan level tegangan/arus.

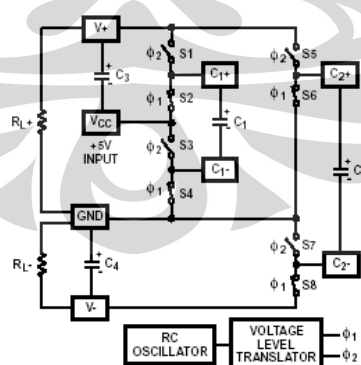
Standart lain yang menyangkut referensi aspek fungsi dan prosedur interface secara mekanikal dan electrical yang dipublikasikan oleh ITU-T pada tahun 1993 adalah standart V.25 dan V.28, sehingga RS-232E sebenarnya telah mencakup 4 aspek, yaitu:

- Mechanical :ISO21110
- Elektrical :V.28
- Functional :V.24
- Prosedural :V.24

Terdapat berbagai macam cara untuk menerapkan interface data biner pada komunikasi secara serial, salah satunya adalah yang disebut RS-232 ini, yang merupakan salah satu dari sekian banyak setandart yang dipilih dan sekarang telah dipakai secara luas, dan dalam komunikasi data umumnya digunakan untuk menghubungkan data terminal- equipment (DTE) ke data-communication-equipment (DCE) yang berupa peralatan system komunikasi analog.

2.5.1 Converter Tegangan IC MAX-232

Tegangan Volt yang berlipat empat berisi dua pompa beban yang menggunakan dua fasa dari clock internal untuk membangkitkan tegangan +10V dan -10V. frekuensi clock adalah 16 KHz. Selama *fase* pertama dari clock, kapasitor C1 bermuatan sebesar Vcc. Selama *fase* clock kedua tegangan volt pada C1 ditambahkan pada Vcc kemudian menghasilkan sinyal yang melewati C2 atau sama dengan 2 kali Vcc. Dalam waktu yang sama C3 juga berubah menjadi 2 Vcc dan setelah itu selama berlangsung *fase* pertama dibalikkan dengan mengenai *ground* untuk menghasilkan sinyal yang melewati C4 sebesar -2Vcc. Converter tegangan menerima tegangan *input* sampai dengan 5,5V. impedansi *output* ganda (V+) kira-kira 200Ω, sedang impedansi *output* dari *inverter* (V-) kira kira 450 Ω.

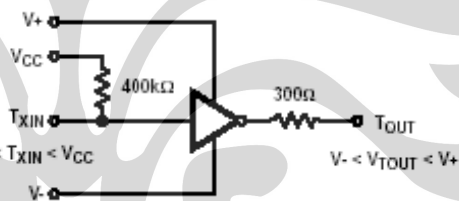


Gambar 2.10 Circuit ekivalen ICL 232

2.5.2 Transmitter RS-232

Pemancar adalah TTL/CMOS *inverter* yang cocok, inverter akan merubah input ke output RS-232. masukan logika melintas kurang lebih 26% dari Vcc atau

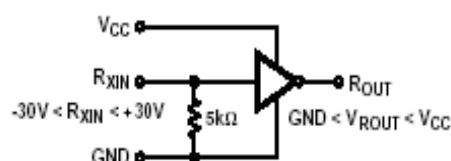
1,3V, untuk $V_{CC} = 5V$. logika 1 pada hasil masukan dalam tegangan adalah diantara $-5V$ dan V_- dikeluarkannya. Dan logika 0 menghasilkan tegangan antara $+5V$ dan $(V_+ - 0,6V)$. setiap pemancar mempunyai masukan internal $400\text{ K}\Omega$ dari resistor, jadi semua input yang tidak digunakan dapat tidak aktifkan sehingga sisa keluaran atau output adalah *low state*. Tegangan keluaran memutar dan menemui RS-232 dengan spesifikasi dari $\pm 5V$ minimum, dalam kondisi yang paling buruk menyebabkan impedansi beban minimum menjadi $3\text{ K}\Omega$, $V_{CC} = 4,5\text{ V}$, selanjutnya maksimum operasi yang diperkenankan adalah temperatur. Pemancar mempunyai batas internal keluaran (output) dengan slow rate (SR) kurang dari $30V/\mu s$. outputnya adalah sirkuit pendek yang terproteksi dan dapat dihubungkan ke ground untuk jangka waktu tidak terbatas. Tegangan keluaran impedansi yang turun lebih rendah sekitar 300Ω dengan $\pm 2V$ terpakai ke output sehingga $V_{CC} = 0V$



Gambar 2.11 MAX-232 sebagai pemancar

2.5.3 Receiver RS-232

Masukan penerima mampu menerima tegangan sebesar $\pm 30V$, saat membutuhkan impedansi input dari $3\text{ K}\Omega$ sampai $7\text{ K}\Omega$ walaupun tegangannya mati ($V_{CC} = 0V$). Penerima mempunyai masukan khas melewati dari $1,3V$ dengan batas $\pm 3V$ yang dikenal sebagai daerah transisi keluaran (*output*) penerima adalah $0V$ pada V_{CC} . Keluaran ini akan rendah bilamana masukan lebih besar dari $2,4\text{ V}$ dan tinggi bilamana masukan mengambang atau berjalan diantara $+0,8V$ dan $-30V$.

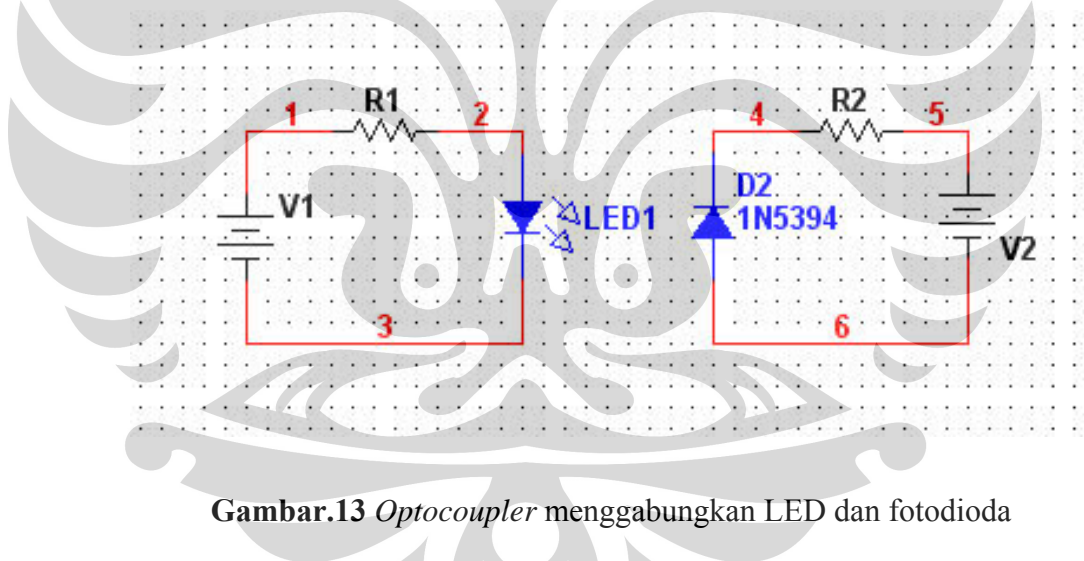


Gambar 2.12 MAX-232 sebagai Receiver

2.6 Optocoupler

Optoelektronik adalah teknologi yang mengkombinasikan optik dan elektronik. Contoh optoelektronik adalah dioda pemancar cahaya (LED), fotodioda, dan *optocoupler*. Sebuah *optocoupler* (juga disebut *optoisolator*) menggabungkan LED dan fotodioda atau fototransistor dalam satu kemasan. Sumber tegangan dan resistor seri mengatur arus yang melalui LED. Kemudian cahaya dari LED mengenai fotodioda, dan akan mengatur arus balik pada rangkaian output.

Keuntungan pokok *optocoupler* adalah terjadinya isolasi elektrik antara rangkaian input dan rangkaian utama. Sehingga apabila terjadi lonjakan tegangan pada rangkaian input tidak akan merusak rangkaian utama. Tegangan yang dapat diisolasi bisa mencapai 3550 volt, bervariasi untuk tiap *optocoupler*.

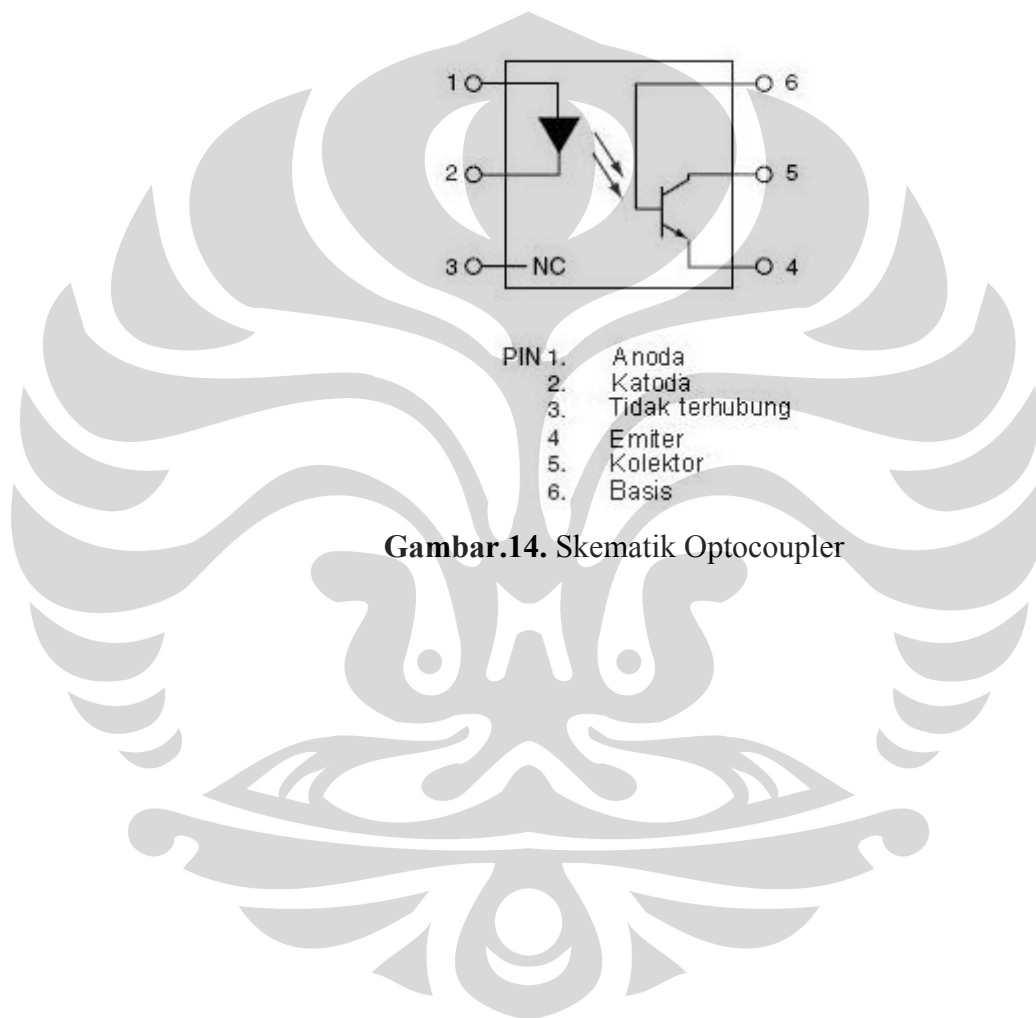


Gambar.13 *Optocoupler* menggabungkan LED dan fotodioda

Jika bagian basis dari transistor dihubungkan dengan sumber cahaya maka dapat dihasilkan sebuah fototransistor, sebuah alat yang memiliki sensitivitas terhadap cahaya yang lebih baik daripada fotodioda.

Hal ini disebabkan oleh penguatan arus yang besar pada fototransistor. Resiko yang diterima akibat kenaikan kepekaan adalah berkurangnya kecepatan. Sebuah fototransistor lebih peka daripada fotodioda, tetapi tidak dapat menyala dan mati secara cepat.

Fotodiode mempunyai arus keluaran dalam mikroampere dan dapat menyala dan mati dalam orde nanodetik. Fototransistor memiliki arus keluaran dalam miliampere dan berubah menyala dan mati dalam orde mikrodetik. Pada **gambar 2.14.** dapat dilihat skematik *optocoupler*, pin 1 dan 2 berhubungan dengan masukan, pin 5 dihubungkan dengan tegangan Vcc dan pin 4 dihubungkan dengan ground.

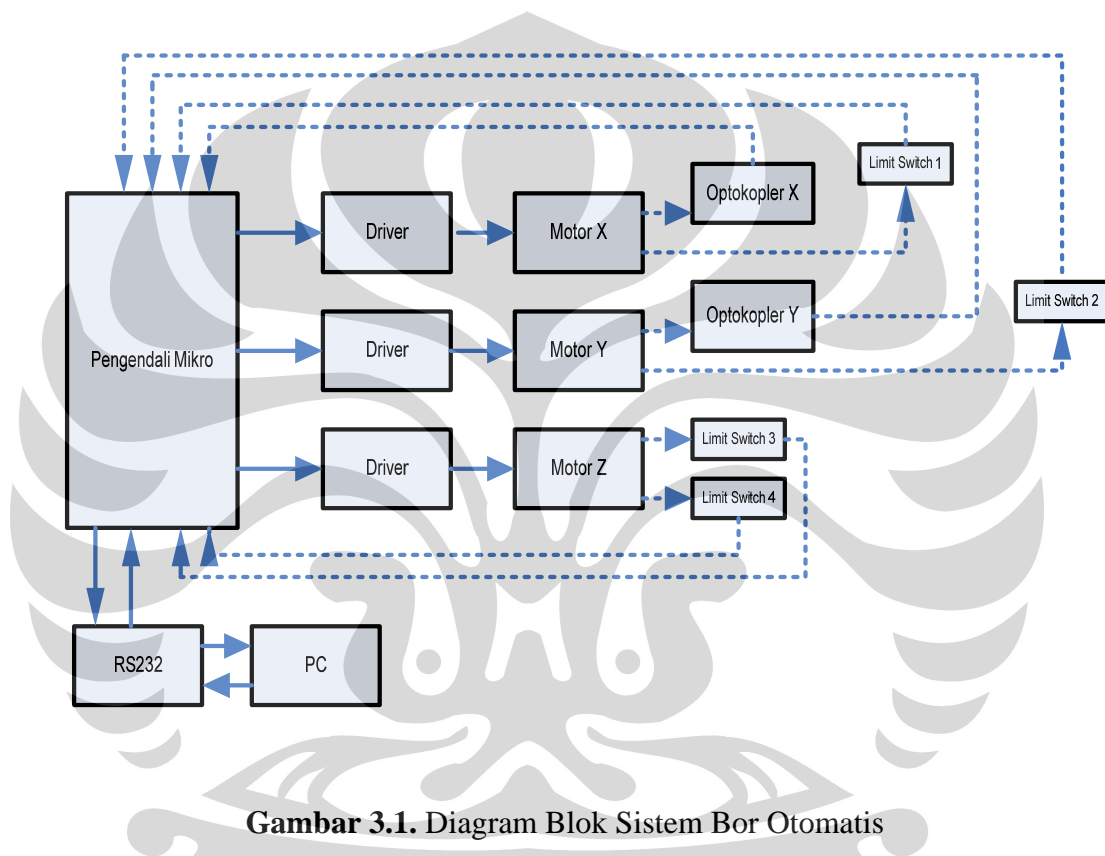


Gambar.14. Skematik Optocoupler

BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing konstruksi mekanik, *hardware* serta *software* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat 'Bor'.



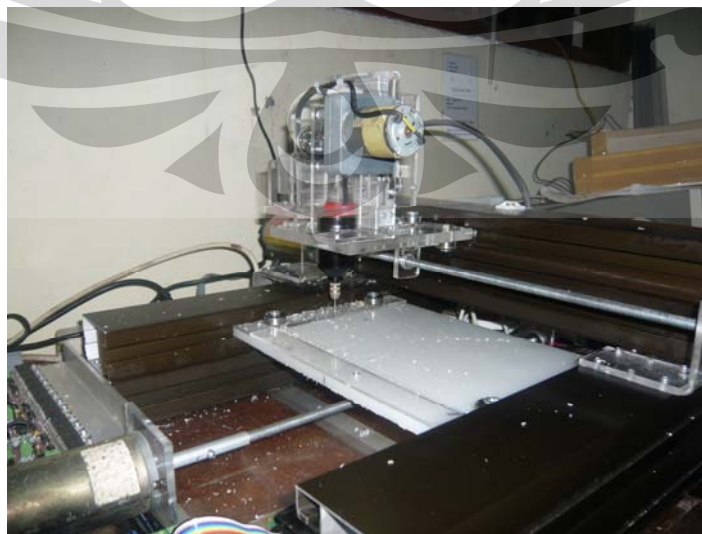
Pengendali utama dari sistem ini memanfaatkan Atmega8535 yang akan mengakses data koordinat titik dari target pengeboran dari Protel sehingga didapatkan hasil yang bersesuaian dengan tata letak komponen pada desain papan sirkuitnya. Driver berfungsi sebagai penguat arus mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC, dimana motor DC bertindak sebagai aktuator mekanik pergerakan bor. Untuk memandu pergerakan motor untuk mencapai titik koordinat dipergunakan optokopler yang bertindak sebagai umpan balik loop tertutup dari sistem.



Gambar 3.2. Rancang Bangun Keseluruhan

3.1. Konstruksi Mekanik

Pergerakan mekanik didesain sedemikian rupa sehingga memiliki 3 sumbu pergerakan utama dalam proses pengeborannya, yaitu sumbu x, y, dan z. Untuk membuat papan utama dapat bergeser dipergunakan batang berulir pada sumbu kartesian utama, apabila batang ulir tersebut berputar maka mur tersebut dapat berpindah sesuai dengan arah putaran batang ulir tersebut.



Gambar 3.3. Desain Mekanik tampak depan



Gambar 3.4. Desain Mekanik tampak samping

Jika batang ulir tersebut berputar ke salah satu arah (misalnya searah jarum jam) maka mur yang berfungsi sebagai penunjuk perpindahan akan bergerak ke kanan, dan bila batang ulir tersebut berputar balik (berlawanan arah jarum jam), maka mur juga akan bergerak berlawanan arah yaitu ke kiri. Sedangkan pada sumbu z memanfaatkan mekanisme beban tak seimbang pada poros motor sehingga membuat pergerakan naik turunnya lengan dapat dikendalikan dalam sekali picu.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

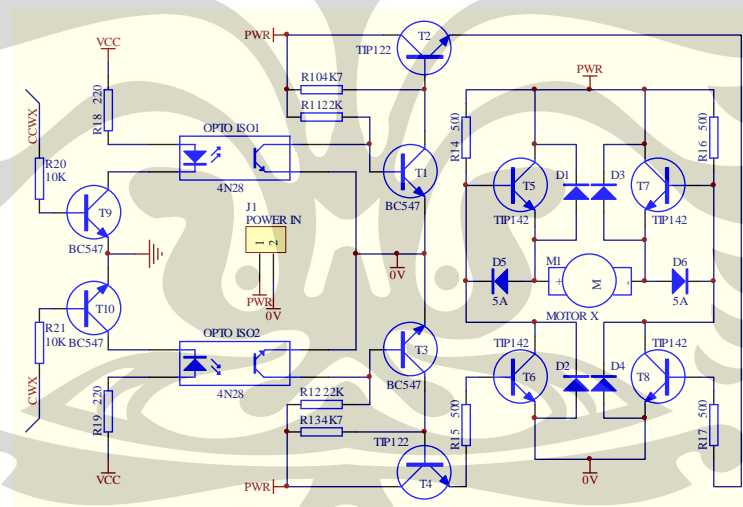
Pada bagian perangkat keras terbagi menjadi dua bagian yaitu dari pengendali mikro ke mekanik dan dari pengendali mikro ke PC. Rangkaian yang merupakan bagian hardware dari pengendali mikro ke mekanik adalah rangkaian PWM dan motor, limit switch, dan optokopler, sedangkan dari pengendali mikro ke PC adalah antarmuka digital.

3.2.1. Rangkaian Driver Motor

Sebagai rangkaian penggerak motor yang digunakan menggunakan rangkaian transistor bertingkat seperti pada **gambar 3.2**. Seperti dibahas

sebelumnya input motor tidak boleh berkondisi sama, atau dapat dikatakan bahwa kondisi CWX dan CCWX harus berbeda. Sebagai contoh misalkan CWX berkondisi 1 sedangkan CCWX berkondisi 0 maka T9 akan aktif dan VCC akan mengalir menuju ground melalui OPTO ISO1 4N28. Dengan mengalirnya tegangan pada 4N28, maka tegangan PWR (6 volt) mengalir melalui pin C menuju pin E (*saturasi*) pada 4N28. Dengan keadaan *saturasi* ini, maka mengakibatkan kondisi pada *basis* T1 akan *low* karena terhubung dengan pin C pada 4N28.

Dengan kondisi *low* pada *basis* T1, maka transistor tersebut (T1) tidak aktif (*cutoff*) sehingga tegangan yang berasal dari PWR (6 volt) akan tertahan pada kaki *colector* T1. Dengan kondisi ini tegangan yang berasal dari PWR akan mengaktifkan *basis* pada T2.



Gambar 3.5 Rangkaian Driver Motor

Aktifnya *basis* T2 mengakibatkan transistor tersebut akan aktif (*saturasi*) sehingga tegangan PWR mengalir menuju *emitor* pada T2. Selanjutnya tegangan dari T2 mengalir menuju kaki *basis* pada T8, sehingga transistor T8 menjadi aktif dan tegangan PWR langsung menuju *emitor* pada T8 dengan melewati T7 dikarenakan T7 dalam keadaan *off*. Di lain pihak, tegangan PWR juga menuju T5 dan mengaktifkan transistor tersebut sehingga tegangan yang melewati T5 mengalir menuju 0 volt melalui motor DC. Keadaan ini mengakibatkan kutub

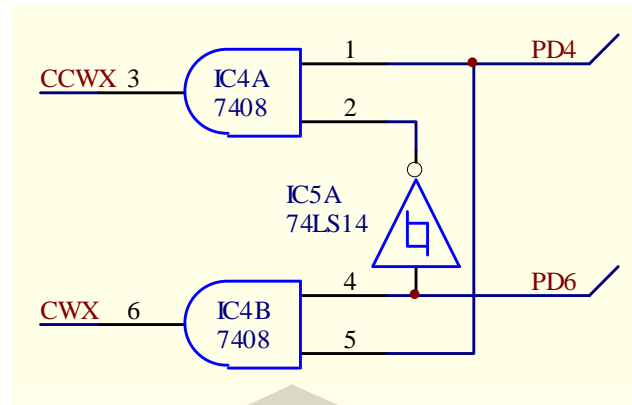
positif motor (+) menjadi lebih positif dibandingkan kutub negatifnya (-) sehingga motor berputar searah jarum jam.

Begitu pula sebaliknya jika CCWX berkondisi 1 maka T10 akan aktif dan VCC akan mengalir menuju ground melalui OPTO ISO2 4N28. Dengan mengalirnya tegangan pada 4N28, maka tegangan PWR (24 volt) mengalir melalui pin C menuju pin E (*saturasi*) pada 4N28. Dengan keadaan *saturasi* ini, maka mengakibatkan kondisi pada *basis* T3 akan *low* karena terhubung dengan pin C pada 4N28. Dengan kondisi *low* pada *basis* T3, maka transistor tersebut (T3) tidak aktif (*cutoff*) sehingga tegangan yang berasal dari PWR (24 volt) akan tertahan pada kaki *colector* T3. Dengan kondisi ini tegangan yang berasal dari PWR akan mengaktifkan *basis* pada T4.

Aktifnya *basis* T4 mengakibatkan transistor tersebut akan aktif (*saturasi*) sehingga tegangan PWR mengalir menuju *emitor* pada T4. Selanjutnya tegangan dari T4 mengalir menuju kaki *basis* pada T6, sehingga transistor T6 menjadi aktif dan tegangan PWR langsung menuju *emitor* pada T6 dengan melewati T5 dikarenakan T5 dalam keadaan *off*. Di lain pihak, tegangan PWR juga menuju T7 dan mengaktifkan transistor tersebut sehingga tegangan yang melewati T7 mengalir menuju 0 volt melalui motor DC. Keadaan ini mengakibatkan kutub negatif motor (-) menjadi lebih positif dibandingkan kutub positifnya (+) sehingga motor berputar berlawanan arah jarum jam.

3.2.2. Rangkaian CWX/CCWX

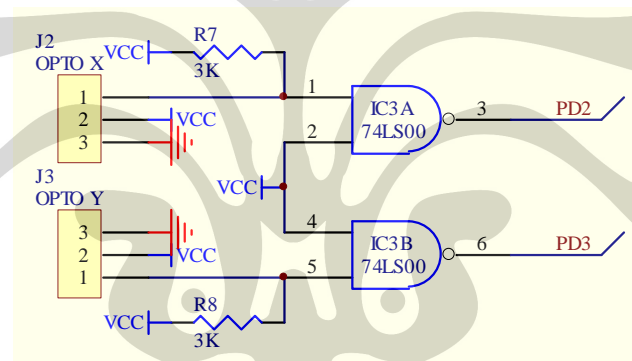
Rangkaian ini berfungsi untuk mensimplifikasi pengendalian driver motor oleh pengendali, keluaran PWM (PD.4) masuk ke salah satu input dari dua gerbang *And*, sedangkan input yang lain berasal dari PD.6, yang berfungsi untuk mengubah arah putaran motor. Untuk dapat mengubah arah motor DC, diperlukan beda potensial pada dua buah kutub yang dimiliki motor DC. Untuk itu maka diberikan kondisi yang berbeda pada salah satu input dengan menggunakan 74LS14 (inverter pemacu Schmitt). Dengan demikian kondisi CWX dan CCWX akan selalu berbeda.



Gambar 3.6. Rangkaian CWX/CCWX

3.2.3. Rangkaian Komparator Digital

Dalam pembacaan data encoder yang dihasilkan oleh optokopler ditambah fungsi eksternal yaitu berupa komparator digital.

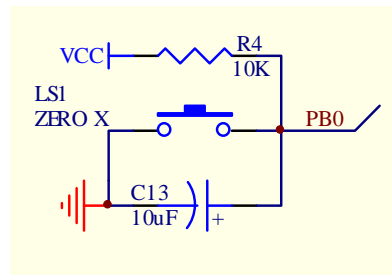


Gambar 3.7. Rangkaian Komparator Digital

Dengan adanya fungsi ini bertujuan untuk memastikan bahwa data putaran opto yang akan dibaca oleh pengendali benar merupakan data digital oleh gerbang *Nand* dua kaki, karena salah satu kakinya terhubung dengan VCC maka sinyal tinggi (1) atau rendah (0) akan langsung dibaca dan di keluarkan datanya secara inversi.

3.2.4. Rangkaian Limit Switch

Untuk membatasi pergerakan dari mekanik bor, rangkaian akan menghasilkan logika 0, sedangkan saat kondisi standby memberikan logika 1.

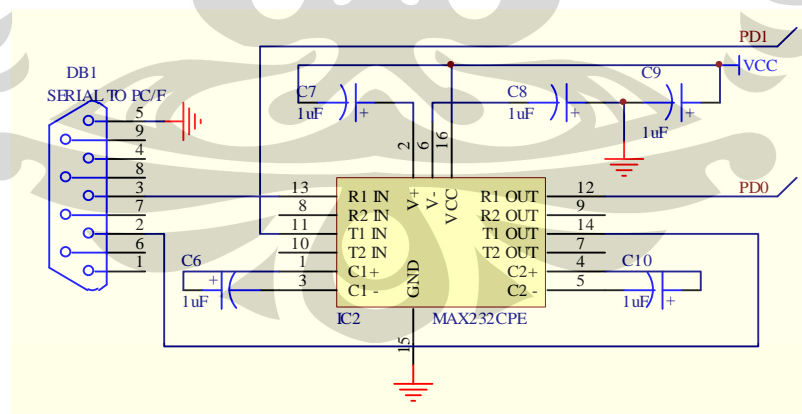


Gambar 3.8. Rangkaian Limit Switch

Bila limit switch tidak tersentuh maka VCC akan mengalir langsung ke GND melewati kapasitor sehingga membuat pengisian kapasitor, yang setelah jenuh akan membuat VCC langsung mengalir ke pin. Tetapi bila tertekan, maka semua VCC akan mengalir ke GND sehingga membuat pin menjadi logika rendah.

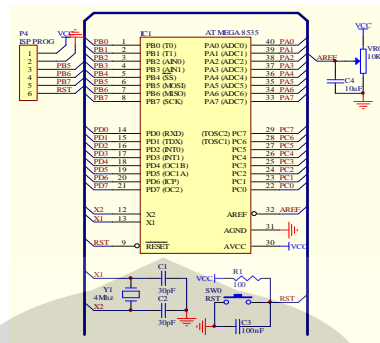
3.2.5. Rangkaian Antarmuka RS232

Berfungsi sebagai penghubung pengendali mikro dengan PC, sehingga memungkinkan proses perpindahan data masuk dan keluar secara simultan. Secara umum RS232 akan membuat pengendali mikro dan PC berada pada level komunikasi data yang sama.



Gambar 3.9. Rangkaian Antarmuka RS232

3.2.6. Rangkaian Minimum System

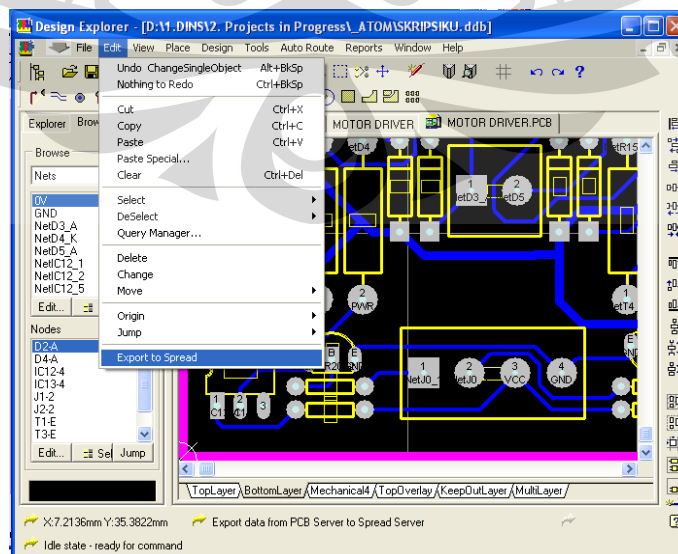


Gambar 3.10. Rangkaian Minimum System

Rangkaian minimum system bertujuan untuk menyediakan lingkungan minimum yang memungkinkan pengendali mikro bekerja secara optimal, dilengkapi dengan soket ISP (*In-System Programming*) sehingga memudahkan dalam proses pengisian program. Sebagai sumber pewaktuan utama mempergunakan kristal 4MHz yang berfungsi untuk menentukan kecepatan eksekusi instruksi program.

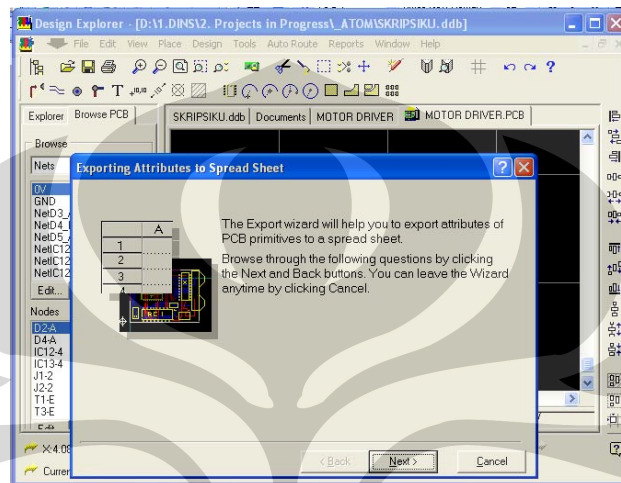
3.3. Proses pengaksesan data koordinat

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya rancang bangun mesin bor ini memanfaatkan nilai titik koordinat pada software protel, gambar dibawah merupakan tampilan dari *software* desain pcb tersebut.



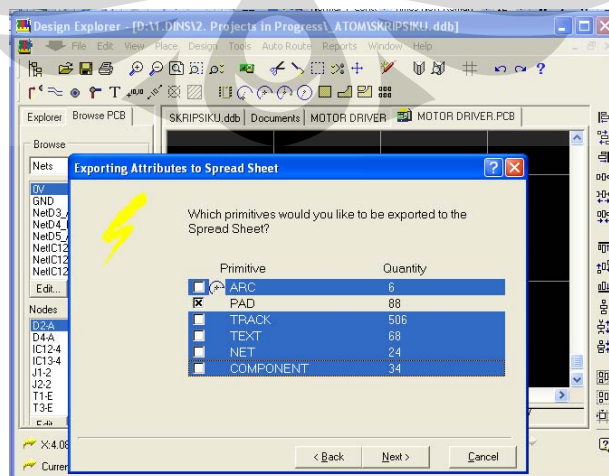
Gambar 3.11. proses pengambilan data koordinat

Untuk mendapatkan informasi nilai koordinat setiap pad komponen pada file pcb dapat dilakukan dengan klik edit-Export to Spread pada pull-down menu seperti pada gambar 3.10. maka akan muncul tampilan windows seperti gambar dibawah ini dilanjutkan dengan klik next

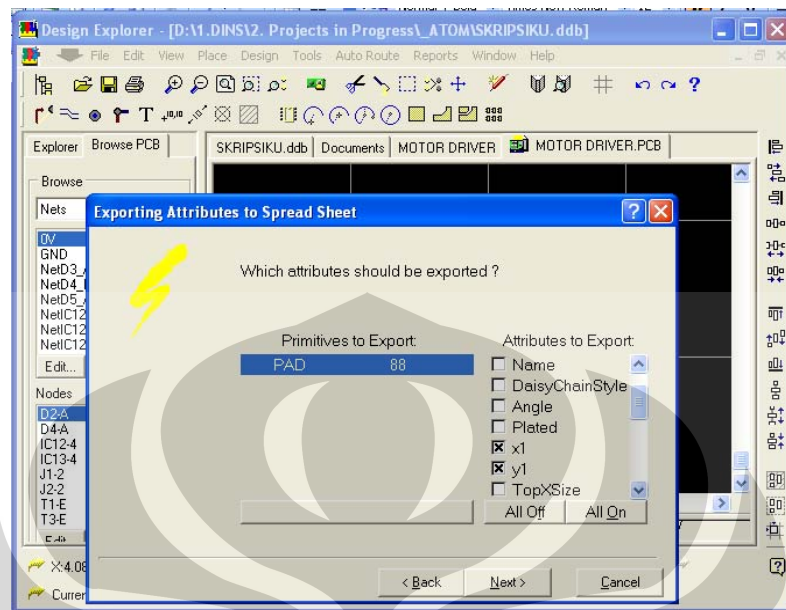


Gambar 3.12. proses pengambilan data koordinat

Setelah itu tampilan akan seperti pada gambar 3.12 dibawah ini, dilanjutkan dengan memilih dengan cara meng-klik informasi apa saja yang ingin didapatkan. untuk mendapatkan informasi nilai koordinat pad cukup klik pad seperti gambar dibawah lalu kili next, pada gambar 3.13 dengan memilih x1 dan y1 berarti kita akan mendapatkan informasi besar nilai x dan y dari setiap pad komponen.

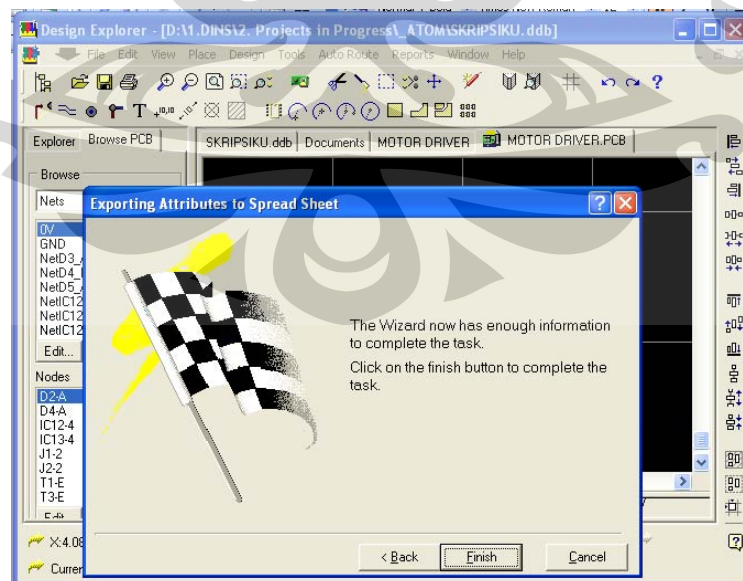


Gambar 3.13 proses pengambilan data koordinat



Gambar 3.14 proses pengambilan data koordinat

Setelah klik next pada seperti pada gambar 3.13 tampilan akan seperti gambar dibawah ini , dilanjutkan dengan memilih finish. Lalu akan muncul file baru dengan format nama file pcb.xls.



Gambar 3.15 proses pengambilan data koordinat

Data dalam bentuk.xls inilah yang nantinya akan diproses dengan menggunakan program visual basic dan diolah serta dikirimkan kemikrokontroller untuk dieksekusi. Dari gambar dibawah dapat dilihat kolom yang diblok merupakan data koordinat dari setiap pad komponen

The screenshot shows a window titled 'Design Explorer - [D:\1.DINSI2. Projects in Progress_ATOMISKRIPSIKU.ddb]'. The main area displays a spreadsheet with the following data:

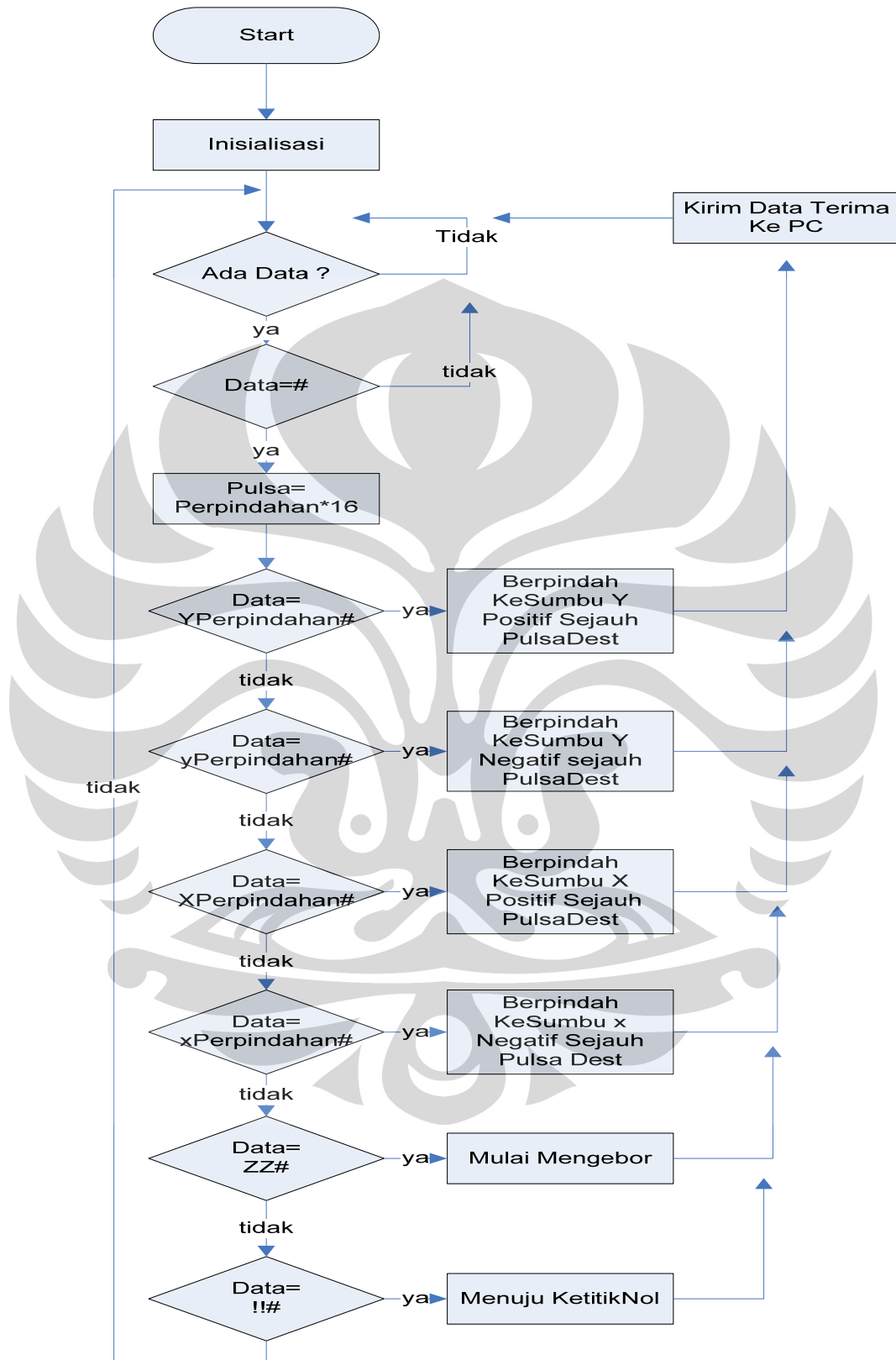
	A	B	C	D	E
	ObjectKind	ObjectHandle	x1	y1	
1					
2	PAD	OCC61B4C:0CA1D978	20.3962mm	17.907mm	
3	PAD	OCC61B4C:0CA1DA6C	20.3962mm	35.687mm	
4	PAD	OCC61B4C:0CCAF388	7.3914mm	40.0386mm	
5	PAD	OCC61B4C:0CCAF294	19.5834mm	11.303mm	
6	PAD	OCC61B4C:0CCAF1A0	14.5034mm	11.303mm	
7	PAD	OCC61B4C:0CCAF0AC	17.0434mm	11.303mm	
8	PAD	OCC61B4C:0CCAEBF8	7.3914mm	34.9586mm	
9	PAD	OCC61B4C:0CC21428	54.5338mm	17.907mm	
10	PAD	OCC61B4C:0CC21334	54.5338mm	35.687mm	
11	PAD	OCC61B4C:0CC21240	27.8638mm	25.527mm	
12	PAD	OCC61B4C:0CC2114C	27.8638mm	35.687mm	
13	PAD	OCC61B4C:0CC21058	3.3274mm	22.1mm	
14	PAD	OCC61B4C:0CC3B5AC	10.9474mm	22.1mm	
15	PAD	OCC61B4C:0CC20DE4	67.3354mm	22.1mm	

Gambar 3.16 Format data koordinat

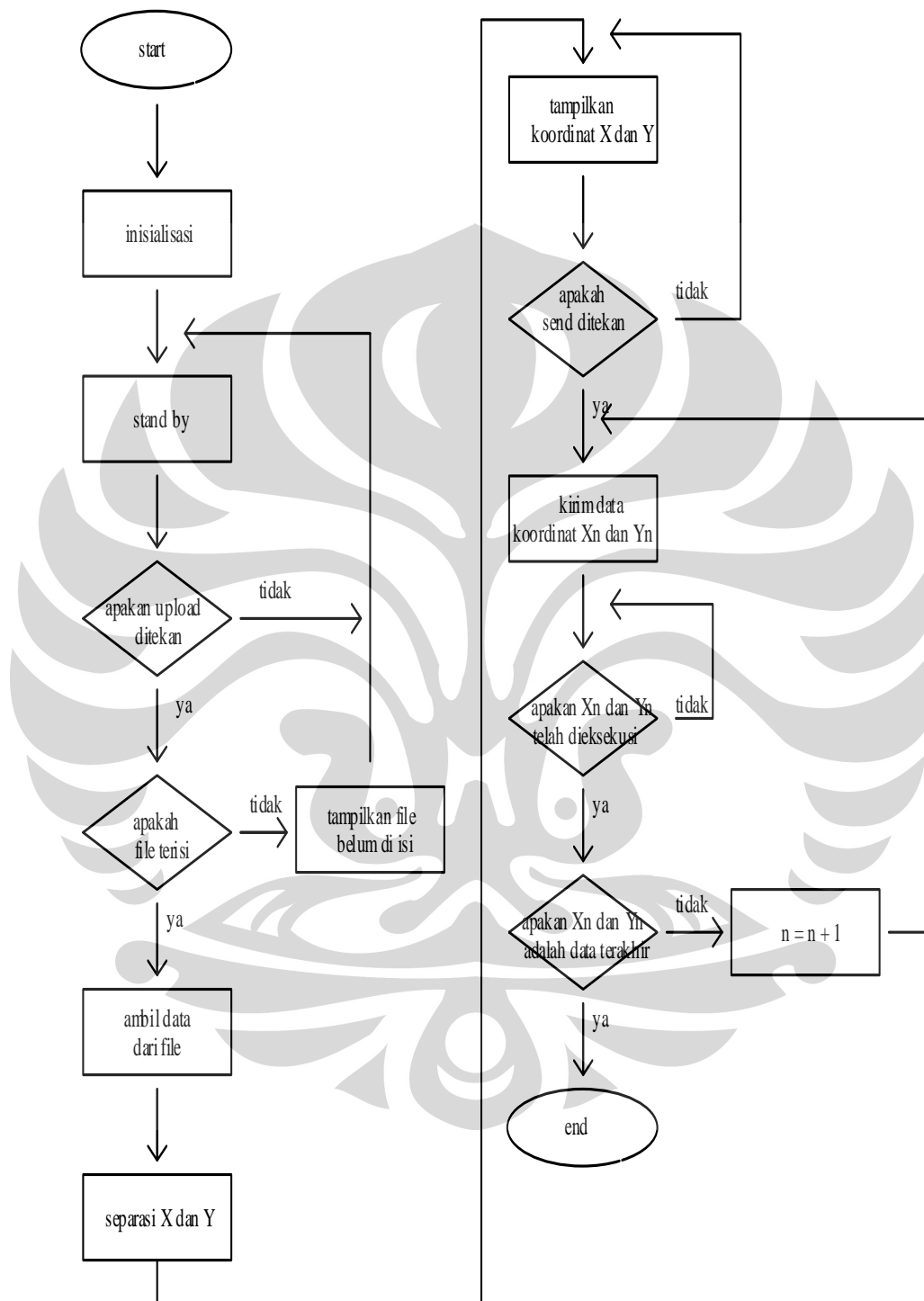
3.4. Perancangan Perangkat Lunak.

Pada perancangan keseluruhan sistem menggunakan dua perangkat lunak, perangkat lunak pertama merupakan perangkat lunak untuk pengendali mikro AT mega 8535 dengan menggunakan program BASCOM AVR 8.1 dan yang kedua perangkat lunak visual basic untuk mengimport data dari file excell dan mengirimkan ke mikrokontroller.

untuk mempermudah perancangan serta pembuatan program dari sistem keseluruhan maka dibuat diagram alir/flow chart seperti gambar 3.17;



Gambar 3.17 diagram alir dari mikrokontroller.



Gambar 3.18 diagram alir dari visual basic.

BAB 4

HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengerjaan keseluruhan sistem, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian-pengujian tersebut meliputi :

- Pengujian Perpindahan Jarak Mekanik.
- Pengujian Jumlah Pulsa Sensor.
- Pengujian Sistem Keseluruhan.

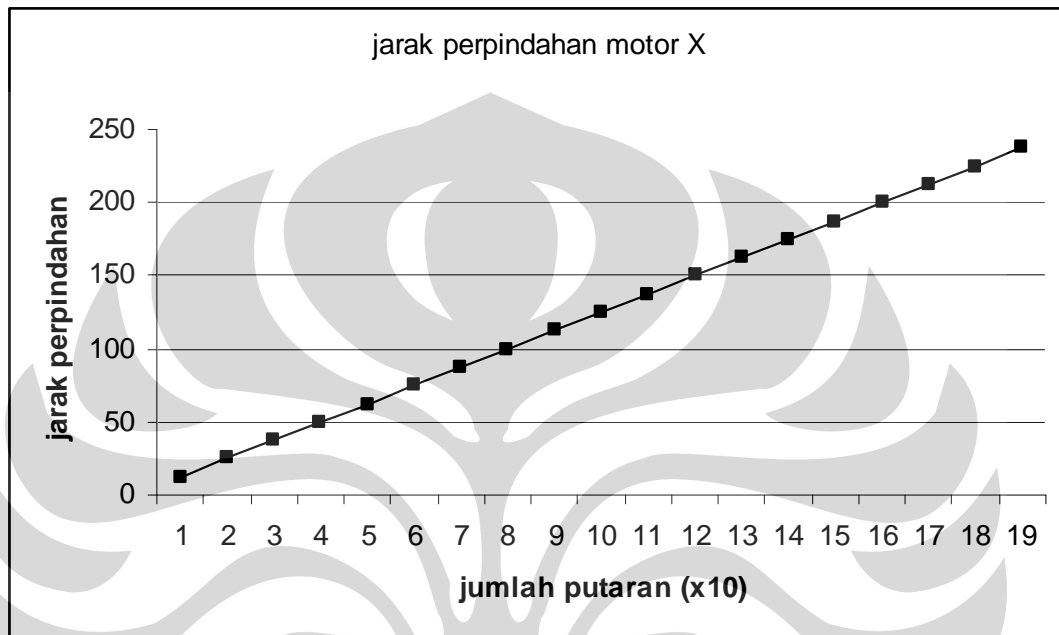
4.1 Pengujian perpindahan Jarak Mekanik.

Pengujian perpindahan disini bertujuan untuk mengetahui jarak perpindahan mekanik dalam satu kali putaran motor DC. Adapun metode yang digunakan adalah memutar masing-masing motor DC (motor X dan motor Y) dengan kelipatan 10 kali putaran sebanyak 19 kali pada motor X dan 12 kali pada motor Y. Dari sini dapat diketahui perpindahan yang terjadi, yang ditunjukkan oleh mur pada batang ulir dengan ukuran **8mm**. Adapun data yang didapatkan dari masing-masing motor sebagai berikut:

Tabel 4.1. data perpindahan motor X

Motor X	
jumlah putaran (X10)	jarak perpindahan (mm)
1	12,5
2	25
3	37,5
4	50
5	62,5
6	75
7	87,5
8	100
9	112,5
10	125
11	137,5
12	150
13	162,5
14	175
15	187,5
16	200
17	212,5
18	225
19	237,5

Dari data-data pada tabel 4.1 yang merupakan perpindahan jarak terhadap putaran motor X dapat dilihat dalam bentuk grafik dibawah ini:

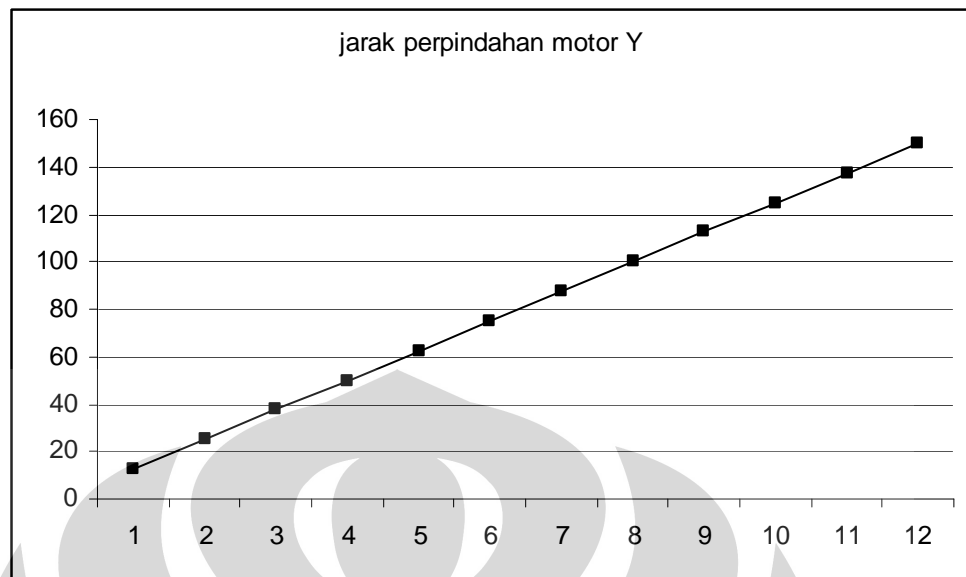


Gambar 4.1. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor X

Sedangkan pada tabel 4.2 dapat dilihat perpindahan yang dicapai mekanik pada motor Y, dan gambar 4.2 merupakan grafik dari data-data tersebut.

Tabel 4.2. data perpindahan motor Y

Motor Y	
jumlah putaran (x10)	jarak perpindahan (mm)
1	12,5
2	25
3	37,5
4	50
5	62,5
6	75
7	87,5
8	100
9	112,5
10	125
11	137,5
12	150



Gambar 4.2. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor Y.

Dari kedua data di atas dapat dilihat persamaan yang sangat mencolok antara kedua motor (motor X dan motor Y), hal ini dimungkinkan karena kedua motor yang digunakan memiliki karakteristik yang sama serta desain mekanik antara axis X dan axis Y juga dibuat sama hanya saja pada lintasan X memiliki jarak yang lebih panjang dari lintasan Y.

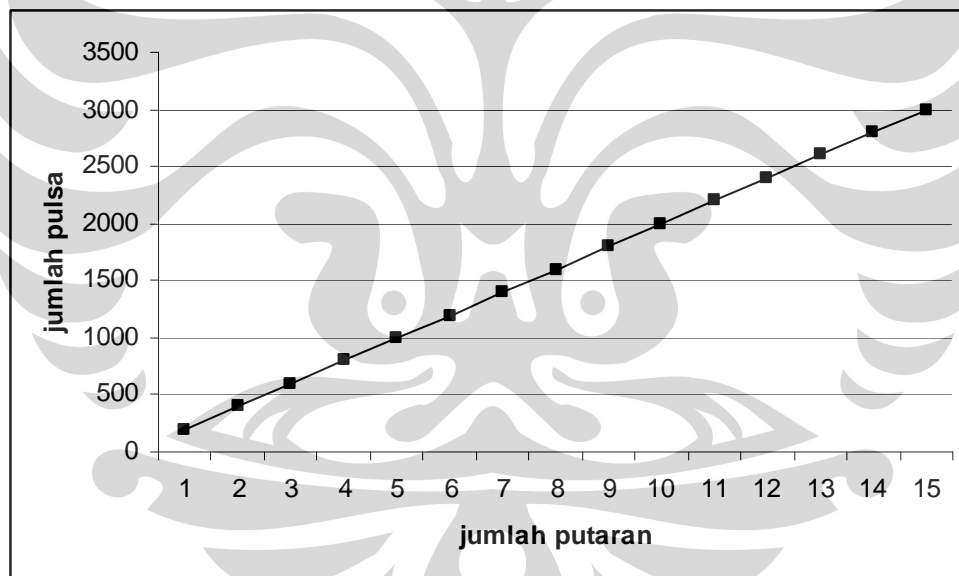
Dari kedua data diatas dapat dilihat bahwa perpindahan pada setiap **10 putaran** dari motor DC sebesar **12.5mm** sedangkan untuk setiap **1 putaran** akan menghasilkan perpindahan sebesar **1.25mm**

4.2 pengujian jumlah pulsa sensor.

Pengujian *pulsa* disini bertujuan untuk mengetahui banyaknya pulsa sensor yang dihasilkan dalam satu kali putaran motor DC. Sedangkan metode yang dilakukan adalah dengan memutar masing-masing poros motor (motor X dan motor Y) sebanyak 15 putaran dan pengambilan data di ambil setiap 1 putaran dari pengujian ini didapatkan data untuk setiap motor

Tabel 4.3. Data jumlah pulsa sensor motor X

Motor X	
jumlah putaran	jumlah pulsa
1	201
2	403
3	599
4	800
5	1004
6	1198
7	1399
8	1601
9	1804
10	1997
11	2199
12	2402
13	2603
14	2797
15	2998



Gambar 4.3. Grafik jumlah pulsa sensor motor X.

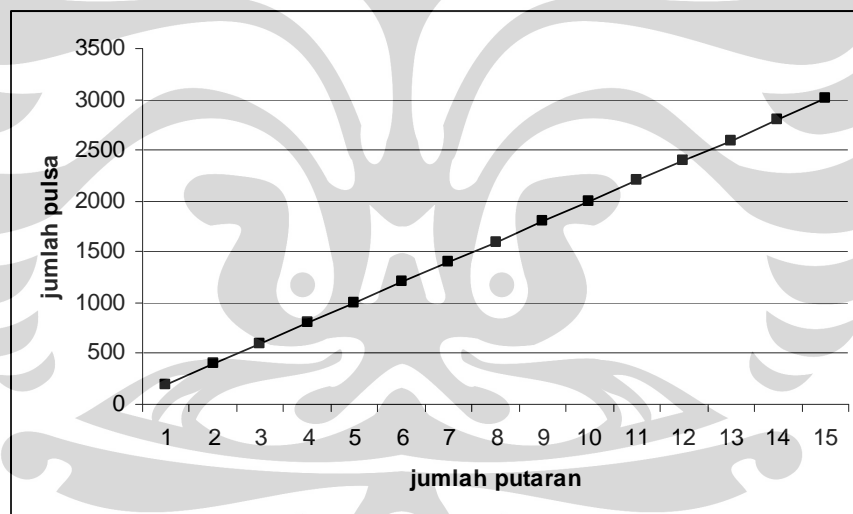
Dari data diatas dapat diketahui rata-rata jumlah pulsa dalam 1 putaran pada motor X sebesar **200.2 pulsa**, seperti yang telah diketahui pada pengujian 4.1 bahwa dalam 1 putaran motor terdapat perubahan jarak sebesar **1.25mm** sehingga;

$$1 \text{ putaran} = 200,1 \text{ pulsa} = 1.25\text{mm}$$

$$1 \text{ pulsa} = 0.00624\text{mm}$$

Tabel 4.4. Data jumlah pulsa sensor motor Y.

Motor Y	
jumlah putaran	jumlah pulsa
1	198
2	402
3	598
4	803
5	998
6	1201
7	1399
8	1598
9	1801
10	2002
11	2199
12	2403
13	2596
14	2802
15	3003

**Gambar 4.4.** Grafik jumlah pulsa sensor motor Y.

Sedangkan pada data untuk motor Y dapat diketahui rata-rata jumlah pulsa dalam 1 putaran pada motor X sebesar **199.9 pulsa**, seperti yang telah diketahui pada pengujian 4.1 bahwa dalam 1 putaran motor terdapat perubahan jarak sebesar **1.25mm** sehingga;

$$1 \text{ putaran} = 199.9 \text{ pulsa} = 1.25\text{mm}$$

$$1 \text{ pulsa} = 0.00625\text{mm}$$

Sehingga untuk menghasilkan resolusi pergerakan sebesar 0.1mm maka motor harus diputar sebanyak **16 pulsa sensor**.

4.3 pengujian sistem keseluruhan.

Pada pengujian ini akan dilihat kerja dari keseluruhan sistem yang telah dibuat. Metode pengujian sendiri dilakukan dengan mode otomatis dengan 4 macam lay-out dari pcb yang berbeda-beda dengan menggunakan form seperti pada gambar 4.5,

Gambar 4.5. form pengujian sistem1.

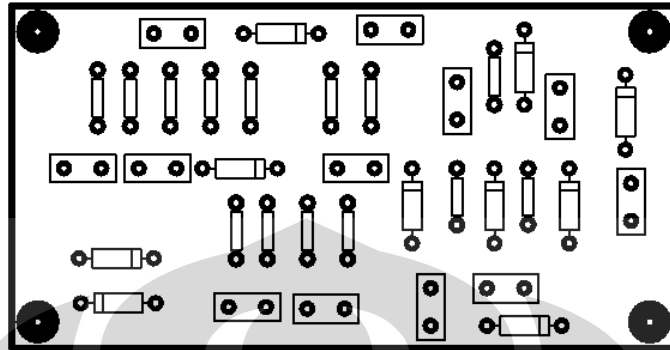
Untuk mengup-load file.xls yang akan digunakan cukup dengan mengetikkan nama file pada tex box File(*.xls): lalu klik button UPLOAD. file yang akan di up-load harus terlebih dahulu disimpan di drive D pada komputer. Lalu untuk memulai pengeboran dengan meng-klik botton Send.

Isi File (*.xls):	Koordinat-X:	Koordinat-Y:
0 0	65	3.6
19.8 43.2	75.2	3.6
24.9 43.2	57.4	3.6
76.2 14.7	87.1	4.1
76.2 24.9	4.1	4.1
65 3.6	40.6	5.8
76.2 3.6	45.7	5.8
20.1 6.6	30	6.1
9.9 6.6	35.1	6.1
70.1 33.5	20.1	6.6
70.1 43.7	9.9	6.6
61 31.5	70.1	8.6
61 36.6	65	8.6
12.7 24.9	57.4	8.6
7.6 24.9	46.1	12.6
84.6 17.8	31	12.6

The 'Koordinat Posisi:' and 'Koordinat Tujuan:' fields are now populated with '0' and '65' respectively. The 'Selsih (*0,1mm):' field remains at '0'. The 'Status Pengendali:' field is empty, and the 'Send' button is visible.

Gambar 4.6. form pengujian sistem2.

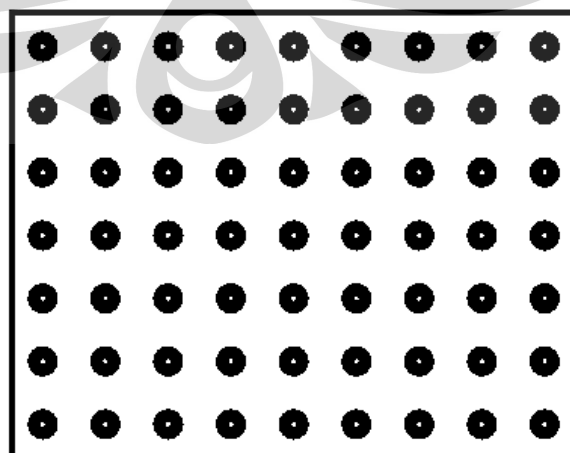
untuk bentuk lay-out pada percobaan pertama dapat dilihat pada gambar dibawah sedangkan semua tabel pengamatan untuk pengujian secara keseluruhan sistem ini dapat di lihat pada lampiran



Gambar 4.7. lay-out pcb1.

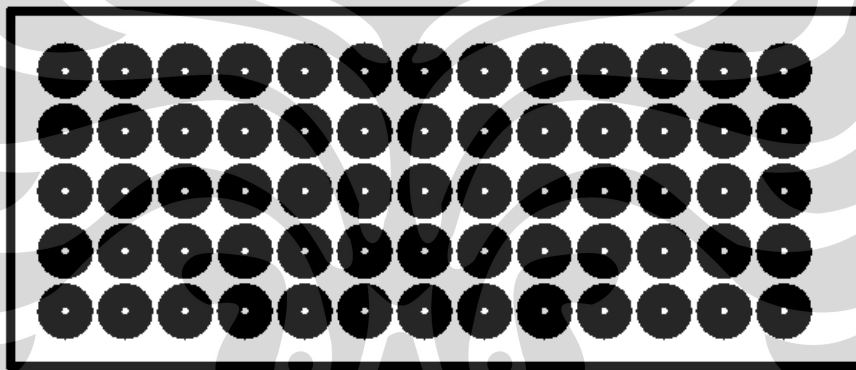
Untuk pengujian pengeboran pada lay-out pcb 1, hasil rata-rata kesalahan relatif pada **motor X** sebesar **2.28%** dan **10.77%** pada **motor Y**. koordinat hasil pengeboran dengan koordinat sesungguhnya (dari protel) masih masih banyak yang kurang tepat bahkan tidak tepat, berdasar kan pengamatan pada pcb 1 letak pad komponen yang akan dibor terlalu acak khususnya pada koordinat Y, sehingga menghasilkan error yang cukup besar. error terbesar dikarenakan respon dari motor yang kurang baik ketika motor berhenti.

Untuk pengujian ke2 mesin bor ini akan melakukan pengeboran pada pcb dengan lay-out berpola matrik dengan jarak yang sama seperti pada gambar dibawah ini. untuk data dari pengujian ini dapat dilihat pada lampiran



Gambar 4.8. lay-out pcb2.

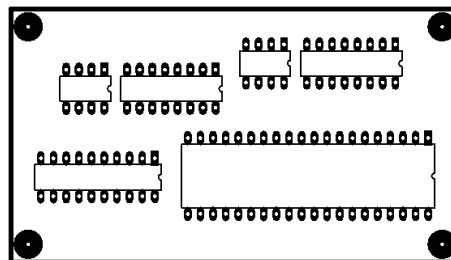
pada pengujian kedua ini hasil rata-rata kesalahan relative lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya ini dimungkinkan karena pola koordinat pada pegujian ini teratur sehingga pergerakan dari mesin bor lebih constant dan stabil. Dapat dilihat pada tabel pengamatan (pada lampiran) titik pengeboran pada koordinat rendah memiliki kesalahan relative yang kecil hasil pencapaian koordinat oleh mesin bor mendekati koordinat sebenarnya (dari Protel) namun pada koordinat besar pencapaian koordinat sebenarnya oleh system sedikit tidak tepat pada percobaan ini rata-rata kesalahan relative pada **motor X** sebesar **3.02%** dan **1.88%** pada motor **Y**. pada pengujian ke3 pola lay-out yang digunakan sama seperti pada percobaan ke2 namun jarak dari setiap koordinat dibuat lebih kecil



Gambar 4.9. lay-out pcb3.

Dengan pola matrik sama dengan percobaan sebelumnya namun dengan jarak yang lebih kecil hasil pencapaian koordinat tidak jauh berbeda. Dengan rata-rata kesalahan relative sebesar **2,24%** untuk **motor X** dan **2.82%** untuk **motor Y**.

Pada pengujian terakhir adalah melakukan pengeboran pada pcb dengan pola komponen IC seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 4.10. lay-out pcb4.

Pada percobaan ini rata-rata kesalahan relative sebesar **5.1%** pada **motor X**, dan **5.96%** pada **motor Y**, pencapaian koordinat pada percobaan ini banyak yang tidak tercapai, berdasarkan pengamatan ini disebabkan antara lain oleh penempatan pcb pada posisi yang tidak sesuai saat pengeboran serta pola dari komponen IC yang jarak antar kaki IC yang cukup kecil.

Berdasarkan ke empat pengujian diatas, system bekerja cukup baik pada pola yang memiliki jarak koordinat yang sama, sedangkan pada pola yang tidak teratur dengan perpindahan jarak yang kecil hasil koordinat yang dicapai masih banyak yang tidak sesuai

Secara keseluruhan system yang dibuat masih banyak kekurangan terbukti dari pengujian system yang rata-rata memiliki kesalahan relative di atas 1%. Banyaknya koordinat-koordinat yang tidak tercapai/memiliki kesalahan relative besar, salah satunya disebabkan oleh respon motor yang kurang baik ketika di-off-kan , selain itu tidak adanya feed back error pada keseluruhan system ini membuat nilai error tidak dapat dikurangi sehingga menjadi akumulatif . secara garis besar proses pengeboran masih mengikuti pola yang sebenarnya (pada lay-out Protel) walau pun secara koordinat masih belum tercapai.

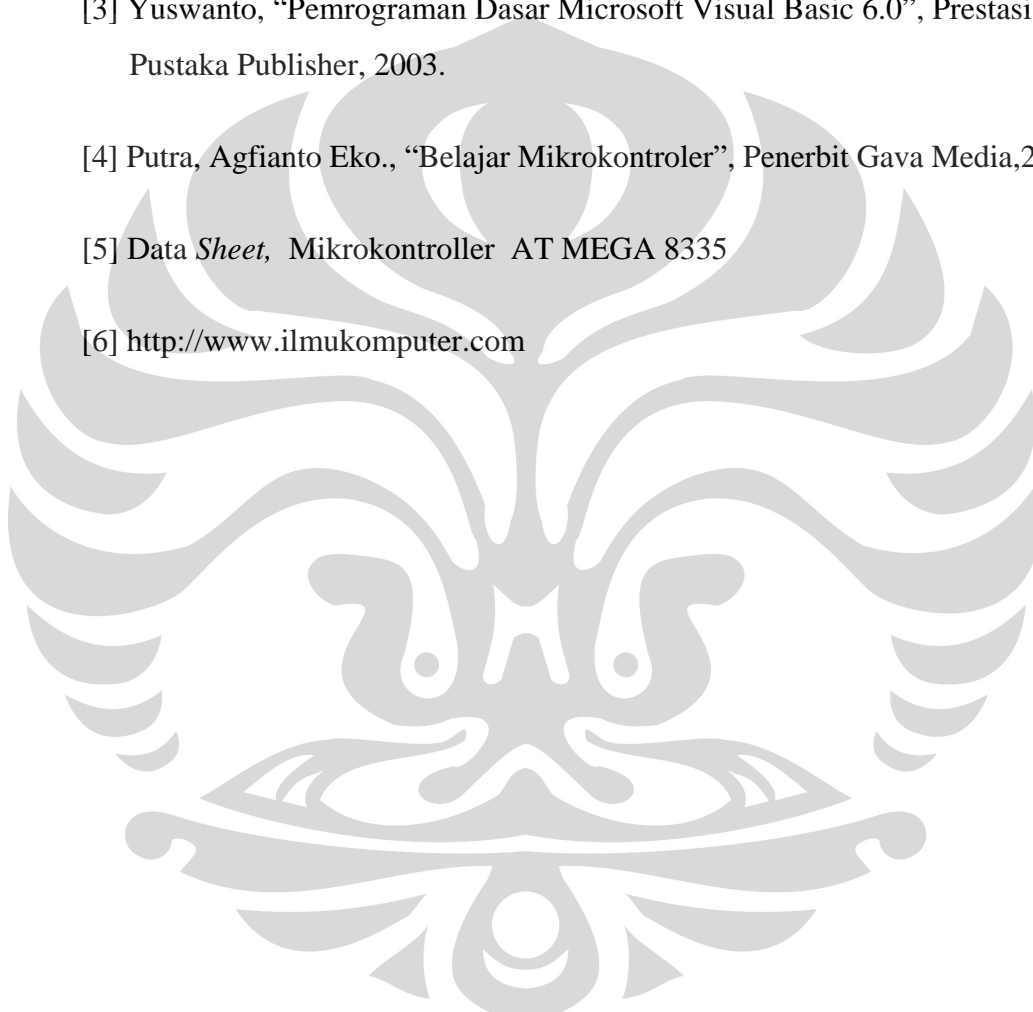


2. menambahkan variable pengendalian kecepatan motor agar waktu pengeboran lebih efektif.
3. metode pengendalian keseluruhan sistem dibuat close-loop agar setiap pergerakan dari mekanik dapat dimonitoring setiap saat, serta dapat mengurangi nilai error.



DAFTAR ACUAN

- [1] Seborg, Dale E., "Process Dynamics And Control", John Wiley & Sons Inc, 1989.
- [2] Tokheim, Roger L., "Digital Electronics", Prentice-Hall International, Inc.
- [3] Yuswanto, "Pemrograman Dasar Microsoft Visual Basic 6.0", Prestasi Pustaka Publisher, 2003.
- [4] Putra, Agfianto Eko., "Belajar Mikrokontroler", Penerbit Gava Media, 2003.
- [5] Data *Sheet*, Mikrokontroler AT MEGA 8335
- [6] <http://www.ilmukomputer.com>



LAMPIRAN

Listing program mikrokontroller:

```
$regfile = "m8535.dat"
```

```
$crystal = 4000000
```

```
$baud = 19200
```

```
Config Portd.4 = Output
```

```
Config Portd.5 = Output
```

```
Config Portd.6 = Output
```

```
Config Portd.7 = Output
```

```
Config Portb.4 = Output
```

```
Config Portb.5 = Output
```

```
Portd = 0
```

```
M1x Alias Portd.4
```

```
M2x Alias Portd.6
```

```
M1y Alias Portd.5
```

```
M2y Alias Portd.7
```

```
M1z Alias Portb.4
```

```
M2z Alias Portb.5
```

```
Config Portd.2 = Input
```

```
Config Portd.3 = Input
```

```
Optoy Alias Pind.2
```

```
Optox Alias Pind.3
```

```
'##### config interupt
```

Enable Interrupts

Config Int0 = Falling

Config Int1 = Falling

On Int0 Int0_y

On Int1 Int1_x

'##### config LCD

\$lib "lcd4busy.Lbx"

Config Lcd = 16 * 2

Const _lcdport = Porta

Const _lcdaddr = Ddra

Const _lcdin = Pina

Const _lcd_e = 3

Const _lcd_rw = 2

Const _lcd_rs = 1

Cls

Cursor Off

'##### config limit sw

Config Portb.0 = Input

Config Portb.1 = Input

Config Portb.2 = Input

Zerox Alias Pinb.0

Zeroy Alias Pinb.1

Zeroz Alias Pinb.2

'##### deklarasi sub routine

Declare Sub Motors_off

Declare Sub Motorx_positif

Declare Sub Motorx_negatif

Declare Sub Motory_positif

Declare Sub Motory_negatif

Declare Sub Motorz_turun

Declare Sub Titiknol

Dim Doptoy As Word

Dim Doptox As Word

Dim B1 As Byte

Dim S8 As String * 16

Dim S8a As String * 16

Dim Dest As Integer

Dim S1 As String * 1

Matix Alias 0

Matiy Alias 1023

Dim Tujuan As Word

Motors_off

If Zeroz <> 0 Then

Motorz_turun

End If

Titiknol

Cls

Lcd "a"

Goto Main

'##### kembali ke titik (0,0)

Sub Titiknol

If Zerox <> 0 Then

M1x = 1

M2x = 0

End If

If Zeroy <> 0 Then

M1y = 1

M2y = 0

End If

Do

If Zerox = 0 And Zeroy = 0 Then

Motors_off

Exit Do

End If

If Zerox = 0 Then

M1x = 0

End If

If Zeroy = 0 Then

M1y = 0

End If

Loop

End Sub

'##### all motor off

Sub Motors_off

M2y = 0

```
M1y = 0  
  
M1x = 0  
M2x = 0  
  
M1z = 0  
M2z = 0  
End Sub
```

```
'##### motor_x negatif
```

```
Sub Motorx_negatif  
Doptox = 0  
Enable Int1  
M1x = 1  
M2x = 0  
Do  
Loop Until Doptox >= Dest  
M2x = 1  
M1x = 1  
Disable Int1  
Waitms 16  
M1x = 0  
End Sub
```

```
'##### motor_x positif
```

```
Sub Motorx_positif  
Doptox = 0  
  
Enable Int1  
M2x = 1
```

```
M1x = 1
Do
Loop Until Doptox >= Dest
M1x = 1
M2x = 0
Disable Int1
Waitms 11
M1x = 0
End Sub
```

```
'##### motor_y negatif
```

```
Sub Motory_negatif
If Zeroy = 0 Then Exit Sub
If Dest = 0 Then Exit Sub
Doptoy = 0
Enable Int0

M1y = 1
M2y = 0

Do
Loop Until Doptoy >= Dest
M1y = 1
M2y = 1
Disable Int0
Waitms 11
M1y = 0
End Sub
```

```
'##### motor_y positif
```

Sub Motory_positif

Doptoy = 0

If Dest = 0 Then Exit Sub

Enable Int0

M1y = 1

M2y = 1

Do

Loop Until Doptoy >= Dest

M1y = 1

M2y = 0

Disable Int0

Waitms 11

M1y = 0

End Sub

'##### bor turun

Sub Motorz_turun

M1z = 0

M2z = 1

Bitwait Zeroz , Set

Bitwait Zeroz , Reset

M2z = 0

End Sub

'##### main program

Main:

```

Cls
Lcd " ATOM"
Do
  S8 = ""

  Disable Int0
  Disable Int1
  S8 = ""
  S1 = ""
  Do
    B1 = Waitkey()
    S8 = S8 + Chr(b1)
  Loop Until B1 = "#"
  Cls
  Lcd S8
  B1 = Len(s8)
  B1 = B1 - 2
  S1 = Mid(s8 , 1 , 1)
  S8a = Mid(s8 , 2 , B1)
  Tujuan = Val(s8a)
  Dest = Tujuan * 16
  Lowerline
  Lcd Tujuan

  Select Case S1

    Case "X" : Motorx_positif

    Case "x" : Motorx_negatif

    Case "Y" : Motory_positif

```


Case "y" : Motory_negatif

Case "Z" : Motorz_turun

Case "!" : Titiknol

End Select

Print S8;

Loop

Goto Main

End

'#####'

Int0_y:

Disable Interrupts

Incr Doptoy

Enable Interrupts

Return

'#####'

Int1_x:

Disable Interrupts

Incr Doptox

Enable Interrupts

Return

Listing program Visual Basic:

**'do declare these variables you need to add a reference
'to the microsoft excel 'xx' object library.
'you need two text boxes and two command buttons
'on the form, an excel file in c:\book1.xls**

```
Dim xl As New Excel.Application  
Dim xlsheet As Excel.Worksheet  
Dim xlwbook As Excel.Workbook  
Dim x, y, Max As Integer  
Dim Buffer(1000, 2) As Single  
Dim DataXL(1000, 2) As Single  
Dim DataNext(1000, 2) As Single  
'Dim DataY As Single  
Dim dCounter As Integer  
  
Dim Buffertxt As String  
Dim FlagComm As Integer '100 = X ; 200 = Y  
Dim FlagManual As Boolean 'true = control is in manual  
  
Private Sub SendingX()  
    If txtXi.Text = "+" Then  
        Buffertxt = "X"  
    Else  
        Buffertxt = "x"  
    End If  
  
    Buffertxt = Buffertxt & Str(txtDeltaX.Text) & "#"  
    'FlagComm = 200  
    MSComm1.Output = Buffertxt  
End Sub
```

Private Sub SendingY()

If txtYi.Text = "+" Then

Buffertxt = "Y"

Else

Buffertxt = "y"

End If

Buffertxt = Buffertxt & Str(txtDeltaY.Text) & "#"

FlagComm = 100

MSComm1.Output = Buffertxt

End Sub

Private Sub SendingZ()

Buffertxt = "ZZ#"

'FlagComm = 300

MSComm1.Output = Buffertxt

End Sub

Private Sub SortirData()

Dim BufferBuffer As Single

Dim Flag As Integer

BufferBuffer = 0

For dCounter = 1 To Max Step 1

DataXL(dCounter, 1) = 10000

DataXL(dCounter, 2) = 10000

Next dCounter

dCounter = 1

Do

```

x = 1
'BufferBuffer = Buffer(x, 2)
Do
  BufferBuffer = Buffer(x, 2)
  If BufferBuffer < DataXL(dCounter, 2) Then
    If Buffer(x, 1) <> 0 And Buffer(x, 2) <> 0 Then
      DataXL(dCounter, 1) = Buffer(x, 1)
      DataXL(dCounter, 2) = Buffer(x, 2)
      Flag = x
    End If
  End If
  x = x + 1
Loop Until x = Max + 1
dCounter = dCounter + 1
Buffer(Flag, 1) = 0
Buffer(Flag, 2) = 0
Loop Until dCounter = Max + 2

dCounter = 1
rtbX.Text = ""
rtbY.Text = ""

Do
  rtbX.Text = rtbX.Text & Str(DataXL(dCounter, 1)) & Chr(13) &
Chr(10)
  rtbY.Text = rtbY.Text & Str(DataXL(dCounter, 2)) & Chr(13) &
Chr(10)
  dCounter = dCounter + 1
Loop Until dCounter = Max

dCounter = 1
'Reset Mesin

```

txtPosX.Text = 0

txtPosY.Text = 0

txtNextX.Text = DataXL(dCounter, 1)

txtNextY.Text = DataXL(dCounter, 2)

For x = 1 To Max Step 1

Buffer(x, 1) = 0

Buffer(x, 2) = 0

Next x

End Sub

Private Sub cmdNext_Click()

txtDeltaX.Text = 0

txtDeltaY.Text = 0

txtPosX.Text = txtNextX.Text

txtPosY.Text = txtNextY.Text

If txtStatus.Text = "Otomatis" Then

TimerNext.Enabled = True

txtNextX.Text = DataXL(dCounter, 1)

txtNextY.Text = DataXL(dCounter, 2)

Else

txtNextX.Text = 0

txtNextY.Text = 0

End If

End Sub

Private Sub cmdUPLOAD_Click()

On Error GoTo ErrorHandler:

cmdUPLOAD.Enabled = False

```
cmdSend.Enabled = False  
If txtFile.Text <> "" Then  
    cmdToggle.Enabled = False  
    Timer1.Enabled = True  
    x = 1  
    Max = 1  
    Text3.Text = "UPLOADING"  
    Set xlwbook = xl.Workbooks.Open("D:\" & txtFile.Text)  
    Set xlsheet = xlwbook.Sheets.Item(1)  
Else  
    MsgBox "FILE BELUM DIISI", vbOKOnly, "PERINGATAN"  
    rtbDisplay.Text = ""  
    rtbX.Text = ""  
    rtbY.Text = ""  
    cmdUPLOAD.Enabled = True  
    cmdSend.Enabled = True  
    cmdToggle.Enabled = True  
End If  
Exit Sub  
  
ErrorHandler:  
    Text3.Text = ""  
    MsgBox "FILE TIDAK DITEMUKAN"  
    rtbDisplay.Text = ""  
    rtbX.Text = ""  
    rtbY.Text = ""  
    cmdUPLOAD.Enabled = True  
    cmdSend.Enabled = True  
    cmdToggle.Enabled = True  
    Timer1.Enabled = False  
End Sub
```

Private Sub cmdXXX_Click()

Unload Me

End Sub

Private Sub cmdToggle_Click()

If txtStatus.Text = "Manual" Then

Buffertxt = "!!#"

MSComm1.Output = Buffertxt

txtStatus.Text = "Otomatis"

Text3.Text = ""

Text4.Text = ""

cmdUPLOAD.Enabled = True

rtbDisplay.Text = ""

rtbX.Text = ""

rtbY.Text = ""

txtNextX.Locked = True

txtNextY.Locked = True

Else

txtStatus.Text = "Manual"

Text3.Text = ""

Text4.Text = "Manual"

cmdUPLOAD.Enabled = False

rtbDisplay.Text = ""

rtbX.Text = ""

rtbY.Text = ""

txtNextX.Locked = False

txtNextY.Locked = False

End If

End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()

On Error Resume Next

Select Case MSComm1.CommEvent

Case comEvSend:

Case comEvReceive:

txtMSComm1.Text = txtMSComm1.Text & MSComm1.Input

If Right(txtMSComm1.Text, 3) = "!!#" Then

txtMSComm1.Text = ""

txtPosX.Text = 0

txtPosY.Text = 0

ElseIf Right(txtMSComm1.Text, 1) = "#" Then

Timer2.Enabled = True

End If

End Select

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

'Set xlwbook = xl.Workbooks.Open("D:\DeXL.xls")

'Set xlsheet = xlwbook.Sheets.Item(1)

x = x + 1

Text1.Text = xlsheet.Cells(x, 3) ' row 2 col 1

Text2.Text = xlsheet.Cells(x, 4) ' row 2 col 2

If Text1.Text <> "" Then

'Text1.Text = Left(Text1.Text, Len(Text1.Text) - 2)

'Text2.Text = Left(Text2.Text, Len(Text2.Text) - 2)

Text1.Text = Format(Round(Val(Text1.Text), 1), "0.0")


```

Text2.Text = Format(Round(Val(Text2.Text), 1), "0.0")

Buffer(x, 1) = (Text1.Text)
Buffer(x, 2) = (Text2.Text)

'rtbDisplay.Text = rtbDisplay.Text & Text1.Text
'rtbDisplay.Text = rtbDisplay.Text & Text2.Text
'rtbDisplay.Text = Chr(13) & Chr(10)
'Text3.Text = "UPLOADING"
Else
Timer1.Enabled = False
Text3.Text = "SELESAI"
cmdToggle.Enabled = True
x = 1
y = 1

rtbDisplay.Text = ""
Do
rtbDisplay.Text = rtbDisplay.Text & Str(Buffer(x, 1)) & " " &
Str(Buffer(x, 2)) & Chr(13) & Chr(10)
x = x + 1
Loop Until Buffer(x, 1) = Empty

xl.ActiveWorkbook.Close False, "D:" & txtFile.Text
xl.Quit

Call SortirData
cmdUPLOAD.Enabled = True
cmdSend.Enabled = True
End If

Max = x

```

End Sub

Private Sub Form_Load()

**rtbDisplay.Text = "AUTOMATIC DRILLING" & Chr(13) & Chr(10) &
"MECHINE"**

x = 1

y = 1

MSComm1.PortOpen = True

FlagManual = True

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)

Set xlwbook = Nothing

Set xl = Nothing

End Sub

Private Sub Timer2_Timer()

Select Case FlagComm

Case Is = 100

FlagComm = 200

'txtSX = txtComm1

txtMSComm1.Text = ""

SendingX

Case Is = 200

FlagComm = 300

'txtSY = txtComm1

txtMSComm1.Text = ""

SendingZ

Case Is = 300

FlagComm = 0

'txtX.Locked = False

```

txtY.Locked = False
cmdSend.Enabled = True
txtMSComm1.Text = ""
cmdNext_Click
End Select
Timer2.Enabled = False
End Sub

Private Sub cmdSend_Click()
    If txtStatus.Text = "Otomatis" Then
        If rtbX.Text = "" Or rtbY.Text = "" Then
            MsgBox "FILE BELUM DI-UPLOAD"
        Else
            If dCounter < Max - 1 Then
                If Val(txtNextX.Text) > Val(txtPosX.Text) Then
                    txtDeltaX.Text = (Val(txtNextX.Text) - Val(txtPosX.Text)) * 10
                    txtXi.Text = "+"
                Else
                    txtDeltaX.Text = (Val(txtPosX.Text) - Val(txtNextX.Text)) * 10
                    txtXi.Text = "-"
                End If

                If Val(txtNextY.Text) > Val(txtPosY.Text) Then
                    txtDeltaY.Text = (Val(txtNextY.Text) - Val(txtPosY.Text)) * 10
                    txtYi.Text = "+"
                Else
                    txtDeltaY.Text = (Val(txtPosY.Text) - Val(txtNextY.Text)) * 10
                    txtYi.Text = "-"
                End If

                txtDeltaX.Text = Format(Round(Val(txtDeltaX.Text), 0), "0")
                txtDeltaY.Text = Format(Round(Val(txtDeltaY.Text), 0), "0")
            End If
        End If
    End If
End Sub

```

```
txtDeltaX.Text = Val(txtDeltaX.Text)
txtDeltaY.Text = Val(txtDeltaY.Text)
dCounter = dCounter + 1
```

SendingY

```
Text4.Text = "PROSES"
cmdSend.Enabled = False
cmdToggle.Enabled = False
cmdUPLOAD.Enabled = False
```

Else

```
Text4.Text = "SELESAI"
Buffertext = "!!#"
MSComm1.Output = Buffertext
cmdSend.Enabled = True
cmdToggle.Enabled = True
dCounter = 1
```

```
txtNextX.Text = DataXL(dCounter, 1)
txtNextY.Text = DataXL(dCounter, 2)
```

End If

End If

Else

If Val(txtNextX.Text) > Val(txtPosX.Text) Then

```
txtDeltaX.Text = (Val(txtNextX.Text) - Val(txtPosX.Text)) * 10
txtXi.Text = "+"
```

Else

```
txtDeltaX.Text = (Val(txtPosX.Text) - Val(txtNextX.Text)) * 10
txtXi.Text = "-"
```

End If

If Val(txtNextY.Text) > Val(txtPosY.Text) Then

```
txtDeltaY.Text = (Val(txtNextY.Text) - Val(txtPosY.Text)) * 10
```

```

        txtYi.Text = "+"
    Else
        txtDeltaY.Text = (Val(txtPosY.Text) - Val(txtNextY.Text)) * 10
        txtYi.Text = "-"
    End If

    txtDeltaX.Text = Format(Round(Val(txtDeltaX.Text), 0), "0")
    txtDeltaY.Text = Format(Round(Val(txtDeltaY.Text), 0), "0")

    txtDeltaX.Text = Val(txtDeltaX.Text)
    txtDeltaY.Text = Val(txtDeltaY.Text)

    SendingY
End If
End Sub

Private Sub TimerNext_Timer()
    TimerNext.Enabled = False
    cmdSend_Click
End Sub

Private Sub txtXiM_DblClick()
    If txtXiM.Text = "+" Then
        txtXiM.Text = "-"
    Else
        txtXiM.Text = "+"
    End If
End Sub

Private Sub txtYiM_DblClick()
    If txtYiM.Text = "+" Then
        txtYiM.Text = "-"
    End If
End Sub

```

```
Else
    txtYiM.Text = "+"
End If
End Sub
```



Data hasil pengeboran pcb1:

koordinat protel		koordinat yang dicapai		kesalahan relatif	
X	Y	X	Y	Kr X(%)	Kr Y(%)
9,906	6,604	9,2	7,7	7,12	16,5
20,006	6,604	20,3	7,4	1,46	12,05
9,652	12,7	9,4	14,2	2,61	11,81
19,812	12,7	19,3	13,6	2,58	7,08
7,62	24,892	7	26,9	8,13	8,06
12,7	24,892	12,2	26,9	3,93	8,06
17,78	24,892	17,3	26,8	2,69	7,66
22,86	24,892	22,2	26,3	2,88	5,65
4,064	43,434	4,01	45,4	1,32	4,52
87,112	43,434	87,4	45,3	0,33	4,29
87,112	4,064	87,7	5,4	0,67	32,87
29,972	6,096	30,6	7,6	2,09	24,67
45,052	6,096	35,3	7,5	21,64	23,03
40,64	5,842	40,4	6,6	0,59	12,97
45,72	5,842	45,5	6,02	0,48	3,04
65,024	8,636	65,5	9,7	0,73	12,32
70,104	8,636	70,5	9,6	0,56	11,16
65,024	3,556	65,2	4,3	0,27	20,92
75,184	3,556	74,9	4,2	0,37	18,11
26,416	24,892	25,8	26,5	2,33	6,45
36,576	24,892	35	26,3	4,30	5,65
44,704	24,892	44	26,7	1,57	7,26
49,784	24,892	49,1	26,7	1,37	7,26
19,812	43,18	18,9	45,3	4,60	4,9
24,892	43,18	23,8	45,1	4,38	4,44
32,004	43,18	30,22	45,3	5,57	4,90
42,164	43,18	42,3	45,3	0,32	4,9
49,276	43,688	49,4	45,1	0,25	3,23
54,356	43,688	54,1	45,1	0,47	3,23
57,404	3,556	57,6	4,3	0,34	20,92
57,404	8,636	57,5	9,9	0,16	14,63
84,582	17,78	83,8	19,1	0,92	7,42
83,82	27,432	83,4	29,7	0,5	8,26
83,82	37,592	83,3	40,4	0,62	7,46
76,2	14,732	76,9	16	0,91	8,6
76,2	24,892	76,9	26,6	0,91	6,86
12,192	30,62	11,6	33,5	4,85	9,4
12,192	38,24	15,2	41,9	24,67	9,57
16,624	30,62	16	33,5	3,75	9,4
16,624	38,24	16	41,9	3,75	9,57
22,07	30,62	22,1	34,1	0,13	11,36
22,07	38,24	21,5	41,9	2,58	9,57
27,52	30,62	26,9	33,7	2,25	10,05
27,52	38,24	26,9	42,1	2,25	10,09
32,968	30,62	33,5	33,2	1,61	8,42
32,968	38,24	33,2	42,1	0,7	10,09
43,864	30,62	43,4	33,5	1,05	9,40

43,864	38,24	43,1	42,4	1,74	10,87
49,3	30,6	49,7	33	0,81	7,84
60,96	31,496	61,4	34,7	0,72	10,17
60,96	36,576	61,4	40,1	0,72	9,63
30,988	12,586	30,9	14,9	0,28	18,38
30,988	20,206	31,2	23,3	0,68	15,31
35,228	12,586	35,5	14,8	0,77	17,59
35,228	20,206	35,3	23,1	0,2	14,32
40,676	12,586	40,1	14,9	1,41	18,38
40,67	20,206	40,1	22,8	1,40	12,83
46,124	12,586	46,2	14,7	0,16	16,79
45,124	20,206	45,7	22,8	1,27	12,83
54,864	14,732	54,6	16,2	0,48	9,96
54,864	24,892	54,1	26,9	1,39	8,06
60,96	17,222	61,7	19,8	1,21	14,96
60,96	24,892	61,9	27,1	1,54	8,87
66,04	14,732	66,8	16,5	1,15	12
66,04	24,892	60,5	27,4	8,38	10,07
70,612	17,272	70,1	19,8	0,72	14,63
70,612	24,892	70,8	27,4	0,26	10,07
60,96	31,496	61,4	34,7	0,72	10,17
60,96	36,5	61,7	40,3	1,21	10,41
66,4	33,528	66,2	36,8	0,3	9,75
66,04	41,148	66,1	43,9	0,09	6,68
70,104	33,528	70,8	36,5	0,99	8,86
74,93	30,734	74,4	33,5	0,7	8,99
rata-rata kr (%)				2,28	10,77

Data hasil pengeboran pcb2:

koordinat protel		koordinat yang dicapai		kesalahan relatif	
X	Y	X	Y	kr X (%)	kr Y (%)
5,613	6,096	5,5	6,4	2,02	4,98
15,773	6,096	15,4	6,1	2,36	0,06
25,933	6,096	25,6	6,2	1,28	1,7
36,093	6,096	36,3	6,1	0,57	0,06
46,254	6,096	46,2	6,1	0,11	0,06
56,413	6,096	56	6,1	0,73	0,06
66,57	6,096	66,2	6,1	0,55	0,06
76,733	6,096	76,3	6,1	0,56	0,06
86,893	6,096	86,4	6,1	0,56	0,06
5,6134	16,256	4,4	16,9	21,61	3,96
15,773	16,256	14,9	16,8	5,53	3,34
25,933	16,256	24,9	16,9	3,98	3,96
36,093	16,256	36,1	16,2	0,01	0,34
46,254	16,256	46,2	16,2	0,11	0,34
56,413	16,256	55,9	16,6	0,9	2,11
66,57	16,256	66,2	16,5	0,55	1,5
76,733	16,256	76,4	16,5	0,43	1,5

86,893	16,256	86,5	16,4	0,45	0,88
5,6134	26,416	4,9	27,1	12,7	2,58
15,773	26,416	15,1	27,1	4,26	2,58
25,933	26,416	25,1	27,5	3,21	4,1
36,093	26,416	35,8	27,3	0,81	3,34
46,254	26,416	45,8	27,1	0,98	2,58
56,413	26,416	56,2	26,9	0,37	1,83
66,57	26,416	66,1	26,9	0,7	1,83
76,733	26,416	75,9	26,8	1,08	1,45
86,893	26,416	86,3	26,4	0,68	0,06
5,6134	36,576	5,1	37,3	9,14	1,97
15,773	36,576	15,6	37,4	1,09	2,25
25,933	36,576	25,8	37,4	0,51	2,25
36,093	36,576	35,5	37,4	1,64	2,25
46,254	36,576	45,6	37,2	1,41	1,7
56,413	36,576	55,8	37,1	1,08	1,43
66,57	36,576	65,9	37,2	1,006	1,7
76,733	36,576	76,3	37,1	0,56	1,43
86,893	36,576	86,4	37,1	0,56	1,43
5,6134	46,736	5	47,7	10,92	2,06
15,773	46,736	15,1	47,5	4,26	1,63
25,933	46,736	24,9	47,5	3,98	1,63
36,093	46,736	35	47,7	3,02	2,06
46,254	46,736	45,8	47,5	0,98	1,63
56,413	46,736	55,9	47,4	0,9	1,42
66,57	46,736	66,1	47,7	0,7	2,06
76,733	46,736	76,3	47,5	0,56	1,63
86,893	46,736	86,3	47,5	0,68	1,63
5,6134	56,896	4,7	58,1	16,27	2,11
15,773	56,896	14	57,9	11,24	1,76
25,933	56,896	25,1	57,7	3,21	1,41
36,093	56,896	35,8	57,9	0,81	1,76
46,254	56,896	46	57,9	0,54	1,76
56,413	56,896	55,7	57,5	1,26	1,06
66,57	56,896	65,9	57,7	1,006	1,41
76,733	56,896	76,1	57,7	0,82	1,41
86,893	56,896	86,1	57,9	0,91	1,76
5,6134	67,056	4,4	69,1	21,61	3,04
15,773	67,056	14,3	69,2	9,33	3,19
25,933	67,056	24	68,6	7,45	2,3
36,093	67,056	35,7	69,1	1,08	3,04
46,254	67,056	46	68,8	0,54	2,6
56,413	67,056	55,6	69,1	1,44	3,04
66,57	67,056	65,9	69,4	1,006	3,49
76,733	67,056	75,9	68,8	1,08	2,6
86,893	67,056	86,3	69,1	0,68	3,04
rata-rata kr(%)				3,02	1,88

Data hasil pengeboran pcb3:

koordinat protel		koordinat yang dicapai		kesalahan relatif	
X	Y	X	Y	kr X(%)	kr Y(%)
6,4182	6.4	5.8	6.1	9,63	4,68
12,769	6.4	11.5	5.8	9,93	9,37
19,118	6.4	18.3	5.8	4,27	9,37
25,468	6.4	24.7	5.8	3,01	9,37
31,818	6.4	31.1	5.9	2,25	7,81
38,618	6.4	38.1	6.4	1,34	0
44,519	6.4	43.8	6.4	1,61	0
50,868	6.4	50.3	6	1,11	6,25
57,218	6.4	57.6	6	0,66	6,25
63,568	6.4	63.5	6.4	0,1	0
69,918	6.4	69.6	6.3	0,45	1,56
76,268	6.4	76.7	6	0,56	6,25
82,618	6.4	83	5.9	0,46	7,81
6,4182	12.75	5.6	12.5	12,74	1,96
12,769	12.75	11.8	12.5	7,58	1,96
19,118	12.75	18.9	12.1	1,14	5,09
25,468	12.75	25	12.5	1,83	1,96
31,818	12.75	31.4	12.3	1,31	3,52
38,618	12.75	38.5	12.2	0,3	4,31
44,519	12.75	44.8	12.3	0,63	3,52
50,868	12.75	50.6	11.8	0,52	7,45
57,218	12.75	58	12.1	1,36	5,09
63,568	12.75	63.9	12.1	0,52	5,09
69,918	12.75	70.4	12.3	0,68	3,52
76,268	12.75	77.3	12.2	1,35	4,31
82,618	12.75	83.2	12.3	0,7	3,52
6,4182	19.1	6.9	19.9	7,5	4,18
12,769	19.1	13.1	19.9	2,59	4,18
19,118	19.1	19.7	19.7	3,04	3,14
25,468	19.1	26.1	20.1	2,48	5,23
31,818	19.1	32.3	19.9	1,51	4,18
38,618	19.1	39.5	19.6	2,28	2,61
44,519	19.1	45.4	19.7	1,97	3,14
50,868	19.1	50.1	19.8	1,5	3,66
57,218	19.1	57.1	19.7	0,2	3,14
63,568	19.1	63.2	19.8	0,57	3,66
69,918	19.1	69.7	19.7	0,31	3,14
76,268	19.1	76.8	19.8	0,69	3,66
82,618	19.1	83	19.5	0,46	2,09
6,4182	25.45	7.06	26.1	9,99	2,55
12,769	25.45	13.1	26.1	2,59	2,55
19,118	25.45	19.8	25.5	3,56	0,19
25,468	25.45	25.9	25.6	1,69	0,58
31,818	25.45	32.2	25.9	1,2	1,76
38,618	25.45	39.1	25.6	1,24	0,58
44,519	25.45	44.9	25.4	0,85	0,19
50,868	25.45	51.3	25.6	0,84	0,58

57,218	25.45	58.2	25.5	1,71	0,19
63,568	25.45	64.3	25.4	1,15	0,19
69,918	25.45	70.6	25.5	0,97	0,19
76,268	25.45	77	25.6	0,95	0,58
82,618	25.45	83.2	25.4	0,7	0,19
6,4182	31.8	6,9	31.9	7,5	0,3
12,769	31.8	13.2	32.1	3,37	0,94
19,118	31.8	20.1	31.9	5,13	0,31
25,468	31.8	26	31.9	2,08	0,31
31,818	31.8	32.2	31.9	1,2	0,31
38,618	31.8	39.7	32.1	2,8	0,94
44,519	31.8	44.8	31.9	0,63	0,31
50,868	31.8	50.8	31.8	0,13	0
57,218	31.8	58	31.9	1,36	0,31
63,568	31.8	63.9	31.9	0,52	0,31
69,918	31.8	70.2	32.1	0,40	0,94
76,268	31.8	77	32.1	0,95	0,94
82,618	31.8	83.6	31.4	1,18	1,25
rata-rata kr(%)				2,24	2,82

Data hasil pengeboran pcb4:

koordinat protel		koordinat yang dicapai		kesalahan relatif (%)	
X	Y	X	Y	kr X(%)	kr Y (%)
36,068	10.16	36.6	8.9	1,47	12,4
38,608	10.16	38.3	9.1	0,79	10,43
41,418	10.16	41.5	9	0,19	11,41
43,688	10.16	43.4	9	0,65	11,41
46,228	10.16	46.5	8.9	0,58	12,4
48,768	10.16	48.6	9	0,34	11,41
51,308	10.16	51.6	9.1	0,56	10,43
53,848	10.16	53.7	9.1	0,27	10,43
56,388	10.16	54.9	9.2	2,63	9,44
58,928	10.16	57.2	9.2	2,93	9,44
61,468	10.16	60.3	9.6	1,9	5,51
64,008	10.16	63.2	9.1	1,26	10,43
66,548	10.16	65.3	9	1,87	11,41
69,008	10.16	68.3	8.9	1,02	12,4
71,628	10.16	70.4	8.9	1,71	12,4
74,168	10.16	73.4	8.9	1,03	12,4
76,708	10.16	75.8	8.9	1,18	12,4
79,248	10.16	78.7	9.1	0,69	10,43
81,788	10.16	81	9	0,96	11,41
84,328	10.16	84.3	8.9	0,03	12,40
36,068	25.4	36.4	24.5	0,92	3,54
38,608	25.4	38.6	24.4	0,02	3,93
41,418	25.4	41.5	24.4	0,19	3,93
43,688	25.4	43.6	24.4	0,2	3,93

46,228	25.4	46.5	24.4	0,58	3,93
48,768	25.4	48.9	24.3	0,27	4,33
51,308	25.4	51.9	24.3	1,15	4,33
53,848	25.4	54.2	24.4	0,65	3,93
56,388	25.4	57	24.2	1,08	4,72
58,928	25.4	59.1	24.3	0,29	4,33
61,468	25.4	62.1	24.4	1,02	3,93
64,008	25.4	65.2	24.2	1,86	4,72
66,548	25.4	67.3	24.2	1,13	4,72
69,008	25.4	69.3	24.2	0,42	4,72
71,628	25.4	71	24.3	0,87	4,33
74,168	25.4	74.4	24.2	0,31	4,72
76,708	25.4	76.7	24.2	0,01	4,72
79,248	25.4	8	24.3	89,9	4,33
81,788	25.4	91.9	24.4	12,36	3,93
84,324	25.4	84.8	24.2	0,56	4,72
6,604	13,716	5.9	12.8	10,66	6,67
9,144	13,716	8.9	12.7	2,66	7,4
11,684	13,716	10.7	12.6	8,42	8,13
14,224	13,716	14.2	12.6	0,16	8,13
16,764	13,716	15.8	12.6	5,75	8,13
19,304	13,716	19.3	12.6	0,02	8,13
21,844	13,716	20.9	12.6	4,32	8,13
24,384	13,716	24.2	12.7	0,75	7,4
26,024	13,716	26.1	12.5	0,29	8,86
29,464	13,716	29.1	12.6	1,23	8,13
6,604	21,336	5.6	20.6	15,2	3,44
9,144	21,336	8.7	20.4	4,85	4,38
11,684	21,336	11	20.4	99,9	4,38
14,224	21,336	13.1	20.3	7,9	4,85
16,764	21,336	16	20.4	4,55	4,38
19,304	21,336	19.2	20.4	0,53	4,38
21,844	21,336	21.1	20.4	3,4	4,38
24,384	21,336	24.2	20.3	0,75	4,85
26,024	21,336	26	20.3	0,09	4,85
29,464	21,336	29.4	20.4	0,21	4,38
6,604	13,716	5.9	12.8	10,66	6,67
9,144	13,716	8.9	12.7	2,66	7,4
11,684	13,716	10.7	12.6	8,42	8,13
14,224	13,716	14.2	12.6	0,16	8,13
16,176	13,716	15.8	12.6	2,32	8,13
19,304	13,716	19.3	12.6	0,02	8,13
21,844	13,716	20.9	12.6	4,32	8,13
24,384	13,716	24.2	12.7	0,75	7,4
26,924	13,716	26.1	12.5	3,06	8,86
29,464	13,716	29.1	12.6	1,23	8,13
6,604	21,336	5.6	20.6	15,2	3,44
9,144	21,336	8.7	20.4	4,85	4,38
11,684	21,336	11	20.4	5,85	4,38
14,224	21,336	14.1	20.3	0,87	4,85
16,764	21,336	16	20.4	4,55	4,38
19,304	21,336	19.2	20.4	0,53	4,38

21,844	21,336	21.1	20.4	3,4	4,38
24,384	21,336	24.2	20.3	0,75	4,85
26,924	21,336	26	20.3	3,43	4,85
29,464	21,336	29.4	20.4	0,21	4,38
11,684	31,496	10.8	29.8	7,56	5,38
14,224	31,496	14.1	29.6	0,87	6,01
16,764	31,496	15.9	29.9	5,15	5,06
19,304	31,496	19.2	29.9	0,53	5,06
11,684	39,116	12.8	37.8	9,55	3,36
14,334	39,116	15.9	37.8	10,92	3,36
16,764	39,116	17.6	37.8	4,98	3,36
19,304	39,116	20.7	37.8	7,23	3,36
23,876	31,496	23.1	29.9	3,25	5,06
26,416	31,496	26.3	29.7	0,43	5,7
28,956	31,496	29.5	29.7	1,87	5,7
31,496	31,496	31.3	29.7	0,62	5,7
34,036	31,496	34.6	29.6	1,65	6,01
36,576	31,496	36.8	29.7	0,61	5,7
39,116	31,496	39.8	29.7	1,74	5,7
41,656	31,496	41.9	29.7	0,58	5,7
23,876	39,116	24.4	37.7	2,19	3,62
26,416	39,116	27.4	37.8	3,72	3,36
28,956	39,116	30.6	37.7	5,67	3,62
31,496	39,116	32.5	37.8	3,18	3,36
34,036	39,116	35.5	37.9	4,3	3,1
36,576	39,116	37.8	37.7	3,34	3,62
39,116	39,116	40.3	37.3	3,02	4,64
41,656	39,116	42.9	37.7	2,98	3,62
47,752	36,576	47	34.7	1,57	5,12
50,292	36,576	50.2	34.5	0,18	5,67
52,832	36,576	52.1	34.6	1,38	5,4
55,372	36,576	55.8	34.6	0,77	5,4
47,752	44,196	49.4	42.7	3,45	3,38
50,292	44,196	53	43	5,38	2,7
52,832	44,196	55.3	42.9	4,67	2,93
55,372	44,196	57.3	42.9	3,48	2,93
59,944	36,576	60.5	34.9	0,92	4,58
62,484	36,576	63.3	35	1,30	4,3
65,024	36,576	65.2	35	0,27	4,3
67,564	36,576	67	35.1	0,83	4,03
70,104	36,576	70.4	35.1	0,42	4,03
72,644	36,576	72.4	34.9	0,33	4,58
75,184	36,576	75.9	35.2	0,95	3,76
77,724	36,576	77.6	34.8	0,15	4,85
59,944	44,196	61.7	42.7	99,89	3,38
62,484	44,196	64.9	42.8	3,86	3,15
65,024	44,196	68.2	42.9	4,88	2,93
67,564	44,196	70.7	43	4,64	2,7
70,104	44,196	73	42.9	4,13	2,93
72,644	44,196	75.5	43.1	3,93	2,47
75,184	44,196	78.5	43	4,41	2,7
77,724	44,196	80.6	42.9	3,7	2,93

4,064	47,7	6	45,6	47,63	4,40
87,122	47,7	89.1	45.7	2,27	4,19
87,122	4,064	87.1	4	0,02	1,57
4,064	4,064	4	5	1,57	23,03
rata-rata kr(%)				5,1	5,96





UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB OTOMATIS
MEMANFAATKAN POLA TITIK KOORDINAT PADA
SOFTWARE PROTEL**

SKRIPSI

**FAJAR MINGGU AJI
0606039820**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM SARJANA EKSTENSI FISIKA
DEPOK
JUNI 2009
HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fajar Minggu Aji

NPM : 0606039820

Program Studi : Instrumentasi Elektronika

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB
OTOMATIS MEMANFAATKAN POLA TITIK
KOORDINAT PADA SOFTWARE PROTEL

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Science pada program studi ekstensi fisika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr.Prawito ()

Pembimbing II : Drs.Arief Sudarmadji M.T. ()

Penguji I : Lingga Hermanto M.Si ()

Penguji II : Djati Handoko M.Si ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 JUNI 2009

RANCANG BANGUN MESIN BOR PCB OTOMATIS MEMANFAATKAN POLA TITIK KOORDINAT PADA SOFTWARE PROTEL

Fajar minggu Aji (0606039820)

Jurusan Ekstensi Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

e-mail: wasdaf_atomboy@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk membuat sebuah rancang bangun mesin bor PCB otomatis. yang dapat melakukan pengeboran pada papan PCB secara otomatis dengan memanfaatkan pola titik koordinat pada software protel, software protel adalah software yang digunakan untuk mendesain jalur rangkaian elektronika. pengendalian dari pergerakan mesin bor serta sensing element dilakukan oleh mikrokontroler . komunikasi yang digunakan untuk pengiriman data antara pc dan mikrokontroler menggunakan komunikasi serial RS232 dengan laju aliran pengiriman data diatur menggunakan program aplikasi yang dibuat menggunakan program visual basic.

Kata kunci: PCB, Bor, Protel, Mikrokontroler, RS232, Visual basic

ABSTRACT

Has been done an experiment to built an automatic PCB drill machine, this machine can drill PCB automatically using hole pattern cordinates from protel. The software is a computer application that usually used to design electronic circuit boards. Smart microcontroller also used as the system controller, it controlled the mechanic movements and the sensing elements. The communication methods between PC and microcontroller are using a serial protocols communication RS232. In addition, visual basic program has been built to managed the data flows.

Keywords: PCB, Drill, Protel, Microcontroller, RS232, Visual Basic.

1. Pendahuluan

Bagi mereka yang bergelut dalam dunia elektronika baik ilmuwan, mahasiswa, pelajar, atau para hobiist mungkin istilah PCB (*printed Circuit Board*) sudah tidak asing lagi, sesuai dengan namanya *board*/papan ini digunakan sebagai *circuit* dari rangkaian elektronika, dipapan inilah dibangun semua koneksi dari komponen-komponen elektronika yang digunakan.

Dalam pembuatan PCB ini terdapat tahapan-tahapan mulai dari mendesign jalur/koneksi atau lebih dikenal dengan membuat (*layout*), melarutkan bagian tembaga yang tidak diperlukan (*etching*). hingga pada tahapan membuat lubang pada setiap pad komponen dengan menggunakan mesin bor.

Sejauh ini untuk proses membuat (*layout*) sudah dapat dilakukan dengan bantuan komputer dengan perangkat lunak yang sudah tersedia pula seperti protel,eagle,dll. begitu juga pada proses pelarutan tembaga (*etching*) prosesnya dapat dilakukan dilakukan secara massal sehingga dari kedua proses diatas sudah memiliki efektifitas produksi yang cukup baik. namun pada proses pengeboran sebagian besar masih dilakukan secara manual.

Seperti yang penulis alami sendiri, biasanya proses pembuatan lubang pada papan PCB ini menggunakan mesin bor manual dengan cara menaik-turunkan tuas dari mesin bor, hasil pengeboran bisa dibilang cukup baik (*center*) jika jumlah PCB yang dibuat dalam skala kecil, namun hasil yang sama mungkin tidak didapatkan apabila jumlah PCB yang akan dibuat sangat banyak dan dilakukan dengan mesin bor manual.

Permasalahan inilah yang juga dialami oleh para pengusaha pembuat PCB skala kecil, proses pengeboran manual ini menghambat mereka untuk meningkatkan hasil produksinya baik dari segi kualitas, kuantitas serta efektifitas kerja.

Dari permasalahan yang telah diuraikan barusan mendorong penulis sebagai mahasiswa yang dinamis, kreatif, inovatif, dan aplikatif untuk dapat membuat sebuah rancang bangun mesin bor untuk PCB otomatis dengan memanfaatkan pola titik koordinat pada software protel dari PC. dan diharapkan mesin ini nantinya dapat melakukan pengeboran pada PCB dengan tingkat ketelitian yang baik dan konstant. Sehingga dapat membantu industri-industri kecil untuk meningkatkan efektifitas produksi hingga dapat meningkatkan kualitas serta kuantitas produk yang dihasilkan

2. Perancangan Model

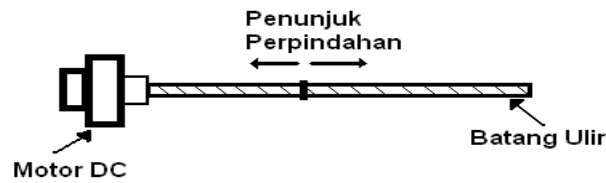
Mesin bor otomatis yang dirancang menggunakan beberapa perangkat pendukung yaitu sebuah konstruksi mekanik, hardware serta software.



Gambar 1. Rancang Bangun Keseluruhan.

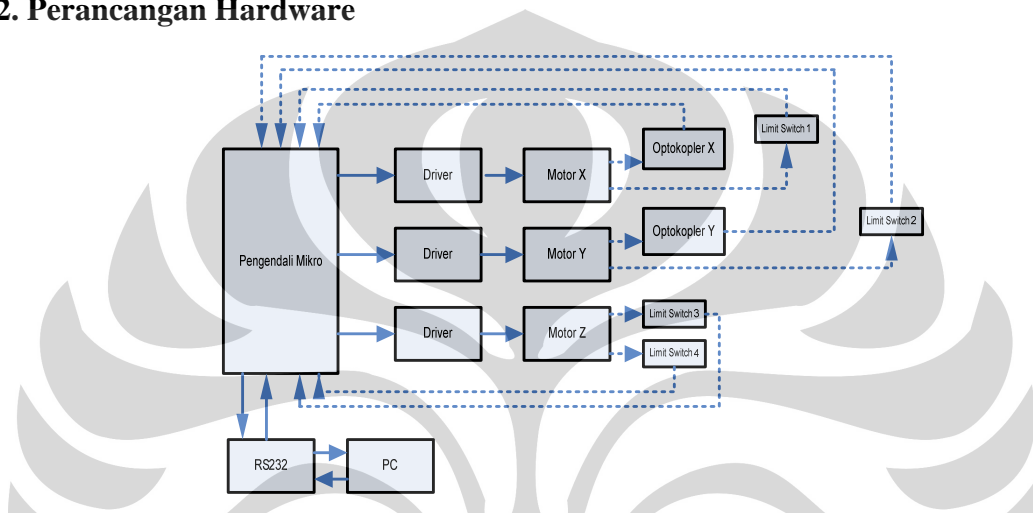
2.1. Konstruksi Mekanik

Untuk dapat merealisasikan suatu perpindahan X dan Y axis, penulis menggunakan cara kerja dari batang ulir atau baut panjang. Yang apabila batang ulir tersebut berputar dan pada ulirnya terdapat mur, maka mur tersebut dapat berpindah sesuai dengan arah putaran batang ulir tersebut. Misalkan apabila batang ulir tersebut berputar ke salah satu arah (misalnya searah jarum jam) maka mur yang berfungsi sebagai penunjuk perpindahan akan bergerak ke kanan, dan bila batang ulir tersebut berputar balik (berlawanan arah jarum jam), maka mur juga akan bergerak berlawanan arah yaitu ke kiri. Adapun untuk dapat menggerakkan baut tersebut secara otomatis digunakan sebuah motor DC yang terhubung dengan ujung batang ulir.



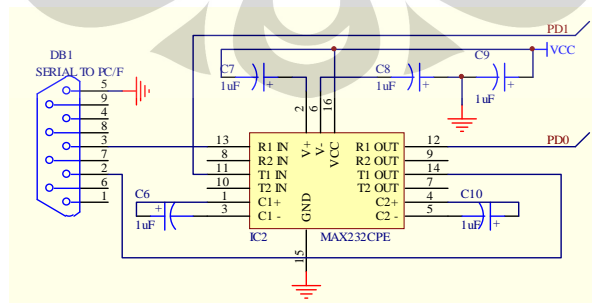
Gambar 2. Konstruksi Mekanik Perpindahan X dan Y axis.

2.2. Perancangan Hardware



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Bor Otomatis.

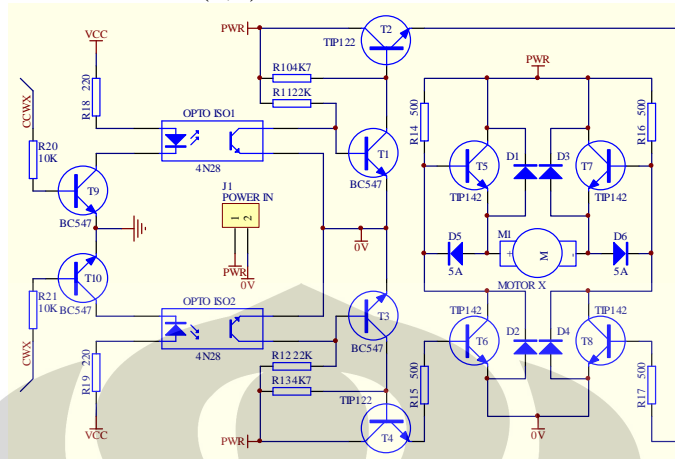
Pengendali utama dari sistem ini memanfaatkan pengendali mikro Atmega8535 yang akan mengakses data koordinat titik dari target pengeboran dari Protel pada PC sehingga didapatkan hasil yang bersesuaian dengan tata letak komponen pada desain papan sirkuitnya. Komunikasi yang digunakan antara pengendali mikro dengan PC adalah RS 232 yang merupakan salah satu standar interface dalam proses transfer data antar komputer terutama dalam bentuk serial transfer. RS232 merupakan kependekan dari *Recommended Standard number 232*.



Gambar 4. Rangkaian Antarmuka RS232

Driver berfungsi sebagai penguat arus mikrokontroller untuk menggerakkan motor DC, dimana motor DC bertindak sebagai aktuator mekanik pergerakan bor. Untuk memandu pergerakan motor untuk mencapai titik koordinat dipergunakan

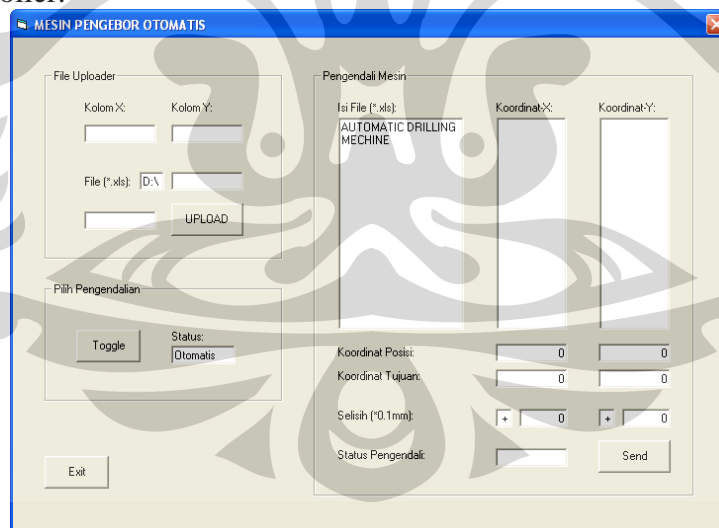
optokopler yang bertindak sebagai umpan balik loop tertutup dari sistem dimana optokoupler ini bertindak sebagai pendeteksi jumlah putaran yang selanjutnya akan diolah oleh pengendali mikro menjadi data posisi. Sedangkan limit switch digunakan untuk mengetahui posisi koordinat (0,0) dari axis X dan Y



Gambar 5. Rangkaian Driver Motor

2.3. Perancangan Software

Pada perancangan keseluruhan sistem menggunakan dua perangkat lunak, perangkat lunak pertama merupakan perangkat lunak untuk pengendali mikro AT mega 8535 dengan menggunakan program BASCOM AVR 8.1 dan yang kedua perangkat lunak visual basic untuk mengimport data dari file excell dan mengirimkan ke mikrokontroler.

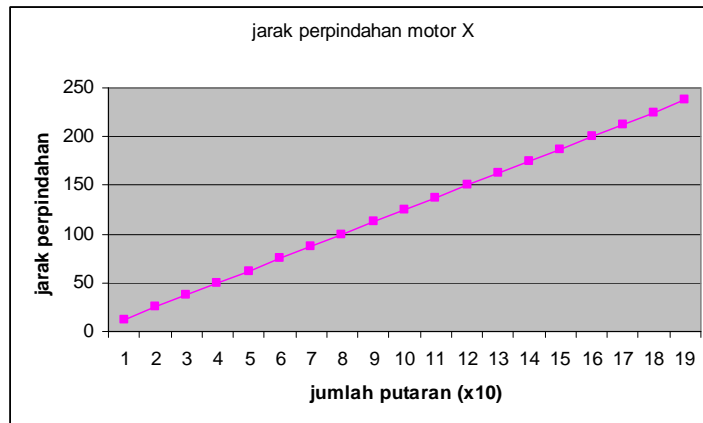


Gambar 6. perancangan software rancang bangun mesin bor.

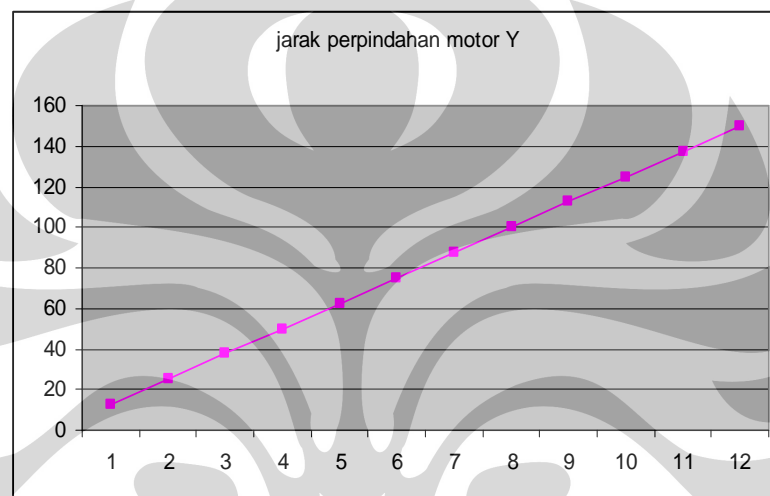
3. Hasil dan Diskusi

Setelah dilakukan pengerjaan keseluruhan sistem, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian-pengujian tersebut meliputi :

- Pengujian Perpindahan Jarak Mekanik.
- Pengujian Jumlah Pulsa Sensor.
- Pengujian Sistem Keseluruhan.

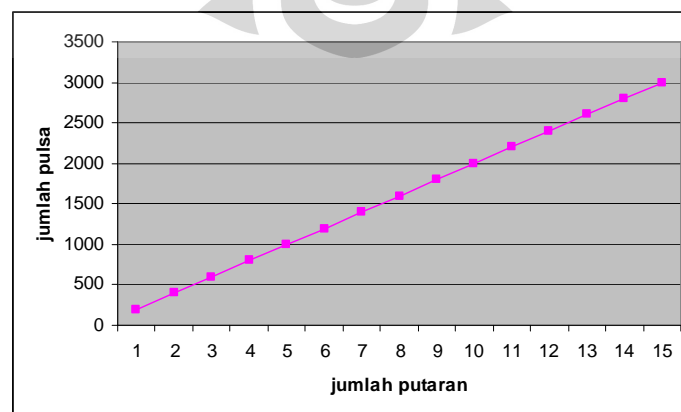


Gambar 7. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor X.

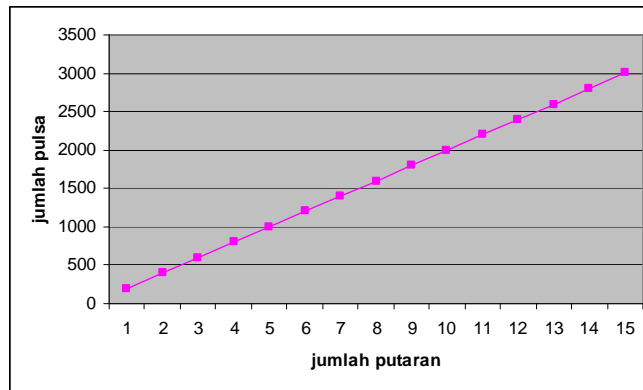


Gambar 8. Grafik Putaran terhadap Perpindahan motor Y.

Dari kedua data di atas dapat dilihat persamaan yang sangat mencolok antara kedua motor (motor X dan motor Y), hal ini dimungkinkan karena kedua motor yang digunakan memiliki karakteristik yang sama serta desain mekanik antara axis X dan axis Y juga dibuat sama hanya saja pada lintasan X memiliki jarak yang lebih panjang dari lintasan Y. Dari kedua data diatas dapat dilihat bahwa perpindahan pada setiap **10 putaran** dari motor DC sebesar **12.5mm** sedangkan untuk setiap **1 putaran** akan menghasilkan perpindahan sebesar **1.25mm**



Gambar 9. Grafik jumlah pulsa sensor motor X.



Gambar 10. Grafik jumlah pulsa sensor motor Y.

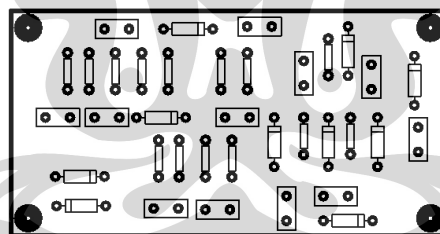
Dari data diatas dapat diketahui rata-rata jumlah pulsa dalam 1 putaran pada motor X sebesar **200.2 pulsa**, Sedangkan pada data untuk motor Y dapat diketahui rata-rata jumlah pulsa dalam 1 putaran pada motor X sebesar **199.9 pulsa**, seperti yang telah diketahui pada pengujian 1 bahwa dalam 1 putaran motor terdapat perubahan jarak sebesar **1.25mm** sehingga;

$$1 \text{ putaran} = 199.9 \text{ pulsa} = 1.25\text{mm}$$

$$1 \text{ pulsa} = 0.00625\text{mm}$$

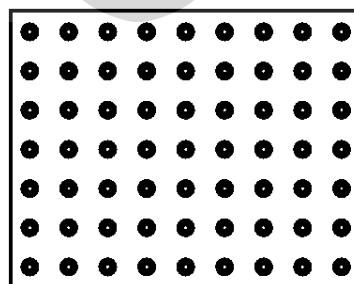
Sehingga untuk menghasilkan resolusi pergerakan sebesar 0.1mm maka motor harus diputar sebanyak **16 pulsa sensor**.

Pengujian selanjutnya merupakan pengujian sistem secara keseluruhan, mesin bor akan bekerja secara otomatis melakukan pengebaran pada 4 macam pola pcb, dengan menggunakan form seperti pada gambar 6.



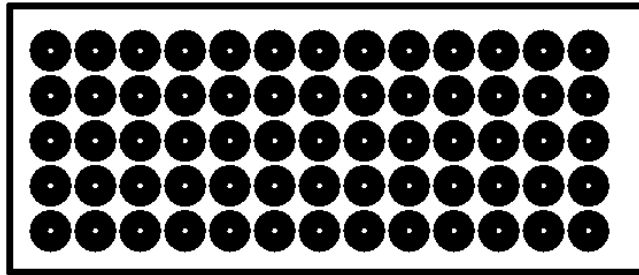
Gambar 11. lay-out pcb1.

Untuk pengujian pengebaran pada lay-out pcb 1, hasil rata-rata kesalahan relatif pada **motor X** sebesar **2.28%** dan **10.77%** pada **motor Y**.



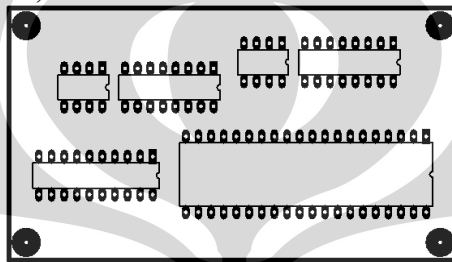
Gambar 12. lay-out pcb2.

tepat pada percobaan ini rata-rata kesalahan relative pada **motor X** sebesar **3.02%** dan **1.88%** pada motor **Y**.



Gambar 13. lay-out pcb3.

Dengan pola matrik sama dengan percobaan sebelumnya namun dengan jarak yang lebih kecil hasil pencapaian koordinat tidak jauh berbeda. Dengan rata-rata kesalahan relative sebesar **2,24%** untuk **motor X** dan **2.82%** untuk **motor Y** .



Gambar 14. lay-out pcb4.

Pada percobaan ini rata-rata kesalahan relative sebesar **5.1%** pada **motor X**, dan **5.96%** pada **motor Y**. Berdasarkan ke empat pengujian diatas, system bekerja cukup baik pada pola yang memiliki jarak koordinat yang sama, sedangkan pada pola yang tidak teratur dengan perpindahan jarak yang kecil hasil koordinat yang dicapai masih banyak yang tidak sesuai

Secara keseluruhan system yang dibuat masih banyak kekurangan terbukti dari pengujian system yang rata-rata memiliki kesalahan relative di atas 1%. Banyaknya koordinat-koordinat yang tidak tercapai/memiliki kesalahan relative besar, salah satunya disebabkan oleh respon motor yang kurang baik ketika di-off-kan , selain itu tidak adanya feed back error pada keseluruhan system ini membuat nilai error tidak dapat dikurangi sehingga menjadi akumulatif . secara garis besar proses pengeboran masih mengikuti pola yang sebenarnya (pada lay-out Protel) walau pun secara koordinat masih belum tercapai.

4. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perancangan serta pengujian terhadap sistem yang telah dibuat maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa:

- 1 . secara keseluruhan perancangan untuk desain elektronik (hard ware) sudah sesuai dengan yang diinginkan namun untuk desain mekanik maupun pengendalian masih kurang sesuai
2. dengan menggunakan as drat berukuran **8mm** akan menghasilkan perpindahan mur sebesar **1.25mm** setiap putarannya.
3. antara motor X dan motor Y memiliki karakteristik yang sama. untuk menghasilkan resolusi pergerakan sebesar **0.1mm** maka motor harus diputar sebanyak **16 pulsa sensor**.

4. pada pengujian system secara keseluruhan pencapaian koordinat cukup baik pada pola yang teratur , sedangkan pada pola yang tidak teratur dengan jarak perpindahan yang kecil pencapaian koordinat sesungguhnya masih belum tercapai dengan baik
5. pada pengujian dengan menggunakan pola **pcb1** diketahui kesalahan relative pada **motor X** sebesar **2.28%** dan **10.77% pada motor Y**.
6. pada pengujian dengan menggunakan pola **pcb2** diketahui kesalahan relative pada **motor X** sebesar **3.02%** dan **1.88% pada motor Y**.
7. pada pengujian dengan menggunakan pola **pcb3** diketahui kesalahan relative pada **motor X** sebesar **2,24%** dan **2.82% pada motor Y**.
8. pada pengujian dengan menggunakan pola **pcb4** diketahui kesalahan relative pada **motor X** sebesar **5.1%** dan **5.96% pada motor Y**.

DAFTAR ACUAN

- [1] Seborg, Dale E., "Process Dynamics And Control", John Wiley & Sons Inc, 1989.
- [2] Tokheim, Roger L., "Digital Electronics", Prentice-Hall International, Inc.
- [3] Yuswanto, "Pemrograman Dasar Microsoft Visual Basic 6.0", Prestasi Pustaka Publisher, 2003.
- [4] Putra, Agfianto Eko., "Belajar Mikrokontroler", Penerbit Gava Media, 2003.
- [5] *Data Sheet*, Mikrokontroller AT MEGA 8335
- [6] <http://www.ilmukomputer.com>