

PENGARUH KECEPATAN (RPM) TERHADAP KONSUMSI DAYA MOTOR STEPPER UNTUK MENGGRAFIR JENIS PCB PADA ALAT CNC ROUTER PCB

Medina Daryanto^{1*}, Mohammad Dahlan²

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

² Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

*E-mail: nyie2n@yahoo.com

Abstrak

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya motor pada setiap kecepatan motor stepper untuk menggrafir PCB dari jenis bahan PCB yang berbeda dalam ukuran 10 centimeter (cm) dengan pola garis lurus sehingga menghasilkan data dari kedua jenis bahan PCB. Bahan PCB yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan phenolik/pertinax dan bahan fiber. Pada proses menggrafir per 10 centimeternya dengan pola garis lurus untuk meneliti kecepatan dan daya terhadap panjang proses grafir dalam hal ini di aplikasikan pada prototipe mesin router PCB yang menggunakan arduino uno dan software GRBL. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa proses tahapan untuk mendapatkan hasil yang di inginkan mulai dari persiapan, pembuatan alat, pengujian alat sampai analisa dan pembahasan, selanjutnya di lakukan pengujian alat dengan menentukan kecepatan, tegangan, arus, dan waktu. Jarak yang telah di tentukan pada arah gerakan yaitu 10 cm dan berupa garis lurus. Dengan pengaturan kecepatan 20-50 rpm. Didapatkan nilai kecepatan 12 untuk bahan pertinax dan nilai daya 2,22 VA dan 11 untuk bahan fiber dan nilai daya 1,84 VA. Didapatkan hasil daya terbesar untuk bahan pertinax 2,22 VA dengan kecepatan 12 dan 1,9 VA dengan kecepatan 33 untuk bahan fiber. Dan nilai korelasi pada bahan pertinax -0,97, sedangkan untuk bahan fiber -0,69, ini berarti dapat disimpulkan bahwa korelasi dari data kecepatan motor terhadap daya motor ialah kuat dan arahnya negatif untuk bahan pertinax, makin tinggi kecepatan maka daya motor makin kecil. Dan untuk bahan fiber korelasinya sedang dan arahnya negatif.

Kata kunci : Mesin router pcb, Bahan PCB, Kecepatan, Daya

1. PENDAHULUAN

Teknologi khususnya yang berhubungan dengan dunia elektronika sudah menjadi kebutuhan yang mendasar bagi setiap manusia. Karena semuanya berhubungan dengan elektronika, tak terkecuali dengan PCB. PCB dapat di jumpai di hampir semua peralatan elektronika, seperti radio, handphone, televisi, dan lain-lain.

Papan sirkuit cetak (bahasa Inggris: *printed circuit board* atau PCB) adalah sebuah papan yang penuh dengan sirkuit dari logam yang menghubungkan komponen elektronik satu sama lain tanpa kabel. PCB (*Printed Circuit Board*) adalah suatu board tipis tempat letak komponen elektronika, yang dipasang dan dirangkai, di mana bagian sisinya terbuat dari lapisan tembaga untuk menyolder kaki-kaki komponen. PCB ada yang terbuat dari bahan fiber atau sejenisnya pada bagian yang non conductive. Bahan PCB yang lain adalah paper phenolic atau pertinax, biasanya berwarna coklat, bahan jenis ini lebih populer karena harganya yang lebih murah. Untuk PCB yang di pakai untuk *Through hole plating*, biasanya memakai yang berbahan fiberglass, karena jamur tidak suka akan bahan ini, dan materialnya lebih kuat dan tidak mudah bengkok di bandingkan yang berbahan pertinax.

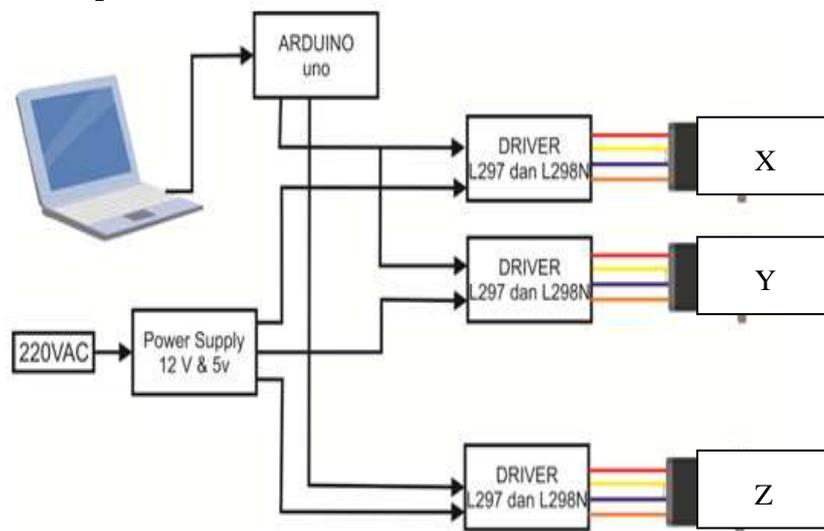
Selama ini pembuatan PCB selalu dengan cara manual, maka penulis akan merealisasikan CNC Router PCB Home Made dengan pengendali menggunakan komputer yang dijalankan oleh sebuah program untuk membuat layout PCB. Mesin ini dapat mengerjakan PCB sesuai keinginan pengguna. Pengguna cukup dengan menggambar jalur PCB dengan perangkat komputer, sehingga bisa menghemat waktu dan tenaga. Mesin ini dikendalikan oleh komputer yang menggunakan NC-Code. NC-Code terdiri dari perintah koordinat yaitu sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Dengan demikian CNC Router PCB akan bekerja sesuai dengan data digital yang diterima dari output parallel port komputer. Dengan direalisasikan mesin ini, diharapkan agar para penggemar elektronik dapat membuat layout PCB dengan cepat, mudah dan murah (Dityo, 2011).

Mesin CNC Router PCB adalah mesin perkakas otomatis yang dapat diprogram secara numerik melalui komputer yang kemudian disimpan pada media penyimpanan. Mesin CNC terdiri dari beberapa sumbu gerak di mana setiap sumbu tersebut digerakkan oleh motor. Oleh karena itu perhitungan daya motor sangat diperlukan. Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa suatu alat mesin. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. Sebagai satuan daya dipilih watt. Dalam sebuah sistem yang menggunakan motor untuk menjalankan bor pada PCB dalam operasionalnya, maka tenaga putar motor maupun daya motor sangat berpengaruh pada sistem tersebut. Berbagai jenis motor, baik AC maupun DC memiliki berbagai karakteristik. (Andreono, 2016).

Dalam mesin CNC ini setiap motor bergerak berdasarkan sumbu masing-masing untuk mengerakkan bor untuk memahat atau mensayat sebuah PCB menjadi pola. Untuk itu penulis dalam penelitian ini akan menghitung konsumsi daya pada motor mesin CNC router, motor yang digunakan adalah motor stepper. Diharapkan dalam penelitian ini menghasilkan daya yang efisien agar mesin dapat bekerja dengan baik dan presisi dan menentukan jenis bahan PCB yang efektif digunakan pada mesin CNC Router PCB.

2. METODOLOGI

2.1. Blok Diagram Prototipe Mesin Cnc Router PCB



Gambar 1. Blok diagram prototipe cnc router pcb

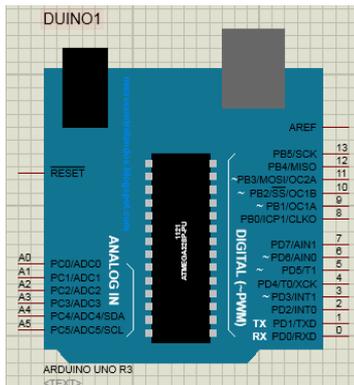
Blok diagram dari gambar 1. dapat dijelaskan sebagai berikut:

- (1) Catu daya prototipe mesin *cnc router pcb* membutuhkan tegangan 5 Volt untuk menghidupkan mikrokontroler dan dirver motor *stepper*.
- (2) Komputer untuk membuat program Arduino Uno dan sebagai kendali utama prototipe mesin *cnc router pcb*.
- (3) Sistem minimum Arduino Uno sebagai driver pengendali agar sistem mesin *cnc router pcb* dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diharapkan.
- (4) Modul Driver L297 dan L298N merupakan rangkaian pembagi pulsa yang digunakan untuk menjalankan motor *stepper* bipolar. Kemudian keluaran pulsa dikuatkan dengan IC L298N karena motor *stepper* membutuhkan arus kuat.

Kemudian pelaksanaan dari gambar 1 maka, dibagi menjadi lima urutan yaitu : 1. Perancangan rangkaian driver prototipe mesin *cnc router pcb* 2. Perancangan rangkaian driver motor *stepper* 3. Perancangan perangkat lunak kendali prototipe mesin *cnc router pcb* 4. Perancangan mekanik sumbu x-y dan z 5. Pengujian pengukuran dan pengambilan data.

2.2. Perancangan Rangkaian Driver Protipe Mesin Cnc Router Pcb

Perancangan driver mesin *cnc router pcb* ini melibatkan sistem minimum Arduino Uno sebagai pemroses pulsa *clock/step* untuk dikirimkan ke driver motor stepper bipolar.



Gambar 2. Driver prototipe mesin *cnc router pcb*

Dari sistem minimum gambar 2 terdapat pin input dan output yang dibutuhkan mesin *cnc router pcb* antara lain :

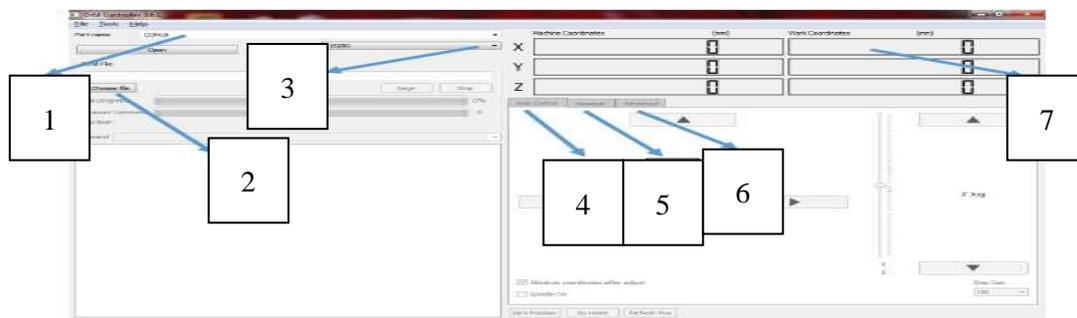
- (1) Pin 2 dan 4 digunakan untuk 2 pin keluaran *step pulse* sumbu x dan y.
- (2) Pin 3 dan 5 digunakan untuk 2 pin *direction* sumbu x dan y.

2.3. Perancangan Rangkaian Driver Motor Stepper

Dengan menggunakan gabungan dua buah IC L297 dan L298N untuk menggerakkan motor stepper. IC L297 menerima pulsa berupa pulsa *clock* dari Arduino Uno untuk mengatur kecepatan motor stepper bipolar, sedangkan untuk membalik arah pergerakan motor *stepper* menggunakan pulsa *direction*. IC L298N diperlukan karena arus yang dikeluarkan mikrokontroler belum mencukupi maka dari itu L298N dibutuhkan untuk memberikan arus yang kuat pada motor *stepper* untuk menggerakkan beban ulir.

2.4. Perancangan Perangkat Lunak Kendali Protipe Mesin Cnc Router Pcb

Perancangan perangkat lunak ini memiliki peranan penting dalam penelitian ini karena didalamnya harus memiliki program yang mampu menganalisis dan menjawab tujuan penelitian serta mudah ketika digunakan. Perancangan perangkat lunak ini di rancang menggunakan Software grbl pada gambar ini adalah aplikasi untuk mengontrol gerakan CNC yaitu yang bergerak di kordinat X,Y dan Z dan juga bisa untuk mengkalibrasi dari awal. Software ini berfungsi untuk membuka file NC code yang telah dibuat software aspire.



Gambar 3. Aplikasi GRBL

Untuk menjalankan kendali pergerakan sumbu y memerlukan beberapa perintah agar program berjalan sesuai dengan yang diinginkan maka, bagian-bagian perintah diantaranya :

- 1. Nama port
 Berisi pilihan port serial yang berfungsi mentransfer dan menerima data dari arduino uno, pilih yang konek arduino.

2. Choose File
Berfungsi untuk memasukkan gambar desain yang berupa kode NC.
3. Baudrate
Untuk mengatur kecepatan aliran data dalam satuan bps (*bit per second*).
4. Axis Control
Terdapat tombol pilihan untuk mengontrol koordinat sumbu x,y dan z.
5. Visualizer
Berisi tampilan desain dari kode NC.
6. Advanced
Berfungsi untuk mengatur *GRBL controller*.
7. Machine Coordinate and Work Coordinates.
Untuk menunjukkan tampilan jarak dari koordinat sumbu x,y dan z.

2.5. Perancangan Mekanik Sumbu X dan Y Protipe Mesin Cutter

Dengan memperhitungkan faktor biaya dan material, komponen-komponen dalam sistem mekanik menggunakan rancangan dengan bahan dasar besi. Komponen-komponen tersebut dirancang dan dikerjakan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Berikut hasil rancangan mekanik sumbu x dan y yang sudah dikerjakan :



Gambar 4. Prototipe Mesin Cnc Router PCB

2.6. Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Pengambilan data pada benda kerja dilakukan dengan cara menggrafir pada papan PCB bahan pertinax dan fiber dengan pola garis lurus 10 cm dan dengan tebal 1mm dan dengan kecepatan 20-50 rpm, dengan mengukur motor stepper sumbu y untuk arus dan tegangan per kecepatan sehingga diketahui daya motor per kecepatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada topik ini meliputi pengukuran arus, tegangan sehingga diketahui daya motor stepper sumbu y per kecepatan pada bahan pertinax dan fiber., dengan melakukan beberapa kali percobaan.

3.1. Hasil Pengukuran Pada Bahan Pertinax

Hasil pengujian pengukuran ini adalah arus, tegangan sehingga diketahui besar daya per kecepatan dengan pola garis lurus 10 cm pada sumbu y dengan terlihat tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Percobaan Bahan Pertinax

Kecepatan Tanpa Beban (rpm)	Kecepatan Bahan Pertinax (rpm)	Daya (VA)
20	12	2,22
25	21	2,05

30	23	1,88
35	29	1,73
40	34	1,66
45	41	1,56
50	43	1,32

Dari tabel 1 hasil perhitungan daya bahan pertinax terlihat data dengan konsumsi daya terbesar sebesar 2,22 VA pada kecepatan 12 rpm, sedangkan untuk konsumsi daya terkecil 1,32 VA pada kecepatan 43 rpm. Jadi semakin tinggi kecepatan maka semakin rendah dayanya pada daya bahan pertinax.

3.2. Hasil Pengukuran Pada Bahan Fiber

Hasil pengujian pengukuran ini adalah arus, tegangan sehingga diketahui besar daya per kecepatan dengan pola garis lurus 10 cm pada sumbu y dengan terlihat tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pada Bahan Fiber

Kecepatan Tanpa Beban (rpm)	Kecepatan Bahan fiber (rpm)	Daya (VA)
20	11	1,84
25	19	1,68
30	21	1,77
35	27	1,63
40	33	1,9
45	40	1,43
50	42	1,34

Pada tabel 2 hasil pengukuran daya bahan fiber konsumsi daya terbesar 1,9 VA pada kecepatan 33 rpm, sedangkan konsumsi daya terkecil 1,34 VA pada kecepatan 42 rpm. Pada bahan fiber ini dayanya tidak stabil setiap kenaikan kecepatan dikarenakan PCB bahan fiber lebih lunak dibandingkan PCB bahan pertinax.

4. KESIMPULAN

- (1) Dari pengukuran bahan pertinax di atas bahwa semakin tinggi kecepatan maka daya motor semakin rendah.
- (2) Dari hasil perhitungan daya bahan pertinax terlihat data dengan konsumsi daya terbesar sebesar 2,22 VA pada kecepatan 12 rpm, sedangkan untuk konsumsi daya terkecil 1,32 VA pada kecepatan 43 rpm.
- (3) Dari pengukuran bahan fiber bahwa semakin tinggi kecepatan maka dayanya tidak stabil, ini dikarenakan PCB fiber lebih lunak, sehingga jenis bahan PCB juga mempengaruhi.
- (4) Pada hasil pengukuran daya bahan fiber konsumsi daya terbesar 1,9 VA pada kecepatan 33 rpm, sedangkan konsumsi daya terkecil 1,34 VA pada kecepatan 42 rpm.

4.1. Saran

- (1) Perlu adanya perbaikan pada mesin CNC router tersebut karena saat mesin bekerja seringkali gerakannya tidak stabil sehingga mengakibatkan hasil grafiran tidak sesuai gambar atau pola yang dibuat.
- (2) Untuk melengkapi penelitian ini mungkin diperlukan penelitian lanjutan untuk menemukan kecepatan berapa untuk menggrafir sesuai grafir yang diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, ucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang memberikan hidayah dan taufiq sehingga dapat menulis makalah karya ilmiah ini, tidak luput juga shalawat serta salam saya ucapkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang dinanti syafaat dan pertolongan di akhirat kelak.

Kedua, saya ucapkan terima kasih kepada kedua orangtua yang selalu mendoakan selama penulisan dan penelitian ilmiah ini. Saya ucapkan juga kepada teman-teman saya di Teknik Elektro UMK yang membantu perancangan objek penelitian dan penulisan.

Ketiga, saya ucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik Mohammad Dahlan ST, MT selaku dosen pembimbing I saya Bapak Mohammad Dahlan ST, MT dan Bapak Budi Gunawan ST, MT yang bersedia mendukung dan membimbing dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Andreono. Lilian. 2015, "perbandingan konsumsi daya motor stepper terangkai bipolar dan unipolar pada penggerak mesin cutting", Universitas Muria Kudus.

Azizah. Abdatul Nurul, dkk., 2016, Pengukuran Permittivitas Relatif Pada Substrat PCB (Printed Circuit Board). LIPI, Bandung.

Dityo, P, D., 2011, "Rancang Bangun Cnc Milling Machinehome Made Untuk Membuat Pbc", Teknik Elektro, Universitas Udayana, Bali.

FeriDjuandi. 2011. "Pengenalan Arduino". Jakarta : www.tobuku.com.

Kurniawan pradana, dityo. 2011, "rancang bangun cnc milling machinehome made untuk membuat pcb", nomor 1, volume 10, Universitas Udayana.

McComb. Marc, 2007, Introduction to Stepper Motors, Michrochip Technology Incorporated, Hal. 1-49.

Nugroho, adhi dhita. 2016, "Analisis kecepatan motor stepper terhadap ketebalan benda kerja pada mesin cutting", Universitas Muria Kudus.

Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), 2014, "desain sistem kendali mesin pcb milling berbasis image processing", Yogyakarta.

Sanyo Denki, Stepping Motor, Jepang.

Trianto. 2005. Pengertian Motor Stepper. <http://bukan-sekedar-tahu.blogspot.com/2011/10/pengertian-motor-stepper.html>. diakses pada 20 Mei 2016.

Walpole, R.E. 1995. Pengantar Statistika. Edisi ke-3. Jakarta : Gramedia.