



DAFTAR ISI

	hal.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN SOAL	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
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
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1. <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	4
2.2. <i>Solid Modeling</i>	5
2.3. <i>Sistem Computer Numerical Control (CNC)</i>	6
2.3.1 Proses Permesinan	6
2.3.2. <i>Numerical Control(NC) dan Computerized</i> <i>Numerical Control (CNC)</i>	8
2.3.3 Konsep Sistem Kontrol NC	10
2.3.4 Tipe Kontrol NC	12
2.3.5 Manfaat NC dan CNC	16
2.4 <i>Computer Aided Manufacturing (CAM)</i>	18
2.5 <i>Solid Edge</i>	19
2.5.1 Fitur Solid Edge	19



2.5.2 <i>Solid Modeling</i> pada <i>Solid Edge</i>	21
2.5.3 <i>Part Modeling</i>	21
2.6 <i>Microsoft Visual Basic</i>	23
2.6.1 Pemrograman berbasis obyek	23
2.6.3 Konsep Pemrograman Berbasis Visual	24
2.6.4 Keuntungan dan Kekurangan Menggunakan <i>Visual Basic</i>	25
2.6.5 Teknologi dalam <i>Visual Basic</i>	26
2.7 Pemrograman <i>Solid Edge V12</i>	27
2.8 Antar Muka Port Serial dengan <i>Visual Basic</i>	28
2.8.1 Cara Komunikasi Data Serial	28
2.8.2 Cara Komunikasi Data Serial	29
2.8.3 Alasan Penggunaan <i>Port Serial</i>	30
2.8.4 Pengaksesan Melalui Register UART	30
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN, PERANCANGAN, DAN PENGEMBANGAN CAD MENJADI CAM	32
3.1 Tahapan Penelitian	32
3.1.1 Tahap Persiapan	33
3.1.2 Perencanaan	34
3.1.3 Pelaksanaan	34
3.1.4 Evaluasi akhir	36
3.2 Perancangan Perangkat Lunak	36
3.2.1 Perancangan Struktur Program	36
3.2.2 Pembuatan Logika	38
BAB IV. PEMBUATAN PROGRAM	41
4.1 Tahap Penyusunan Program	41
4.2 Fitur Program	41
4.3 Pembuatan Tampilan dan Module	43
4.3.1 Form	43
4.3.2 <i>Module</i>	47
4.4 Pemrograman Visual pada Form	47
4.4.1 Hubungan antar <i>Form</i>	47
4.4.2 Cara Pengaksesan <i>Form</i>	48
4.4.3 Pengaksesan <i>Frame</i> pada <i>Form</i>	49



4.5 Pemrograman <i>Solid Edge</i> dan Pembuat Kode CNC	51
4.5.1 Struktur Pemrograman <i>Solid Edge</i>	55
4.6 Pemrograman Form Menu Utama	56
4.6.1 Pemrograman Proses <i>Facing</i>	61
4.6.1.1 Pengambilan Data	62
4.6.1.2 Pengecekan alat potong	62
4.6.1.3 Perhitungan Awal Data Gambar dan Kode CNC	63
4.6.1.4 Pembuatan Gambar	66
4.6.1.5 Perhitungan Koordinat dan Penulisan Kode CNC	67
4.6.1.6 Pemindahan Koordinat	72
4.7 Pemrograman Form Pocket	72
4.7.1 Pocket dengan 2 Titik Referensi (<i>2 Side Pocket</i>)	72
4.7.1.1 Perhitungan Data Gambar dan Kode CNC	74
4.7.2 Pocket dengan 3 Titik Referensi (<i>3 Side Pocket</i>)	85
4.7.2.1 Perhitungan Data Gambar dan Kode CNC <i>3 Side Pocket</i>	87
4.7.3 Pocket dengan 4 titik referensi (<i>4 Side Pocket</i>)	90
4.7.3.1 Perhitungan Data Gambar dan Kode CNC <i>3 Side Pocket</i>	93
4.7.4 Pocket dengan titik referensi bebas (<i>Free Pocket</i>)	98
4.7.5 Pocket bulat (<i>circular pocket</i>)	111
4.8 Pemrograman Form Slot dan Step	113
4.8.1 Slot	113
4.8.1.1 Perhitungan Data Gambar dan Kode CNC Slot Vertikal	113
4.8.1.2 Perhitungan Data Gambar dan Kode CNC Slot Horisontal	115
4.8.2 Step	117
4.9 Pemrograman Form Drill	118
4.9.1 Sistem Koordinat	119
4.9.2 <i>Rectangular Array Drill</i>	121
4.9.3 <i>Circular Array Drill</i>	122
4.10 Program Pengirim Data	124
4.10.1 Pemrograman Visual	124
4.10.2 Pemrograman Komunikasi data	125



4.10.2.1 Kontrol <i>MSComm</i>	125
4.10.2.2 Tipe dan Format Data	125
4.10.2.3 Penomoran Ulang	127
4.10.2.4 Proses Transfer ke Mesin CNC	128
BAB V. PENGGUNAAN PROGRAM	129
5.1 Penjelasan Penggunaan Program	129
5.2 Contoh Penggunaan Program	133
5.2.1 Model 1	133
5.2.2 Model 2	134
5.3 Proses permesinan	135
5.3.1 Setting Benda Kerja dan Alat Potong	135
5.3.2 Running Program	136
Bab VI. PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL	137
6.1 Pengujian Waktu Desain dan Analisa	137
6.2 Pengujian Transfer ke Mesin	138
6.3 Pengujian Dimensi Model Hasil Permesinan	140
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	141
7.1 Kesimpulan	141
7.2 Saran	142
DAFTAR PUSTAKA	143



DAFTAR GAMBAR

	hal.
Gambar 2.1 Skema sederhana dari sistem NC (Pressman,1977)	8
Gambar 2.2 Elemen dalam sistem NC (Pressman,1977)	9
Gambar 2.3 Sistem koordinat kartesian (Pressman, 1977)	9
Gambar 2.4 Skema <i>Open loop control system</i> (Pressman,1977)	11
Gambar 2.5 Skema <i>closed loop control system</i> (Pressman,1977)	11
Gambar 2.6 Sistem <i>point to point</i> (Pressman,1977)	12
Gambar 2.7 Jalur yang terbentuk selama interpolasi (Pressman, 1977)	13
Gambar 2.8 (a) Perpindahan	13
Gambar 2.8 (b) Komponen kecepatan pada interpolasi lurus	13
Gambar 2.9 <i>Pulse rate generation for linear path velocity.</i> (Pressman, 1977)	14
Gambar 2.30 Sistem koordinat pada interpolasi melingkar (Pressman,1977)	15
Gambar 2.31 <i>Pulse rate generation for circular path velocity</i> (Pressman, 1977)	16
Gambar 2.32 CAM data base sistem manufactur berbasis komputer	19
Gambar 2.33 Tampilan menu jenis fitur yang bisa dibuat Solid Edge	20
Gambar 2.34 Tampilan lingkungan kerja <i>part modelling</i>	21
Gambar 2.35 Bidang referensi <i>Solid Edge</i>	22
Gambar 2.36 Proses pembuatan <i>protrusion</i>	22
Gambar 2.37 Tampilan <i>part</i> dalam <i>Solid Edge</i>	23
Gambar 2.38 Hirarki komponen dalam Visual Basic (Dewobroto, 2003)	24
Gambar 2.39 <i>Property,Event</i> dan <i>methode</i> pada obyek balon	25
Gambar 2.40 Aplikasi teknologi <i>ActiveX</i> (<i>The Computer Language, 2004</i>)	26
Gambar 2.41 Komponen <i>ActiveX</i> pada <i>Solid Edge</i>	28
Gambar 2.42 Pengiriman huruf "A" tanpa bit paritas	29
Gambar 2.43 Level tegangan Rs 232 pada pengiriman huruf "A" tanpa bit paritas	30



Gambar 3.1 Tahapan penelitian	32
Gambar 3.2. Proses pengembangan sistem CAM	35
Gambar 3. 3 Struktur program dengan sistem CAM	37
Gambar 3.4 Logika cara kerja program	39
Gambar 4.1 Fitur dalam Solid Edge CAM	42
Gambar 4.2 Tampilan Form Menu Utama	43
Gambar 4.3 Tampilan Form Feature	44
Gambar 4.4 Tampilan Form Pocket	44
Gambar 4.5 Tampilan Form Step dan Slot	45
Gambar 4.6 Tampilan Form Drill	45
Gambar 4.7 Tampilan Form Setting Tool	45
Gambar 4.8 Tampilan <i>Form G Code</i>	46
Gambar 4.9 Tampilan Form G Code	46
Gambar 4.10 Hubungan antar <i>Form</i>	48
Gambar 4.11 Tampilan label	49
Gambar 4.12 Tampilan <i>label</i> dan <i>frame</i>	49
Gambar 4.13 Hubungan antar <i>frame</i> di dalam <i>form</i> yang sama	50
Gambar 4.14 Alur kerja program	51
Gambar 4.15 <i>Object LabelNewProject</i>	52
Gambar 4.16 Tampilan peringatan untuk menyimpan file	52
Gambar 4.17 Tampilan untuk memasukkan nomor program	52
Gambar 4.18 Tampilan untuk memasukkan data material	53
Gambar 4.19 Tampilan gambar material dalam <i>Solid Edge</i>	53
Gambar 4.20 Tampilan masukan data untuk sebuah proses operasi	54
Gambar 4.21 Tampilan pengakhiran program	54
Gambar 4.22 Tampilan <i>form G Code</i>	54
Gambar 4.23 Hirarki obyek dalam <i>part design</i> (EDS,2003)	55
Gambar 4.24 Diagram alir pembuatan <i>part</i> baru	59
Gambar 4.25 Diagram alir proses <i>facing</i>	61
Gambar 4.26 Diagram alir prosedur ganti alat potong	62
Gambar 4.27 Pergerakan alat potong proses <i>facing</i>	64



Gambar 4.28 Diagram pemilihan cara pemotongan <i>depth</i>	67
Gambar 4.29 Diagram alir proses pemotongan facing 1	68
Gambar 4.30 Diagram alir prosedur <i>face cutting</i>	69
Gambar 4.31 Diagram alir proses pemotongan facing 2	70
Gambar 4.32 Diagram alir proses <i>finishing depth</i>	71
Gambar 4.33 Diagram alir proses <i>2 side pocket</i>	73
Gambar 4.34 Diagram kemungkinan jenis pemotongan <i>2 side pocket</i>	73
Gambar 4.35 Pergerakan alat potong proses <i>2 side pocket</i>	74
Gambar 4.36 Posisi y awal dan cara pemotongan pada proses sekali pemakanan	76
Gambar 4.37 Diagram alir <i>2side pocket</i> dengan sekali pemotongan	76
Gambar 4.38 Diagram alir proses <i>single cutting</i>	77
Gambar 4.39 Diagram alir prosedur <i>Single Facing</i>	77
Gambar 4.40 Diagram kemungkinan cara pemotongan <i>2 side pocket</i> dengan beberapa kali pemotongan	78
Gambar 4.41 Diagram alir <i>2side pocket</i> dengan beberapa kali pemotongan	79
Gambar 4.42 Diagram alir Sub 1	81
Gambar 4.43 Diagram alir prosedur <i>face cutting</i>	82
Gambar 4.44 Diagram alir proses <i>finishing facing</i>	83
Gambar 4.45 Diagram alir proses <i>finishing depth</i>	85
Gambar 4.46 Diagram alir proses <i>3 side pocket</i>	86
Gambar 4.47 Pergerakan alat potong proses <i>3 side pocket</i>	87
Gambar 4.48 Koordinat X0 dan Y0 dan cara pemotongan pada proses sekali pemakanan	89
Gambar 4.49 Kemungkinan cara pemotongan lebih dari sekali pada <i>3 side pocket</i>	90
Gambar 4.50 Diagram alir proses <i>4 side pocket</i>	91
Gambar 4.51 Proses <i>roughing</i> pada <i>4 side pocket</i>	92
Gambar 4.52 Proses <i>finishing</i> pada <i>4 side pocket</i>	92
Gambar 4.53 Kemungkinan cara pemotongan pada <i>4side pocket</i>	94
Gambar 4.54 Diagram alir <i>4side pocket</i>	95



Gambar 4.55 Diagram alir Sub1 pada <i>4 side pocket</i>	96
Gambar 4.56 Diagram alir <i>finishing</i> bentuk	97
Gambar 4.57 Diagram alir proses <i>free pocket</i>	98
Gambar 4.58 Model yang ada dalam <i>free pocket</i>	99
Gambar 4.59 Perpindahan alat potong pada sudut kurang dari 90°	100
Gambar 4.60 Perpindahan alat potong pada sudut lebih dari 90°	101
Gambar 4.61 Koordinat posisi tiap sudut	102
Gambar 4.62 Sudut dalam perhitungan <i>free pocket</i> tipe 5-8	103
Gambar 4.63 Diagram alir pemilihan tipe <i>free pocket</i>	107
Gambar 4.64 Kemungkinan cara pemotongan pada <i>free pocket</i>	109
Gambar 4.65 Diagram alir <i>finishing</i> bentuk <i>free pocket</i> tipe 1	110
Gambar 4.66 Parameter dalam <i>circular pocket</i>	111
Gambar 4.67 Diagram alir proses <i>circular pocket</i>	112
Gambar 4.68 Pergerakan alat potong proses slot vertical	113
Gambar 4.69 Pergerakan alat potong proses slot vertikal dengan sekali pemotongan	115
Gambar 4.70 Pergerakan alat potong proses slot horizontal	115
Gambar 4.71 Pergerakan alat potong proses slot horisontal dengan sekali pemotongan	116
Gambar 4.72 Pergerakan alat potong proses step bawah	117
Gambar 4.73 Diagram alir proses <i>drill</i>	119
Gambar 4.74 Parameter pada <i>rectangular array drill</i>	121
Gambar 4.75 Diagram alir proses pembuatan gambar <i>rectangular array drill</i>	122
Gambar 4.76 Parameter pada <i>circular array drill</i>	122
Gambar 4.77 Diagram alir proses pembuatan gambar <i>circular array drill</i>	123
Gambar 4.78 Tampilan menu G Code	124
Gambar 4.79 Diagram alir penomoran ulang	127
Gambar 4.80 Diagram alir proses transfer	128
Gambar 5.1 Tampilan Menu Utama	129



Gambar 5.2 Tampilan perintah untuk menyimpan <i>file</i>	129
Gambar 5.3 Tampilan pemberian nama <i>file</i>	129
Gambar 5.4 Tampilan masukan nomor program	130
Gambar 5.5 Tampilan masukan data material	130
Gambar 5.6 Tampilan gambar material pada <i>Solid Edge</i>	130
Gambar 5.6 Tampilan menu fitur <i>Solid Edge CAM</i>	131
Gambar 5.7 Tampilan data masukan pada fitur	131
Gambar 5.8 Tampilan menu G Code	132
Gambar 5.9 Tampilan menu pemilihan <i>file</i> yang akan dikirim ke mesin ...	132
Gambar 5.10 Tombol kontrol pada menu G Code	132
Gambar 5.11 Model 1	133
Gambar 5.12 Model 2	134
Gambar 5.13 Pencekaman benda kerja	135
Gambar 5.13 Proses pemotongan benda kerja	136
Gambar 6.1 Tampilan Menu G Code	138



DAFTAR TABEL

	hal.
Tabel 2.1 Alamat dan lokasi bit pada register UART	31
Tabel 4. 1 Tabel rumus perhitungan koordinat <i>2 side pocket</i>	74
Tabel 4.2 Tabel koordinat Y0 pada proses sekali pemotongan	45
Tabel 4.3 Tabel rumus perhitungan koordinat <i>3 side pocket</i>	87
Tabel 4.3 Tabel rumus perhitungan koordinat <i>3 side pocket</i> (lanjutan) ...	88
Tabel 4.4 Tabel koordinat Y0 dan X0 pada proses sekali pemotongan	89
Tabel 4.5 Tabel perhitungan pada <i>free pocket</i> tipe 1 sampai 4	103
Tabel 4.6 Tabel perhitungan pada <i>free pocket</i> tipe 5 sampai 8	104
Tabel 4.6 Tabel perhitungan pada <i>free pocket</i> tipe 5 sampai 8 (lanjutan)	105
Tabel 4.7 Tabel perhitungan pada step	117
Tabel 5.1 Fitur yang digunakan pada model 1	133
Tabel 5.1 Fitur yang digunakan pada model 1(lanjutan)	134
Tabel 5.2 Fitur yang digunakan pada model 2	134
Tabel 5.2 Fitur yang digunakan pada model 2 (lanjutan)	135
Tabel 6.1 Hasil pengukuran waktu desain	137
Tabel 6.2 Hasil pengukuran dimensi model 1	140
Tabel 6.3 Hasil pengukuran dimensi model 2	141



DAFTAR LAMPIRAN

	Hal.
Lampiran 1. Daerah kerja	145
Lampiran 2. Adres-adres	146
Lampiran 3. Adres-adres dan ukuran masukannya	148
Lampiran 4. Kode-kode M	149
Lampiran 5. Struktur dari kode-kode G	150
Lampiran 6. Parameter P dalam program	151
Lampiran 7. Parameter D dalam program	152
Lampiran 8. Menghidupkan Mesin	153
Lampiran 9. Jajaran lingkaran lubang bor	154
Lampiran 10. Jajaran segi empat lubang bor	155
Lampiran 11. Siklus pemboran lubang dalam dengan penarikan	156
Lampiran 12. Siklus frais kantong lingkaran	157
Lampiran 13. Tanda alarm	158
Lampiran 14. Format – format data pengendali PU-3A	159
Lampiran 15. Bagian terjemahan	160
Lampiran 16 <i>Drill diameter for threads</i>	161
Lampiran 17 Karakter ASCII	162
Lampiran 18 <i>Cutting Speed</i>	163
Lampiran 19 Kode CNC model 1 dan model 2	168
Lampiran 20 Gambar Model	209