



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANGBANGUN MODEL MESIN *COMPUTER*
NUMERICAL CONTROL LASER CUTTING DIMENSI TIGA
BERBASIS MIKROKONTROLER**

TUGAS AKHIR

Muhammad Ihsan Kamil

1803321085

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
(2021)**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**OPTIMALISASI DAYA LASER DIODA PADA MODEL MESIN
COMPUTER NUMERICAL CONTROL UNTUK MEMOTONG
MATERIAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**Muhammad Ihsan Kamil
1803321085**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
(2021)**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Ihsan Kamil

NIM : 1803321085

Tanda Tangan :



Tanggal : 1 Agustus 2021

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Ihsan Kamil
NIM : 1803321085
Program Studi : Elektronika Industri
Judul : Rancangbangun Model Mesin *Computer Numerical Control Laser Cutting* Berbasis Mikrokontroler
Sub Judul Tugas : Optimalisasi Daya Laser Dioda pada Mesin *Computer Numerical Control* untuk memotong material

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 3 Agustus 2021 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1 : (Dra. B. S. Rahayu Purwanti, M. Si
NIP. 1961041619900320002)

Pembimbing 2 : (Dr. Dra. Yogi Widiawati, M. Hum
NIP. 196701111998022001)

Depok, 25 Agustus 2021

Disahkan oleh

Kepala Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP. 196305031991032001



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tugas akhir ini membahas implementasi modul laser dioda pada mesin CNC untuk memotong material. Aplikasi *LaserGRBL* digunakan dalam proses *upload* desain dan pengaturan parameter-parameter untuk memberikan hasil potong material yang baik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
2. Dra. B. S. Rahayu Purwanti, M. Si selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Dr. Dra. Yogi Widiawati, M. Hum selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Teman-teman di Program Studi Elektronika Industri Angkatan 2018, khususnya kelas EC6A yang telah memberikan dukungan semangat, moral, serta doa sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 1 Agustus 2021

Penulis



Abstrak

Praktik Bengkel Mekanik merupakan salah satu mata kuliah yang diikuti Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Prodi Elektronika Industri (EI). Salah satu capaian pembelajarannya adalah mahasiswa dapat mengenal benda kerja dan fungsinya. Benda kerja yang dimaksud seperti gergaji sebagai pemotong, amplas sebagai penghalus, bor sebagai pelubang dan lain-lain. Sementara di industri manufaktur, teknik pemotongan, penghalusan dan pelubangan material telah menggunakan mesin berbasis komputer yang dikenal dengan mesin Computer Numerical Control (CNC). Oleh karena itu, sudah saatnya Prodi EI memiliki sarana praktik berbasis komputer untuk meningkatkan relevansi antara sarana praktik di kampus dengan perkembangan industri. Model Mesin CNC menggunakan modul laser dioda 5,5W sebagai pemotong material. Mikrokontroler Arduino Uno yang telah terinstal firmware grbl v1.1 digunakan sebagai pemroses data. Mesin juga dilengkapi dengan limit switch disetiap sumbunya untuk melindungi motor stepper dari kerusakan. Sistem komunikasi model mesin CNC menggunakan modul bluetooth HC-05 agar mesin dapat dikendalikan melalui smartphone. Model Mesin CNC dirancang untuk memudahkan mahasiswa dalam memotong akrilik. Metode penelitian dengan menguji parameter kecepatan, daya laser, tinggi mata laser dan energi laser untuk memotong akrilik.

Kata Kunci: CNC, Laser Dioda, Arduino Uno, GRBL V1.1, modul bluetooth HC-05

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Abstarct

Mechanical Workshop Practice is one of the courses followed by students of the Jakarta State Polytechnic Study Program of Industrial Electronics (EI). One of the learning outcomes is that students can recognize workpieces and their functions. The workpiece in question is a saw as a cutter, sandpaper as a smoothing, drill as a hole and others. Meanwhile in the manufacturing industry, the technique of cutting, smoothing and perforating materials has been using computer-based machines known as Computer Numerical Control (CNC) machines. Therefore, it is time for the EI Study Program to have computer-based practice facilities to increase the relevance between practical facilities on campus and industrial developments. The CNC Machine Model uses a 5.5W diode laser module as the material cutter. Arduino Uno microcontroller which has been installed with firmware grbl v1.1 is used as a data processor. The machine is also equipped with a limit switch on each axis to protect the stepper motor from damage. The communication system for the CNC machine model uses the HC-05 bluetooth module so that the machine can be controlled via a smartphone. The CNC Machine Model is designed to make it easier for students to cut acrylic. The research method is to test the parameters of speed, laser power, laser eye height and laser energy for cutting acrylic.

Keywords: CNC, Laser Diode, Arduino Uno, GRBL V1.1, bluetooth module HC-05



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR RUMUS.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Laser Dioda Sebagai Pemetong Material.....	4
2.2 Mikrokontroler Arduino Uno R3.....	4
2.3 CNC <i>Shield</i> V3.....	5
2.4 <i>Limit Switch</i> Sebagai Sistem Pengaman.....	6
2.5 Komunikasi Data Melalui Koneksi <i>Bluetooth</i>	6
2.6 <i>Firmware</i> GRBL V1.1.....	7
2.7 LaserGRBL Sebagai <i>Software Pengendali Mesin</i>	8
2.8 Bahasa Pemrograman <i>G-Code</i>	8
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	9
3.1 Rancangan Alat.....	9
3.1.1. Perancangan Sistem.....	9
3.1.2. Perancangan Program Sistem.....	12
3.2 Realisasi Alat.....	14
3.2.1. Skema Rangkaian CNC <i>Shield</i> V3.....	14
3.2.2. Wiring Diagram Modul dengan Mikrokontroler.....	15
3.2.3. Pemrograman Sistem Mesin CNC menggunakan Arduino IDE...	16
3.2.4. Instalasi Modul pada Mikrokontroler.....	19
BAB IV PEMBAHASAN.....	20
4.1. Pengujian Fungsi Laser Dioda.....	20
4.1.1 Deskripsi Pengujian.....	20
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	21
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	22



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4 Analisis Data.....	25
4.2. Pengujian Tegangan Laser Dioda.....	26
4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	26
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	27
4.2.3 Data Hasil Pengukuran.....	27
4.2.4 Analisis Data.....	28
4.3. Pengujian Sistem Komuniakasi pada Model Mesin CNC.....	29
4.3.1 Deskripsi Pengujian.....	29
4.3.2 Prosedur Pengujian.....	29
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	31
4.3.4 Analisis Data.....	32
BAB V SIMPULAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	L-1



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Mahasiswa PNJ Melakukan Praktik Bengkel Mekanik.....	1
Gambar 2.1 Laser Dioda.....	4
Gambar 2.2 Mikrokontroler Arduino Uno R3.....	5
Gambar 2.3 CNC <i>Shield</i> V3.....	5
Gambar 2.4 Simbol dan <i>Limit Switch</i>	6
Gambar 2.5 Modul Bluetooth HC-05.....	7
Gambar 2.6 Tampilan <i>Software</i> LaserGRBL.....	8
Gambar 3.1 Diagram Blok.....	11
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem.....	13
Gambar 3.3 Skematik rangkaian CNC <i>Shield</i> V3.....	14
Gambar 3.4 <i>Pinout</i> CNC <i>Shield</i> V3.....	14
Gambar 3.5 Wiring Diagram Modul dengan Mikrokontroler.....	15
Gambar 3.6 Menu <i>Include library</i> Arduino IDE.....	16
Gambar 3.7 Menu <i>Example</i> Arduino IDE.....	17
Gambar 3.8 Menu <i>Board</i> Arduino IDE.....	17
Gambar 3.9 Menu <i>Serial Port</i> Arduino IDE.....	18
Gambar 3.10 <i>Serial Monitor</i> Arduino IDE.....	18
Gambar 3.11 Instalasi Modul pada Mikrokontroler.....	19
Gambar 4.1 Konfigurasi Pengujian Sistem.....	21
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Daya Terhadap Waktu Pemotongan.....	25
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Arus Terhadap Daya.....	28
Gambar 4.4 Konfigurasi Pengujian Sistem Komunikasi.....	30
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Waktu <i>Pairing</i>	32
Gambar L-1 Keseluruhan Alat.....	L-2
Gambar L-2 Pengujian Kemampuan Laser untuk Memotong.....	L-3
Gambar L-3 Pengujian Kemampuan Laser untuk Mengukir.....	L-3

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3.....	5
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Hardware</i>	11
Tabel 3.2 Kofigurarasi pin Arduino Uno pada CNC <i>Shield</i> V3.....	13
Tabel 3.3 Koneksi Pin Modul ke Mikrokontroler.....	16
Tabel 4.1 Daftar Alat dan Bahan.....	20
Tabel 4.2 Pengujian Pengaruh Energi Laser untuk Memotong Material dengan daya 100%.....	22
Tabel 4.3 Pengujian Daya Laser untuk Memotong Material.....	23



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.4 Pengujian Pengaruh Jarak Mata Laser Terhadap Hasil Ukir.....	24
Tabel 4.5 Daftar Alat dan Bahan.....	26
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Tegangan Output Laser Dioda.....	27
Tabel 4.7 Daftar Alat dan Bahan.....	29
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sistem Komunikasi pada Model CNC.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	L-1
Lampiran 2. Foto Alat.....	L-2
Lampiran 3. <i>Listing</i> Program <i>Spindle Speed</i>	L-4
Lampiran 4. <i>Listing</i> Program <i>Gcode</i>	L-7
Lampiran 5. SOP Penggunaan Model Mesin CNC <i>Laser Cutting</i>	L-15
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Motor Stepper 17HS4401 dan Driver A4988.....	L-16

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 4.1 Perhitungan Energi.....	20
Rumus 4.2 Perhitungan Waktu Pemoangan.....	23
Rumus 4.3 Perhitungan Daya Laser.....	24

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu indikator SDM yang unggul adalah lulusan satuan pendidikan yang mampu mengimplementasikan pengetahuan dan kompetensinya, pada dunia usaha, dunia industri, ataupun di bidang lainnya (Renstra Dirjen Vokasi, 2020). Menurut UU No.13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan pasal 1 ayat 10, kompetensi adalah kemampuan kerja setiap individu yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang sesuai dengan standar nasional yang telah disepakati. Lembaga pendidikan vokasi sendiri perlu memberikan kontribusi pada daya saing ekonomi melalui peningkatan penggunaan teknologi agar lebih siap memasuki dunia kerja (Unung Verawanda dkk. 2019).

Praktik Bengkel Mekanik merupakan salah satu mata kuliah yang diikuti Mahasiswa Prodi D-3 Elektronika Industri (EI), Jurusan Teknik Elektro (JTE), Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Mahasiswa diharapkan dapat mengetahui benda kerja serta fungsinya. Fungsi benda kerja yang dimaksud seperti gergaji sebagai pemotong, amplas sebagai penghalus, bor sebagai penglubang, dan lain-lain. Sementara di industri manufaktur, teknik pemotongan, penghalusan dan pelubangan material telah menggunakan mesin berbasis komputer. Mesin pemotong material dikenal dengan mesin *Computer Numerical Control* (CNC). Oleh karena itu sudah saatnya Prodi D-3 EI memiliki sarana praktik berbasis komputer untuk meningkatkan relevansi antara sarana praktik di kampus dengan perkembangan teknologi industri.



Gambar 1.1 Mahasiswa PNJ melakukan praktik bengkel mekanik



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Mesin CNC merupakan mesin terkomputerisasi yang menggunakan kode-kode angka untuk mengukir (*Engraving*) dan memotong (*Cutting*) dengan akurasi yang lebih baik (Irawan Malik dkk. 2019). Mesin CNC menggunakan modul *laser diode* untuk memotong material. *LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)* menghasilkan cahaya melewati proses penguatan optik berbasis pada stimulasi emisi dari radiasi elektromagnet dan menghasilkan *Spatial coherence*. Hal ini memungkinkan laser dapat difokuskan pada titik yang kecil untuk memotong suatu material (Budhi Martana dkk. 2017). Dioda Laser memiliki efisiensi output koheren yang tinggi sehingga mudah dimodulasi untuk komunikasi dan aplikasi pengendalian (Aris Eko Saputro dan Mochammad Darwis. 2020). Menurut Suharto, dkk. (2019), untuk mendapatkan hasil pemotongan yang baik dibutuhkan penentuan parameter dan variasi daya yang tepat. Selain itu juga menentukan parameter kecepatan potong untuk mengetahui kecepatan yang optimal.

Sesuai dengan permasalahan dan hasil studi pustaka dirancanglah model mesin CNC *laser cutting* 3D berbasis mikrokontroler. Mesin didesain diatas kerangka alumunium *profile* berdimensi (1 x 1,5) m dengan lengan alumunium untuk pergerakan motor *stepper* di sepanjang sumbu X, Y, dan Z. Modul laser *diode* diletakkan diantara sumbu X dan Y sebagai pemotong material. Gerakan motor *stepper* diatur oleh Arduino uno yang terintegrasi dengan CNC *shield* V3 dan motor *driver*. Desain dari aplikasi CAD dikonversi menjadi *file G-code*. Selanjutnya *file* dengan ekstensi *gcode* dikirim ke mesin melalui *software* Laser GRBL. Data *gcode* akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno yang telah terinstal *firmware* GRBL. Hasil proses data berupa kode-kode yang berisi instruksi untuk menggerakkan motor *stepper*. Kemudian motor *stepper* bergerak untuk memotong material sesuai dengan desain yang di *upload* ke mesin.

1.2. Perumusan Masalah

- a. Rancangbangun model mesin CNC *laser cutting* 3 dimensi berbasis mikrokontroler
- b. Instalasi modul laser dioda pada mesin CNC



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Uji pengaruh variasi parameter daya, jarak, dan kecepatan terhadap hasil potong material

1.3. Tujuan

- a. Menyediakan sarana praktik berbasis komputer untuk mahasiswa PNJ prodi D-3 EI dalam proses pemotongan material
- b. Mengetahui pengaruh variasi parameter daya, jarak, dan kecepatan untuk memberikan hasil potong material yang baik

1.4. Luaran

- a. Bagi Lembaga Pendidikan
 - Rancangbangun Mesin CNC *Laser Cutting* berbasis mikrokontroler
- b. Bagi Mahasiswa
 - Laporan Tugas Akhir
 - Hak cipta alat
 - *Draft*/artikel ilmiah untuk publikasi Seminar Nasional Teknik Elektro PNJ/Jurnal Nasional Politeknologi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

BAB V SIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa percobaan yang telah dilakukan:

1. Hasil pengujian pengaruh energi untuk material menunjukkan energi laser minimal yang dibutuhkan untuk memotong akrilik hitam dengan ketebalan 2 mm adalah 792 joule.
2. Nilai set parameter kecepatan harus disesuaikan dengan daya laser agar akrilik terpotong dengan sempurna. Nilai set parameter kecepatan dan daya yang kecil menghasilkan potongan yang lebih halus daripada nilai set parameter yang besar.
3. Jarak mata laser optimal untuk menghasilkan ukiran pada triplek dengan ketebalan 3 mm sebesar 7 cm.
4. Hasil pengukuran arus dan tegangan laser dioda menunjukkan bahwa arus berbanding lurus dengan output daya yang dihasilkan.
5. Sistem Komunikasi pada model mesin CNC bekerja sangat baik pada jarak 3 m saat dikoneksikan dengan *smartphone* dengan rata-rata waktu pairing sebesar 2.692s.

5.2. Saran

Untuk dapat memotong akrilik bening, disarankan untuk mengganti modul laser dioda dengan Laser CO2 dengan daya 40W.



DAFTAR PUSTAKA

- Aji Brahma Nugroho, M. A'an Auliq, M. Zulfikar Alrasyid. 2020. Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC. *Jurnal Teknik Elektro dan Komunikasi*. 2(2): 75-86
- Andre Muchlis, Wrastawa Ridwan, Iskandar Z. Nasibu. 2021. Rancang Bangun Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Laser dengan Metode *Design for Assembly*. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*. 3(1): 23-27
- Andri Susanto, Ismail Darisman Jauhari. 2019. Rancang Bangun Aplikasi Android Untuk Kontrol Lampu Gedung Menggunakan Media Bluetooth Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik*. 8(1): 52
- Arief Wisnu Wardhana, Daru Tri Nugroho. 2018. Pengontrolan Motor Stepper Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 7(1): 81-85
- Aris Eko Saputro, Mochammad Darwis. 2020. Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*. 2(1): 40-50
- Budhi Martana, Yuhani Djaya, M. Arifudin Lukmana. 2017. Development of Plate Cutting CNC with Laser Cutter and Stepper Motor Driver. *Prosiding SNTTM XVI*: 62-66
- Firman Syafrudin, Budhi Anto. 2017. Rancang Bangun Saklar Pemindah Otomatis Berpenggerak Motor Stepper Variable Reluctance Dengan Pengendali Mikrokontroler ATmega8535. *Jom FTEKNIK*. 4(1): 1-10
- Ikhlah Syukran Harrizal, Syafri, Adhy Prayitno. 2017. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan *Close Loop System*. *JOM FTEKNIK*. 4(2): 4
- Irawan Malik, Sairul Effendi, Soegeng Witjahjo. 2019. Rancang Bangun Mesin CNC Engraver Mini Sebagai Alat Bantu Pembelajaran. *Jurnal Teknika*. 13(1): 69-74
- Muhammad Rizqi Aulia H., Muhaimin, Supri Hardi. 2019. Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3-Axis Untuk Anggrave PCB Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Elektro*. 3(1): 40-47
- Muhammad Saleh, Munik Haryanti. 2017. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*. 8(3): 183
- Roswaldi Sk. Julsam, Kartika, Alno Fendri, Mulyadi. 2019. Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL 3.6.1.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Suharto, Putu Fahlevi R D, Ariawan W Pratomo, Paryono. 2019. Rancang Bangun Prototipe Mesin Cnc Laser Cutting Untuk Pembuatan Produk Kreatif Bahan Akrilik. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif*. 20(5): 188-197
- Unung Verawanida, Nizwardi Jalinus, Lise Asnur. 2019. Kurikulum Pendidikan Vokasi Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan*. 20(1): 82-90
- Wiranata Sentosa, Jean Riko Kurniawan Putra, Denok Wulandari. 2017. Perancangan Sistem Pembagi Daya Arus Listrik 3 Fasa Menggunakan Arduino Uno Dan Bluetooth Hc-05 Berbasis Android. *Jurnal Intra-Tech*. 1 (2): 70
- Yuni Fitriani, Roida Pakpahan, Ahcmad Anwar Asyirri. 2019. Perancangan Prototype Mesin Cnc (*Computer Numerically Controlled*) Plotter 3 Axis 2d Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Journal of Information System, Informatics and Computing*. 3(2): 23-30



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS**MUHAMMAD IHSAN KAMIL**

Anak ketiga dari tujuh bersaudara, lahir di Jakarta, 18 Januari 2000. Lulus dari MI Al-Hikmah tahun 2012, SMPN 43 Jakarta tahun 2015, SMAN 60 Jakarta tahun 2018. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2021 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 2

FOTO ALAT



Gambar L-1 Keseluruhan Alat

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar L-2 Pengujian Kemampuan
Laser untuk Memotong



Gambar L-3 Pengujian Kemampuan
Laser untuk Mengukir

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



LAMPIRAN 3

LISTING PROGRAM SPINDLE SPEED

```

ifndef spindle_control_h
#define spindle_control_h

#define SPINDLE_NO_SYNC false
#define SPINDLE_FORCE_SYNC true

#define SPINDLE_STATE_DISABLE 0 // Must be zero.
#define SPINDLE_STATE_CW bit(0)
#define SPINDLE_STATE_CCW bit(1)

// Initializes spindle pins and hardware PWM, if enabled.
void spindle_init();

// Returns current spindle output state. Overrides may alter it from programmed
states.
uint8_t spindle_get_state();

// Called by g-code parser when setting spindle state and requires a buffer sync.
// Immediately sets spindle running state with direction and spindle rpm via
PWM, if enabled.
// Called by spindle_sync() after sync and parking motion/spindle stop override
during restore.
#ifdef VARIABLE_SPINDLE

// Called by g-code parser when setting spindle state and requires a buffer sync.
void spindle_sync(uint8_t state, float rpm);

// Sets spindle running state with direction, enable, and spindle PWM.
void spindle_set_state(uint8_t state, float rpm);

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Sets spindle PWM quickly for stepper ISR. Also called by spindle_set_state().
// NOTE: 328p PWM register is 8-bit.
void spindle_set_speed(uint8_t pwm_value);

// Computes 328p-specific PWM register value for the given RPM for quick
updating.
uint8_t spindle_compute_pwm_value(float rpm);
#else
// Called by g-code parser when setting spindle state and requires a buffer sync.
#define spindle_sync(state, rpm) _spindle_sync(state)
void _spindle_sync(uint8_t state);

// Sets spindle running state with direction and enable.
#define spindle_set_state(state, rpm) _spindle_set_state(state)
void _spindle_set_state(uint8_t state);
#endif

// Stop and start spindle routines. Called by all spindle routines and stepper ISR.
void spindle_stop();
#endif

#ifndef limits_h
#define limits_h

// Initialize the limits module
void limits_init();
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Disables hard limits.
void limits_disable();

// Returns limit state as a bit-wise uint8 variable.
uint8_t limits_get_state();

// Perform one portion of the homing cycle based on the input settings.
void limits_go_home(uint8_t cycle_mask);

// Check for soft limit violations
void limits_soft_check(float *target);

#endif
```





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 4

LISTING PROGRAM GCODE

```
#define MODAL_GROUP_G0 0 //
[G4,G10,G28,G28.1,G30,G30.1,G53,G92,G92.1] Non-modal
#define MODAL_GROUP_G1 1 //
[G0,G1,G2,G3,G38.2,G38.3,G38.4,G38.5,G80] Motion
#define MODAL_GROUP_G2 2 // [G17,G18,G19] Plane selection
#define MODAL_GROUP_G3 3 // [G90,G91] Distance mode
#define MODAL_GROUP_G4 4 // [G91.1] Arc IJK distance mode
#define MODAL_GROUP_G5 5 // [G93,G94] Feed rate mode
#define MODAL_GROUP_G6 6 // [G20,G21] Units
#define MODAL_GROUP_G7 7 // [G40] Cutter radius compensation mode.
G41/42 NOT SUPPORTED.
#define MODAL_GROUP_G8 8 // [G43.1,G49] Tool length offset
#define MODAL_GROUP_G12 9 // [G54,G55,G56,G57,G58,G59] Coordinate
system selection
#define MODAL_GROUP_G13 10 // [G61] Control mode

#define MODAL_GROUP_M4 11 // [M0,M1,M2,M30] Stopping
#define MODAL_GROUP_M7 12 // [M3,M4,M5] Spindle turning
#define MODAL_GROUP_M8 13 // [M7,M8,M9] Coolant control
#define MODAL_GROUP_M9 14 // [M56] Override control

// Define command actions for within execution-type modal groups (motion,
stopping, non-modal). Used
// internally by the parser to know which command to execute.
// NOTE: Some macro values are assigned specific values to make g-code state
reporting and parsing
// compile a litte smaller. Necessary due to being completely out of flash on the
328p. Although not
// ideal, just be careful with values that state 'do not alter' and check both report.c
and gcode.c
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// to see how they are used, if you need to alter them.

// Modal Group G0: Non-modal actions
#define NON_MODAL_NO_ACTION 0 // (Default: Must be zero)
#define NON_MODAL_DWELL 4 // G4 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_SET_COORDINATE_DATA 10 // G10 (Do not alter
value)
#define NON_MODAL_GO_HOME_0 28 // G28 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_SET_HOME_0 38 // G28.1 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_GO_HOME_1 30 // G30 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_SET_HOME_1 40 // G30.1 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_ABSOLUTE_OVERRIDE 53 // G53 (Do not alter value)
#define NON_MODAL_SET_COORDINATE_OFFSET 92 // G92 (Do not alter
value)
#define NON_MODAL_RESET_COORDINATE_OFFSET 102 //G92.1 (Do not
alter value)

// Modal Group G1: Motion modes
#define MOTION_MODE_SEEK 0 // G0 (Default: Must be zero)
#define MOTION_MODE_LINEAR 1 // G1 (Do not alter value)
#define MOTION_MODE_CW_ARC 2 // G2 (Do not alter value)
#define MOTION_MODE_CCW_ARC 3 // G3 (Do not alter value)
#define MOTION_MODE_PROBE_TOWARD 140 // G38.2 (Do not alter value)
#define MOTION_MODE_PROBE_TOWARD_NO_ERROR 141 // G38.3 (Do
not alter value)
#define MOTION_MODE_PROBE_AWAY 142 // G38.4 (Do not alter value)
#define MOTION_MODE_PROBE_AWAY_NO_ERROR 143 // G38.5 (Do not
alter value)
#define MOTION_MODE_NONE 80 // G80 (Do not alter value)

// Modal Group G2: Plane select
#define PLANE_SELECT_XY 0 // G17 (Default: Must be zero)
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
#define PLANE_SELECT_ZX 1 // G18 (Do not alter value)
#define PLANE_SELECT_YZ 2 // G19 (Do not alter value)

// Modal Group G3: Distance mode
#define DISTANCE_MODE_ABSOLUTE 0 // G90 (Default: Must be zero)
#define DISTANCE_MODE_INCREMENTAL 1 // G91 (Do not alter value)

// Modal Group G4: Arc IJK distance mode
#define DISTANCE_ARC_MODE_INCREMENTAL 0 // G91.1 (Default: Must be zero)

// Modal Group M4: Program flow
#define PROGRAM_FLOW_RUNNING 0 // (Default: Must be zero)
#define PROGRAM_FLOW_PAUSED 3 // M0
#define PROGRAM_FLOW_OPTIONAL_STOP 1 // M1 NOTE: Not supported, but valid and ignored.
#define PROGRAM_FLOW_COMPLETED_M2 2 // M2 (Do not alter value)
#define PROGRAM_FLOW_COMPLETED_M30 30 // M30 (Do not alter value)

// Modal Group G5: Feed rate mode
#define FEED_RATE_MODE_UNITS_PER_MIN 0 // G94 (Default: Must be zero)
#define FEED_RATE_MODE_INVERSE_TIME 1 // G93 (Do not alter value)

// Modal Group G6: Units mode
#define UNITS_MODE_MM 0 // G21 (Default: Must be zero)
#define UNITS_MODE_INCHES 1 // G20 (Do not alter value)

// Modal Group G7: Cutter radius compensation mode
#define CUTTER_COMP_DISABLE 0 // G40 (Default: Must be zero)

// Modal Group G13: Control mode
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
#define CONTROL_MODE_EXACT_PATH 0 // G61 (Default: Must be zero)

// Modal Group M7: Spindle control
#define SPINDLE_DISABLE 0 // M5 (Default: Must be zero)
#define SPINDLE_ENABLE_CW PL_COND_FLAG_SPINDLE_CW // M3
(NOTE: Uses planner condition bit flag)
#define SPINDLE_ENABLE_CCW PL_COND_FLAG_SPINDLE_CCW // M4
(NOTE: Uses planner condition bit flag)

// Modal Group M8: Coolant control
#define COOLANT_DISABLE 0 // M9 (Default: Must be zero)
#define COOLANT_FLOOD_ENABLE
PL_COND_FLAG_COOLANT_FLOOD // M8 (NOTE: Uses planner condition
bit flag)
#define COOLANT_MIST_ENABLE PL_COND_FLAG_COOLANT_MIST //
M7 (NOTE: Uses planner condition bit flag)

// Modal Group G8: Tool length offset
#define TOOL_LENGTH_OFFSET_CANCEL 0 // G49 (Default: Must be zero)
#define TOOL_LENGTH_OFFSET_ENABLE_DYNAMIC 1 // G43.1

// Modal Group M9: Override control
#ifndef DEACTIVATE_PARKING_UPON_INIT
#define OVERRIDE_DISABLED 0 // (Default: Must be zero)
#define OVERRIDE_PARKING_MOTION 1 // M56
#else
#define OVERRIDE_PARKING_MOTION 0 // M56 (Default: Must be zero)
#define OVERRIDE_DISABLED 1 // Parking disabled.
#endif

// Modal Group G12: Active work coordinate system
// N/A: Stores coordinate system value (54-59) to change to.
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Define parameter word mapping.
#define WORD_F 0
#define WORD_I 1
#define WORD_J 2
#define WORD_K 3
#define WORD_L 4
#define WORD_N 5
#define WORD_P 6
#define WORD_R 7
#define WORD_S 8
#define WORD_T 9
#define WORD_X 10
#define WORD_Y 11
#define WORD_Z 12

// Define g-code parser position updating flags
#define GC_UPDATE_POS_TARGET 0 // Must be zero
#define GC_UPDATE_POS_SYSTEM 1
#define GC_UPDATE_POS_NONE 2

// Define probe cycle exit states and assign proper position updating.
#define GC_PROBE_FOUND GC_UPDATE_POS_SYSTEM
#define GC_PROBE_ABORT GC_UPDATE_POS_NONE
#define GC_PROBE_FAIL_INIT GC_UPDATE_POS_NONE
#define GC_PROBE_FAIL_END GC_UPDATE_POS_TARGET
#ifdef SET_CHECK_MODE_PROBE_TO_START
  #define GC_PROBE_CHECK_MODE GC_UPDATE_POS_NONE
#else
  #define GC_PROBE_CHECK_MODE GC_UPDATE_POS_TARGET
#endif
#endif
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Define gcode parser flags for handling special cases.
#define GC_PARSER_NONE          0 // Must be zero.
#define GC_PARSER_JOG_MOTION    bit(0)
#define GC_PARSER_CHECK_MANTISSA bit(1)
#define GC_PARSER_ARC_IS_CLOCKWISE bit(2)
#define GC_PARSER_PROBE_IS_AWAY bit(3)
#define GC_PARSER_PROBE_IS_NO_ERROR bit(4)
#define GC_PARSER_LASER_FORCE_SYNC bit(5)
#define GC_PARSER_LASER_DISABLE bit(6)
#define GC_PARSER_LASER_ISMOTION bit(7)

// NOTE: When this struct is zeroed, the above defines set the defaults for the
system.
typedef struct {
    uint8_t motion;          // {G0,G1,G2,G3,G38.2,G80}
    uint8_t feed_rate;      // {G93,G94}
    uint8_t units;          // {G20,G21}
    uint8_t distance;       // {G90,G91}
    // uint8_t distance_arc; // {G91.1} NOTE: Don't track. Only default supported.
    uint8_t plane_select;   // {G17,G18,G19}
    // uint8_t cutter_comp; // {G40} NOTE: Don't track. Only default supported.
    uint8_t tool_length;    // {G43.1,G49}
    uint8_t coord_select;   // {G54,G55,G56,G57,G58,G59}
    // uint8_t control;     // {G61} NOTE: Don't track. Only default supported.
    uint8_t program_flow;   // {M0,M1,M2,M30}
    uint8_t coolant;        // {M7,M8,M9}
    uint8_t spindle;        // {M3,M4,M5}
    uint8_t override;       // {M56}
} gc_modal_t;

typedef struct {
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

float f;      // Feed
float ijk[3]; // I,J,K Axis arc offsets
uint8_t l;   // G10 or canned cycles parameters
int32_t n;   // Line number
float p;     // G10 or dwell parameters
// float q;  // G82 peck drilling
float r;     // Arc radius
float s;     // Spindle speed
uint8_t t;   // Tool selection
float xyz[3]; // X,Y,Z Translational axes
} gc_values_t;

typedef struct {
    gc_modal_t modal;

    float spindle_speed; // RPM
    float feed_rate;     // Millimeters/min
    uint8_t tool;        // Tracks tool number. NOT USED.
    int32_t line_number; // Last line number sent

    float position[N_AXIS]; // Where the interpreter considers the tool to be at
    this point in the code

    float coord_system[N_AXIS]; // Current work coordinate system (G54+).
    Stores offset from absolute machine
    // position in mm. Loaded from EEPROM when called.
    float coord_offset[N_AXIS]; // Retains the G92 coordinate offset (work
    coordinates) relative to
    // machine zero in mm. Non-persistent. Cleared upon reset
    and boot.
    float tool_length_offset; // Tracks tool length offset value when enabled.

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

} parser_state_t;
extern parser_state_t gc_state;

typedef struct {
    uint8_t non_modal_command;
    gc_modal_t modal;
    gc_values_t values;
} parser_block_t;

// Initialize the parser
void gc_init();
// Execute one block of rs275/ngc/g-code
uint8_t gc_execute_line(char *line);
// Set g-code parser position. Input in steps.
void gc_sync_position();

#endif

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



LAMPIRAN 5

SOP Penggunaan Rancangbangun Model Mesin CNC *Laser Cutting*

Kelistrikan:

1. Motor *Stepper* 17HS4401
 - Tegangan Input : 12 VDC
 - Arus Input Maksimal : 1.7 A
2. *Driver Stepper* A4988
 - Tegangan Input : 12 – 35 VDC
 - Arus Output Maksimal : 2.2 A
3. Modul Laser Dioda
 - Tegangan Input : 12 VDC
 - Daya Output Maksimal : 5,5W

Mekanis:

1. Ukuran:
 - a. Model Mesin CNC : (p:150 x l:100 x t:26) cm
 - b. *Casing* : (p:23 x l:14 x t:6) cm
2. Berat Kerangka:
 - a. Model Mesin CNC : 8330 g
 - b. *Casing* : 500 g
3. Bahan Kerangka:
 - a. Model Mesin CNC : Alumunium dan Akrilik
 - b. *Casing* : Plastik
4. Warna Kerangka:
 - a. Model Mesin CNC : Silver
 - b. *Casing* : Hitam



Tampak Atas

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Fungsi:

1. Mesin Pemotong dan Pengukur Akrilik Berbasis Mikrokontroler

SOP Pemakaian Alat:

1. Sambungkan *power supply* kepada sumber tegangan 220VAC
2. Aktifkan *switch* pada *casing*
3. Sambungkan kabel mikrokontroler ke PC melalui kabel USB
4. Buka aplikasi LaserGRBL lalu pilih port “COM” Arduino dan *baudrate* yang digunakan pada aplikasi
5. Koneksikan Arduino Uno pada aplikasi LaserGRBL dengan menekan tombol “Connect”
6. Setelah terkoneksi buka menu File => Open File, lalu pilih file desain yang akan dipotong
7. Setelah itu atur kecepatan potong, daya laser, dan jumlah *cycle* potong
8. Sebelum memulai proses pemotongan atur posisi mata laser ke material yang ingin dipotong
9. Klik tombol *set zero* pada aplikasi untuk memastikan titik awal potong di (x: 0, y: 0, z: 0)
10. Klik tombol run program untuk eksekusi gcode lalu tunggu proses pemotongan selesai
11. Setelah proses pemotongan selesai, mata laser akan kembali ke titik awal potong/*set point zero*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



LAMPIRAN 6

Datasheet Motor Stepper 17HS4401

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



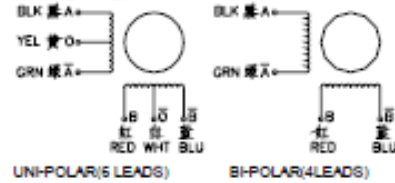
HB Stepper Motor Catalog

MotionKing (China) Motor Industry Co., Ltd.

**2 Phase Hybrid Stepper Motor
17HS series-Size 42mm(1.8 degree)**



Wiring Diagram:

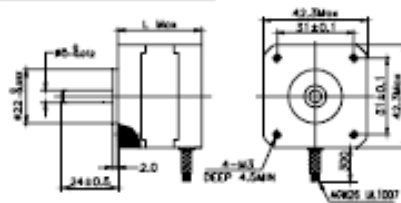


Electrical Specifications:

Series Model	Step Angle (deg)	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (ohm)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm ²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)
17HS2408	1.8	28	0.6	8	10	12	1.6	34	4	150
17HS3401	1.8	34	1.3	2.4	2.8	28	1.6	34	4	220
17HS3410	1.8	34	1.7	1.2	1.8	28	1.6	34	4	220
17HS3430	1.8	34	0.4	30	35	28	1.6	34	4	220
17HS3830	1.8	34	0.4	30	18	21	1.6	34	6	220
17HS3818	1.8	34	0.16	75	40	14	1.6	34	6	220
17HS4401	1.8	40	1.7	1.5	2.8	40	2.2	54	4	280
17HS4402	1.8	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
17HS4802	1.8	40	1.2	3.2	2.8	28	2.2	54	6	280
17HS4830	1.8	40	0.4	30	28	28	2.2	54	6	280
17HS8401	1.8	48	1.7	1.8	3.2	52	2.6	68	4	350
17HS8402	1.8	48	1.3	3.2	5.5	52	2.6	68	4	350
17HS8403	1.8	48	2.3	1.2	1.6	46	2.6	68	4	350
17HS8830	1.8	48	0.4	30	38	34	2.6	68	6	350

*Note: We can manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions: unit=mm



Motor Length:

Model	Length
17HS2XXX	28 mm
17HS3XXX	34 mm
16HS4XXX	40 mm
16HS8XXX	48 mm

Datasheet Driver Motor A4988



A4988

DMOS Microstepping Driver with Translator And Overcurrent Protection

Features and Benefits

- Low $R_{DS(ON)}$ outputs
- Automatic current decay mode detection/selection
- Mixed and Slow current decay modes
- Synchronous rectification for low power dissipation
- Internal UVLO
- Crossover-current protection
- 3.3 and 5 V compatible logic supply
- Thermal shutdown circuitry
- Short-to-ground protection
- Shorted load protection
- Five selectable step modes: full, $1/2$, $1/4$, $1/8$, and $1/16$

Package:

28-contact QFN
with exposed thermal pad
5 mm × 5 mm × 0.90 mm
(ET package)



Approximate size

Description

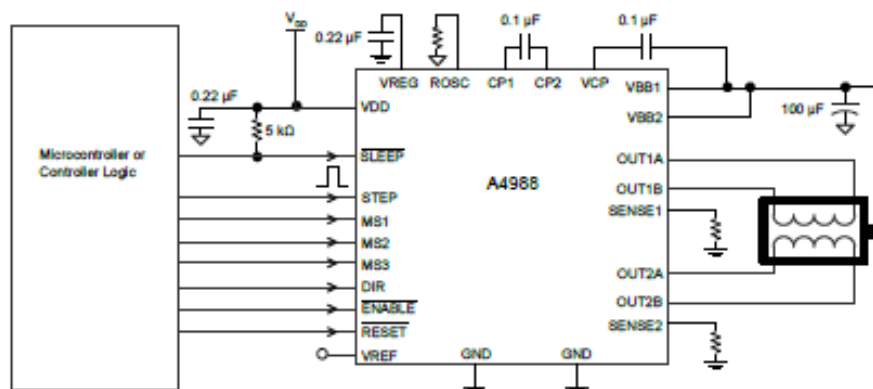
The A4988 is a complete microstepping motor driver with built-in translator for easy operation. It is designed to operate bipolar stepper motors in full-, half-, quarter-, eighth-, and sixteenth-step modes, with an output drive capacity of up to 35 V and ± 2 A. The A4988 includes a fixed off-time current regulator which has the ability to operate in Slow or Mixed decay modes.

The translator is the key to the easy implementation of the A4988. Simply inputting one pulse on the STEP input drives the motor one microstep. There are no phase sequence tables, high frequency control lines, or complex interfaces to program. The A4988 interface is an ideal fit for applications where a complex microprocessor is unavailable or is overburdened.

During stepping operation, the chopping control in the A4988 automatically selects the current decay mode, Slow or Mixed. In Mixed decay mode, the device is set initially to a fast decay for a proportion of the fixed off-time, then to a slow decay for the remainder of the off-time. Mixed decay current control results in reduced audible motor noise, increased step accuracy, and reduced power dissipation.

Continued on the next page...

Typical Application Diagram



4988-D6, Rev. 5

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

A4988

*DMOS Microstepping Driver with Translator
And Overcurrent Protection*

ELECTRICAL CHARACTERISTICS¹ at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{BB} = 35\text{ V}$ (unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ. ²	Max.	Units
Output Drivers						
Load Supply Voltage Range	V_{BB}	Operating	8	–	35	V
Logic Supply Voltage Range	V_{DD}	Operating	3.0	–	5.5	V
Output On Resistance	$R_{DS(ON)}$	Source Driver, $I_{OUT} = -1.5\text{ A}$	–	320	430	m Ω
		Sink Driver, $I_{OUT} = 1.5\text{ A}$	–	320	430	m Ω
Body Diode Forward Voltage	V_F	Source Diode, $I_F = -1.5\text{ A}$	–	–	1.2	V
		Sink Diode, $I_F = 1.5\text{ A}$	–	–	1.2	V
Motor Supply Current	I_{BS}	$f_{PWM} < 50\text{ kHz}$	–	–	4	mA
		Operating, outputs disabled	–	–	2	mA
Logic Supply Current	I_{DD}	$f_{PWM} < 50\text{ kHz}$	–	–	8	mA
		Outputs off	–	–	5	mA
Control Logic						
Logic Input Voltage	$V_{IN(1)}$		$V_{DD} \times 0.7$	–	–	V
	$V_{IN(2)}$		–	–	$V_{DD} \times 0.3$	V
Logic Input Current	$I_{IN(1)}$	$V_{IN} = V_{DD} \times 0.7$	–20	<1.0	20	μA
	$I_{IN(2)}$	$V_{IN} = V_{DD} \times 0.3$	–20	<1.0	20	μA
Microstep Select	R_{MS1}	MS1 pin	–	100	–	k Ω
	R_{MS2}	MS2 pin	–	50	–	k Ω
	R_{MS3}	MS3 pin	–	100	–	k Ω
Logic Input Hysteresis	$V_{HYS(IN)}$	As a % of V_{DD}	5	11	19	%
Blank Time	t_{BLANK}		0.7	1	1.3	μs
Fixed Off-Time	t_{OFF}	OSG = VDD or GND	20	30	40	μs
		$R_{OSG} = 25\text{ k}\Omega$	23	30	37	μs
Reference Input Voltage Range	V_{REF}		0	–	4	V
Reference Input Current	I_{REF}		–3	0	3	μA
Current Trip-Level Error ³	$e(\%)$	$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 38.27\%$	–	–	± 15	%
		$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 70.71\%$	–	–	± 5	%
		$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 100.00\%$	–	–	± 5	%
Crossover Dead Time	t_{DT}		100	475	800	ns
Protection						
Overcurrent Protection Threshold ⁴	I_{OCPST}		2.1	–	–	A
Thermal Shutdown Temperature	T_{TSD}		–	165	–	$^\circ\text{C}$
Thermal Shutdown Hysteresis	T_{TSDHYS}		–	15	–	$^\circ\text{C}$
VDD Undervoltage Lockout	V_{DDUVLO}	V_{DD} rising	2.7	2.8	2.9	V
VDD Undervoltage Hysteresis	$V_{DDUVLOHYS}$		–	90	–	mV

¹For input and output current specifications, negative current is defined as coming out of (sourcing) the specified device pin.

²Typical data are for initial design estimations only, and assume optimum manufacturing and application conditions. Performance may vary for individual units, within the specified maximum and minimum limits.

³ $V_{ERR} = [(V_{REF}B) - V_{SENSE}] / (V_{REF}B)$

⁴Overcurrent protection (OCP) is tested at $T_A = 25^\circ\text{C}$ in a restricted range and guaranteed by characterization.

