



SISTEM KENDALI POSISI KOORDINAT PENGEBORAN PRINTED CIRCUIT BOARD MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN VISUAL DAN MIKROKONTROLER AT8535

Ahmad Aminudin^{1*}, Arif Permana², Waslaluddin³

^{1,2,3}Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA UPI, Bandung, Indonesia

*Alamat Korespondensi: aminudin@upi.edu

ABSTRAK

Sistem kendali posisi titik koordinat pengeboran pada papan rangkaian tercetak menggunakan pemrograman visual dan mikrokontroler berhasil dibangun. Sistem kendali dapat mengendalikan pengeboran secara otomatis. Sistem kendali ini meliputi motor stepper sebagai penggerak posisi koordinat, motor driver, rangkaian mikrokontroler, perangkat transmisi mekanik dan komputer serta software menggunakan Borland Delphi. Linier guide untuk penggerak posisi titik koordinat arah sumbu-x dan sumbu-y menggunakan tali baja dan screw $\frac{1}{2}$ inchi dengan panjang 4 cm. Motor penggerak posisi menggunakan jenis tiga buah motor stepper Nema 23 dengan resolusi 1,8 o/step. Hasil pengujian sistem kendali posisi koordinat menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 0,18 mm pada sumbu-x dan 0,20 mm pada sumbu-y. pengujian kecepatan penentuan titik koordinat pada sumbu-x dan sumbu-y adalah 1cm/detik.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci : Mikrokontroler, motor stepper, resolusi, posisi koordinat

PENDAHULUAN

Sistem kendali posisi merupakan sistem yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengatur posisi aktual sesuai dengan posisi yang di harapkan. Penentuan posisi titik pengeboran di Printed circuit Board (PCB) mutlak harus dipenuhi. Produk produk elektronika menggunakan PCB. Produk elektronika dibangun dengan menggunakan PCB dalam beberapa dekade terakhir dan nampaknya hal ini tidak akan berubah dalam beberapa waktu ke depan, karena menurut Brindley PCB memberikan mekanisme yang aman secara fisik dalam menunjang komponen elektronik ketika dihubungkan secara elektrik sesuai konfigurasi yang diinginkan (Brindley, 2005). PCB digunakan dalam aplikasi penerapan elektronika di zaman modern. pembuatannya meliputi perancangan, pembuatan jalur rangkaian, dan pengeboran drill pad. Pembuatan dan pengeboran dilakukan oleh mesin sesuai dengan desain yang telah dirancang

menggunakan program Computer Aided Design (CAD), namun pembuatan PCB dengan metode ini hanya menguntungkan jika dilakukan dalam skala produksi yang besar sedangkan ketika ingin membuat prototipe rangkaian, penggunaan dalam dunia pendidikan, dan rangkaian elektronik dalam skala yang lebih kecil biasanya pembuatan PCB dilakukan menggunakan tangan. Pada umumnya pengeboran PCB dalam pembuatan rangkaian elektronik dilakukan secara manual. Pengeboran secara manual memiliki beberapa kekurangan dibanding pengeboran secara otomatis (Barhoumi, 2011).

Pengeboran secara otomatis membuat hasil pengeboran menjadi relatif lebih akurat, hemat waktu, dan proses pengerjaan relatif lebih cepat, metoda pengeboran jenis ini memiliki tingkat akurasi yang sangat baik jika dibandingkan dengan pengeboran secara manual. Saat ini perusahaan pembuat PCB menggunakan mesin berbasis numerik ataupun penggunaan mesin berbasis

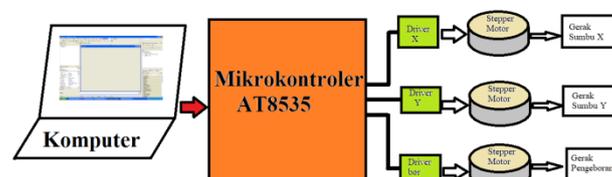
kamera dalam hal pengeboran material PCB sebelum masuk ke proses pemasangan komponen. Untuk mesin berbasis numerik teknik yang digunakan menggunakan bantuan program CAD (computer aided design) dalam tahap perancangan sampai tahap pembuatan. Gambar rancangan menyimpan informasi koordinat titik drill pad dan juga posisi jalur rangkaian.

Salah satu penelitian pembuatan bor PCB otomatis telah dilakukan oleh Thiang dari Universitas Petra, Mesin yang digunakan bergerak dengan adanya motor stepper dan screw nut yang dikontrol menggunakan PLC yang memiliki kesalahan rata – rata sebesar sebesar 0,6 mm. Kecepatan gerak mata bor 0,033 cm / detik dan komunikasi dari komputer ke perangkat keras menggunakan port paralel. Pada penelitian yang dilakukan Thiang mempunyai kesalahan rata – rata yang dimiliki masih terlalu besar dan gerakan mata bornya sangat lambat, selain itu penggunaan port paralel sudah jarang digunakan pada komputer saat ini (Gunawan,2003). Untuk mengatasi kelemahan tersebut akan digunakan sistem mekanik dengan penggunaan tali baja dan screw ½ inchi sebagai pengubah gerak rotasi menjadi translasi dan program yang dibuat berbasis mikrokontroler dan menggunakan Delphi XE 5 untuk membuat program interface. Delphi XE 5 memiliki komponen bernama “Tcomport” yang dapat digunakan untuk membuat perintah pengiriman data secara serial kepada mikrokontroler melalui Port Com (Huang

Dagui, 2010) Delphi juga dapat mengendalikan perangkat melalui port USB dengan menggunakan program tambahan yaitu program Prolific PL-2303 GPS driver dimana data yang dikirim melalui port Com tertentu bisa dikeluarkan melalui port USB. Delphi juga mempunyai fasilitas database yang dapat digunakan untuk menyimpan data kordinat pad dari rancangan PCB berbentuk “Excellon File” yang telah dibuat di Proteus atau OrCad untuk selanjutnya diberikan satu persatu kepada mikrokontroler[5]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun suatu mesin bor PCB yang dapat bergerak secara otomatis.

METODE

Sistem kendali posisi mesin bor PCB otomatis terdiri dari perangkat elektronik dan perangkat mekanik. Perangkat elektronik digunakan untuk menerjemahkan pola gambar rancangan agar dapat dikerjakan oleh perangkat mekanik. Pada bagian mekanik terdiri dari dudukan mesin bor yang dapat bergerak ke arah yang diinginkan pada sumbu dua dimensi (Mahdavinejad, 2009). Adapun perangkat elektronik yang digunakan pada pengeboran otomatis terdiri dari dua modul yaitu modul program didalam komputer dan modul interface yang menjembatani komunikasi dari komputer ke peralatan mekanik. Modul program komputer terdiri dari program perancangan PCB, dan program pengolah data gambar rancangan. Diagram rancangan kendali posisi koordinat mesin bor ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem kendali posisi koordinat mesin bor PCB

Sistem mekanik (secara hardware) yang telah dibangun terdiri dari komputer, mikrokontroler AT8535, Driver H Bridge, Stepper motor, Mesin bor, PCB, rel ulir, rel

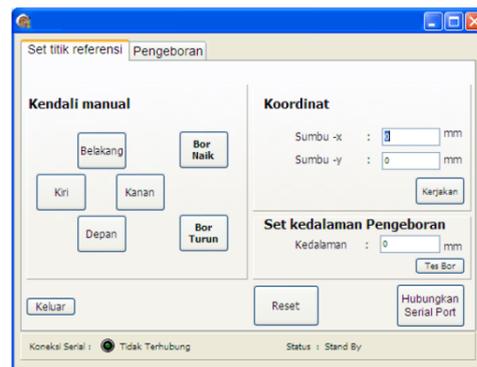
slider dan beberapa kayu dan klem. Kemudian didukung software proteus, Delphi XE 5, pada penelitian ini digunakan motor stepper sebagai motor penggerak

karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi (Syahrul,2014).

Pemrograman interface dibuat menggunakan fasilitas software Delphi XE 5 untuk mengendalikan mesin bor. Gambar 2 menunjukkan tampilan interface yang mengkomunikasikan antara user/operator dengan mesin bor.

Gambar 2 menunjukkan, program penentuan titik awal diberi nama "Set titik referensi" bagian ini berfungsi untuk menentukan titik referensi awal (0,0) dari PCB yang akan dilubangi. Tombol "depan" digunakan untuk menggerakkan sumbu-y

positif sejauh 0,8 mm dan tombol "belakang" digunakan untuk menggerakkan sumbu-y negatif sejauh 0,8 mm. Tombol "kanan" untuk menggerakkan sumbu-x negatif sejauh 0,8 mm dan tombol "kiri" untuk menggerakkan sumbu-x positif sejauh 0,8 mm. Tombol "Bor Naik" dan "Bor Turun" digunakan untuk menaik dan menurunkan posisi mata bor. Bagian panel dengan label "Koordinat" digunakan jika operator ingin menggeser mata bor ke posisi yang diinginkan ketikkan nilai kordinat sumbu-x dan sumbu-y dan tekan tombol "Kerjakan" untuk mengeksekusi perintah.



Gambar 2. Tampilan interface untuk Set Titik Referensi

Gambar 3 menunjukkan tampilan interface pengeboran. Form dengan judul Pengeboran digunakan untuk pengerjaan lubang PCB dimana mempunyai fasilitas sebagai berikut : Tombol "Ambil File" digunakan untuk mengambil Excellon File yang telah dibuat di Proteus yang berisi data posisi dari kordinat drill pad yang telah dirancang. Tombol "Set Koordinat" digunakan untuk memindahkan excellon file yang telah diambil ke MEMO1 pada kiri bawah panel, lalu memasukkan data koordinatnya ke Tabel DBGrid dalam bentuk koordinat X dan Y, lalu menampilkan letak posisi drill pad nya di grafik dengan judul "Posisi Drill Pad" dan menghitung estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh lubang, jumlah lubang yang akan dibor tertulis di sebelah kanan label "Jumlah Lubang". Tombol "Kerjakan" digunakan untuk memulai pengeboran dengan

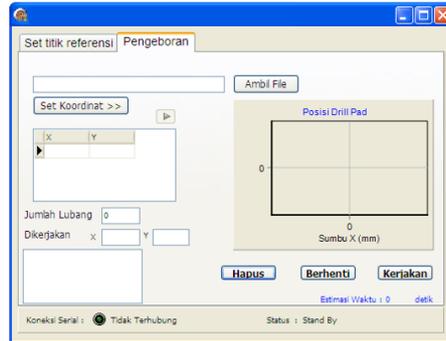
menerjemahkan data pada Tabel DBGrid X dan Y menjadi jumlah langkah yang harus dilakukan oleh motor stepper di setiap sumbu. Tombol "Berhenti" digunakan untuk menghentikan operasi pengeboran, dan tombol "Hapus" digunakan untuk menghapus semua parameter yang telah di load oleh operator. Pada form juga terdapat progress bar untuk memonitor presentase lubang yang telah diselesaikan. Titik koordinat berwarna biru akan menjadi merah ketika akan dibor dan menjadi putih ketika sudah selesai dibor. Label "Koneksi Serial" digunakan untuk melihat status port serial apakah sudah terbuka atau belum, lampu akan menyala hijau ketika port serial sudah terbuka dan label "Tidak Terhubung" akan menjadi "Terhubung".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui berapa besar akurasi yang dimiliki sistem dalam

mengerjakan perintah pergeseran mata bor dilakukan pengujian menggunakan interface pengeboran. Pengujian ini dilakukan pada sumbu x dan sumbu y. Dengan mengacu pada program dengan label "Koordinat", nilai pada sumbu x dan sumbu y diisikan dengan nilai tertentu dan lakukan proses pengeboran. Hasil dari

pengeboran titik awal dan titik akhir yang diuji lalu diukur menggunakan Digital Vernier Caliper merk Sylvac dengan akurasi sebesar 0,01 mm. Pengujian dilakukan ada tig acara yaitu pengeboran jarak tetap, pengeboran jarak bertambah secara periodik dan pengeboran PCB Rangkaian elektronik.

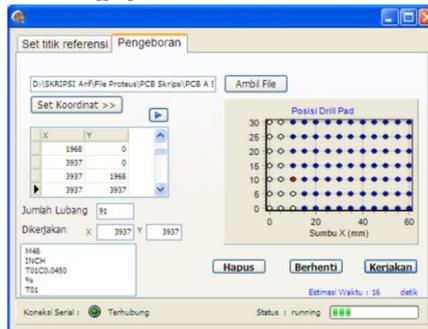


Gambar 3 Tampilan interface untuk Pengeboran

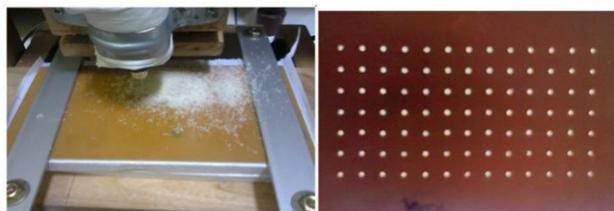
- a. Pengujian Sistem Pengeboran Jarak Tetap (PCB A)

Pengujian dilakukan dengan mendesain posisi drill pad menggunakan proteus 8.0 dengan desain gambar seperti Gambar 4. Tiap titik diatur mempunyai jarak antara 5 mm sebanyak 91 titik. Pengujian

ini bertujuan untuk mengukur backlash yang mungkin terjadi pada system. Excellon file lalu di ambil oleh program dan dapat dilihat pada Gambar 6. pola drill pad sama dengan pola drill pad pada gambar rancangan di proteus, dan memiliki pad sebanyak 91 buah.



Gambar 4 Pengujian untuk Pengeboran Jarak Tetap



Gambar 5. Proses dan Hasil Pengeboran Jarak Tetap

Gambar 5. menunjukkan proses (kiri) dan hasil (kanan) pengeboran jarak tetap. Berdasarkan data yang diperoleh, didapat kesalahan pengeboran pada sumbu x adalah 0,13 mm dan kesalahan pada sumbu y adalah 0,3 mm. Pada pergerakan

sumbu-x dapat dilihat bahwa rata-rata mata bor tidak sampai pada beberapa titik tujuan sedangkan pada sumbu-y ada kelebihan langkah pada beberapa titik tujuan. dan Nilai backlash yang terjadi menyebabkan akurasi dari proses pengeboran berkurang,

hal ini terjadi karena faktor mekanik yang menyusun sistem yaitu rel laci yang digunakan sebagai linear shaft tidak bisa

b. Pengeboran Jarak Bertambah Secara Periodik (PCB B)

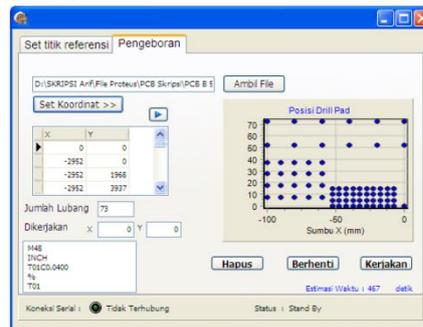
PCB B didesain dengan jumlah lubang 73 buah, kelompok pertama didesain dengan jarak antar lubang sebesar 5 mm sebanyak 40 buah, kelompok kedua dengan jarak 10 mm sebanyak 20 buah, kelompok ketiga dengan jarak 20 mm sebanyak 12 lubang.

Pada alat sedang mengerjakan pengeboran pada PCB B, pengeboran

menahan beban horizontal saat menerima gaya dari motor stepper yang menarik tali.

dilakukan dengan membalik PCB sehingga bor mengebor bagian paling lunak dari PCB dan meningkatkan akurasi pengeboran. Pengeboran ini dilakukan untuk menguji konsistensi alat ketika melakukan pengeboran dengan ukuran PCB yang cukup besar.

Berdasarkan Gambar 7, proses dan hasil pengeboran menunjukkan kesalahan rata-rata yang terjadi pada sumbu X adalah sebesar 0,3 mm dan pada sumbu Y adalah sebesar 0,2 mm.



Gambar 6. Pengujian untuk pengeboran secara periodik



Gambar 7. Proses dan Hasil Pengeboran secara periodik

c. Pengeboran PCB Rangkaian elektronik (PCB C)

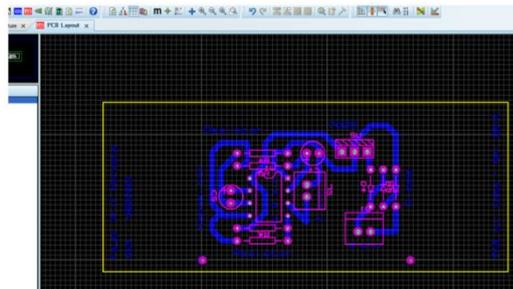
Pengujian selanjutnya dilakukan pada PCB dengan jumlah lubang sebanyak 35 lubang, dengan posisi sesuai dengan komponen elektronika sebenarnya yaitu kapasitor, IC 8 Pin, IC regulator 7805, dioda, resistor dan beberapa pin header 2 pin pada rangkaian elektronik. Gambar 8 menunjukkan layout PCB yang dijadikan database selanjutnya sebagai dasar pengaturan posisi koordinat PCB yang akan di bor.

Pengeboran dilakukan secara otomatis mulai dari titik referensi awal (0,0) oleh sebab itu peletakan mata bor harus tepat diatas titik referensi, titik ini akan dijadikan

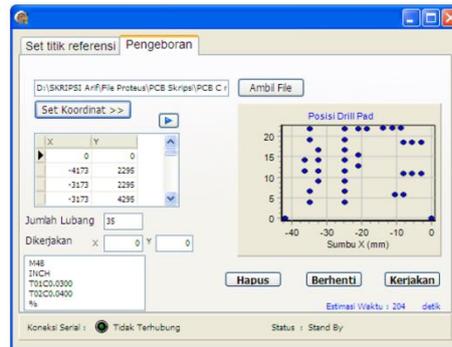
acuan untuk program dalam menentukan langkah selanjutnya untuk pergi ketitik selanjutnya.

Pengerjaan pengeboran dilakukan secara incremental yaitu dengan merubah titik posisi tujuan menjadi titik awal sebelum pergi ke koordinat titik selanjutnya. Hasil pengerjaan dari pengeboran PCB C dapat dilihat pada Gambar 10 sebagian besar dari titik yang telah dibor tepat pada posisi drill pad pada gambar rancangan, namun ada dua titik yang meleset dari desain rancangan hal ini dikarenakan mata bor tidak tepat berada ditengah drill pad sehingga mata bor bergerak kesamping

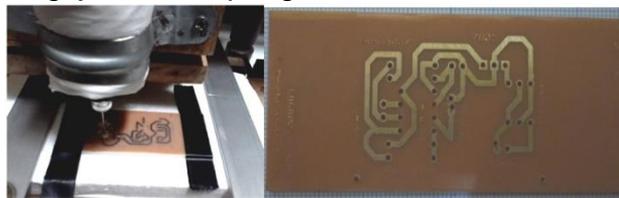
ketika mengenai bagian tembaga dari PCB dan mengebor bagian samping drill pad.



Gambar 8. Layout PCB yang akan dibor



Gambar 9. Pengujian untuk pengeboran berdasarkan layout PCB



Gambar 10. Proses dan Hasil Pengeboran secara periodik

Pengukuran letak hasil diperoleh kesalahan rata – rata pengeboran sebesar 0,12 mm pada sumbu X dan 0,10 mm pada sumbu Y. Akurasi dari pengeboran meningkat dengan tidak adanya lapisan tembaga pada titik tengah drill pad

sehingga ketika mata bor tidak tepat lurus diatas titik tengah, elastisitas dari mata bor membawa mata bor untuk bengkok kearah tengah drill pad sehingga posisinya menjadi tepat.

Tabel 1. Kesalahan pengeboran arah sumbu x-y

No.	Jenis Pengujian	Kesalahan Sumbu-x (mm)	Kesalahan Sumbu-y (mm)
1	Pengeboran PCB A	0,13	0,30
2	Pengeboran PCB B	0,30	0,20
3	Pengeboran PCB C	0,12	0,10
Rata-rata		0,18	0,20

Berdasarkan Tabel 1, Kesalahan yang terjadi pada mesin bor pcb ini cukup kecil. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan tali baja 2 mm sebagai mekanisme pengubah gerak dari rotasi menjadi translasi dan penggunaan rel laci sebagai

linear guide mampu menjadi pilihan dalam merancang mesin serupa alih – alih menggunakan ballscrew, rack and pinion, belt dan trapezoidal linear guide yang memiliki harga relatif tinggi. Namun alat ini masih memiliki kesalahan dalam

pengerjaan sebesar 0,18 mm pada sumbu-x dan 0,20 mm pada sumbu-y.

PENUTUP

- a. Sistem kendali posisi koordinat mesin bor PCB otomatis berbasis mikrokontroler dan visual programming telah berhasil dibuat dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,18 mm pada sumbu-x dan 0,20 mm pada sumbu-y. pengujian kecepatan penentuan titik koordinat pada sumbu-x dan sumbu-y adalah 1cm/detik.
- b. Program yang dibuat pada Delphi XE 5 berhasil menerjemahkan data koordinat excellon file dari program "Proteus" dan menyimpannya ke dalam database program. Program mampu menghitung jumlah langkah yang diperlukan dari koordinat awal ke koordinat tujuan dari satu titik ke titik lain secara otomatis dan mengirimkannya melalui port USB dengan baudrate sebesar 9600 bps. Koordinat excellon file dapat dikonversi menjadi perpindahan translasi dengan mengalikannya dengan bilangan kalibrasi sebesar 0,024617 pada sumbu-x dan 0,024231 pada sumbu-y.

DAFTAR PUSTAKA

- Barhoumi EM, Ben salah B. (2011). New Positioning Control of Stepper Motor using BP Neural Networks. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences* Volume 2 No.6 hal : 300-306.
- Brindley, Keith. (2005). *Starting Electronics Construction, Technology, Equipment, and Project*. Penerbit : Newnes, London.
- Gunawan. (2003). *Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengebor Printed Circuit Board Melalui IBM Pc Dengan Bantuan Mikrokontroler Mcs 48*. Skripsi.STTS.
- Himaone. (2003). *Stepper Motor and Its Driver*. Reference of EAS 5407 Mechatronics Design Project.
- Huang Dagui., (2010). Cao Hongbo, On composite position control of CNC system feeding PMSM based on position feedforward and SVPWM. *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, pp.735-740.
- Koren, Yoram. (1983). *Computer Control of Manufacturing System*. McGraw – Hill.
- Mahdavinejad, R.A. (2009). Introduction of serial architecture for small CNC facilities. *Journals of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. Volume 36 Issue 1 September, Hal :57.
- Kalatiku, Protus Pieter dan Yuri Y.J. (2011). *Pemrograman Motor Stepper dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman C. MEKTEK*. Tahun XIII no. 1.
- S, Wasito. (2001). *Vademekum Elektronika*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sanjaya, Taufik Adi. (2011). *Interfacing Menggunakan Delphi*. Makalah ilmu komputer.
- Syahrul. (2014). *Motor Stepper : Teknologi, Metoda dan Rangkaian kontrol*. Majalah ilmiah UNIKOM vol 6 No.2.
- Thiang, Sherwin R.U Sompie. (2002). *Mesin Bor Otomatis dengan Menggunakan Kamera untuk Mendeteksi Koordinat Bor*. *JURNAL TEKNIK MESIN Universitas Petra* Vol. 4, No. 2, hal: 88 – 93.
- Wibowo, Eko Purwanto Ari. (2008). *Membuat Mesin CNC*. Nulisbuku, Jakarta.