

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Proses pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB) mensyaratkan tahap krusial yang disebut *etching* (pelarutan tembaga) untuk membentuk pola rangkaian yang spesifik. Pada skala kecil, proses pelarutan masih didominasi oleh metode manual. Metode manual memerlukan penggoyangan berulang yang menghabiskan waktu, serta mengharuskan pengguna berada terus-menerus di dekat wadah kimia selama proses berlangsung. Tiga penelitian terdahulu yang menjadi acuan menunjukkan upaya otomasi, di antaranya adalah studi oleh Olowoleni *et al.* (2021), Juliano & Mardianto (2024), dan Eliyani *et al.* (2025), yang semuanya menggunakan mikrokontroler dan aktuator untuk mengotomatisasi penggoyangan, pemanasan, dan pemantauan proses.

Sistem Pelarut PCB Otomatis berbasis IoT ini dikembangkan dari studi-studi terdahulu yang umumnya menggunakan larutan *Ferric Chloride* (FeCl_3). Sebagai pengembangan inovasi pada kecepatan reaksi, alat pelarut PCB otomatis ini menggunakan larutan alternatif berupa campuran Asam Klorida (HCl) dan Hidrogen Peroksida (H_2O_2). Berbeda dengan *Ferric Chloride* yang umumnya membutuhkan pemanasan tambahan untuk mengoptimalkan waktu pelarutan, campuran HCl dan H_2O_2 bersifat sangat reaktif sehingga mampu melarutkan tembaga dengan sangat cepat pada suhu ruang. Namun, karena sifat campurannya yang sangat korosif dan menghasilkan uap asam yang tajam, proses pelarutannya membutuhkan penanganan khusus agar pengguna tidak berada terlalu dekat dengan wadah reaksi. Untuk memfasilitasi penggunaan cairan ini, sistem pelarut PCB diimplementasikan menggunakan *Flow Sensor Mini* dan pompa peristaltik guna membantu penakaran volume komponen cair (HCl , H_2O_2 , dan air) tanpa harus menuangkannya secara manual.



Gambar 1.1. Alat Pelarut PCB
(Sumber: Juliano & Mardianto, 2024)

Inti dari pengembangan ini adalah integrasi teknologi *Internet Of Things* (IoT). Otomasi sistem dikelola melalui mikrokontroler ESP32 dan dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi Telegram Bot. Fitur Telegram Bot memungkinkan pengguna untuk memasukkan perintah penggoyangan dan menerima pembaruan status proses dari jarak jauh, sehingga meminimalisir intensitas pengguna berdiam di dekat uap bahan kimia yang korosif saat proses reaksi *etching* sedang aktif berjalan. Selain itu, sistem ini juga menyediakan antarmuka lokal menggunakan Keypad 4x4 untuk fleksibilitas operasional secara langsung. Dengan mengintegrasikan sistem penakaran volume, kontrol proses penggoyangan, dan antarmuka komunikasi tersebut, alat pelarut PCB otomatis ini dirancang untuk menghasilkan alternatif solusi pelarutan yang lebih praktis, cepat, dan terukur.

Dalam proses pelarutan jalur tembaga PCB (*etching*), sisa cairan limbah yang dihasilkan memiliki tingkat keasaman (pH) yang tinggi dan tidak direkomendasikan untuk langsung dibuang ke saluran pembuangan air konvensional. Oleh karena itu, rancang bangun alat pelarut PCB otomatis ini dilengkapi dengan sistem pengurasan tertutup. Alat ini memanfaatkan pompa pembuangan untuk memindahkan cairan sisa pelarutan dan air bilasan secara otomatis ke dalam wadah penampungan khusus. Setelah ditampung pada

wadah tersebut, limbah cair dapat dinetralkan tingkat keasamannya menggunakan penambahan larutan basa seperti Natrium Hidroksida (NaOH), serta dapat diproses lebih lanjut menggunakan metode elektrolisis agar aman saat dibuang ke lingkungan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan seperti berikut:

1. Larutan *Ferric Chloride* yang digunakan pada studi terdahulu bersifat keruh serta memerlukan pemanasan untuk optimasi waktu pelarutan PCB.
2. Studi terdahulu yang mengotomatisasi penakaran masih terbatas pada penimbangan massa serbuk *Ferric Chloride* menggunakan Load Cell yang tidak optimal untuk penakaran presisi volume cairan HCl dan H₂O₂.
3. Proses pelarutan manual mengharuskan pengguna berada terus-menerus di dekat alat selama penggoyangan berlangsung, sehingga memperpanjang intensitas interaksi dengan bahan kimia.

1.3. Pembatasan Masalah

Adanya pembatasan pada masalah penelitian sebagai berikut:

1. Alat hanya sebatas untuk proses pelarutan saja dan tidak sampai pembuatan rangkaian PCB secara menyeluruh.
2. PCB yang digunakan hanya berukuran 5x5 cm sampai 10x15 cm.
3. Alat pada penelitian hanya bersifat prototype.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah yaitu Bagaimana mengembangkan alat pelarut PCB secara otomatis berbasis *Internet Of Things*?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah menghasilkan alat pelarut PCB secara otomatis berbasis *Internet Of Things*.

1.6. Manfaat Penelitian

Dibuatnya penelitian alat pelarut PCB otomatis berbasis IoT dapat memberikan kegunaan atau manfaat seperti berikut:

1. Dapat mempercepat proses pelarutan PCB.
2. Hasil pelarutan PCB menjadi lebih konsisten dan presisi serta minim kecacatan pada Jalur Tembaga.
3. Proses pelarutan PCB menjadi lebih aman dan tidak terpapar bahan kimia secara langsung.

