

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode Pemurnian emas terbagi menjadi dua yaitu tradisional dan modern. Pada metode tradisional biasanya di gunakan metode pendulangan yang merupakan cara tertua dan sederhana dengan memanfaatkan prinsip dasar gravitasi dan perbedaan densitas antara emas dan material lainnya. Cara tradisional lainnya yaitu menggunakan merkuri yang dikenal dengan nama amalgamasi yang melibatkan pencampuran merkuri dengan material yang mengandung emas untuk membentuk amalgam emas-merkuri. Dan pada metode modern yang di gunakan sebagai teknik pemurnian emas diantaranya adalah pirometalurgi yaitu dengan menggunakan energi panas, ataupun hidrometalurgi seperti sianidasi dan amalgamasi dengan menggunakan campuran bahan kimia[1].

Pemisahan emas dengan metode tersebut sangat efektif dan mudah sehingga hampir semua penambangan menggunakan metode tersebut. Hanya saja, limbah yang dibuang ke lingkungan yang berupa cairan mengandung sianida dan gas yang mengandung raksa sangat berbahaya bagi pelestarian lingkungan dan kesehatan manusia. Sianida bisa larut dalam air, sedimen dan biota laut, akibatnya terjadi kontaminasi pada biota laut, sehingga dikhawatirkan keanekaragaman hayati mengalami kepunahan. Demikian juga uap raksa merupakan racun yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan bahkan dapat mengendap pada ikan dan hewan sehingga membahayakan konsumen ikan tersebut[2].

Dari hasil studi literatur didapatkan bahwa metode yang paling efektif dan aman untuk lingkungan adalah menggunakan metode elektrowinning. Elektrowinning adalah proses di mana emas diekstraksi dari larutan yang mengandung ion emas dengan melewati arus listrik melalui larutan tersebut. Proses ini dilakukan dalam sel elektrolisis yang terdiri dari katoda (elektroda negatif) dan anoda (elektroda positif). Ketika arus listrik mengalir melalui sel, ion logam bergerak ke katoda dan mengendap sebagai logam padat. Larutan

yang mengandung emas berfungsi sebagai konduktor antara katoda dan anoda. Ketika arus listrik dialirkan, emas dari larutan mengendap pada katoda. Reaksi kimia yang terjadi di katoda melibatkan pemisahan ion emas menjadi partikel emas padat dan ion sianida yang tetap dalam larutan[3].

Proses electrowinning emas melibatkan beberapa faktor penting yang harus diatur dengan baik agar efisien dan menghasilkan emas berkualitas tinggi yang dipengaruhi oleh parameter elektrokimia dan fisik. Beberapa parameter elektrokimia meliputi konsentrasi dan komposisi elektrolit, suhu, kerapatan arus, dan kekuatan aditif, sedangkan parameter fisik meliputi distribusi arus, waktu, dan laju aliran elektrolit. Emas sering terkontaminasi oleh logam dasar seperti tembaga, besi, nikel, dan kobalt yang ikut terelusi selama operasi sebelumnya[4]. Tegangan sel harus tepat, biasanya sekitar 3.5V, karena tegangan yang terlalu rendah tidak akan mengendapkan emas, sementara tegangan yang terlalu tinggi bisa menyebabkan reaksi yang tidak diinginkan. Arus listrik yang mengalir melalui sel juga harus dijaga pada tingkat yang optimal. Konditivitas larutan elektrolit perlu ditingkatkan dengan menambahkan bahan seperti kaustik untuk mencegah korosi dan pembentukan gas hidrogen. Konsentrasi emas dalam larutan sangat penting; semakin tinggi konsentrasinya, semakin cepat emas dapat diendapkan. Suhu larutan yang lebih tinggi sedikit membantu meningkatkan efisiensi proses. Selain itu, memperbesar luas permukaan katoda tempat emas diendapkan dan memastikan larutan tercampur dengan baik dalam sel akan meningkatkan efisiensi pengendapan. Konsentrasi sianida dalam larutan juga perlu dijaga pada tingkat yang tepat untuk mengoptimalkan proses. Semua faktor ini saling berkaitan dan harus diatur dengan hati-hati agar proses berjalan dengan lancar dan efisien, menghasilkan emas dengan kemurnian tinggi[3].

Larutan elektrolit yang telah melalui proses electrowinning dapat digunakan Kembali dengan cara menghilangkan pengotor dan mengembalikan bahan kimia yang dapat digunakan lagi. Pertama, larutan elektrolit dicampur dengan NaOH untuk memisahkan natrium karbonat (Na_2CO_3). Kemudian, Na_2CO_3 ini diubah kembali menjadi NaOH menggunakan kalsium oksida (CaO), yang juga menghasilkan residu kalsium karbonat (CaCO_3). Proses ini

juga efektif menghilangkan pengotor seperti besi (Fe), tembaga (Cu), dan terutama arsenik (As), yang dapat mengganggu proses elektrolisis. Hasilnya adalah larutan elektrolit yang dapat digunakan kembali, mengurangi kebutuhan bahan kimia baru dan mengurangi limbah berbahaya, sehingga lebih ramah lingkungan. Dengan proses ini, larutan elektrolit yang telah melalui proses *electrowinning* dapat digunakan kembali untuk siklus pelindian berikutnya[5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengoptimalkan metode pemurnian emas menggunakan teknik *electrowinning* yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi pemurnian emas dengan mengatur parameter-parameter penting secara otomatis, mengurangi dampak lingkungan sekaligus keamanan operator dengan menambahkan pengontrolan *exhaust fan* melalui mikrokontroler yang di filter berdasarkan kadar hidrogen yang dihasilkan untuk meminimalkan limbah udara berbahaya dan untuk mengurangi konsumsi energi yang dibaca dan dikendalikan langsung oleh modul XY-6020L atas perintah dari mikrokontroler. Selain itu, penelitian ini berupaya meningkatkan konsistensi dan kualitas emas yang dihasilkan serta mengembangkan metode yang dapat diterapkan secara efektif dalam skala industri, menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan metode tradisional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas. Berikut beberapa masalah yang dapat di rumuskan yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem *electrowinning* emas yang mampu mengontrol dan memonitor parameter operasional (arus larutan, elektrolit, gas, arus dan tegangan) untuk mencapai efisiensi ekstraksi emas yang optimal?
2. Bagaimana merancang *electrowinning* yang aman bagi pengguna ?
3. Bagaimana mengintegrasikan mikrokontroler dengan modul *power supply* XY-6020L untuk memonitor dan mengendalikan parameter operasional seperti arus dan tegangan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang sistem pemurnian emas menggunakan metode electrowinning yang mengatur arus dan tegangan secara optimal untuk efisiensi energi.
2. Mengembangkan sistem elektrowinning yang aman bagi pengguna dengan menambahkan sirkulasi udara keluar melalui exhaust fan.
3. Mengintegrasikan mikrokontroler dengan modul XY-6020L dalam proses elektrowinning untuk mengurangi konsumsi energi melalui kendali arus dan tegangan tersebut.
4. Mengidentifikasi dan mengatur parameter operasional yang perlu dimonitor dan diatur secara otomatis oleh mikrokontroler untuk mencapai hasil pemurnian emas yang optimal.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Agar pembahasan lebih terarah, maka penulis membuat batasan dari permasalahan ini, antara lain:

1. Penelitian ini fokus pada penggunaan mikrokontroler dalam mengontrol dan mengoptimalkan parameter operasional dalam proses elektrowinning.
2. Monitoring yang dilakukan meliputi besaran arus Listrik, Voltase, arus larutan dan Tingkat keasamaan larutan.
3. Optimalisasi pengaturan tegangan dan arus dilakukan menggunakan algoritma Hill Climbing berdasarkan metrik daya dan efisiensi yang terdefinisi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengurangi dampak lingkungan dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia berbahaya dan mendukung praktik berkelanjutan dalam industri pemurnian emas.

2. Meningkatkan keselamatan kerja dengan mengurangi risiko paparan bahan berbahaya dan memastikan operator terlindungi, serta mengurangi kemungkinan kecelakaan.
3. Mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses melalui pengendalian *mikrokontroller*.
4. Mencapai hasil pemurnian emas yang optimal dengan pengendalian otomatis parameter seperti arus, tegangan, dan pH, meningkatkan kualitas dan konsistensi emas yang dihasilkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam Penulisan mengikuti prosedur penulisan ilmiah, berikut saat menyusun tugas akhir ini agar diskusi tetap fokus pada pokok bahasan dan tidak melebar ke masalah lain:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini dipaparkan fondasi dari keseluruhan studi. Disajikan justifikasi mengenai urgensi topik yang diangkat serta hubungannya dengan konteks kebutuhan yang ada. Selanjutnya, dirumuskan pertanyaan sentral yang akan diselidiki dalam riset. Ditetapkan pula sasaran-sasaran spesifik yang hendak dicapai melalui investigasi ini. Ruang lingkup riset juga dibatasi secara jelas untuk memastikan pembahasan tetap terpusat. Kemudian, diuraikan potensi dampak atau nilai tambah yang dapat dihasilkan, baik dalam ranah keilmuan maupun penerapan praktis.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Dalam bab ini, penulis membahas teori-teori dan konsep dasar yang relevan dengan alat serta teknologi yang akan digunakan dalam penelitian. Di dalamnya juga ditelaah berbagai rujukan ilmiah dan riset terdahulu yang berfungsi sebagai pilar akademis untuk memperkuat argumen penelitian. Sajian teoretis ini bertujuan memberikan wawasan kepada pembaca tentang mekanisme kerja dari instrumen yang dikembangkan, sekaligus menyediakan landasan ilmiah yang solid untuk interpretasi fenomena yang diobservasi..

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci cetak biru dari seluruh rangkaian perancangan dan implementasi sistem secara detail. Diuraikan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang dipilih, mulai dari tahap desain perangkat keras (fabrikasi sel elektrowinning dan perakitan sirkuit mikrokontroler) hingga pengembangan perangkat lunak untuk kontrol dan monitoring. Selain itu, dipaparkan pula skema pengujian prototipe untuk mengukur tingkat optimalisasi, efisiensi konsumsi energi, serta kadar kemurnian emas yang dihasilkan berdasarkan variasi parameter yang dikontrol. Segmen ini dirancang untuk memastikan bahwa seluruh proses perancangan bersifat transparan, dapat diverifikasi, dan diuji ulang.

BAB 4 PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi penjelasan mengenai proses pengumpulan data dari berbagai sumber, baik data primer maupun data sekunder. Mencakup data kuantitatif yang dikirim oleh sensor seperti tegangan, arus listrik, pH larutan, dan durasi proses yang secara otomatis dicatat oleh mikrokontroler. Disajikan pula rekapitulasi dari hasil penimbangan massa katoda sebelum dan sesudah proses elektrowinning untuk menentukan jumlah emas yang berhasil diendapkan. Kumpulan informasi mentah tersebut kemudian diolah dan dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi tingkat efektivitas sistem, efisiensi konsumsi daya, serta pencapaian kadar purifikasi emas sebagai hasil dari proses optimalisasi.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, penulis menganalisis hasil pengolahan data untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. seluruh data performa sistem yang telah diolah akan ditelaah secara mendalam untuk melakukan verifikasi terhadap tujuan perancangan yang telah ditetapkan. Setiap data empiris yang diperoleh dari hasil uji coba prototipe seperti tingkat efisiensi sistem, kecepatan pemurnian, kadar kemurnian emas, dan konsumsi energi akan dikaji dan dihubungkan kembali dengan landasan konseptual elektrokimia dan sistem kontrol yang telah dipaparkan pada bagian kedua. Segmen ini merupakan jantung dari seluruh studi, di mana berbagai pencapaian

signifikan serta anomali yang mungkin muncul selama pengujian dianalisis, sehingga memberikan pemaknaan yang komprehensif terhadap tingkat keberhasilan optimalisasi sistem elektrowinning yang dikembangkan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini menyajikan intisari dari keseluruhan capaian studi perancangan. Disampaikan konklusi definitif yang secara lugas merespons pertanyaan riset utama mengenai efektivitas dan optimalisasi sistem pemurnian emas berbasis mikrokontroler ini. Selain itu, dirumuskan pula sejumlah rekomendasi strategis sebagai proyeksi ke depan. Rekomendasi ini mencakup usulan untuk penyempurnaan prototipe di masa mendatang (misalnya dengan menambahkan sensor atau aktuator baru), eksplorasi variabel proses yang belum terjamah untuk peningkatan lebih lanjut, serta membahas potensi skalabilitas sistem untuk adopsi pada skala industri kecil yang lebih luas. Harapannya, proyeksi ini dapat berfungsi sebagai titik tolak yang berharga bagi para peneliti atau praktisi industri yang berminat melanjutkan pengembangan atau mengimplementasikan teknologi pemurnian emas yang lebih ramah lingkungan ini.