

PENGEMBANGAN MESIN TRACING PCB MENGGUNAKAN FIBER LASER AUTO MOUNTING PLANT

**Sulis Setiowati¹⁾, Rika Novita Wardhani¹⁾, Riandini¹⁾, Firman Setiaji¹⁾,
Muhammad Dicki Isrovi¹⁾ dan Nadia Ristiani¹⁾**

¹⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof Dr. GA. Siwabessy Kampus Baru
UI, Depok, 16424
E-mail: sulis.setiowati@elektro.pnj.ac.id

Abstract

The process of stamping PCB production at PT. XYZ is still carried out manually by operators using ink, which takes a considerable amount of time and results in poor-quality markings that are not durable. These stamps are used to provide information about the PCB model code. In addition to this, there are challenges in the tracing process to identify the number of units with specific quality issues because there is no detailed information about the PCB, such as production numbers, production dates, and machine codes. This research aims to automate the PCB tracing process using a fiber laser in the auto-mounting plant. The PCB Tracing Machine with Fiber Laser Auto Mounting Plant was developed for PT. XYZ aims to improve PCB production efficiency, precision, productivity, and quality. This automation also aims to streamline the process and minimize human errors. Furthermore, it will provide a competitive advantage for the company in the audio industry by offering innovative and effective marking solutions. The automation process involves using photoelectric sensors, power supply, and a compressor. It also includes a Programmable Logic Controller (PLC) and a Fiber Laser Machine, as well as output components like indicator lights, relay modules, conveyors, PCB Magazine Loader/Unloader, and solenoid valves. This development can reduce monotonous manual work and optimize labor resources. This machine uses fiber laser technology to print stamps or QR codes containing essential information about the PCB. The successful implementation of this machine at PT. XYZ has reduced the marking cycle time from 6 seconds (manual operation) to 3 seconds (machine automation).

Keywords: *Auto Mounting Plant, Fiber Laser, PCB Marking, PCB Tracing Machine*

Abstrak

Pada PT. XYZ, proses stempel produksi PCB masih dilakukan secara manual oleh operator menggunakan tinta, yang memakan waktu cukup lama dan kualitas marking yang kurang baik dan tidak tahan lama. Stempel ini digunakan untuk memberikan informasi mengenai kode model PCB. Selain hal tersebut, ada tantangan dalam proses tracing untuk mengidentifikasi jumlah unit yang keluar dengan masalah kualitas yang spesifik karena tidak adanya informasi detail tentang PCB, seperti nomor produksi, tanggal produksi, dan kode mesin. Penelitian ini melakukan otomasi terhadap proses tracing PCB menggunakan fiber laser pada auto mounting plant. Mesin PCB Tracing dengan Fiber Laser Auto Mounting Plant, yang dikembangkan untuk PT. XYZ, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, presisi, produktivitas, dan kualitas dalam produksi PCB. Otomatisasi ini juga bertujuan untuk merampingkan proses dan meminimalkan kesalahan manusia. Selain itu, hal ini juga akan memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan dalam industri audio dengan menyediakan solusi penandaan yang inovatif dan efektif. Proses otomasi menggunakan Sensor Fotolistrik, Catu Daya, dan kompresor. Proses ini juga mencakup Programmable Logic Controller (PLC) dan Fiber Laser Machine, serta komponen output seperti lampu indikator, modul relay, konveyor, PCB Magazine Loader/Unloader, dan Selenoid Valve. Pengembangan ini dapat mengurangi pekerjaan manual yang monoton dan

mengoptimalkan sumber daya tenaga kerja. Mesin ini menggunakan teknologi laser serat untuk mencetak stempel atau QR Code yang berisi informasi penting tentang PCB. Keberhasilan penerapan mesin ini di PT. XYZ mengurangi Waktu Siklus penandaan dari 6 detik (operasi manual) menjadi hanya 3 detik (otomatisasi mesin).

Kata Kunci: *Auto Mounting Plant, Fiber Laser, Marking PCB, Mesin Tracing PCB*

PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan industri dan teknologi yang pesat saat ini, Indonesia telah memasuki era revolusi industri 4.0 dalam berbagai aspek, terutama dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam upaya pelaksanaannya, penulis berusaha untuk mengintegrasikan ilmu-ilmu teknik elektro di sektor industri agar dapat bermanfaat guna memprediksi, menganalisis, dan mengevaluasi hasil sistem dengan cara yang optimal.

Penulis mengidentifikasi kekurangan utama, dalam proses marking pada Printed Circuit Board (PCB) di Business unit audio PT XYZ yaitu kualitas Tracing atau kualitas marking PCB dan masalah kerugian produksi di area Auto Mounting Plant (AMP). Proses stempel produksi PCB masih dilakukan secara manual oleh operator menggunakan tinta, yang memakan waktu cukup lama dan kualitas marking yang kurang baik dan tidak tahan lama. Stempel ini digunakan untuk memberikan informasi mengenai kode model PCB. Selain hal tersebut, ada tantangan dalam proses Tracing untuk mengidentifikasi jumlah unit yang keluar dengan masalah kualitas yang spesifik. Karena tidak adanya informasi detail tentang PCB, seperti nomor produksi atau line produksi, tanggal produksi, dan kode mesin.

Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan perbaikan dengan menambahkan penggunaan fiber laser pada proses produksi stempel atau menggantinya dengan Quick Response (QR) Code yang berisi informasi detail produksi. Pengembangan mesin Tracing PCB dengan fiber laser di Auto Mounting Plant Bussiness Unit

Audio didasarkan pada kebutuhan industri elektronik yang semakin berkembang dan permintaan yang meningkat untuk sistem penandaan PCB yang cepat, akurat, dan tahan lama. Dalam industri audio, di mana PCB digunakan dalam berbagai produk elektronik, seperti perangkat audio, amplifier, dan peralatan musik lainnya, ada kebutuhan untuk menandai PCB dengan informasi penting, seperti kode produk, nomor seri, tanggal

produksi, atau informasi lainnya yang diperlukan selama proses produksi, pengujian, dan pemeliharaan.

Dengan mengembangkan mesin Tracing PCB dengan fiber laser di Auto Mounting Plant Bussiness Unit Audio, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi, kualitas penandaan PCB, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, hal ini juga akan memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan dalam industri audio dengan menyediakan solusi penandaan yang inovatif dan efektif.

METODE PENELITIAN

Pencocokan secara konvensional dalam marking membutuhkan waktu yang lama, memiliki tingkat akurasi yang rendah, dan sulit untuk beradaptasi dengan rotasi dan perubahan skala. Namun, dalam penelitian ini, diusulkan sebuah teknik pencocokan template yang dapat meningkatkan kecepatan, akurasi, dan ketahanan dalam konteks PCB. Saat memilih salah satu teknologi penandaan ini, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, seperti jenis material yang akan ditandai, fleksibilitas proses, biaya finansial, kecepatan proses, produktivitas, dan kemampuan untuk mengotomatiskan proses penandaan.

Selain memilih jenis kode dan konten yang akan ditandai, penting juga untuk mengevaluasi dan memilih metode penandaan terbaik ketika membuat keputusan tentang penandaan pada beberapa produk. Beberapa perbedaan antara penandaan menggunakan teknik laser dan metode tradisional adalah tidak hanya memiliki kualitas dan fleksibilitas proses yang lebih tinggi, tetapi juga memungkinkan pengenalan otomatisasi dan integrasi dalam proses produksi.

Tabel 1 Lima Jurnal Yang Relevan

Peneliti dan tahun	Metode	Hasil Penelitian dan Kesimpulan	Perbedaan
Bassoli E (2018)	Penguapan, melelehkan, memadatkan, mengubah warna	Laser memberikan kualitas penandaan yang lebih tinggi dibandingkan metode tradisional. Laser efektif sebagai alat untuk menandai dan mengukir serta aplikasi untuk plastik,	Penelitian ini fokus pada eksplorasi teori tentang peluang dan aplikasi khusus dalam metode penandaan menggunakan laser.

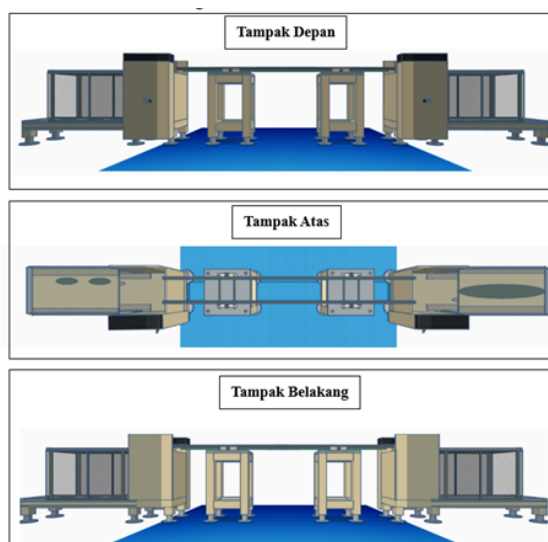
		logam, paduan, silikon, keramik.	
Eko Putro, Darwis (2020)	Photo-litho-graphy, Cairan photoresist, Maskless Photolithography	Alat dapat dibuat dengan baik dan dapat memotong akrilik dengan ketebalan 2 mm.	Penelitian ini memiliki fokus pada pemanfaatan laser sebagai alat pemotong untuk bahan akrilik.
Muchlis, Ridwan, Iskandar (2021)	Desain For Assembly (DFA), mengetahui gerak motor stepper yang akurat ke arah X dan Y pada mesin CNC laser.	Pengujian dilakukan pada material plywood 3 mm untuk cutting dan engraving dengan berbagai ukuran dan pola gambar.	Penelitian ini memiliki fokus pada pemanfaatan laser sebagai cutting dan engraving.
Dikky Antonius, Cyrilus Pandu (2020)	Motor Stepper, Modul Laser, Modul Arduino	Peningkatan & Penambahan frekuensi dan power jelas membuat lebar dari motif <i>marking</i> , dan kedalaman <i>marking</i> .	Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan laser dengan pengendalian menggunakan Arduino, motor stepper, dan diterapkan pada bahan stainless steel.
(Kuo et al., 2019)	Metode yang digunakan untuk mengatur dan menentukan posisi titik penandaan pada PCB secara otomatis dengan menggunakan templat sebagai referensi	pada penelitian ini tidak hanya memiliki akurasi tinggi tingkat sub-piksel dan waktu komputasi yang singkat, tetapi juga memiliki ketahanan terhadap perubahan rotasi dan gangguan perubahan skala.	Prapemrosesan gambar diimplementasikan pada gambar PCB dan blok gambar diberi label untuk mendapatkan gambar yang ditandai, dan vektor fitur diekstraksi dan gambar wilayah titik penandaan dipilih.

Metode dan Desain

Pengembangan mesin pelacakan PCB dengan penggunaan teknologi Fiber Laser di dalam Unit Bisnis Audio Auto Mounting Plant bertujuan untuk melakukan pencetakan markah pada PCB dengan mengandung data-data penting, seperti kode produk, nomor seri, tanggal pembuatan, atau informasi yang diperlukan selama tahap

produksi dan pengujian untuk mengidentifikasi potensi kesalahan pemasangan komponen di PCB. Mesin ini juga berperan dalam meningkatkan kecepatan, akurasi, dan ketahanan penandaan PCB.

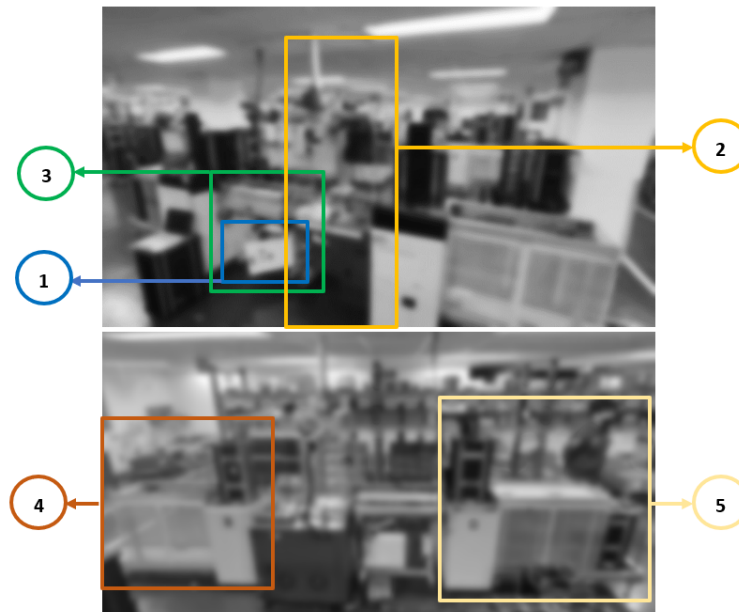
Alat ini dilengkapi dengan fiber laser yang merupakan komponen utama untuk melakukan penandaan pada PCB. Dilengkapi dengan kontrol canggih, sistem konveyor, sensor sensitif, dan antarmuka pengguna user-friendly. Mesin ini terintegrasi dengan sistem produksi untuk melacak produksi, mengelola inventaris, dan memastikan kualitas produk secara keseluruhan. Teknologi ini akan meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi PCB di PT XYZ.



Gambar 1 Desain Rancangan Alat

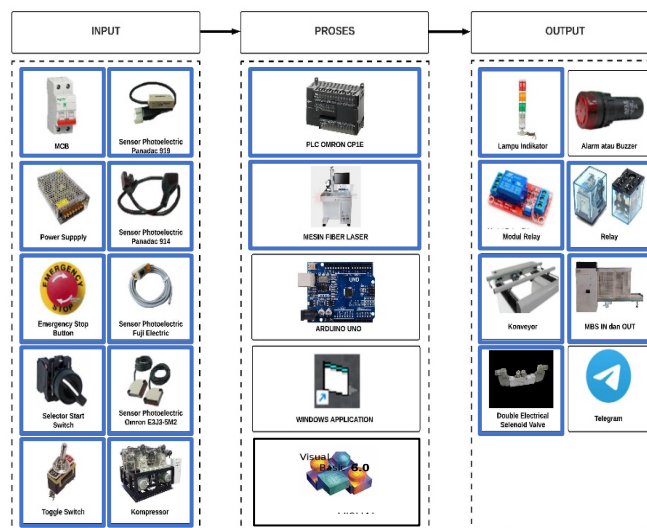
Pada Gambar 2, setiap bagian memiliki fungsi-fungsi tertentu, yaitu Panel kontrol sebagai tempat instalasi komponen-komponen elektronika seperti MCB, Power supply, PLC, Relay, Modul Relay, Terminal, Selector Switch, dan Emergency stop Button. Konveyor input memiliki dua fungsi utama. Pertama, ia berfungsi sebagai jalur masuk setelah MBS atau PCB Magazine Loader, dan kedua, berperan sebagai permukaan kerja di mesin fiber laser untuk proses marking otomatis. Konveyor output memiliki dua fungsi utama. Pertama, ia berfungsi sebagai jalur penerima setelah proses marking berlangsung, dan kedua, berperan meletakkan part pcb yang telah dilakukan marking ke MBS atau PCB Magazine Unloader. MBS Loader dan Unloader merupakan perangkat otomatis yang digunakan untuk memuat (loading) dan membongkar (unloading) PCB (Printed Circuit Board) ke konveyor dengan sebuah majalah (Magazine) dengan cara

yang cepat dan efisien. Perangkat ini membantu meningkatkan produktivitas dan kecepatan dalam proses perakitan PCB dalam produksi massal.



Gambar 2 Realisasi Alat

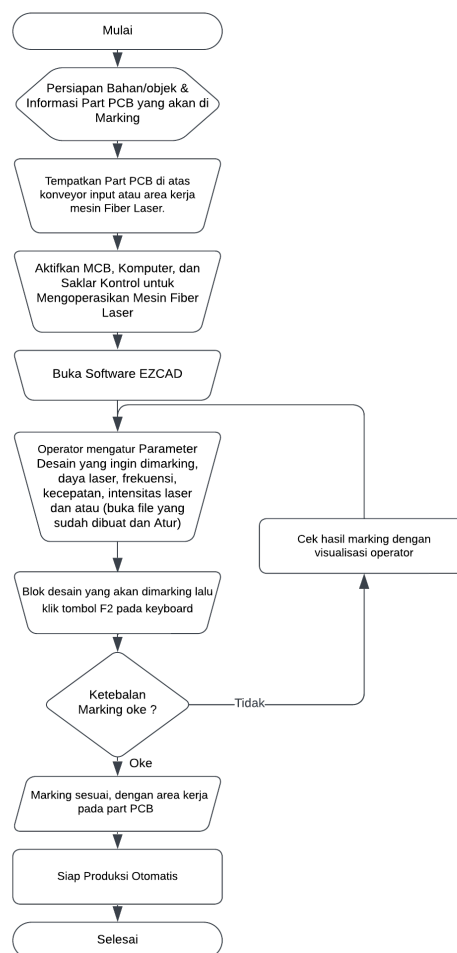
Blok input terdiri dari sumber atau data-data yang akan diolah lebih lanjut pada blok proses dalam mengambil keputusan atau mengendalikan sistem sesuai dengan logika program yang telah ditentukan. Blok ini berfungsi untuk mendeteksi sinyal atau data masukan dari berbagai sensor dan perangkat eksternal yang terhubung ke sistem. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai blok input.



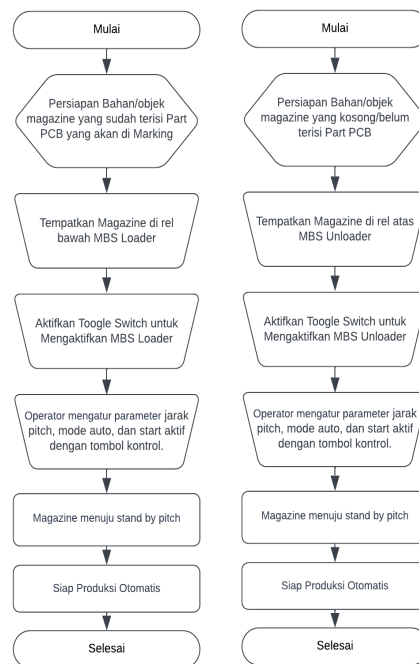
Gambar 3 Blok Diagram

Blok proses terdiri dari sistem pengendalian dan merupakan proses dimana semua data masukan atau sinyal yang diterima dianalisis, diproses, dan diputuskan untuk mengontrol operasi mesin secara tepat dan efisien. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai blok proses. Blok output terdiri dari mengendalikan dan mengatur komponen-komponen untuk menghasilkan aksi fisik atau tampilan visual berdasarkan hasil pemrosesan dari Blok Proses. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai blok output.

Berikut merupakan diagram alir proses kontrol Pengembangan Mesin Tracing PCB dengan Fiber Laser yang mengintegrasikan MBS atau PCB Magazine Loader dan Unloader, Konveyor, dan Mesin Fiber Laser.

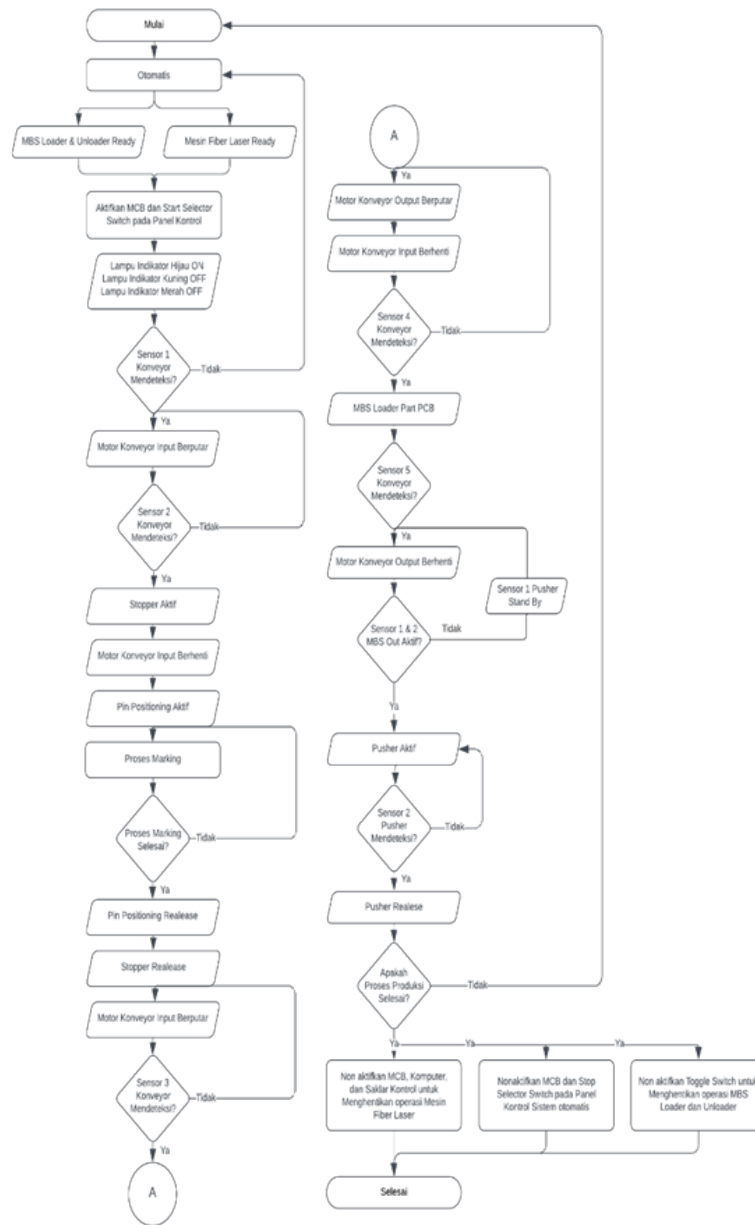


Gambar 4 Flowchart Pengaturan Mesin Fiber Laser Sebelum Proses Otomatis



Gambar 5 Pengaturan MBS Loader & Unloader Sebelum Proses Produksi Otomatis

Masuknya part PCB yang sudah disusun dalam Magazine dengan jumlah maksimal lima puluh PCB dari MBS input dengan dorongan Pneumatic menuju konveyor satu, untuk mengirimkan sinyal ke MBS input menggunakan sensor photoelectric sebagai sinyal untuk loading part PCB ke konveyor kembali untuk proses marking, sensor photoelectric juga bisa untuk memberhentikan konveyor kedua dan mengaktifkan Pneumatic untuk mendorong part PCB dari konveyor kedua ke MBS Output.

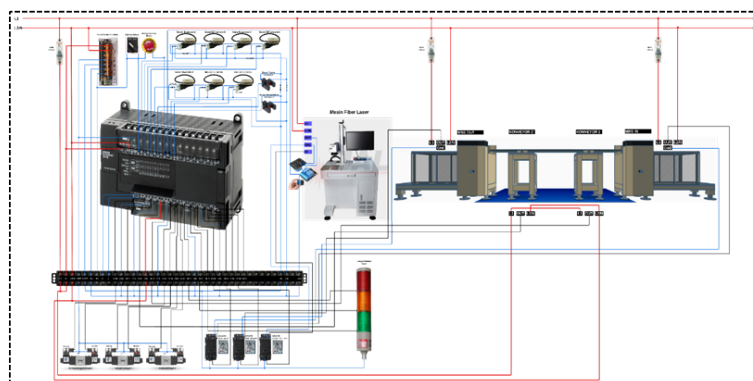


Gambar 6 Flowchart Mesin Tracing PCB Dengan Fiber Laser Otomatis

Rangkaian pengujian pengembangan mesin tracing PCB (Printed Circuit Board) dengan Fiber Laser bertujuan untuk menguji dan memvalidasi kinerja mesin tracing atau pemetaan jalur pada PCB menggunakan teknologi Fiber Laser. Fiber Laser adalah salah satu teknologi pemetaan PCB yang akurat dan cepat, sehingga penting untuk memastikan bahwa mesin bekerja dengan baik dan menghasilkan jalur yang tepat dan sesuai dengan desain PCB yang diinginkan.

Dengan melakukan rangkaian pengujian ini, perusahaan atau tim pengembang dapat memastikan bahwa mesin tracing PCB dengan Fiber Laser dapat berfungsi sesuai yang diharapkan dan memenuhi standar kualitas yang diinginkan.

Berikut adalah gambar rangkaian yang digunakan dalam pengujian pengembangan Mesin Tracing PCB dengan Fiber Laser:



Gambar 7 Rangkaian Mesin Tracing PCB dengan Fiber Laser

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap Cycle Time ketika marking pada mesin fiber laser dengan membandingkan Cycle Time proses manual marking oleh operator sehingga dapat diketahui apakah menghasilkan perubahan yang signifikan, antara proses otomatisasi dengan proses manual pada marking. Pada Tabel 2 sampai Table 4 adalah hasil pengujian cycle Time proses manual marking 4 susun PCB dalam 1 layer PCB, 8 susun PCB dalam 1 layer PCB, dan 12 susun PCB dalam 1 layer PCB. Sedangkan pada Tabel 5 sampai Tabel 7 adalah hasil pengujian cycle time proses otomatisasi marking 4 susun PCB dalam 1 layer PCB, 8 susun PCB dalam 1 layer PCB, dan 12 susun PCB dalam 1 layer PCB.

Tabel 2 Cycle Time Proses Manual Marking 4 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	06,71
Marking susun 2	06,53
Marking susun 3	07,32
Marking susun 4	07,02

Tabel 3 Cycle Time Proses Manual Marking 8 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	07,72
Marking susun 2	06,56
Marking susun 3	06,82
Marking susun 4	07,02
Marking susun 5	06,53

Marking susun 6	06,89
Marking susun 7	06,02
Marking susun 8	06,72

Tabel 4 Cycle Time Proses Manual Marking 12 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	06,62
Marking susun 2	06,49
Marking susun 3	06,89
Marking susun 4	06,84
Marking susun 5	06,53
Marking susun 6	06,72
Marking susun 7	06,02
Marking susun 8	06,11
Marking susun 9	06,60
Marking susun 10	06,22
Marking susun 11	07,01
Marking susun 12	06,20

Tabel 5 Cycle Time Proses Otomatisasi Marking 4 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	03,16
Marking susun 2	03,17
Marking susun 3	03,15
Marking susun 4	03,16

Tabel 6 Cycle Time Proses Otomatisasi Marking 8 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	03,12
Marking susun 2	03,14
Marking susun 3	03,12
Marking susun 4	03,15
Marking susun 5	03,13
Marking susun 6	03,14
Marking susun 7	03,12
Marking susun 8	03,14

Tabel 7 Cycle Time Proses Otomatisasi Marking 8 Susun PCB Dalam 1 Layer PCB

Percobaan	Waktu (S)
Marking susun 1	03,11
Marking susun 2	03,12
Marking susun 3	03,10
Marking susun 4	03,12
Marking susun 5	03,13
Marking susun 6	03,13
Marking susun 7	03,11
Marking susun 8	03,13
Marking susun 9	03,11
Marking susun 10	03,11
Marking susun 11	03,12
Marking susun 12	03,11

Bedasarkan data hasil pengujian Cycle Time proses manual dan otomatisasi marking, dapat diketahui bahwa terdapat perubahan yang sangat signifikan diantara keduanya. Dan waktu yang dihasilkan proses otomatisasi lebih cepat dan stabil dibandingkan dengan proses manual oleh operator. Terdapat kekurangan pada saat proses marking manual karena proses marking tidak ada operator fix, maka ketika operator tersebut mengambil alih mesin yang seharusnya dijalankan terdapat pergantian part atau yang lainnya, maka proses marking terdapat jeda yang cukup lama yang mengakibatkan operator harus bolak-balik antara line yang dijalankan dengan proses marking yang dijalankan. Namun ketika telah dilakukannya proses otomatisasi, operator hanya mengatur settingan awal.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap MBS Loader dan Unloader sehingga dapat diketahui apakah sistem nya dapat bekerja dengan baik sesuai dengan deskripsi kerja. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 MBS Loader Pengujian

Input	Kondisi Beban
Start	MBS Loader = 1
Reset	MBS Loader = 0
Emergency stop Button (NO)	Emergency stop = 0
Emergency stop Button (NC)	Emergency stop = 1
Auto	MBS Loader = Otomatis menuju stand by pitch
Manual	MBS Loader = Perlu tekan tombol menuju stand by pitch

Tabel 9 MBS Unloader Pengujian

Input	Kondisi Beban
Start	MBS Unloader = 1
Reset	MBS Unloader = 0

Auto	MBS Unloader = Otomatis menuju stand by pitch
Manual	MBS Unloader = Perlu tekan tombol menuju stand by pitch

Performa kinerja terhadap sumber tegangan dilakukan dengan pengujian terhadap Tegangan Power supply sehingga dapat diketahui apakah sumber tegangan sesuai dengan deskripsi kerja. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10 Sumber Tegangan Pengujian

Pengujian Tegangan	Standar Pengujian	Hasil Pengujian
Input PLC (L1 dan L2/N)	220V AC	231,4V AC
Input Power supply Switching	220V AC	231,5V AC
Output Power supply Switching	24-12V DC	23,89V DC

Bedasarkan data hasil pengujian Tegangan Power supply, dapat diketahui bahwa sudah sesuai dengan deskripsi kerja dimana input tegangan PLC berada dibatas aman dengan standar tegangan 100 – 240V AC dan input serta output tegangan Power supply switching berada dibatas aman dengan standar tegangan 12-24 V DC. Hal tersebut dikarenakan adanya perubahan terhadap tegangan, masih bisa dikategorikan dalam batas standar dan aman.

No	Problem	Before	After	Keterangan
1	Proses Penelusuran	<ol style="list-style-type: none"> Sulitnya Penelusuran untuk menemukan unit yang bermasalah dengan Masalah Kualitas setelah penjualan. Butuh waktu lama untuk mengetahui dengan tepat berapa banyak unit yang NG. Perlu memeriksa semua unit untuk mengetahui unit NG. Mebutuhkan lebih banyak waktu untuk mencari & mengerjakan ulang semua unit. 	<ol style="list-style-type: none"> Melacak lebih mudah & lebih cepat kapan dan berapa banyak unit lot NG pada saat itu. Tidak perlu memeriksa semua unit, dengan mengikuti data dari QR PCB NG. Setiap PCB memiliki identitas (QR Code) yang dapat dengan mudah diakses oleh setiap Section, sehingga memudahkan dan mempercepat dalam melacak suatu masalah pada saat proses produksi atau ketika ada claim market. 	<p>Penelusuran Dini & Mengurangi Kehilangan Kualitas Setelah Penjualan</p>
2	Stempel	<ol style="list-style-type: none"> Proses Stempel Manual dengan tangan, cacat Stempel tinggi. CT Stempel = 6 Second/Stempel. Tidak ada anggota <u>Fix di Stamping</u> (ditangani oleh MTC, GC, Operator SMT). Hasil tidak Stabil. 	<ol style="list-style-type: none"> Hasil penandaan Model Kode yang stabil dan berkualitas baik. CT Stempel = 3 second/Stempel. Proses Otomatisasi (Menghilangkan proses stempel manual). 	<p>Reduce CT 6 - 36"</p>

Gambar 8 Kondisi Signifikan Alat Sebelum dan Setelah Realisasi

Pada Gambar 8 didapatkan hasil perbandingan alat konvensional dan alat yang sudah dilakukan otomatisasi. Mesin yang sudah di otomatisasi lebih mudah melakukan tracing PCB dengan waktu yang singkat.

SIMPULAN

Berdasarkan pengembangan Mesin Tracing PCB dengan Fiber Laser Auto Mounting Plant di Business Unit Audio PT XYZ, dapat disimpulkan bahwa pengembangan Mesin Tracing PCB dengan Fiber Laser Auto Mounting Plant di Business Unit Audio berhasil dibuat dan implementasikan sebagai mesin produksi, dengan me-reduce Cycle Time yang semula 6 detik setiap marking dengan pengerjaan manual oleh operator, menjadi 3 detik setiap marking dengan otomatisasi mesin.

Dengan adanya otomatisasi dalam proses marking PCB, metode marking pada PCB membawa banyak keuntungan, seperti presisi yang tinggi, kecepatan yang lebih cepat, produktivitas produksi meningkat dan kemampuan untuk melakukan marking pada berbagai jenis bahan PCB. Serta risiko kesalahan manusia dapat dikurangi.

Proses otomatisasi juga membantu mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja, mengurangi kebutuhan untuk pekerjaan manual yang monoton dan berulang. Meskipun pembangunan dan pengembangan awal mesin mungkin membutuhkan investasi, dalam jangka panjang, penggunaan mesin ini akan membantu mengurangi biaya produksi karena meningkatkan produktivitas dan kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bassoli, E. (2018). Direct Part Marking of Inconel 718. In *International Journal of Applied Engineering Research* (Vol. 13, Issue 5). <http://www.ripublication.com>
- By ALLDATASHEET.COM, P. (n.d.). *CP-series CP1E CPU Units The CP1E Programmable Controller: Economical, Easy to use, and Efficient*.
- Fajri, H. (2022). Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan Jenis-jenis PCB-PCB adalah singkatan. *Artikel Stekom*, 1–4.
- Jurnal, H., Jakaria, D. A., & Fauzi, M. R. (2020). JURNAL TEKNIK INFORMATIKA APLIKASI SMARTPHONE DENGAN PERINTAH SUARA UNTUK MENGENDALIKAN SAKLAR LISTRIK MENGGUNAKAN ARDUINO. *JUTEKIN*, 8(1).
- Kuo, C.-F. J., Tsai, C.-H., Wang, W.-R., & Wu, H.-C. (2019). Automatic marking point positioning of printed circuit boards based on template matching technique. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(2), 671–685. <https://doi.org/10.1007/s10845-016-1274-2>

- Lakshmi Prabha, P., Nair, V. R., Nair, A., Debroy, S., Debroy, S., & Patro, K. A. (2018). Limb Flexion Extension counter using IR Proximity sensor Limb flexion-extension counter using IR proximity sensor. In *International Journal of Engineering & Technology* (Vol. 7, Issue 2).
- Lazov, L., Deneva, H., & Narica, P. (2015). Laser marking methods. *Vide. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources*, 1, 108–115. <https://doi.org/10.17770/etr2015vol1.221>
- Politeknik, M. I., & Sriwijaya, N. (n.d.). *BELT CONVEYOR*. 1(4), 2022.
- Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P., Marsela, T., Sorongan, Y. H., Asa, C. P., Teknik, J., Politeknik, E., Manado, N., & 95252, M. (2021). *Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*. www.arduino.cc
- Sehr, M. A., Lohstroh, M., Weber, M., Ugalde, I., Witte, M., Neidig, J., Hoeme, S., Niknami, M., & Lee, E. A. (2021). Programmable Logic Controllers in the Context of Industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(5), 3523–3533. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3007764>
- Setiawan, I. (n.d.). PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER dan TEKNIK PERANCANGAN SISTEM KONTROL (Iwan Setiawan).
- Sitompul, S., & Si, M. (n.d.). ISSN2720-9482 (Cetak) MENGENAL SISTEM PNEUMATIC, APLIKASI DAN PERAWATANNYA.