

## Komunikasi Bluetooth dan Android pada Model *Engraving* Mesin *Computer Numerical Control*

Habib Khairul<sup>1</sup>, Muhammad Ihsan Kamil<sup>2</sup>, Bernadeta Siti Rahayu Purwanti<sup>3</sup>

1. 2. 3. Elektronika Industri, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425, Indonesia

E-mail author correspondent: [rahayu.purwanti@elektro.pnj.ac.id](mailto:rahayu.purwanti@elektro.pnj.ac.id)<sup>1</sup>

### Abstrak

Model mesin *Computer Numerical Control* (CNC) *laser* dapat didesain memiliki dua fungsi yaitu *cutting* dan *engraving*. Pembuatan ukiran (*engraving*) sesuai pola/gambar melalui instruksi program dan eksekusi pembuatan ukirannya dimungkinkan menggunakan program/software lain. Hasil akhir proses *engraving* sesuai dengan pola/gambar, walaupun masih tergantung pada jenis material sebagai media uji. Mesin CNC harus merespon instruksi program pola/gambar secara bersamaan dan cepat untuk mengeksekusi ukiran, sehingga ukiran jelas dan sesuai pola/gambar. Model mesin CNC *laser cutting* dan *engraving*, dengan laser dioda 5500W diuji performanya pada akrilik dan triplek. Pemroses data mikrokontroler Arduino Uno diinstruksi dengan program berbasis *firmware* GBRL.v1.1. Antisipasi kerusakan mesin dengan dua fungsi menggunakan *limit switch*. Tujuan penelitian untuk menguji respon waktu pairing terhadap daya laser pada *gantry* dengan instruksi komunikasi bluetooth dari Android. Parameter uji adalah kecepatan, daya laser, mengukir akrilik, triplek sesuai energi pada mata laser. Hasil pengujian untuk *engraving*; *set parameter* daya 100%, kecepatan 100 mm/menit untuk material akrilik (tebal 2cm) terukir samar, lebih nyata/terlihat pada media triplek ketebalan 3 mm. Ukiran logo adalah 2 menit 35 detik arus 0,3A, output daya 100% atau 5500W. Pengujian model CNC merespon instruksi dari Hp *smartphone* dengan koneksi *Bluetooth* HC-05, rata-rata waktu pairing 2,692 s, dan jarak uji 3m.

Kata Kunci: *bluetooth, engraving, daya, pairing, waktu.*

### 1. Pendahuluan

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 sesuai standar nasional. Ketentuan tersebut menunjukkan bahwa penyelenggara pendidikan wajib berupaya meningkatkan daya saing bangsa. Hal tersebut juga berimbas pada kesiapan mahasiswa/lulusan memasuki dunia kerja (Sari and Zulaikha, 2020). Pembekalan gambaran untuk teknologi terkini secara utuh sesuai kurikulum yang berlaku (Ali A. Abed, A. Al-Ibraheem and A. Mohammed, 2017). Adaptasi terhadap teknologi industri untuk memberi gambaran kepada lulusan, misalnya untuk pemotongan, penghalusan, dan pelubangan material kayu/besi atau material lainnya. Saat ini proses tersebut telah menggunakan mesin *Computer Numerical Control* (CNC). Selain telah terkomputerisasi untuk instruksi pemotongan/*engraving* dengan kode-kode (Nugroho, Auliq and Alrasyid, 2020). Kelebihan mesin CNC hasil potong atau ukirnya lebih presisi dan akurat, baik ukuran maupun bentuknya, pembandingnya alat-alat manual yang sesuai fungsinya. Tujuan penelitian adalah menelusuri performa mesin CNC 3D Laser dengan pengamatan manual ketebalan dan kejelasan garis-garis engraver berbentuk logo PNJ pada akrilik dan triplek untuk variabel jarak dan waktu instruksi.

Menurut (Nugroho, Auliq and Alrasyid, 2020) untuk mendapatkan hasil potong/*engraving* yang baik dibutuhkan seta variasi parameter, umumnya membahas daya laser untuk pemotongan/pengukiran, dan kecepatan penggerak. Penelitian tentang CNC untuk *engraving* (mengukir) belum banyak diminati dibandingkan *cutting* atau *milling*. Sementara, perkembangan seni atau desain juga telah meluas fungsi mesin CNC (Bangse, Wibolo and Wiryanta, 2020) merambah ke industri ukir mebel. Hal tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan *engraving* (ukiran) penting untuk usaha mebel. *engraving* pada model CNC, agar ketepatan (presisi dan akurasi) ukuran/dimensi terpenuhi. Instruksi program sesuai dimensi melalui pembuatan kode unik (Suhendra, Prebianto and Asaad, 2021) agar spesifik dan sesuai bentuk.

Mesin CNC yang dirancang bangun oleh (Muchlis, Ridwan and Nasibu, 2021) menggunakan modul *laser diode* untuk memotong material. Proses pemotongan ini, akibat radiasi cahaya dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (*Laser*). Gelombang radiasi koheren berasal dari satu sumber frekuensi dengan fasa yang sama. Dioda laser

menghasilkan sinar atau *beam* dengan intensitas cahaya yang lebih tinggi. Intensitas cahaya yang tinggi memungkinkan laser fokus pada suatu titik yang kecil untuk memotong material. Efisiensi dioda laser yang tinggi menghasilkan output cahaya koheren, mudah dimodulasi untuk komunikasi pada aplikasi sistem (Wardhana and Nugroho, 2018). Sementara itu, energi yang dihasilkan oleh laser berpengaruh terhadap daya pada proses *engraving* ke material. Besarnya daya sesuai hukum Ohm dan berkaitan dengan waktu dalam satu siklus proses (1).

$$\text{waktu(s)} = \frac{\text{keliling}}{\text{kecepatan}} \times \text{siklus proses} \quad (1)$$

Algoritma dan program untuk instruksi pada mesin CNC ke benda kerja, baik akrilik atau yang lainnya menggunakan format pemrograman G-Code, dikenal sebagai ISO 6983 atau *Numerical Control of Machine of Address Words*. Selain itu dijelaskan juga oleh (Fitriani, Pakpahan and Asyirri, 2019) bahwa bahasa numerik pada *G-code* sebagai instruksi dapat menggerakkan motor *stepper*. Output sistem pengaturan kecepatan berbentuk cetakan *Fle* ekstensi G-Code dalam *software* Laser GRBL, dengan instruksi kode-kode perintah (Syukran Harrizal *et al.*, 2017).

Instruksi gerak motor stepper menggunakan program *Firmware* GRBL1.1, salah satu fitur *auto home machine*. Kelebihan program tersebut dapat menentukan titik zero secara otomatis pada sumbu X dan Y, dan Z (Hasibuan, Muhaimin and Hardi, 2019). Data input diproses menjadi kode-kode yang berisi instruksi untuk menggerakkan motor *stepper* dan modul laser dioda. Sehingga motor *stepper* bergerak untuk memotong/mengukir material sesuai dengan desain yang di-upload. Motor stepper bergerak sesuai arah sumbu X, Y, dan Z dengan instruksi *G-Code* dan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno. Program instruksi sebelumnya telah terinstal dalam *firmware* GRBL, untuk memastikan koneksi antara *arduino uno* dengan *software* CAM Ketiga peneliti tidak/belum membahas hubungan respon waktu pairing dan terhadap respon instruksi kode.

Pin-pin pada setiap komponen seperti *limit end stop*, *emergency*, dan slot I/O lainnya (Saputro and Darwis, 2020) perlu diceramati sejak awal pembuatan sistem. Kecepatan gerak gantry yang terkoneksi pada alat pemotong/pengukur dan motor atau sistem penggerak pada mesin CNC penggunaan pin I/O telah dikondisikan sejak perancangan. Seluruh pin I/O pada setiap modul didesain sesuai fungsi alat dan penggunaan *software*. Gerak gantry pada mesin CNC ke arah sumbu X, Y, dan Z diinstruksi dari Aplikasi CAD yang dikonversi menjadi format *file G-code*.

Berdasarkan hasil penelitian (Muchlis, Ridwan and Nasibu, 2021) yang membahas radiasi gelombang dan daya laser. Parameter lain yang dibahas adalah pengaruh daya laser terhadap hasil ukir pada suatu material. Desain mesin CNC (Suhendra, Prebianto and Asaad, 2021). dan proses *engraving* (Suhendra, Prebianto and Asaad, 2021) dengan program instruksi *G-code* dapat direspon pada jarak tertentu. Kedua peneliti CNC sebagai *engraving* belum memuat kaitan dengan waktu pairing dan jarak instruksi pada jarak sebagai kinerja mesin CNC *engraving*. Maka perlu dibuatlah alat/system untuk menginstruksi proses *engraving* pada model mesin CNC dan terkoneksi ke Smart Phone Android.

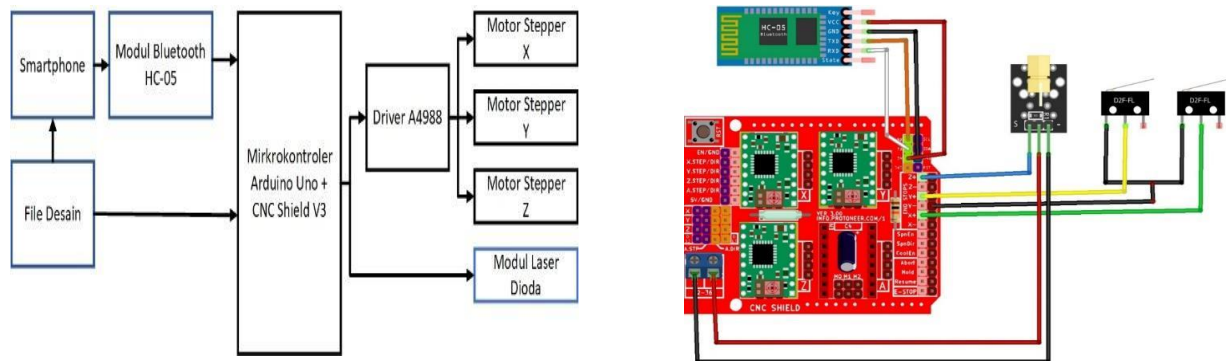
Model mesin CNC untuk *engraving* menggunakan komunikasi modul *bluetooth* yang terkoneksi ke mikrokontroler dan fasilitas/aplikasi di Android. Variabel pengganggu adalah jarak untuk pengukuran waktu pairing dan besar tegangan diode laser selama proses pengukiran gambar. Program yang tersimpan dalam Arduino dengan output tegangan untuk menggerakkan modul laser. Program instruksi menggunakan fungsi if, yaitu ketika nilai Gcode=0 modul laser standby, sebaliknya jika nilai G-code=1 modul laser aktif. Pengulangan proses berulang hingga proyek selesai dan instruksi dari program G-code melalui *software* Laser GRBL. Tahap persiapan; data yang diinput berupa pola/gambar atau teks menjadi data Gcode. Tahap penggunaan, adalah menyambungkan mesin CNC laser *engraving* dengan komputer atau laptop. Tahap selanjutnya adalah memilih Gambar atau foto yang akan dicetak. Sebelum mencetak gambar atau foto dapat disesuaikan sesuai keinginan kita seperti mengatur brightness, contrast, dan ukuran. Pilihan lainnya adalah tersedia tools untuk menambahkan arsiran pada bagian pola/gambar atau hanya bagian garis luarnya saja.

## 2. Metode Penelitian

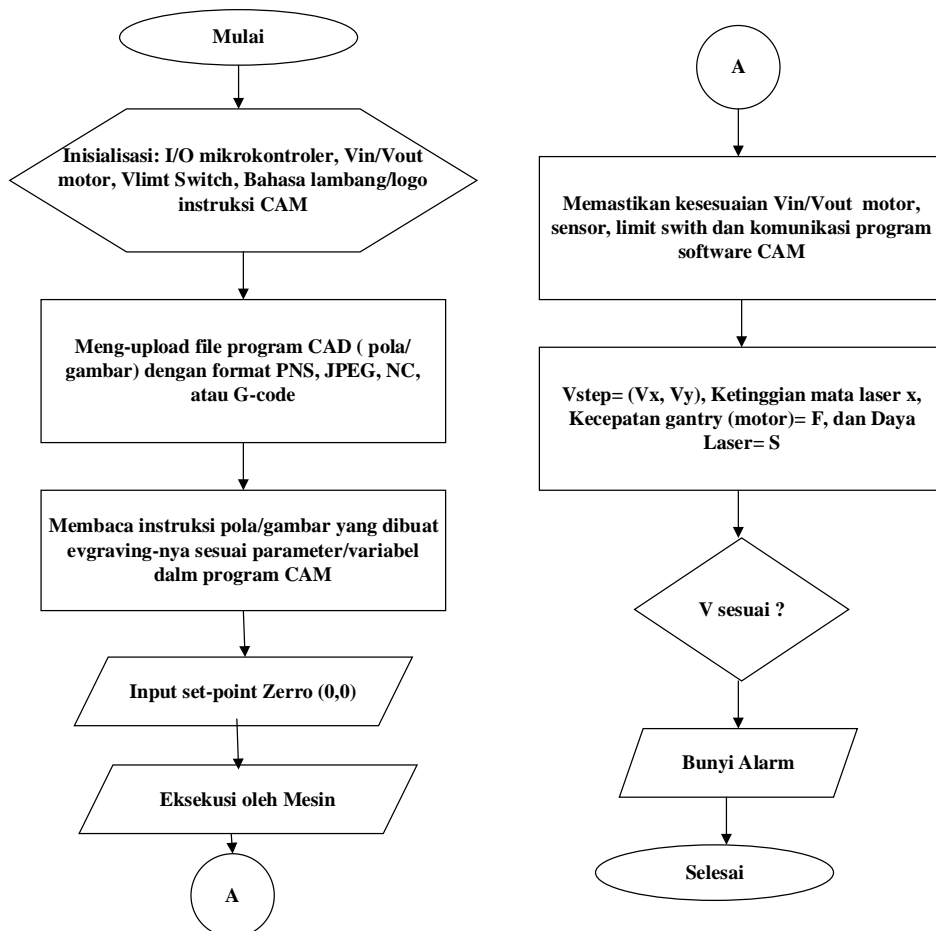
Sesuai permasalahan tentang cara kerja mesin CNC *laser cutting and engraving* 3D berbasis mikrokontroler, diperoleh satu peluang penelitian. Hal penting pada eksekusi instruksi pada mesin CNC adalah waktu respon instruksi untuk mulai memotong/mengukir material. Diawali dengan studi literatur terkait motor sebagai penggerak, mikrokontroler sebagai pemberi instruksi dan penyimpanan program, instalasi mata pisau pada gantry, pengkabelan, dan cara kerja laser. Realisasi alat; instalasi modul/komponen dan komunikasi *bluetooth* dari HP ke mikrokontroler sebagai alat perintah kerja untuk membuat *engrave*. MPembuatan program timer dan dapat disimpan pada mikrokontroler untuk merekam waktu pairing, waktu respon perintah pada mesin CNC dengan jarak tertentu, sejak perintah diterima hingga terselesaikannya proses pengukiran (*engraving*) logo/gambar. Waktu pairing berkaitan dengan performa mesin, selain besarnya daya laser dan daya motor penggerak pada gantry.

Posisi mata pisau dipasang di atasudukan dengan lengan kerangka alumunium *profile* berdimensi (1 x 1,5) m. Penggerak *gantry* yang mengait mata pisau adalah motor *stepper* yang bergerak sesuai instruksi. Arah gerak *gantry* di sepanjang sumbu X, Y, dan Z untuk mengukir pla/gambar di atas material yaitu akrilik dan atau kayu/triplek. Gerakan motor *stepper* diatur oleh Arduino uno yang terintegrasi ke mesin *CNC shield V3* dan motor *driver*. *CNC shield V3*. Arduino Uno dengan 4 port untuk koneksi ke modul *driver* dan tiga motor *stepper* A4988. Agar gerak motor *stepper* sesuai arah sumbu X, Y, dan Z,

Blok diagram alat (Gambar 1, kiri), sebagai perencanaan koneksi modul untuk merealisasikan proses engrave pola/gambar. Agar terlihat teknik pengambilan data/sampel, variabel yang akan diukur untuk pencatatan data, serta *troubleshooting* terhadap *hardware* dan *software*.



Gambar 1 Diagram Blok (kiri) dan Wiring Diagram Modul-modul (kanan)



Gambar 2 Flowchart

*Wiring* (Gambar 1, kanan) menghubungkan pin-pin sensor ke mikrokontroler sesuai inisialisasi pada program, juga harus cermat dan teliti untukantisipasi kesalahan. Akibat kesalahan jalur pengkabelan atau tidak terhubung sempurna adalah short pada komponen, dan kemungkinan terbakar. Realisasi alat fokus pada; (1) instalasi modul laser dioda pada mikrokontroler Arduino Uno. (2) pengujian fungsi laser dioda untuk mengukir material. (3) pemrograman seluruh sistem sesuai dengan flowchart (Gambar 2).

Metode uji fungsi dioda untuk engraving material pada hitam berketebalan 2mm, triplek 3mm, pada Model Mesin CNC:

- Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan,
- Menyambungkan pin PWM Modul Laser dioda dengan pin z- pada CNC Shield
- Menyambungkan mikrokontroler dengan power supply 12 VDC
- Menghubungkan mikrokontroler dengan laptop menggunakan kabel USB
- Membuka aplikasi LaserGRBL memilih port com baudrate sesuai pada mikrokontroler, tekan tombol *connect*
- Memilih menu open file untuk membuka file desain ke mikrokontroler
- Mengatur parameter mesin sesuai dengan hasil desain yang diinginkan
- Mengarahkan mata laser ke posisi (0,0) dengan menekan tombol reset zero
- Mengeksekusi gcode dengan menekan tombol run.
- Mencatat waktu proses pengerjaan, dibandingkan hasil percobaan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal.

Pengukuran arus dan tegangan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap output daya pada laser, sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan
- Menyambungkan pin PWM Modul Laser dioda dengan pin z- pada CNC Shield dan supply ke pin + dan -
- Menghubungkan power supply 12V ke mikrokontroler dan modul laser
- Mengubungkan mikrokontroler dengan laptop menggunakan kabel USB
- Membuka aplikasi LaserGRBL pada PC, memilih port com, baudrate pada mikrokontroler, tekan tombol *connect*
- Input daya laser melalui perintah *G-code* "M3 S50" untuk daya 5% dan seterusnya hingga 100%
- Ukur tegangan keluaran dari driver laser dioda
- Catat hasil pengukuran dan bandingkan dengan hasil perhitungan

Uji sitem komunikasi untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap waktu pairing melalui modul bluetooth yang terkoneksi ke mikrokontroler dan Aplikasi HP Android:

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan
- Mengoneksikan modul *Bluetooth* HC-05 dengan pin 5V, GND, RX, dan TX pada CNC *shield*
- Menghubungkan *port driver* motor A4988 ke port X, Y, Z dan A pada CNC *shield*
- Sambungkan motor stepper dengan pin 1a, 1b, 2a, dan 2b pada driver motor A4988
- Sambungkan Arduino Uno dengan baterai 9V
- Hubungkan smartphone dengan modul bluetooth untuk melakukan pengiriman data
- Buka aplikasi GRBL Controller pada smartphone
- Klik symbol/notasi *jog* pada aplikasi GRBL Controller dan amati arah jog dengan gerakan motor *stepper*.

### 3. Pembahasan

Pengukuran tegangan dan arus untuk mengetahui daya minimal dan maksimal pada modul laser dioda. Hasil pengukuran tegangan dan arus (Gambar 3).

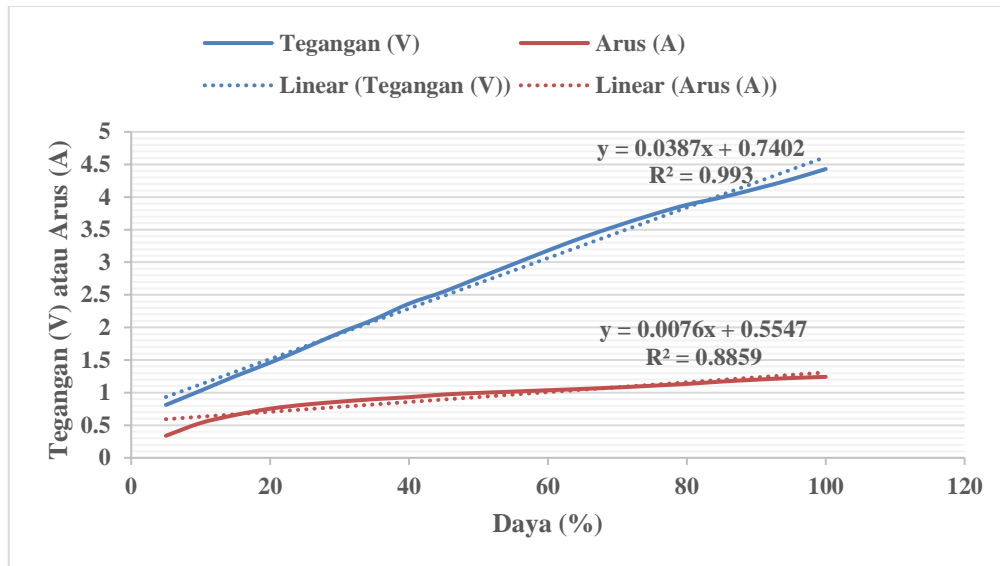
Berdasarkan tren grafik pada Gambar 4, terlihat bahwa makin besar daya yang dipergunakan makin besar tegangannya. Sebaliknya besar arus relative stabil mulai nilai arus sebesar 1V, dengan demikian hubungan daya terhadap arus dan tegangan telah sesuai dengan konsep Hukum. Adapaun hubungan daya terhadap tegangan dan arus rinci adalah sebagai berikut.

- Daya minimum 5%, dan maksimun 100% diikuti perubahan signifikan dan kontinu untuk besar tegangan pada range 0,8-4,3V, dan arus 0,4-1,2A,
- Hubungan Daya (%) dengan tegangan (V) dan Daya (%) dengan arus (A) masing-masing dinyatakan dalam persmaan  $y = 0,0387x + 0,7402$ , dengan  $R^2 = 0,993$  dan  $y = 0,0076x + 0,5547$ , dengan  $R^2 = 0,8859$ ,
- Nilai  $R^2$  menunjukkan kuatnya hubungan antar variabel, besarnya daya sanat dipengaruhi tegangan dan arus,,
- Data ukur dapat diklasifikasikan/dikelompokkan sebagai berikut:
  - Range daya 5-25v, tegangan 0,8-1,6V, dan arus 0,4-0,8A
  - Range daya 5-25v, tegangan 1,9-2,8V, dan arus 0,8-1,0A

(3). Range daya 5-25v, tegangan 3,0-3,1V, dan arus 1,01-1,12A

(4). Range daya 5-25v, tegangan 3,9-4,4V, dan arus 1,3-1,24A.

Pengujian komunikasi antara Hp Android sebagai *device* operator ke model mesin CNC untuk mengukur persentase keberhasilan sistem komunikasi ke model mesin CNC. Hasil pengujian (Tabel 1) terlihat bahwa rata-rata keberhasilannya (persentase) komunikasi adalah rata-rata 80%. Tiga variasi jarak komunikasi berhasil 100% hingga jarak 3m, dan 80%, jarak  $\leq 5$ m dari *user* (operator) dan pengguna HP ke model mesin CNC.



Gambar 3 Hubungan antara Variabel Tegangan Arus dan Daya

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada jarak 10 m antara *gantry* mesin CNC dan HP mengalami kegagalan mulai pengujian ke-3, dengan rata-rata waktu pairing 3,4 menit. Terlihat pula keberhasilan komunikasi pada jarak 3 m adalah 100%, sementara pada jarak 5 m, keberhasilan komunikasi mesin *gantry* mesin CNC dan HP adalah 80%. Perbedaan waktu pairing hanya 2 menit, cukup signifikan jika material yang di-*engraving* semakin banyak berpengaruh terhadap waktu penyelesaian *engraving*.

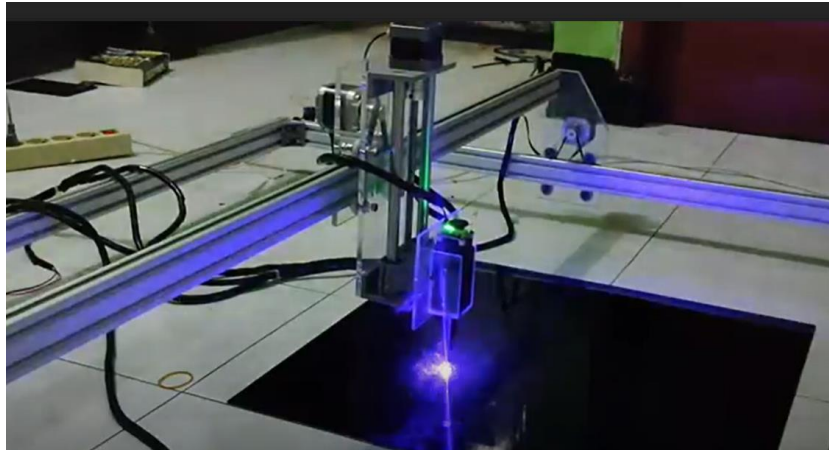
Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Komunikasi pada Model CNC

Jarak Gantry Model CNC ke Hp (m)	Waktu Pairing Pegujian ke-(menit)					Rata- rata	Berhasil (%)		Keterangan
	1	2	3	4	5		Ya	Tidak	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
3	3.09	1.92	2.40	3.72	2.33	2,962	100	0	Rata-rata waktu pairing menunjukkan bahwa makin jauh jarak semakin lama respon dan semakin tinggi persentase kegagalan.
5	3.05	2.49	3.29	-	3.81	3,16	80	20	
10	3.23	3.68	-	-	-	3,455	60	40	
Rata-rata	3,13	2,7	1,9	1,2	2,5	3,2	80	20	

Sampel hasil perhitungan energi laser minimal berdasarkan pengujian arus dan daya yang terukur untuk proses *engraving* untuk mengukir akrilik hitam dengan ketebalan 2 mm adalah 792 joule. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak 3cm, 5 cm, dan 10 cm antara mata laser dan material uji (triplek). Jarak mata laser terhadap material harus disesuaikan untuk mendapatkan hasil ukir yang maksimal. Pengujian dilakukan dengan mengatur ketinggian mata laser terhadap material yang diukir. Waktu pairing rata-rata 3 menit pada jarak bluetooth ke gantry adalah 3m, berhasil 100% menerima perintah kerja hingga proses pengukiran pola/gambar terselesaikan. Kegagalan pada pengujian ke-3 atau terakhir mesin CNC tidak dapat menerima perintah kerja, secara fisik motor penggerak suhunya naik (panas ketika dipegang pada casingnya). Dua kali gagal merespon perintah untuk jarak 10 m, hanya satu kali berhasil mengukir dengan waktu pairing 3 menit. Hal ini menunjukkan bahwa performa respon ideal untuk model 3D laser jarak terbaik adalah 3m dengan waktu pairing 3 menit.

Gambar 3 foto pelaksanaan pengujian mesin CNC untuk membuat *engraving* pada material akrilik hitam, ketebalan 3 mm, tetapi hasilnya sangat samar/tipis, medianya diganti triplek (Gambar 5),










**Gambar 4 Engraving Laser pada Akrilik Hitam**

Ketebalan triplek dalam pengujian *engraving* ini adalah 3 mm. Desain yang digunakan berupa logo PNJ, dimensi sisi adalah (7 x 7) cm. Hasil ukir diukur dengan mistar dan dibandingkan dengan dimensi desain yang di *upload* ke mesin. Hasil pengukiran akrilik dengan kecepatan 1.000 mm/menit dan daya laser 100% (Tabel 2).

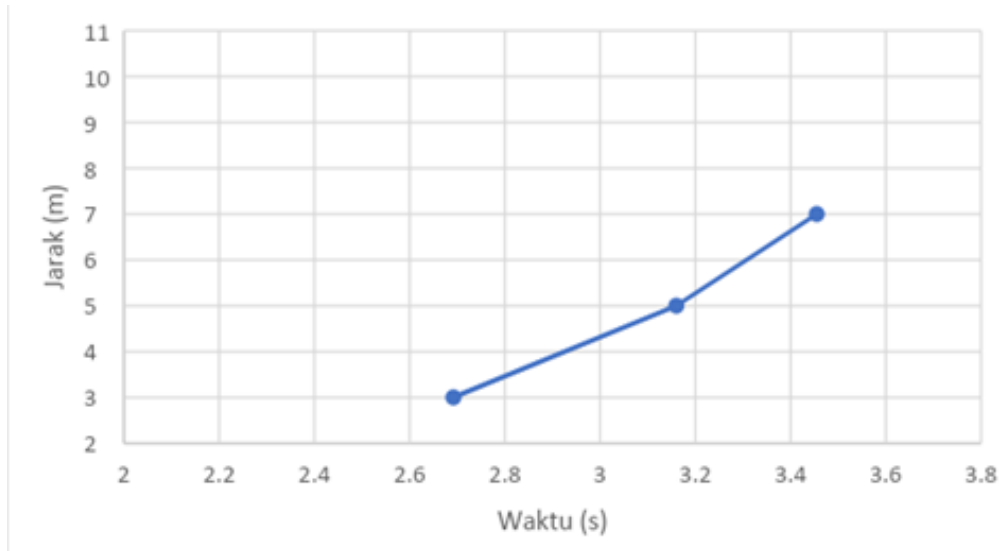


**Gambar 5 Pengujian Engraving pada Triplek**

**Tabel 2 Pengujian Pengaruh Jarak Mata Laser Terhadap Hasil Ukir**

Pengujian dengan (1)	Jarak Mata Laser ke material uji gracing (triplek)				
	6,5 (cm) (2)	7 (cm) (3)	7,5 (cm) (4)	8 (cm) (5)	8,1 (cm) (7)
Hasil Ukiran (cm)					
Ket.	ukiran yang dihasilkan tipis, kurang jelas, bentuk simetri dengan sisi 6,9 cm	ukiran yang dihasilkan agak tebal dan jelas, bentuk simetri dengan sisi 7cm	ukiran yang dihasilkan cukup tebal bentuk simetri dengan sisi 7cm	ukiran yang dihasilkan tebal, bentuk simetri dengan sisi 7,1 cm	ukiran yang dihasilkan terlalu tebal, bentuk simetri dengan sisi 8,1 cm

Data ukur jarak (m) gantry ke Hp sebagai sarana komunikasi via *bluetooth* untuk merespon instruksi ke mesin CNC. Jarak mempengaruhi waktu pairing (Gambar 5), waktu pairing semakin kecil jika jarak modul *Bluetooth* dengan user semakin besar. Jarak 3 m dengan persentase keberhasilan terbesar 100% dan rata-rata waktu pairing 3s. Persentase keberhasilan terkecil pada jarak 10 m dengan persentase 0%. Persentase keberhasilan yang semakin kecil seiring bertambahnya jarak disebabkan karena komunikasi *smartphone* dengan Arduino Uno menggunakan modul *bluetooth* terbatas pada jarak 10 m sehingga data dari *smartphone* tidak terkirim ke Arduino.



Gambar 6 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Waktu *Pairing*

Proses engraving pada model mesin CNC ini telah berhasil mengukir logo PNJ sebagai media uji bentuk dan dimensi, dengan:

- Jarak mata pisau 7cm dari mata laser ke triplek, ketebalan 3mm.
- besar arus perlu direkayasa agar tegangan semakin besar dan pola engraving dari laser diode semakin tajam,
- besar energi laser berpengaruh terhadap daya dan jenis material untuk membuat polanya dengan *engraving*,

Sistem kelistrikan dalam hal ini daya untuk pembuatan engraving pada akrilik dengan model mesin CNC ini masih perlu ditingkatkan. Set parameter kecepatan disesuaikan dengan daya laser agar akrilik terukir dengan sempurna dimensi maupun garis sesuai pola/gambar aslinya. Komunikasi *bluetooth* pada model mesin CNC dengan *smartphone* telah teruji sesuai jarak minimal 3 m dan rata-rata waktu pairing adalah 2.8s.

Model mesin CNC laser 3D Laser Cutting telah berhasil membuat ukiran menggunakan instruksi program via *bluetooth*. Hasil uji performa model CNC untuk *engraving*, pembuatan ukiran logo PNJ menghasilkan garis dan pola gambar sesuai ketebalan. Jarak mesin CNC ke *bluetooth* 3m, jarak mata pisau 8mm agar daya laser efektif atau minimal 80% untuk memperoleh pola/gambar sesuai dalam program instruksi untuk *engraving*.

#### 4. Kesimpulan

Model mesin CNC laser 3D Laser Cutting telah berhasil mengukir pola/gambar pada material triplek, sedangkan dengan akrilik belum terlihat nyata ukirannya. Semakin jauh jarak koneksi *Bluetooth* ke model mesin CNC melambat, jarak maksimum 3m, dengan penggunaan daya laser 80%. Adapun performa pola/gambar engraver terlihat dari ketebalan dan ketajaman garis-garis sesuai pola/gambar.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jakarta yang telah mendanai penelitian ini hingga dapat dipublikasi.

## Daftar Pustaka

- Ali A. Abed, M., A. Al-Ibraheem, M. and A. Mohammed, A. (2017) "Implementation of an Economic Light Duty Three-Axis Computer Numerical Control," *ICoIT 17 The 1<sup>st</sup> International Conference of Lebanese French University on Information Technology Erbil, Kurdistan Region Iraq*, pp. 343–351. doi:10.25212/icoit17.033.
- Bangse, K., Wibolo, A. and Wiryanta, I.K.E.H. (2020) "Design and Fabrication of a CNC Router Machine for Wood Engraving," *Journal of Physics: Conference Series*, 1450 (1). doi:10.1088/1742-6596/1450/1/012094.
- Fitriani, Y., Pakpahan, R. and Asyirri, A. (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), pp. 23–30. Available at: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicom/article/view/135>.
- Hasibuan, M.R.A., Muhaimin and Hardi, S. (2019) "Rancang Bangun Mesin Cnc Milling 3-Axis untuk Anggrave PCB Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Tektro*, 3(1), pp. 40–47.
- Muchlis, A., Ridwan, W. and Nasibu, I.Z. (2021) "Rancang Bangun Mesin CNC (Computer Numerical Control) Laser dengan Metode Design for Assembly," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(1), pp. 23–27. doi:10.37905/jjee.v3i1.9228.
- Nugroho, A.B., Auliq, M.A. and Alrasyid, M.Z. (2020) "Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (Computer Numerical Control) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (Statistical Quality Control)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (Elkom)*, 2(2), pp. 75–86. doi:10.32528/elkom.v2i2.3464.
- Saputro, A.E. and Darwis, M. (2020) "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik," *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), pp. 40–50. doi:10.14710/jplp.2.1.40-50.
- Sari, N. and Zulaikha, S. (2020) "Vocational School Curriculum Development Design in The Era Of The 4.0 Industry Revolution," *EDUCATIO : Journal Of Education*, 5(2), pp. 150–158.
- Suhendra, A., Prebianto, N.F. and Asaad, N.S. (2021) "Optimasi Pergerakan Motor Stepper 3 Axis Dengan Metode Microstepping Dan Pembuatan Unique Code Pada Lead Frame," *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, 2(1), pp. 24–30. doi:10.30871/aseect.v2i1.2951.
- Syukran Harrizal, I. et al. (2017) "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System," *Jom Fteknik*, 4(2), pp. 1–3.
- Wardhana, A.W. and Nugroho, D.T. (2018) "Pengontrolan Motor Stepper Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 7(1), p. 80. doi:10.25077/jnte.v7n1.530.2018.

## Reviewer A:

**Judul tepat, singkat dan jelas sesuai dengan tempate maksimal 15 kata:**  
**Tidak (sudah diubah dan mohon diralat)**

**Abstrak dalam BAHASA INDONESIA dan tidak lebih dari 200 kata.:**  
**Ya**

**Kata kunci dipilih/dirumuskan dengan tepat dan maksimum 5 kata kunci:**  
**Ya**

**Artikel pernah dimuat pada media cetak lain?:**  
**Tidak**

**Pada bagian Pendahuluan, artikel memberikan kredit terhadap kontribusi orang lain yang relevan dan menunjukkan inovasi dan/atau kebaruan melalui sitasi.:**

**Ya**



**Metode dan rancangan harus dijabarkan secara tepat dan cukup rinci sesuai tujuan penelitian:**

**Tidak**

**Pembahasan menyajikan data dan hasil penelitian yang ditemukan:**

**Tidak**

**Gambar dan Tabel cukup jelas dan fungsional:**

**Ya**

**Analisis dan sintesis dilakukan secara kritis:**

**Tidak**

**Isi kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian bukan rangkuman hasil penelitian:**

**Tidak**

**Hasil penelitian memberi kontribusi untuk pengembangan IPTEK:**

**Tidak**

**Daftar pustaka lebih dari 80% adalah terbitan 5 tahun terakhir:**

**Ya**

**Daftar pustaka lebih dari 60% diambil dari hasil penelitian atau artikel dalam jurnal:**

**Ya**

**Semua rujukan dalam naskah harus terdapat di Daftar Pustaka dan Rujukan berjumlah minimal 10 buah :**

**Ya**

**CATATAN PENDAHULUAN:**

**Dapat langsung lihat di catatan yang diberikan pada artikel.  
Tata tulis kalimat tidak teratur, tdk sesuai kaidah bahasa Indonesia, seperti penempatan tanda baca, penempatan dimana harus huruf besar atau kecil, mana subjek dan predikat objek, serta banyak typo juga.**

**CATATAN METODE:**

**Dapat langsung lihat di catatan yang diberikan pada artikel.**

**Tata tulis kalimat tidak teratur, tdk sesuai kaidah bahasa Indonesia, seperti penempatan tanda baca, penempatan dimana harus huruf besar atau kecil, mana subjek dan predikat objek, serta banyak typo juga.**

**CATATAN PEMBAHASAN:**

**Dapat langsung lihat di catatan pada artikel.  
Tata tulis kalimat tidak teratur, tdk sesuai kaidah bahasa Indonesia,**

seperti penempatan tanda baca, penempatan dimana harus huruf besar atau kecil, mana subjek dan predikat objek, serta banyak typo juga.

**CATATAN KESIMPULAN:**

Kurang sesuai dengan tujuan dari judul artikel

**CATATAN DAFTAR PUSTAKA:**

Trepakai semua pada citasi artikel

**REKOMENDASI:**

Naskah dapat dimuat dengan ada revisi mayor sesuai catatan

**PERBAIKAN LAINNYA:**

Nama Author disingkat

principle author pada paper dan author pertama pada ojs berbeda

Author tanpa Afiliasi

Intinya bagian author, email, afiliasi masih salah.