

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesulitan penyalaan awal (*cold start*) pada kendaraan diesel ringan masih sering terjadi, terutama pada sistem bahan bakar konvensional yang belum sepenuhnya menggunakan teknologi injeksi modern. Pada kondisi ini, mesin mengalami kesulitan untuk hidup karena suhu kerja yang masih rendah serta belum optimalnya tekanan dan aliran bahan bakar menuju ruang pembakaran. Salah satu penyebab utama yang sering terjadi adalah adanya udara (*air lock*) di dalam saluran bahan bakar, yang menyebabkan terputusnya kontinuitas aliran solar. Menurut Heywood (1988), pada kondisi *cold start*, efisiensi sistem bahan bakar diesel menurun karena tekanan dan kualitas atomisasi bahan bakar belum mencapai kondisi ideal, sehingga proses pembakaran menjadi tidak sempurna. Kondisi ini menunjukkan bahwa kestabilan aliran bahan bakar tanpa adanya udara merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan proses penyalaan mesin diesel.

Secara sistem, bahan bakar diesel dirancang bekerja dalam kondisi tertutup dengan aliran fluida cair (solar) yang kontinu. Kehadiran udara dalam sistem akan menurunkan tekanan efektif, mengganggu proses pengisian bahan bakar, serta memperlambat respons sistem saat proses penyalaan awal. Berdasarkan publikasi dari Robert Bosch GmbH dalam *Diesel Engine Management* (2014), udara dalam sistem bahan bakar dapat menyebabkan keterlambatan suplai bahan bakar dan kegagalan pembakaran awal, terutama pada kondisi temperatur rendah. Hal ini memperkuat bahwa pengendalian dan penghilangan udara dari sistem bahan bakar merupakan aspek krusial dalam meningkatkan keandalan *cold start*.

Di lapangan, penghilangan udara dari sistem bahan bakar masih dilakukan secara manual menggunakan priming pump (Samuel, 2021). Metode ini dilakukan dengan cara memompa secara berulang hingga aliran bahan bakar kembali normal. Namun, metode manual ini memiliki berbagai keterbatasan, seperti membutuhkan tenaga operator, memerlukan waktu yang relatif lama, serta berpotensi menimbulkan kesalahan dalam proses pemompaan. Selain itu, tidak semua pengguna mampu melakukan prosedur tersebut dengan benar, sehingga udara

masih dapat tertinggal di dalam sistem. Kondisi ini menunjukkan bahwa metode konvensional belum mampu memberikan solusi yang efisien dan praktis, terutama dalam penggunaan sehari-hari.

Upaya pengembangan solusi sebelumnya pernah dilakukan dengan memanfaatkan tekanan udara sebagai media pendorong aliran bahan bakar. Namun, pendekatan ini memiliki kelemahan mendasar karena penggunaan udara justru berpotensi menambah jumlah udara ke dalam sistem bahan bakar, sehingga dapat memperparah kondisi *air lock*. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan media kerja yang tidak sesuai dengan karakteristik sistem bahan bakar diesel dapat menyebabkan ketidakefektifan solusi yang dikembangkan. Karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih tepat dengan menggunakan fluida yang sama, yaitu solar, sebagai media pendorong aliran bahan bakar, sehingga tidak menimbulkan penambahan udara dalam sistem (Jang, 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan pompa bahan bakar listrik (*electric fuel pump*) dengan tekanan rendah dapat membantu meningkatkan aliran bahan bakar dan mempercepat proses penyalaan mesin (). Menunjukkan bahwa pompa tekanan rendah mampu meningkatkan kestabilan suplai bahan bakar pada fase awal penyalaan (Gupta, 2019). Selain itu, studi yang dipublikasikan dalam *International Journal of Automotive Technology* melaporkan bahwa sistem pompa tambahan dapat mengurangi waktu *starting* dan meningkatkan keandalan sistem bahan bakar (Seongjim, 2026). Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada peningkatan performa mesin secara umum, dan belum secara spesifik mengembangkan alat yang ditujukan untuk menggantikan proses pemompaan manual (*priming pump*) pada kondisi *air lock* di kendaraan diesel ringan konvensional.

Dari uraian tersebut, masih terdapat kekurangan penelitian terkait alat yang dapat menggantikan proses pemompaan manual secara praktis. Selain itu, integrasi sistem kontrol sederhana yang mudah diaplikasikan serta penggunaan tekanan rendah yang aman bagi sistem bahan bakar juga masih belum banyak dikembangkan. Karena itu, penelitian ini diarahkan untuk merancang dan membangun suatu sistem *pressure pump* berbasis solar dengan tekanan rendah (± 3 –

7 psi) yang mampu membantu aliran bahan bakar secara stabil tanpa menambah udara ke dalam sistem.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), yang memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga pengujian dan penyempurnaan produk. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang tidak hanya menghasilkan konsep, tetapi juga produk nyata yang dapat diaplikasikan di lapangan.

Secara keilmuan, penelitian ini berkaitan dengan bidang teknik mesin otomotif, khususnya pada sistem bahan bakar diesel, mekanika fluida, serta pengembangan sistem kontrol sederhana. Penggunaan *pressure pump* sebagai solusi inovatif dalam menggantikan proses manual merupakan bagian dari tren pengembangan teknologi otomotif yang mengarah pada peningkatan efisiensi, keandalan, dan kemudahan operasional. Jadi, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi praktis dalam mengatasi permasalahan *cold start*, tetapi juga memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem bahan bakar diesel berbasis tekanan rendah yang lebih efektif dan aplikatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem *pressure pump* semi otomatis berbasis solar yang mampu menggantikan proses pemompaan manual (*priming pump*) pada sistem bahan bakar kendaraan diesel ringan dalam kondisi *cold start*?
2. Bagaimana kinerja alat *pressure pump* semi otomatis dalam membantu kelancaran aliran bahan bakar serta mengatasi permasalahan *air lock* pada sistem bahan bakar kendaraan diesel ringan?
3. Sejauh mana penggunaan *pressure pump* semi otomatis dapat meningkatkan efektivitas proses penyalaan awal (*cold start*) dibandingkan dengan metode pemompaan manual?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji *pressure pump semi* otomatis sebagai pengganti pemompaan manual pada sistem bahan bakar kendaraan diesel ringan saat *cold start*. Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Menghasilkan desain dan prototipe *pressure pump semi* otomatis berbasis solar yang sesuai dengan karakteristik sistem bahan bakar diesel ringan, sehingga mampu menggantikan fungsi *priming pump* manual secara efektif.
2. Mengetahui kinerja alat yang dikembangkan dalam membantu kelancaran aliran bahan bakar serta mengatasi permasalahan *air lock* pada sistem bahan bakar kendaraan diesel ringan.
3. Menganalisis tingkat efektivitas penggunaan *pressure pump semi* otomatis dalam mempercepat proses penyalaan awal (*cold start*) dibandingkan dengan metode pemompaan manual.

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Secara Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu teknik mesin otomotif, khususnya pada sistem bahan bakar diesel dan permasalahan *cold start*. Pengembangan *pressure pump semi* otomatis berbasis solar dapat menjadi referensi dalam penerapan sistem tekanan rendah untuk mengatasi *air lock*. Selain itu, penelitian ini juga dapat mendukung dan melengkapi penelitian sebelumnya dengan menghadirkan pendekatan yang lebih aplikatif sesuai kebutuhan di lapangan.

1.4.2 Secara Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna kendaraan diesel ringan dalam mempermudah proses penyalaan mesin saat *cold start*. Penggunaan *pressure pump semi* otomatis dapat menggantikan pemompaan manual sehingga lebih efisien, cepat, dan mudah digunakan. Selain itu, alat ini juga dapat meningkatkan keandalan sistem bahan bakar serta menjadi solusi alternatif yang ekonomis dan aplikatif bagi perawatan kendaraan diesel di masyarakat.

1.5 Batasan masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan, pembuatan, dan pengujian alat pressure pump semi otomatis berbasis solar sebagai pengganti proses pemompaan manual (*priming pump*).
2. Pengujian dilakukan pada kendaraan diesel ringan dengan sistem bahan bakar konvensional.
3. Tekanan kerja alat dibatasi pada tekanan rendah, yaitu sekitar 3–7 psi, agar sesuai dengan karakteristik sistem bahan bakar dan aman digunakan.
4. Penelitian hanya membahas kinerja alat dalam membantu kelancaran aliran bahan bakar dan mengatasi permasalahan *air lock* pada kondisi *cold start*.
5. Penelitian tidak membahas sistem bahan bakar modern seperti *common rail*.
6. Penelitian tidak mengkaji performa mesin secara keseluruhan, seperti daya mesin, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.
7. Penelitian tidak mencakup pengembangan sistem kontrol otomatis berbasis sensor yang kompleks.
8. Penelitian tidak membahas aspek produksi massal maupun analisis ekonomi secara mendalam.