

ABSTRAK

Mesin diesel sangat populer di berbagai sektor-mulai dari transportasi darat, alat berat, hingga pembangkit listrik-karena keunggulannya dalam efisiensi bahan bakar, torsi besar, dan daya tahan yang kuat. Meski demikian, penggunaan bahan bakar konvensional pada mesin ini menyisakan masalah lingkungan berupa emisi nitrogen oksida (NO_x), karbon dioksida, dan partikulat (PM) yang tinggi. Sebagai solusi ekonomis untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, dikembangkanlah sistem bahan bakar ganda (*dual-fuel*) yang mengombinasikan diesel dengan gas rendah karbon. Awalnya, gas alam digunakan sebagai substitusi, namun kendala berupa tingginya sisa hidrokarbon akibat mesin yang kurang optimal memicu peralihan ke bahan bakar bebas karbon seperti hidrogen. Dalam mekanisme ini, hidrogen dimasukkan melalui saluran masuk (*intake manifold*) untuk dicampur dengan udara. Pembakaran kemudian dipicu oleh injeksi sedikit bahan bakar diesel yang berfungsi sebagai sumber penyulut bagi campuran gas tersebut. Fenomena pengapian diesel dan penyebaran api pada campuran udara-hidrogen ini dimodelkan menggunakan *Autoignition-Induced Flame Propagation* pada perangkat lunak Ansys Forte. Guna mengatasi ketidakefisienan dalam kondisi pembakaran tertentu, metodologi penelitian ini diperkuat dengan analisis kecepatan api laminar melalui perangkat lunak Chemkin-Pro, yang mempertimbangkan variabel suhu, tekanan, dan rasio ekuivalen. Melalui studi komparatif berbasis energi yang setara, ditemukan bahwa penggunaan hidrogen murni mampu menghasilkan proses pembakaran yang lebih baik, efisiensi termal yang meningkat, serta menekan emisi karbon secara signifikan. Walaupun demikian, lonjakan suhu pada pembakaran hidrogen berdampak pada meningkatnya kadar emisi NO_x.

Kata Kunci: Mesin Diesel, Bahan Bakar Ganda, Pembakaran Hidrogen, Emisi NO_x, ANSYS-Forte, Analisis Numerik.