

**MESIN BOR PCB DENGAN PROGRAM DELPHI YANG
MEMANFAATKAN SOFTWARE PROTEL DXP**



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

DARI SUPARNO

D 400 020 069

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2007

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**MESIN BOR PCB DENGAN PROGRAM DELPHI YANG MEMANFAATKAN SOFTWARE PROTEL DXP**” ini diajukan oleh:

Nama : *DARI SUPARNO*

NIM : *D 400 020 069*

NIRM :

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana jenjang pendidikan Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

(**Ir.Bana Handaga, MT.**)

(**Dedy Ary Prasetya, ST.**)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul “ Mesin Bor Pcb Dengan Program Delphi Yang Memanfaatkan Software Protel DXP” ini telah di pertanggung jawabkan dihadapan Dewan Penguji Tugas Akhir pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

1. Ir. Bana Handaga, MT
2. Dedi Ary Prasetya, ST
3. Aris Rakhmadi,ST
4. Nurgiyatna, ST, MSc

Mengetahui,

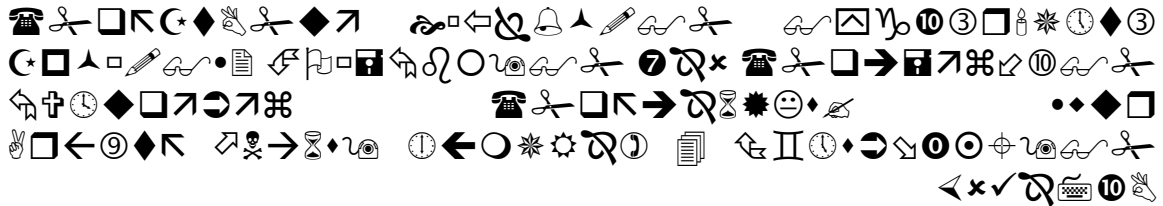
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

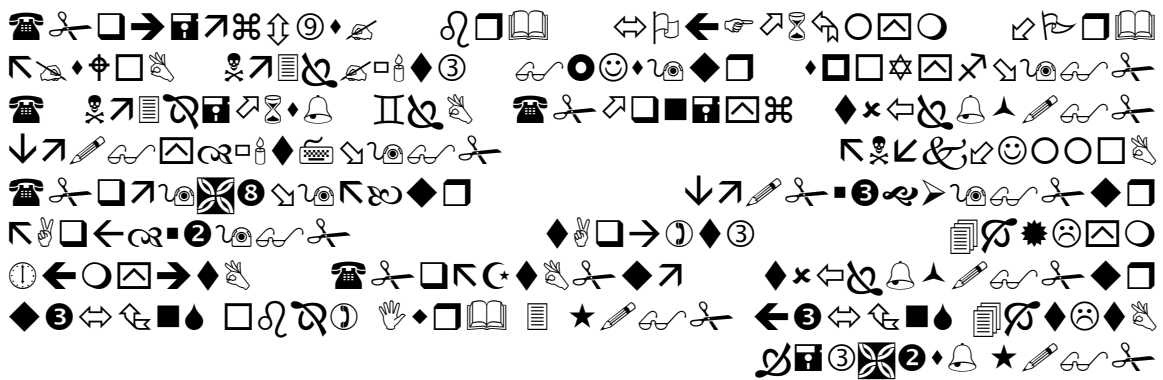
Ir. H. Sri Widodo, MT

Ir. Jatmiko, MT

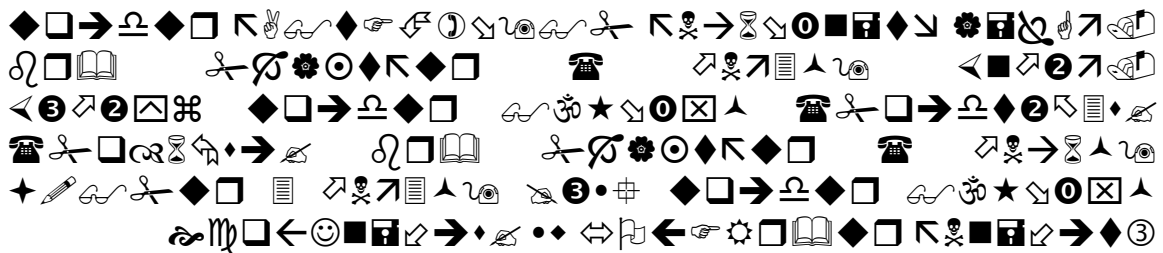
MOTTO



Hai orang-orang yang beriman, masuklah kamu ke dalam Islam keseluruhan, dan janganlah kamu turut langkah-langkah syaitan. Sesungguhnya syaitan itu musuh yang nyata bagimu. (QS Al Baqarah ; 208)



Apakah kamu mengira bahwa kamu akan masuk syurga, padahal belum datang kepadamu (cobaan) sebagaimana halnya orang-orang terdahulu sebelum kamu? mereka ditimpa oleh malapetaka dan kesengsaraan, serta digoncangkan (dengan bermacam-macam cobaan) sehingga berkatalah Rasul dan orang-orang yang beriman bersamanya: "Bilakah datangnya pertolongan Allah?" Ingatlah, Sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat. (QS Al Baqarah ; 214)



Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak Mengetahui. (QS Al Baqarah ; 216)

(QS Al Baqarah ; 216)

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Mesin Bor Pcb Dengan Program Delphi Yang Memanfaatkan Software Protel Dxp” ini tepat pada waktunya.

Selanjutnya penulis sadari bahwa dalam penulisan serta penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Sri Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Jatmiko, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Bana Handaga, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing Pertama Tugas Akhir.
4. Bapak Dedy Ary, ST., selaku Dosen Pembimbing Kedua Tugas Akhir.
5. Segenap Staf Pengajar dan Karyawan pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini pula penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan hingga dapat terselesainya Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Ayah dan Bunda tercinta yang telah mengiringi dengan do'a serta dorongan moral dan material.
2. Kakak dan Adikku yang kusayangi Widodo dan Tri Wulandari S.
3. My Heart "Titha serta Kemajaanya" terima kasih atas cinta, kasih sayang, kesabaran, pengertian dan kesetiiaannya pada penulis. Semoga semuanya abadi.
4. Pak"Dedy",Mas"Eko",Jan,Pras,orang yang banyak mempengaruhi penulis dalam segala hal.
4. Rekan seperjuangan Azi,Mbah Panut,Aris,Cipto,Sunarno,Idris,Huda.
5. Rekan-rekan Asisten semua angkatan Tetap berjuang Bro!
6. Anak-anak "Uwock Apartemen" yang telah banyak merepotkan penulis.
7. Rekan-rekan Teknik Elektro angkatan 2002 dan adik angkatan serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu per satu.

Penulis telah berusaha menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik mungkin, namun penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dari hasil karya manusia. Mohon maaf apabila dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan serta kesalahan sehubungan dengan keterbatasan penulis.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa terutama mahasiswa Teknik Elektro.

Surakarta, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
DAFTAR KONTRIBUSI	iv
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN ABSTRAKSI	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metodologi Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Motor Stepper.....	6
2.1.1 Jenis motor stepper.....	7

2.1.1.a Motor <i>Stepper</i> dengan Magnet Permanen.....	7
2.1.1.b Motor <i>Stepper</i> dengan <i>Variable Reluctance</i>	8
2.1.1.c Motor <i>Stepper</i> Campuran.....	9
2.1.2 Dasar pengoperasian motor stepper.....	9
2.1.2.a <i>Full Stepping</i>	10
2.1.2.b <i>Half Stepping</i>	11
2.2 Mikrokontroler AT89S51.....	20
2.3. Borland delphi 7.0.....	21
2.4. <i>Port paralel</i> Komputer.....	22
2.5. Interface Delphi dengan port paralel.....	26
2.6. <i>Protel DXP</i>	27
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN PROGRAM.....	30
3.1. Prinsip kerja.....	30
3.2. Perancangan Hardware.....	31
3.2.1 Perancangan sistem mekanik.....	31
3.2.1.1 Desain / Model Mekanisme Mesin Bor PCB dan Bagian bagiannya Khusus pada Arah Sumbu X.....	32
3.2.1.1.1 Motor langkah.....	33
3.2.1.1.2 Roda gigi.....	34
3.2.1.1.3 Meja lintasan.....	34
3.2.1.1.4 Poros.....	35
3.2.1.1.5 Bearing /laker.....	36
3.2.1.1.6 Belt.....	36

3.2.1.1.7 Kerangka sumbu x.....	37
3.2.1.1.8 Rel.....	38
3.2.1.1.9 Prinsip Kerja Mekanisme Gerak Linier pada Sumbu X	38
3.2.1.2 Desain / Model Mekanisme Mesin Bor PCB dan Bagian-	
bagiannya Khusus pada Arah Sumbu Y.....	39
3.2.1.2.1 Tiang Penyangga Sumbu Y.....	40
3.2.1.2.2 Dudukan sumbu Z.....	40
3.2.1.2.2 Prinsip Kerja mekanisme gerak pada sumbu Y	41
3.2.1.3 Desain / Model Mekanisme Mesin Bor PCB dan Bagian-	
bagiannya Khusus Pada Arah Sumbu Z.....	42
3.2.1.3.1 Motor DC.....	43
3.2.1.3.2 Poros ulir.....	44
3.2.1.3.3 Dudukan motor bor.....	44
3.2.1.3.4 Motor Bor.....	45
3.2.1.3.5 Rel.....	45
3.2.1.3.6 Switching.....	46
3.2.1.3.7 Prinsip Kerja Mekanisme Gerak Linier pada Sumbu	
Z.....	47
3.2.2 Perancangan system elektronik.	47
3.2.2.1 Perancangan driver motor langkah.....	47
3.2.2.2 Perancangan driver motor DC.....	50
3.2.2.3 Perancangan sensor posisi	50
3.2.2.4 Perancangan interface dengan komputer.....	51
3.3 Perancangan Software	51

3.3.1 Perancangan software mikrokontroller.....	52
3.3.1.1 Flowchart program mikrokontroller.....	53
3.3.1.2 Program sebelum terhubung dengan komputer.....	54
3.3.1.3 Program menerima perintah dari komputer.....	55
3.3.2 Perancangan software komputer dengan Delphi 7.....	55
3.3.2.1 Perancangan program convert protel ke koorddinat (x,y)....	58
3.3.2.2 Perancangan program dengan pengurutan.....	64
3.3.2.3 Perancangan program untuk mengelola hasil convert maupun inputan manual.....	67
3.3.2.4 Perancangan program untuk menjalankan motor langkah...	69
3.3.2.5 Perancangan program mencari titik koordinat....	71
3.3.2.6 Perancangan program melakukan proses bor sumbu Z.....	76
3.3.2.7 Perancangan program mengembalikan posisi motor ke (0,0).....	77
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA.....	80
4.1. Pengujian hardware dan software.....	76
4.1.1 Pengujian driver motor DC.....	81
4.1.1.1 Langkah-langkah pengujian.....	81
4.1.1.2 Alat yang digunakan.....	81
4.1.1.3 Metode pengujian.....	81
4.1.1.4 Hasil pengujian.....	81
4.1.1.5 Analisa hasil pengujian.....	82
4.1.2 Pengujian driver motor langkah.....	83
4.1.2.1 Langkah pengujian	83

4.1.2.2 Peralatan yang digunakan.....	83
4.1.2.3 Metode pengujian.....	84
4.1.2.4 Hasil pengujian.....	81
4.1.2.5 Analisa pengujian.....	85
4.1.3 Pengujian rangkain mikrokontroller.....	85
4.1.3.1 Langkah-langkah pengujian.....	85
4.1.3.2 Peralatan yang digunakan.....	86
4.1.3.3 Metode pengujian.....	86
4.1.3.4 Hasil pengujian.....	87
4.1.3.5 Analisa hasil pengujian.....	88
4.1.4 Pengujian gerak sumbu x dan y.....	88
4.1.4.1 Langkah-langkah pengujian.....	88
4.1.4.2 Perlengkapan yang digunakan.....	89
4.1.4.3 Metode pengujian.....	89
4.1.4.4 Hasil pengujian.....	89
4.1.4.5 Analisa hasil pengujian.....	90
4.1.5 Pengujian gerak sumbu Z.....	91
4.1.5.1 Langkah-langkah pengujian.....	91
4.1.5.2 Perlengkapan pengujian.....	91
4.1.5.3 Metode pengujian.....	91
4.1.5.4 Hasil pengujian.....	92
4.1.5.5 Analisa hasil pengujian.....	92
4.1.6 Pengujian program conversi file protel ke koordinat titik (x,y)...	92
4.1.6.1 langkah-langkah pengujian.....	92

4.1.6.2 Pelengkapan pengujian.....	93
4.1.6.3 Metode pengujian.....	93
4.1.6.4 Hasil pengujian.....	93
4.1.6.5 Analisa Hasil pengujian.....	96
4.1.7 Pengujian program tanpa pengurutan data.....	96
4.1.7.1 Langkah-langkah.....	96
4.1.7.2 Perlengkapan pengujian.....	96
4.1.7.3 Metode pengujian.....	96
4.1.7.4 Hasil pengujian.....	97
4.1.7.5 Analisa hasil pengujian.....	98
4.1.8 Pengujian program dengan pengurutan data.....	98
4.1.8.1 Langkah-langkah pengujian.....	99
4.1.8.2 Perlengkapan pengujian.....	99
4.1.8.3 Metode pengujian.....	99
4.1.8.4 Hasil pengujian.....	100
4.1.8.5 Analisa pengujian.....	101
4.2 Pengujian ujuk kerja pada proses pengeboran PCB.....	101
4.2.1 Pengujian inputan manual dengan 10 lubang secara acak.....	101
4.2.1.1 Pengujian menggunakan program tanpa pengurutan data.	101
4.2.1.2 Pengujian inputan manual dengan program pengurutan data.....	108
4.2.1.3 Kesimpulan dari pengujian menggunakan input manual...	113
4.2.2 Pengujian inputan dengan gambar protel sebanyak 17 lubang.....	114
4.2.2.1 Inputan protel dengan program tanpa pengurutan data.....	114

4.2.2.2	Inputan dari protel dengan program pengurutan data.....	120
4.2.2.3	Kesimpulan Pengujian dengan input protel.....	127
4.2.3	Pengujian menggunakan inputan file IC 40 pin.....	127
4.2.4	Pengujian IC 40pin dengan program tanpa penurutan data.	127
4.2.5	Pengujian IC 40pin dengan program pengurutan data.....	131
4.2.6	Kesimpulan dari pengujian IC 40pin.....	135
4.2.7	Pengujian Kepersisian alat.....	135
4.2.7.1	Hasil pngujian pada PCB dengan 17 lubang.....	135
4.2.7.2	Analisa hasil pengujian.....	137
BAB V	PENUTUP.....	138
5.1.	Kesimpulan	139
5.2.	Saran	139
DAFTAR PUSTAKA.....		140
LAMPIRAN.....		141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor stepper dengan magnet permanen.....	8
Gambar 2.2	Motor stepper dengan Variable reluctance.....	9
Gambar 2.3	Motor stepper Campuran.....	9
Gambar 2.4	Pengendalian Motor Full Stepping.....	10
Gambar 2.5	Pengendalian Motor Half Stepping.....	11
Gambar 2.6	Motor Stepper Standar.....	12
Gambar 2.7	Kontrol pada Varibel reluctance motor stepper.....	13
Gambar 2.8	Spike Voltage Reducer	14
Gambar 2.9	Kontrol pada unipolar permanent magnet Motor.....	16
Gambar 2.10	Spike Voltage reducer untuk unipolar stepper Motor.....	16
Gambar 2.11	Rangkaian sederhana penggerak motor stepper.....	18
Gambar 2.12	Mikrokontroler AT89S51.....	20
Gambar 2.13	Paralel port printer.....	25
Gambar 2.14	Export protel PCB 2.8 ASCII.....	27
Gambar 3.1	Diagram sistem	30
Gambar 3.2	Konstruksi Mekanik penggerak bor PCB.....	31
Gambar 3.3	Mekanisme Gerak Pada Sumbu X.....	32
Gambar 3.4	Motor langkah.....	33
Gambar 3.5	Roda Gigi.....	34
Gambar 3.6	Meja Lintasan.....	35
Gambar 3.7	Poros.....	35
Gambar 3.8	Bearing/laker.....	36

Gambar 3.9	Timing Belt / Sabuk	37
Gambar 3.10	Kerangka lintasan arah X.....	37
Gambar 3.11	Rel.....	38
Gambar 3.12	Mekanisme gerak pada sumbu Y.....	39
Gambar 3.13	Kerangka Lintasan Arah X.....	40
Gambar 3.14	Rel untuk sumbu Z.....	41
Gambar 3.15	Mekanisme gerak pada sumbu Z.....	42
Gambar 3.16	Motor DC.....	43
Gambar 3.17	Poros ulir	43
Gambar 3.18	Dudukan Motor Bor	44
Gambar 3.19	Motor Bor	45
Gambar 3.20	Rel untuk sumbu Z.....	46
Gambar 3.21	Switching	46
Gambar 3.22	Driver motor langkah	48
Gambar 3.23	Driver motor DC dengan transistor.....	49
Gambar 3.24	Driver motor DC dengan relay.....	50
Gambar 3.25	Sensor limit switch	51
Gambar 3.26	Interface port paralel komputer.....	52
Gambar 3.27	Flowchart program.....	53
Gambar 3.28	Tampilan awal program	57
Gambar 3.29	Flowchart program komputer	58
Gambar 3.30	Flowchart program convert	60
Gambar 3.31	Tampilan menu convert.....	63
Gambar 3.32	Program dengan proses pengurutan data	65

Gambar 3.33	Program tanpa pengurutan data	66
Gambar 3.34	Tampilan menu simpan	67
Gambar 3.35	Tampilan menu panggil file.....	68
Gambar 3.36	Flowchart pencari titik koordinat.....	71
Gambar 3.37	Flowchart gerak sumbu z.....	77
Gambar 3.38	Flowchart kembali ke posisi awal.....	78
Gambar 4.1	Cara pengujian motor DC.....	82
Gambar 4.2	Program pengujian motor langkah	84
Gambar 4.3	Hasil pengeboran secara perhitungan.....	74
Gambar 4.4	Input data dan hasil pengeboran	104
Gambar 4.5	Titik hasil penghitungan dengan satuan mil.....	106
Gambar 4.6	Titik hasil pengeboran dengan satuan mil.....	107
Gambar 4.7	Titik pengeboran hasil perhitungan.....	109
Gambar 4.8	Titik hasil pengeboran pada PCB.....	110
Gambar 4.9	Hasil titik perhitungan dengan satuan mil.....	112
Gambar 4.10	Hasil dari pengeboran.....	113
Gambar 4.11	Disain PCB pada protel.....	114
Gambar 4.12	Hasil pengeboran dengan perhitungan tanpa pengurutan data.....	116
Gambar 4.13	Hasil pengeboran tanpa pengurutan data.....	117
Gambar 4.14	Titik hasil perhitungan.....	119
Gambar 4.15	Titik hasil pengeboran.....	
Gambar 4.16	Hasil titik pengeboran dengan perhitungan dengan pengurutan data.....	122

Gambar 4.17	Hasil pengeboran pada PCB dengan pengurutan data.....	123
Gambar 4.18	Titik hasil perhitungan dengan satuan mil.....	125
Gambar 4.19	Titik hasil pengeboran.....	126
Gambar 4.20	Komponen 40 pin.....	127
Gambar 4.21	Hasil pengeboran	131
Gambar 4.22	Hasil pengeboran pada PCB.....	134
Gambar 4.23	Hasil pengeboran satu kali	135
Gambar 4.24	Hasil pengeboran dua kali	136
Gambar 4.25	Hasil pengeboran empat kali	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Nama pin dari konektor parallel port DB 25 dan Centronics</i>	25
Tabel 4.1	Pengujian driver motor DC	82
Tabel 4.2	Pengamatan waktu delay.....	85
Tabel 4.3	Pengujian logika pin mikrokontroller sebelum dibri program	87
Tabel 4.4	Pengujian dengan program port 1 high dan port2 low	88
Tabel 4.5	Pengujian gerak x dan y.....	89
Tabel 4.6	Hasil pengeboran.....	92
Tabel 4.7	Hasil pengujian convert merubah dalam bentuk satuan mm	94
Tabel 4.8	Data dari proses convert dalam satuan mil	95
Tabel 4.9	Inputan secara manual dengan satuan mm dan mil.....	97
Tabel 4.10	Hasil inputan dari file protel.....	97
Tabel 4.11	Hasil dari inputan manual dengan program pengurutan	100
Tabel 4.12	Hasil pada tabel dengan inputan file protel.....	101
Tabel 4.13	Perhitungan secara program dengan satuan milimeter.....	102
Tabel 4.14	Tabel hasil dan <i>error</i>	103
Tabel 4.15	Hasil pada tabel data dan hasil jarak perhitungan.....	105
Tabel 4.16	Perbandingan error PCB dengan perhitungan.....	106
Tabel 4.17	Hasil perhitungan dari program dengan pengurutan data(mm).....	108
Tabel 4.18	Hasil dari proses pengeboran dengan program tanpa	

	pengurutan data (mm).....	109
Tabel 4.19	Hasil perhitungan jarak dengan satuan (mil).....	111
Tabel 4.20	Hasil pengeboran dengan satuan mil.....	112
Tabel 4.21	Hasil jarak pada perhitungan.....	115
Tabel 4.22	Hasil perhitungan dan pengeboran tanpa pengurutan data....	116
Tabel 4.23	Titik hasil perhitungan dengan satuan mil.....	118
Tabel 4.24	Titik hasil pengeboran pada PCB.....	119
Tabel 4.25	Hasil perhitungan.....	121
Tabel 4.26	Hasil perhitungan dan pengeboran serta error.....	122
Tabel 4.27	Hasil dari perhitungan dengan satuan mil.....	124
Tabel 4.28	Titik hasil pengeboran.....	125
Tabel 4.29	Data-data titik dalam satuan (mil) dan (mm).....	128
Tabel 4.30	Hasil pengeboran.....	129
Tabel 4.31	Hasil langkah dengan satuan mil dan (mm).....	131
Tabel 4.32	Hasil pengeboran.....	133

DAFTAR KONTRIBUSI

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dalam mengerjakan tugas akhir Mesin Bor Pcb Dengan Program Delphi Yang Memanfaatkan Software Protel Dxp ini, saya menyatakan bahwa :

1. Judul tugas akhir ini merupakan pengembangan dari topik tugas akhir mahasiswa teknik mesin.
2. Saya membuat sendiri program aplikasi pada komputer maupun mikrokontrollernya..
3. Rangkaian mikrokontroller yang dipakai buatan saya sensiri.
4. Komputer PIV 2,4 GHz pijam mahasiswa mesin dan peralatan pendukung selama pengerjaan tugas akhir ini saya meminjam milik Laboratorium Teknik Elektro UMS.
5. Rancangan mekanik dibantu oleh mahasiswa teknik mesin.
6. Saya mengerjakan tugas akhir ini di laboratorium Teknik Elektro UMS.
7. Saya mengerjakan sendiri pengolahan data tugas akhir ini.
8. Laporan tugas akhir, selain gambar mekanik yang membuat saya sendiri gambar mekanik dibantu mahasiswa teknik mesin.
9. Saya mengerjakan sendiri pembuatan *hardware* elektronik maupun *software* yang saya gunakan.

Demikian daftar kontribusi ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, November 2007

Dosen pembimbing,

Penulis,

Ir. Bana Handaga, MT

Panut Dwi Purwanto

ABSTRAKSI

Dengan adanya otomatisasi pada peralatan-peralatan seperti pada peralatan mekanik memudahkan manusia untuk bekerja tanpa takut akan adanya kesalahan (*human error*) dan jauh dari resiko yang berbahaya terhadap manusia itu sendiri. Salah satunya dalam hal proses pembuatan PCB yang dilakukan di industri kecil di Indonesia. Proses pembuatan PCB mulai dari disain penyablonan pelarutan dan pelubangan tempat komponen masih banyak yang belum menggunakan alat yang sudah otomatis semua masih dikerjakan manual terutama pada proses pelubangan PCB sehingga banyak terjadi *error* dan kurangnya efisien sehingga butuh waktu lama dalam proses pembuatan PCB.

Pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian yang saling keterkaitan yaitu kontruksi mekanis, perancangan peralatan elektronik, program aplikasi. Pada perancangan mekanis terdiri dari tiga bagian gerak sumbu x, gerak sumbu y dan sumbu z. Pada peralatan elektronik menggunakan mikrokontroler yang akan dikomunikasikan dengan komputer menggunakan *parallel port*, pada rangkaian ini juga digunakan untuk mendeteksi titik (0,0). Pada bagian program aplikasi terdiri dari bagian *convert* dari file protel menjadi koordinat titik (x,y). Program inputan manual, yang digunakan untuk input koordinat secara manual. Program pengurutan data digunakan untuk mengurutan data inputan dari kecil ke nilai yang lebih besar. Program menjalankan motor, disini digunakan untuk menggerakkan motor langkah sumbu x, sumbu y dan motor z.

Hasil pengujian diantaranya pengujian dengan inputan manual, pada inputan manual program sudah dapat melakukan proses pengeboran dengan error kecil rata-rata 0.4 mm. Pada pengujian inputan dari file protel program sudah dapat melakukan proses *convert* file protel yang berformat *Export Protel PCB 2.8 ASCII* kedalam bentuk koordinat (x,y) dengan error 0%, pada file ini juga sudah dapat dilakukan pengeboran dengan error kecil. Pada pengujian menggunakan komponen IC program belum dapat melakukan proses pengeboran dengan baik sehingga dapat disimpulkan system ini belum bisa digunakan untuk komponen-komponen dengan kaki yang sudah tidak dapat dirubah lagi posisinya.

Kata kunci:

PCB, mikrokontroler, *parallel port*, protel, *export protel 2.8, ASCII*, *human error*.