

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi panas merupakan salah satu penggerak utama dari seluruh proses kehidupan. Bersama dengan waktu, energi menjadi simbol dari perubahan itu sendiri. Pemahaman yang cermat dan mendalam terhadap perubahan energi dan pengolahannya menjadi dasar berkembangnya berbagai teknologi modern (Chandra, 2016). Salah satu contoh penerapan konsep ini terdapat pada teknologi skala mikroskopis, seperti mesin diesel. Pada mesin tersebut, bahan bakar cair berupa solar diinjeksikan langsung ke dalam ruang bakar yang berisi udara bertekanan dan bersuhu tinggi. Proses ini menghasilkan cairan yang teratomisasi menjadi *droplet* di ujung *nozzle*. Semakin kecil ukuran *droplet*, semakin cepat proses penguapannya, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (William, 2010). Contoh lain penerapan fenomena *droplet* dapat ditemukan dalam bidang medis, khususnya pada terapi aerosol. Dalam terapi ini, diperlukan kondisi partikel aerosol yang optimal agar dapat mencapai paru-paru secara efektif tanpa membentuk senyawa berbahaya, serta mempertahankan ukuran partikel yang sesuai untuk menembus hingga ke alveolus. Pentingnya pengukuran serta optimalisasi ukuran dan komposisi *droplet* merupakan hal vital untuk membuat operasi sistem yang aman dan optimal (Andrei dkk., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Andrei dkk. (2016) menjadi salah satu tonggak awal dalam pengukuran suhu *droplet* menggunakan sensor *Fiber Bragg Grating (FBG)*. Hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan tingkat akurasi dan presisi yang cukup baik, serta divalidasi melalui simulasi dan eksperimen berdasarkan literatur terdahulu. Namun, perlu dicermati bahwa validasi yang hanya mengandalkan kesamaan tren hasil dengan data literatur dapat menimbulkan potensi bias interpretasi. Hal ini disebabkan karena parameter-parameter seperti suhu, volume, dan tekanan pada konsep termodinamika makroskopis tidak selalu berhubungan langsung dengan fenomena mikroskopis. Perbedaan skala ini dapat menyebabkan ketidaksesuaian dalam

interpretasi data apabila pendekatan yang digunakan tidak tepat. Kesalahan interpretasi data pengukuran suatu sistem pada akhirnya dapat berakibat langsung pada kegagalan operasi sistem secara keseluruhan.

Kesalahan interpretasi data akibat pendekatan yang tidak tepat salah satunya bisa ditemukan pada bidang medis, misalnya pada pemeriksaan *Computed Tomography (CT) scan*. Laporan Brenner dan Hall (2007) menyebutkan bahwa terdapat lebih dari 62 juta pemeriksaan *CT scan* yang dilakukan setiap tahunnya di Amerika Serikat, untuk skala waktu harian atau jangka pendek mungkin pengukuran dosisnya dihari itu adalah ukuran yang tepat tapi efek stokastok atau probabilitas relatif timbulnya kanker akibat paparan radiasi ini tidak terkontrol. Untuk itu, pemahaman yang komprehensif mengenai dosis citra, konsep probabilitas paparan, fisiologi jaringan, serta prinsip dasar sinyal dan citra menjadi sangat penting. *Prinsip As Low As Reasonably Achievable (ALARA)* menjadi dasar dalam memastikan bahwa dosis radiasi yang digunakan tetap aman namun tetap menghasilkan citra yang berkualitas (Nagayama dkk., 2018).

Selain aspek teknis seperti pengukuran, karakterisasi dst serta pemahaman fundamental teoritis, pemahaman bagaimana cara memodelkan, menentukan pendekatan yang efektif, efisien dan dapat dipertanggungjawabkan atau istilah umumnya aspek komputasi, merupakan hal yang penting, permasalahan yang lebih kompleks dalam menerapkan konsep teoritis pada permasalahan industri membuat perhitungan dan teknik matematis yang kompleks diperlukan, sederhananya seperti menghitung harga barang dan pendapatan bulanan, tentu akan sulit kalau butuh perhitungan banyak pembeli dengan banyak permintaan sekaligus, apalagi dalam skala multi perusahaan, oleh karena itu metode numerik dengan matematika dan metodologi yang mendasarinya dapat membantu membingkai aspek teoritis dan teknis dalam deskripsi yang elegan dan lebih mudah untuk dianalisis menggunakan teknologi digital (James, 2013)

Salah satu contoh penerapan metode numerik ini bisa ditemukan pada permasalahan konsep pusat massa, aplikasi sehari-harinya sistem katrol dengan

perhitungan dan pemahaman teknis yang sederhana seperti pemahaman distribusi massa sistem yang menyumbang perubahan momentum sistem, keuntungan mekanis berbagai jenis sistem katrol dst tapi jika diaplikasikan pada sistem roket, perlu mempertimbangkan kontrol sistem yang lebih kompleks yang mana roket membuang massa propelan, yakni oksidator dengan bahan bakar roket. Seperti yang dapat dipahami, untuk membuat dorongan yang kuat serta energi yang cukup untuk perjalanan jauh roket sebagian besar massanya merupakan massa propelan tersebut seperti membawa galon, bahan makanan porsi besar untuk sekelompok orang mendaki gunung sehingga analisis untuk menentukan proporsi energi dengan massa roket, aliran propelan, ukuran tangki dan dimensi nosel roket yang optimal menjadi analisis yang sangat kompleks (Stephen 2019).

Secara ringkas, penelitian ini ingin memberikan konsep-konsep sebagai landasan penelitian ilmiah yang baik khususnya untuk tema penelitian pengukuran suhu *droplet* menggunakan sensor *fiber bragg grating* yang mana tidak hanya menjelaskan “apa yang terjadi”, “bagaimana cara mengukurnya?” tetapi juga memeriksa “seberapa benar” model teorinya dibandingkan kenyataan. Teori menyediakan model konseptual, pendekatan dan pengetahuan teknis eksperimen memungkinkan objek ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan dan metode numerik yang memungkinkan proses perhitungan dan analisis sistem yang kompleks.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan :

1. Memberikan landasan pemahaman teoritis untuk evaluasi terhadap pendekatan, hasil dan kesimpulan penelitian terkait distribusi termal dan aliran *stefan flow droplet* pada pengukuran termal sensor *fiber bragg grating (FBG)*.
2. Merekonstruksi paradigma atau kerangka konseptual ilmiah yang kuat dan generatif terkait konsep pengukuran suhu *droplet* seperti fenomena difusi dan konveksi di *boundary layer*, *vapor layer* dan perubahan bentuk *droplet* dan pendekatan metode analitik terkait.

3. Merekonstruksi pemahaman terkait karakteristik fundamental metode numerik untuk menjadi landasan strategi penerapan metode numerik beserta teknik analisis data.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat menyediakan referensi dan memperkaya wawasan untuk dasar penelitian selanjutnya khususnya pengukuran suhu *droplet* beserta metode analisis data dan pemodelanya.