

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Sistem Kerja Dari Mesin CNC	7
2.2	Part program untuk mesin milling	9
2.3	Sistem serial communication pada mesin CNC	11
2.4	Sistem Ethernet communication pada mesin CNC	11
2.5	Sistem serial conversational program pada mesin CNC	12
2.6	Sistem Unit Pengkontrol Mesin (MCU)	13
2.7	DC Servo Motor	14
2.8	Motor servo AC	14
2.9	Sistem kendali loop terbuka	15
2.10	Sistem kendali loop tertutup	16
2.11	Sumbu CNC <i>Milling</i>	16
2.12	Mesin CNC Miling sebelah kiri adalah VMC dan Sebelah kanan adalah HMC	17
2.13	Variabel pemotongan	18
2.14	<i>cylindrical milling tool mounted</i>	18
2.15	<i>Tool Holder</i>	19
2.16	dudukan pada mesin CNC miling untuk mengganti <i>tool</i> dengan <i>tool holder</i>	19
2.17	<i>End mill holder</i>	20
2.18	<i>ER Collet Chuck</i>	21
2.19	<i>Milling Chuck</i>	21
2.20	<i>Drill Chuck</i>	22
2.21	<i>Hydraulic Holders</i>	22
2.22	Aplikasi <i>Gbrl Controller</i>	26
2.23	Konfigurasi Sumbu X,Y,Z	27

2.24	Motor dc	28
2.25	Sistem <i>Variable Reluctance Stepper Motor</i> (VR)	30
2.26	Motor <i>Stepper Permanent Magnet</i> (PM)	30
2.27	Penampang Melintang Motor <i>Stepper Tipe Hybrid</i>	31
2.28	Ilustrasi Motor <i>Stepper Unipolar</i>	32
2.29	Ilustrasi Motor <i>Stepper Bipolar</i>	32
2.30	Skematik Diagram IC DRV8825	33
2.31	IC DRV8825	34
2.32	Diagram Aplikasi IC DRV8825	34
2.33	Bentuk fisik bluetooth HC-06 dan pin out	35
2.34	Skematik Diagram HC-06	36
2.35	implementasi cnc shield dengan modul bluetooth HC-06	36
2.36	<i>solid state relay</i>	37
2.37	<i>Spindle</i>	37
2.38	<i>Power Supply</i>	38
3.1	Diagram Alur Penelitian	40
3.2	Desain Mesin CNC	41
3.3	hasil perakitan rangka	42
3.4	<i>Linear Bearing</i>	43
3.5	<i>lead Screw</i>	43
3.6	<i>Pillow block bearing</i> tipe kp10 (kiri) dan kfl10 (kanan)	44
3.7	<i>Flexible coupler</i>	44
3.8	Plat <i>Base</i>	45
3.9	Meja	46
3.10	Konsep sistem kontrol mesin CNC 3 <i>axis</i>	46
3.11	Skematik Sistem kendali sumbu	47

3.12	Arduino uno dip	47
3.13	Driver DRV8825	48
3.14	Cnc shield arduino	48
3.15	Bentuk fisik bluetooth HC-06 dan pin out	49
3.16	Wiring diagram modul hc-05 dengan cnc shield	49
3.17	<i>Stepper Motor</i>	50
3.18	<i>Power Supply</i>	51
3.19	<i>solid state relay</i>	51
3.20	<i>Spindle</i>	52
3.21	Pemrograman Arduino	53
3.22	Menu console	55
3.23	Menu aplikasi grbl controller	56
4.1	Hasil Rancangan Mesin CNC <i>Milling 3 Axis</i>	60
4.2	Axis Control Pada aplikasi Grbl controller	61
4.3	Hasil Rancangan Mesin CNC <i>Milling 3 Axis.</i>	64
4.4	Hasil Pengujian Kalibrasi Sumbu X	66
4.5	Hasil Pengujian Kalibrasi Sumbu Y	66
4.6	Hasil Pengujian Kalibrasi Sumbu Z	66