

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Jumlah kendaraan semakin bertambah seiring berjalannya waktu hal ini sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk yang ada di Indonesia, Pada tahun 2023 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 157 juta kendaraan dengan presentase 82% kendaraan roda 2 dan 18% kendaraan roda 4 (Badan Pusat Statistik, 2023). Kendaraan bermotor saat ini merupakan penyumbang utama dari pencemaran udara di Indonesia, disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan yang signifikan dalam setiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa adanya upaya Masyarakat untuk beralih ke kendaraan ramah lingkungan seperti kendaraan listrik, pada umumnya kendaraan bermotor *internal combustion engine* (ICE) masih menjadi pilihan bagi masyarakat (Siregar dkk., 2023). Dalam jenis mesin ICE, mesin diesel memiliki keunggulan dalam hal efisiensi termal yang lebih baik jika dibandingkan dengan mesin bensin, disisi lain mesin diesel juga menghadapi tantangan dalam mereduksi opasitas gas buangnya yang mengandung gas berbahaya seperti partikulat matter, karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NOx). Proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin diesel, dapat menyebabkan pembentukan ozon troposferik (O<sub>3</sub>) yang berkontribusi pada penyebab gangguan kesehatan khususnya pernapasan (Bei, 2014; Wagino dkk., 2020).

Perkembangan teknologi di era modern saat ini menunjukkan upaya yang signifikan untuk menciptakan peralatan yang ramah lingkungan, *Thermo Electric Cooling* (TEC) atau biasa disebut peltier memiliki kelebihan, diantaranya yaitu ramah lingkungan (Tang dkk., 2023). *Thermo Electric Cooler* (TEC), merupakan komponen elektronik yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan suhu dingin di satu sisi dan suhu panas di sisi lainnya ketika dialiri arus listrik DC (Yusuf & Wisnujati, 2017). Sistem *Thermo Electric Cooler* ini memanfaatkan efek seebeck dengan memanfaatkan perbedaan suhu sehingga menghasilkan aliran listrik dan efek peltier memanfaatkan listrik yang mengalir melalui sambungan dua konduktor

berbeda, menyebabkan perbedaan suhu, di mana satu sisi menjadi dingin dan sisi lainnya menjadi panas pada modul TEC (Nichols, 2022; Utomo dkk., 2022). Kontrol pada temperatur pada TEC dapat dapat diatur dengan meningkatkan perpindahan panas pada sisi panas dan meningkatkan jumlah pendingin TEC (Cai dkk., 2019). TEC yang memanfaatkan efek Peltier dalam sistem kerjanya, dapat secara efektif dikombinasikan dengan sistem aliran untuk penyerapan panas pada salah satu sisi sehingga dapat meningkatkan efisiensi pendinginan pada TEC (Administrator dkk., 2020; Yudiyanto dkk., 2022).

Penggunaan modul *Thermo Electric Cooler* (TEC) pada bidang otomotif berkaitan dengan peningkatan keselamatan dan kenyamanan pada kendaraan bermotor telah banyak dikembangkan oleh peneliti. (Lyu dkk., 2021) mendesain paket pendingin baterai memanfaatkan pendingin TEC yang dikombinasikan dengan cairan. (Hsueh, 2012) mengembangkan alat pendingin rem tromol kendaraan bermotor yang terdiri dari TEC dan sistem penukaran panas. (Setiawan, G. P dkk., 2018) melakukan eksperimen dengan membuat sistem pendingin kabin mobil berbasis TEC yang ditambahkan *heatsink* dan *fan* untuk memaksimalkan pendinginan. (Qalbi dkk., 2023) mengembangkan pendingin baterai motor listrik menggunakan TEC dan fan sebagai tambahan untuk mengoptimalkan pendinginan.

Berkaitan dengan penyerapan panas pada *Thermo Electric Cooler* dapat memanfaatkan aliran bahan bakar dalam mesin *internal combustion engine* (mesin diesel), dengan demikian temperature suhu dari aliran bahan bakar akan menjadi panas, hal ini dapat dimanfaatkan untuk sistem produksi opasitas pada mesin diesel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan memanaskan bahan bakar sebelum menuju ke ruang bakar akan mempengaruhi pembakaran di dalam mesin *internal combustion engine*, semakin sempurna pembakaran yang terjadi maka akan mengurangi kadar opasitas gas buang (Tappy dkk., 2020). Penggunaan pemanas bahan bakar pada mesin diesel *internal combustion engine* dapat mempengaruhi viskositas dan densitas pada bahan bakar jenis solar, hal ini dikarenakan ketika suhu pada solar meningkat, menghasilkan gerakan kinetik yang dipercepat dari molekul bahan bakar saling menjauh, yang kemudian mengarah pada peningkatan volume bahan bakar, dengan

volume diperluas sementara massa tetap maka kerapatan molekul (densitas) yang dihasilkan akan mengalami penurunan hal tersebut juga menyebabkan bahan bakar akan lebih cepat mengalir/menguap (Rowane dkk., 2019). Semakin panas bahan bakar akan berbanding lurus dengan penurunan viskositas, densitas dan tegangan permukaan (Barokah dkk., 2022). Dengan meningkatnya suhu pada bahan bakar yang akan masuk kedalam ruang bakar dan menurunnya viskositas serta densitas akan menyebabkan pengkabutan solar lebih halus sehingga dapat memaksimalkan pembakaran sempurna dan mengurangi opasitas (Syarifudin, 2020).

Desain pada alat sebagai penukar kalor juga memainkan peran penting dalam hal ini, desain *shell and tube heat exchanger* dapat meningkatkan arah partikel bbm dalam aliran, yang dapat meningkatkan koefisien perpindahan panas (Ariwibowo dkk., 2017; Lubis & S Lubis, 2022). Wijayanta,dkk (2024) menggunakan *waterblock/head exchanger* tanpa ulir untuk meningkatkan temperatur bahan bakar dalam sistem TEC dan menunjukkan bahwa TEC dapat bekerja meminimumkan suhu, tetapi penggunaan variasi *head exchanger* dengan menggunakan ulir untuk memaksimalkan kinerja TEC pada pengaplikasian sebagai pemanas bahan bakar pada mesin diesel belum pernah dilakukan oleh para peneliti. Variasi pipa bersirip spriral dalam *upper tank* radiator sebagai alat penukar kalor, besar radiator dan variasi pipa spiral mempengaruhi hasil penukaran kalor (Gumilang dkk., 2016). Desain dan ukuran radiator termasuk hal yang mempengaruhi laju pembuangan panas, efisiensi sistem pendingin dapat dimaksimalkan dengan memperhatikan desain dan ukuran radiator yang tepat, hal tersebut memungkinkan lebih banyak area permukaan untuk pertukaran panas (Hendri Rantau, 2023). Menggunakan ukuran radiator yang pas untuk sistem pemanas bahan bakar berbasis peltier akan menambah keamanan dari sistem tersebut.

Berdasarkan pembahasan di atas, dari sekian banyaknya sistem pendingin berbasis TEC pada bidang otomotif pada umumnya menggunakan fluida cair berupa air atau *coolant* yang digerakkan oleh pompa atau fluida udara yang digerakkan oleh kipas untuk memindahkan panas pada sisi panas TEC, pada beberapa penelitian diatas menunjukkan

bahwa pemanasan bahan bakar dapat mereduksi opasitas mesin diesel kendaraan bermotor. Untuk itu perlu dikembangkan sistem pendingin berbasis TEC dengan penyerapan panas pada sisi panas peltier yang lebih efisien sehingga dapat digunakan juga sebagai pereduksi opasitas pada mesin diesel kendaraan bermotor dengan sistem pemanasan bahan bakar. Dengan demikian, selain dapat diaplikasikan pada sistem pendingin untuk peningkatan keselamatan dan kenyamanan berkendara, penelitian ini diharapkan juga dapat digunakan untuk meningkatkan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian terhadap kinerja pendinginan TEC serta pengaruh perubahan temperatur bahan bakar akibat penyerapan panas pada sisi panas TEC terhadap opasitas kendaraan bermotor diesel menggunakan *heat exchanger* tidak beralur dan beralur dengan menerapkan variasi dimensi radiator.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi model *heat exchanger* terhadap temperatur bahan bakar pada sistem pereduksi opasitas gas buang berbasis TEC?
2. Bagaimana pengaruh variasi dimensi radiator terhadap suhu TEC?

## **I.3 Batasan Masalah**

Dalam Penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan menggunakan *engine stand* mesin diesel *commonrail* Toyota 2KD jenis bahan bakar solar dexlite (CN51).
2. Menggunakan 2 model variasi *heat exchanger* yaitu, tanpa ulir dan dengan ulir sebagai media penyerapan panas modul TEC.
3. Menggunakan 2 model variasi dimensi ukuran radiator sebagai media optimasi pendingin aliran bahan bakar.
4. Menggunakan jenis *Thermo Electric Cooler* tipe TEC1-12706.

## **I.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh variasi *heat exchanger* terhadap optimasi temperatur bahan bakar.

2. Menganalisis pengaruh temperatur bahan bakar terhadap emisi kendaraan bermotor.
3. Menganalisis pengaruh variasi dimensi radiator terhadap optimasi temperatur TEC.

### **I.5 Manfaat**

Dalam pelaksanaan penelitian ini dimaksudkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat bagi Taruna
  - a. Menambah pemahaman mengenai mesin diesel, sistem pendingin dan efek terkait pemanasan bahan bakar pada mesin diesel.
  - b. Meningkatkan kemampuan di dalam melakukan eksperimen dan analisis terkait inovasi teknologi kendaraan bermotor.
  - c. Mendapatkan data mengenai variasi *head exchanger* terhadap optimalisasi kinerja TEC terhadap sistem pendingin dan pemanas bahan bakar solar.
2. Manfaat bagi Masyarakat
  - a. Memberikan pengetahuan tentang sistem pendingin dan pemanas bahan bakar pada mesin diesel dengan memanfaatkan TEC.
3. Manfaat bagi Produsen
  - a. Mendapatkan data awal dalam mendesain serta mengembangkan sistem pemanas bahan bakar solar berbasis TEC.
  - b. Memotivasi perusahaan untuk mengembangkan teknologi dalam kendaraan bermotor untuk mereduksi opasitas pada mesin *internal combustion engine* diesel.