

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Upaya transisi energi menuju sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan telah diperkuat dengan regulasi terkait hidrogen sebagai bahan bakar. Kebijakan seperti Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mendukung pengembangan hidrogen sebagai salah satu opsi energi bersih di masa depan. Penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar telah diadopsi dan ditetapkan Badan Standardisasi Nasional (BSN) tahun 2024 melalui SNI ISO 14687:2019 tentang kualitas bahan bakar hidrogen untuk aplikasi energi. Berdasarkan buku *Indonesia Hidrogen Roadmap (2023)*, Indonesia telah menyiapkan peta jalan adopsi pengembangan hidrogen yang dimulai pada tahun 2025 dan diproyeksikan akan mencapai 40 GW pada tahun 2060. Periode pertama tahun 2025-2030 berfokus pada demonstrasi produksi hidrogen hijau skala kecil hingga 10 MW.

Hidrogen dalam bentuk gas memiliki kandungan energi yang tinggi dalam hal *Lower Heating Value (LHV)* sebesar 191,9 MJ/kg, lebih besar jika dibandingkan bahan bakar konvensional (Malik dkk., 2023). Masalah yang timbul dari gas hasil reformasi adalah adanya gas pengotor seperti karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), oksigen (O_2), nitrogen (N_2), dan uap air (H_2O) yang dapat menurunkan kinerja sel bahan bakar (Papasavva dkk., 2021). Kadar hidrogen menjadi sangat penting untuk efisiensi, potensi energi, dan umur panjang sel bahan bakar.

Pengembangan hidrogen di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan terkait minimnya alat ukur kadar hidrogen yang terjangkau. Metode pengukuran gas hidrogen masih menggunakan *gas chromatography (GC) mass spectrometry (MS)*. GC-MS digunakan untuk menganalisis komponen dalam gas dan mendeteksi berbagai gas pengotor dalam hidrogen. Alat ini harus diimpor dengan harga yang mahal, sehingga pengujian sampel menggunakan GC-MS ini mencapai harga Rp 500.000 - Rp 1.000.000 per sampelnya. Penelitian skala laboratorium dan penelitian

mandiri yang sifatnya masih pengembangan cukup kesulitan untuk mengakses GC-MS dari segi biaya maupun ketersediaan laboratorium yang menerima pengujian sampel dalam bentuk gas.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat yang mampu mengukur kadar dan potensi energi gas hidrogen sebagai alternatif dari GC-MS. Alat ini akan menggunakan kombinasi beberapa sensor untuk mendeteksi kandungan hidrogen dan pengotor, serta dilengkapi dengan sistem pemrosesan data berbasis mikrokontroler. Sistem ini juga dirancang agar mudah dibawa dan dioperasikan. *Smart and Portable Measuring Instrument Multi-Sensor* ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam pengukuran kadar dan potensi energi gas hidrogen di jurusan teknik, Politeknik Negeri Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan penjabaran pada latar belakang pada penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan merakit sensor yang digunakan pada alat pengukuran kadar dan potensi energi gas hidrogen?
2. Bagaimana merancang algoritma pemrosesan data yang digunakan untuk mengukur kadar dan potensi energi hidrogen secara *real-time*?
3. Bagaimana membuat kemasan alat H₂ Sense yang siap digunakan?
4. Bagaimana uji fungsionalitas alat H₂ Sense yang telah dibuat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan merakit sensor yang digunakan pada alat pengukuran kadar dan potensi energi gas hidrogen.
2. Merancang algoritma pemrosesan data yang digunakan untuk mengukur kadar dan potensi energi hidrogen secara *real-time*.
3. Membuat kemasan alat H₂ Sense yang siap digunakan.
4. Melakukan uji fungsionalitas alat H₂ Sense yang telah dibuat.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian, maka manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menyediakan alternatif alat ukur yang lebih terjangkau dibandingkan metode konvensional seperti kromatografi gas dan spektrometri massa.
2. Mendukung pengembangan energi hidrogen sebagai energi bersih, yang dapat membantu mengurangi emisi karbon dan mendukung transisi energi berkelanjutan.
3. Memberikan referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan alat ukur hidrogen yang portabel dan ekonomis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengukuran gas hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2), tidak mencakup analisis gas lain yang mungkin terdapat dalam campuran, seperti oksigen (O_2), nitrogen (N_2), dan gas lainnya. Potensi energi hidrogen akan dihitung berdasarkan densitas hidrogen yang diperoleh dari pengukuran sensor hidrogen, suhu, dan tekanan, tanpa melakukan pengukuran langsung terhadap pembakaran hidrogen