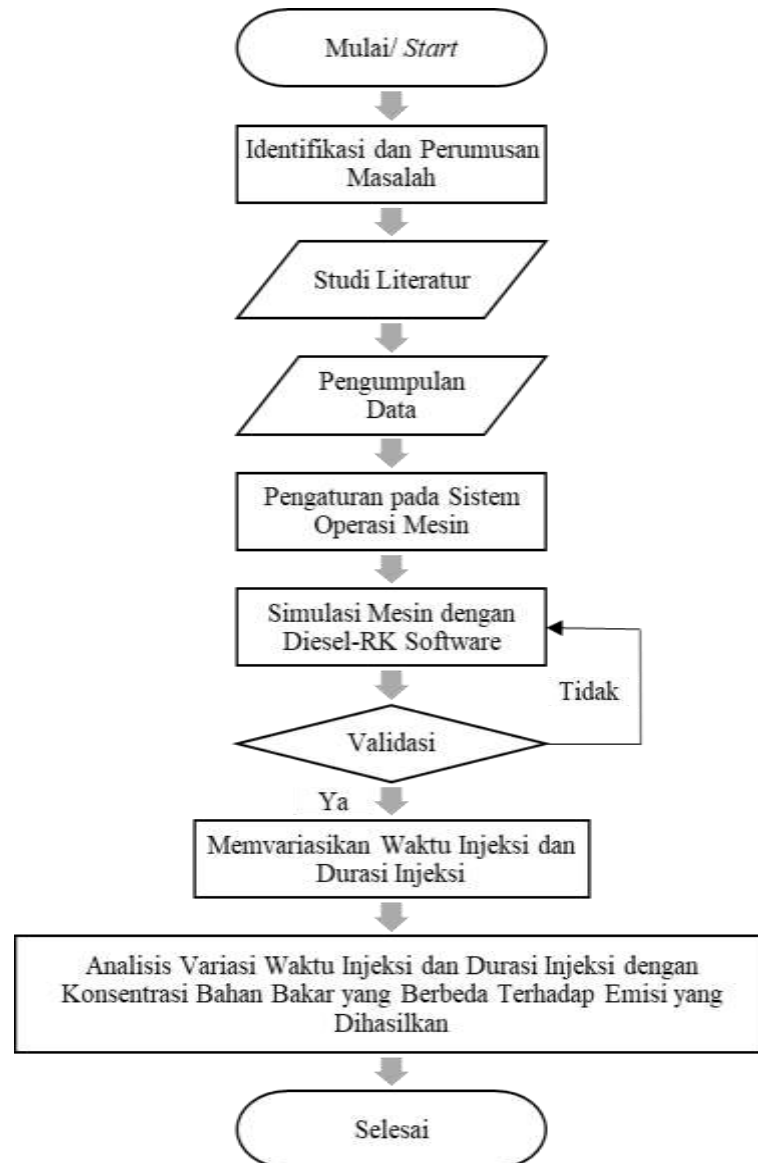


BAB 3

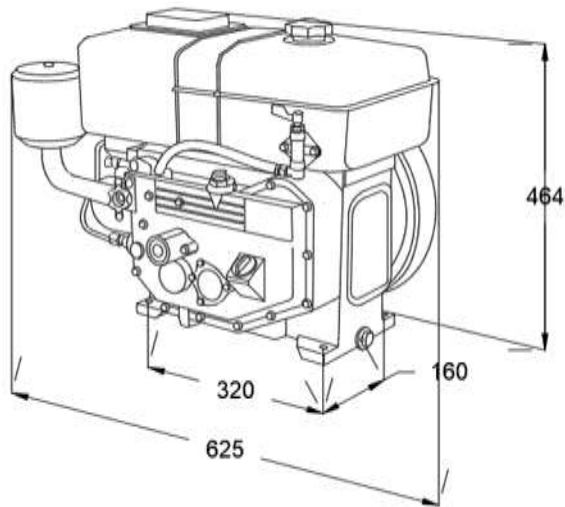
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Spesifikasi Mesin



Gambar 3.2 Mesin Diesel Shark R180

Penelitian kali ini menggunakan mesin diesel empat langkah berkonfigurasi satu silinder dengan nilai piston displacement sebesar 0.402 L. Spesifikasi lebih lengkap mesin dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin
Engine Specification

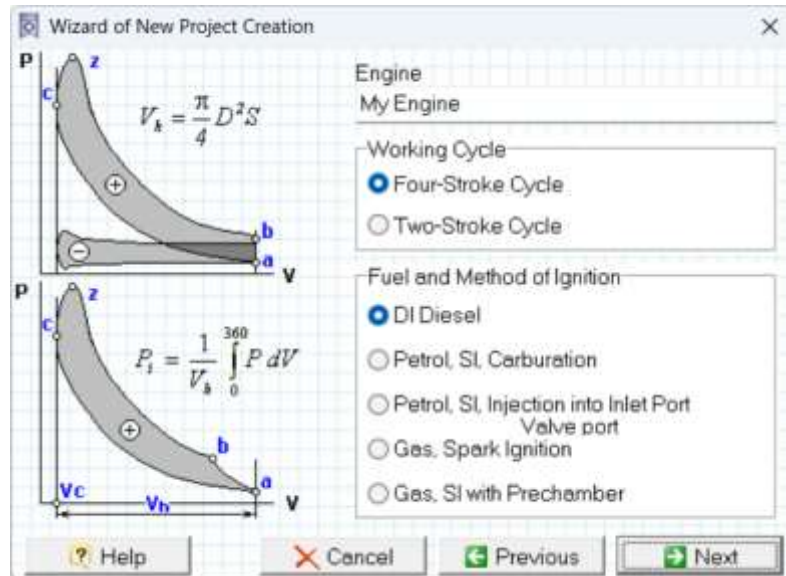
<i>Engine Type</i>	<i>4-Stroke, Single Cylinder Diesel Engine</i>
<i>Engine Cooling</i>	<i>Water Cooling</i>
<i>Bore x Stroke [mm]</i>	<i>80 x 80</i>
<i>Output [kW]</i>	<i>5.15</i>
<i>Compression Ratio</i>	<i>21</i>
<i>Injection Timing [Before T.D.C]</i>	<i>22</i>
<i>RPM</i>	<i>2600</i>
<i>Inlet Valve Open</i>	<i>14 Before T.D.C</i>
<i>Inlet Valve Close</i>	<i>37 After B.D.C</i>
<i>Exhaust Valve Open</i>	<i>48 Before B.D.C</i>
<i>Exhaust Valve Closed</i>	<i>15 After T.D.C</i>

Kecepatan putaran mesin diesel dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 2600 rpm sebagai parameter operasi yang merepresentasikan kondisi kerja aktual mesin pada rentang putaran menengah hingga tinggi. Berdasarkan klasifikasi mesin diesel menurut kecepatan putarannya, mesin yang digunakan dalam penelitian ini termasuk ke dalam kategori high-speed engines, yaitu mesin diesel dengan kecepatan nominal ≥ 1400 rpm. Pemilihan kecepatan tersebut didasarkan pada klasifikasi IACS dan didukung oleh penelitian Zamiatina (2016) yang menyatakan bahwa mesin pembakaran dalam berkecepatan tinggi terutama digunakan sebagai mesin utama pada kapal berukuran kecil serta sebagai mesin bantu pada berbagai jenis kapal. Dengan menetapkan putaran 2600 rpm sebagai kondisi pengujian, diharapkan hasil penelitian mampu menggambarkan pengaruh parameter yang diteliti terhadap kinerja mesin diesel secara lebih akurat serta memiliki keterkaitan yang kuat dengan kondisi operasional di lapangan.

3.3 Tahapan Penggunaan Software Diesel RK

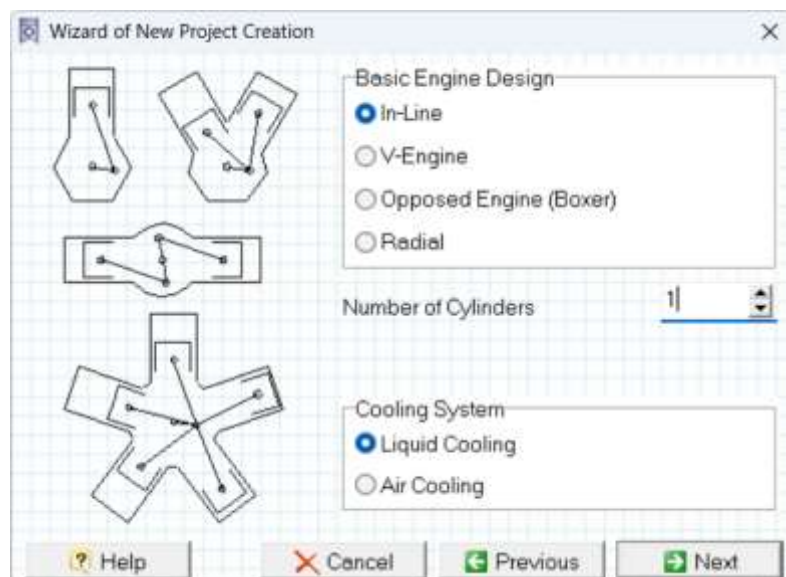
Analisis variasi waktu injeksi dan variasi durasi injeksi dengan menggunakan bahan bakar campuran etanol dan diesel dilakukan menggunakan *software* asal negara Russia yakni Diesel RK. Tahapan penggunaan *software* Diesel RK dari awal adalah sebagai berikut :

1. Tampilan menu pertama saat mengakses *software* Diesel RK adalah menu seperti Gambar 9 di bawah. Terdapat beberapa menu yang dapat dipilih, sesuai dengan mesin Shark R180 yang dipakai maka dari itu menu yang dipilih adalah *Four-Stroke Cycle* dan DI Diesel.



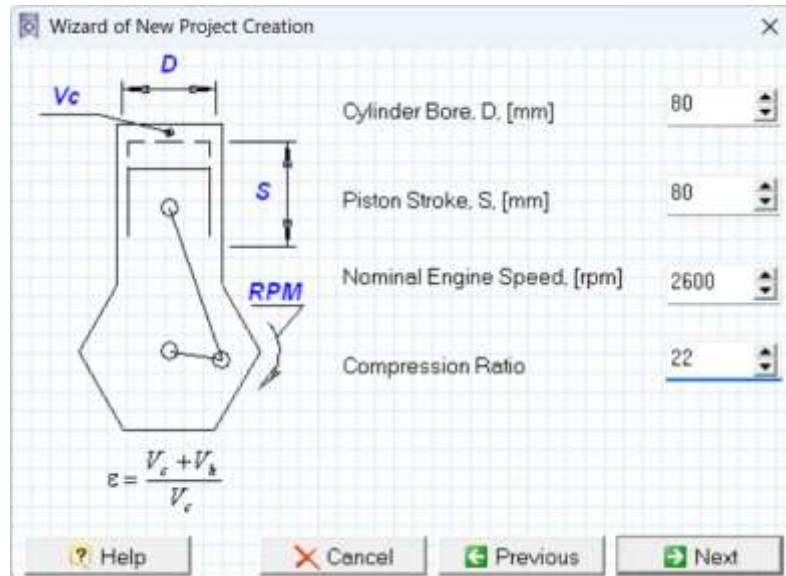
Gambar 3.3 Tampilan Menu Pertama *Software* Diesel RK

2. Tampilan menu kedua saat mengakses *software* Diesel RK seperti Gambar 10 di bawah ini. Menu konfigurasi mesin yang dipilih adalah In-Line dengan jumlah silinder sebanyak satu dan tipe pendingin *liquid cooling*.



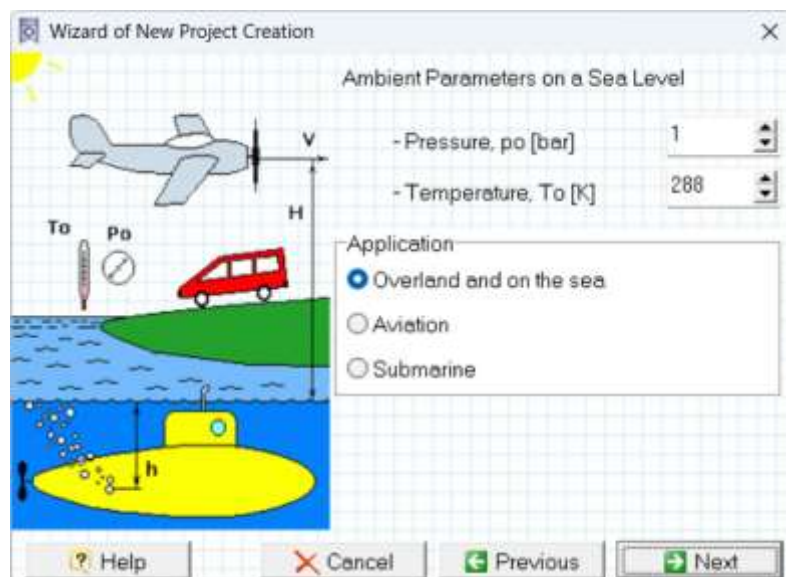
Gambar 3.4 Menu Konfigurasi Mesin

3. Tampilan menu ketiga untuk komponen yang berperan dalam proses pembakaran dalam mesin. Atur angka menjadi 80 untuk *cylinder bore*, 80 untuk piston stroke, 1600 untuk nominal engine speed, dan 22 untuk *compression ratio* sesuai dengan Gambar 11 di bawah ini.



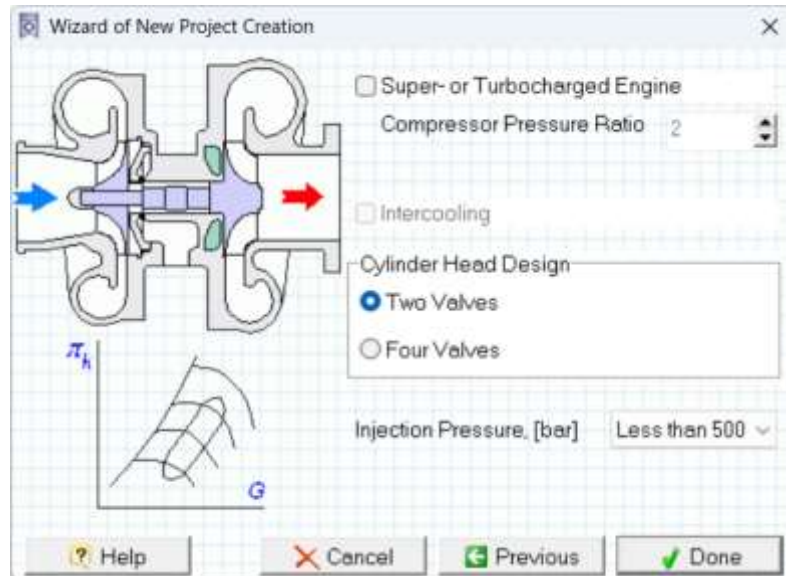
Gambar 3.5 Menu Konfigurasi Pembakaran

4. Tampilan menu selanjutnya adalah *ambient parameters on a sea level* dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini. Angka yang perlu di atur untuk menu ini sebesar 1 untuk pressure dan 288 untuk temperatur sedangkan untuk kolom *application* pilih *overland and on the sea*.



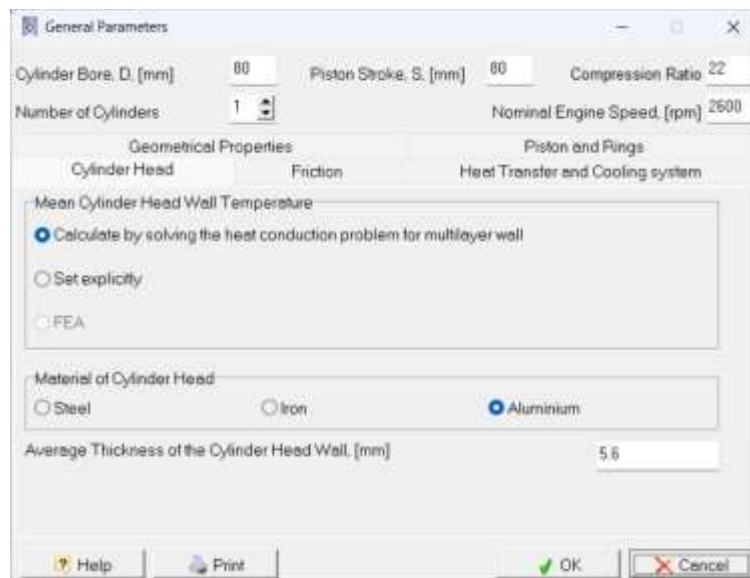
Gambar 3.6 Menu Ambient Parameters

5. Menu yang ada pada Gambar 13 di bawah ini, pada kolom *Super- or Turbocharged Engine* perlu dimatikan. Kemudian untuk kolom *cylinder head design* pilih *two valves* dan pada *injection pressure* ubah pengaturan menjadi *less than 500*.



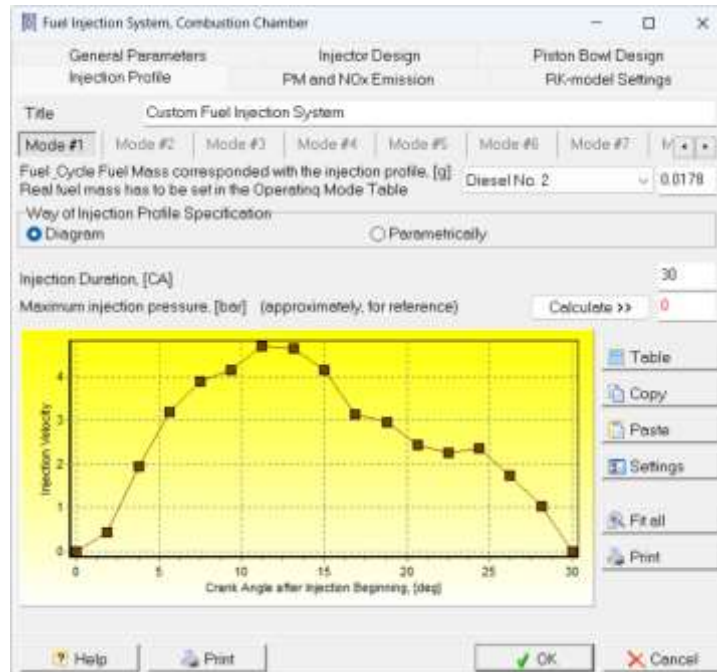
Gambar 3.7 Pengaturan *Turbocharged* dan *Cylinder*

6. Buka pada bagian *general parameters* dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini, atur dan sesuaikan semua menu dengan data spesifikasi mesin yang digunakan yaitu shark R180.



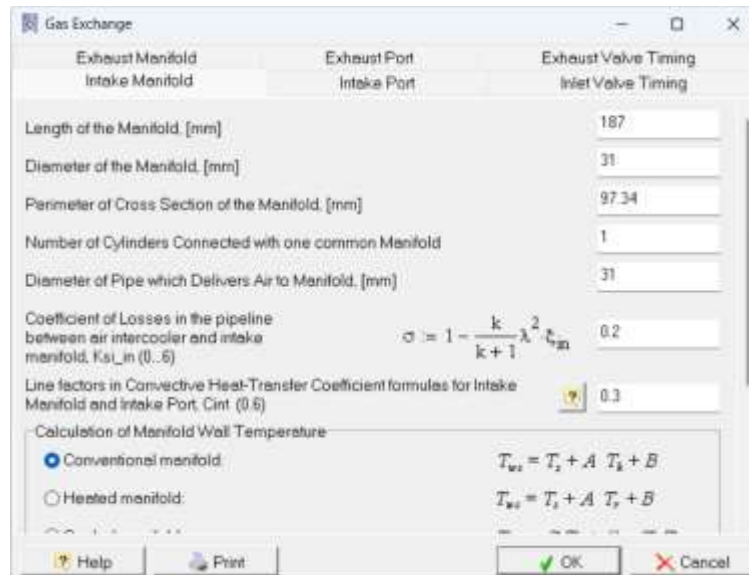
Gambar 3.8 *General Parameters*

7. Bagian *general parameters* sudah diatur dan sesuai dilanjutkan dengan mengatur pada bagian *Fuel Injection System*, *Combustion Chamber*. Gambar 15 menunjukkan menu yang perlu diatur dan disesuaikan dengan data mesin.



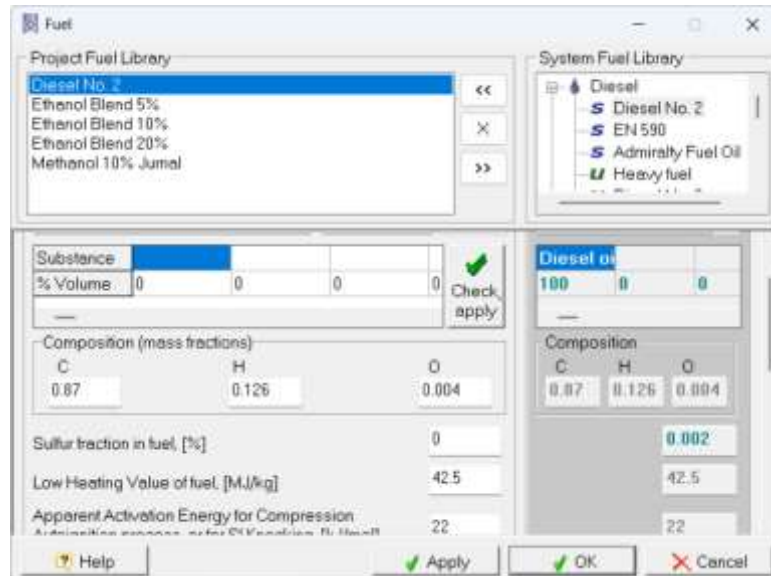
Gambar 3.9 Menu Lanjutan dari General Parameters

8. Pada bagian *gas exchange system* atur menu saluran *intake* dan *exhaust* pada mesin termasuk ukuran *valve* dan termasuk waktu buka tutup dari setiap valve sesuai dengan spesifikasi mesin seperti Gambar 16 di bawah ini.



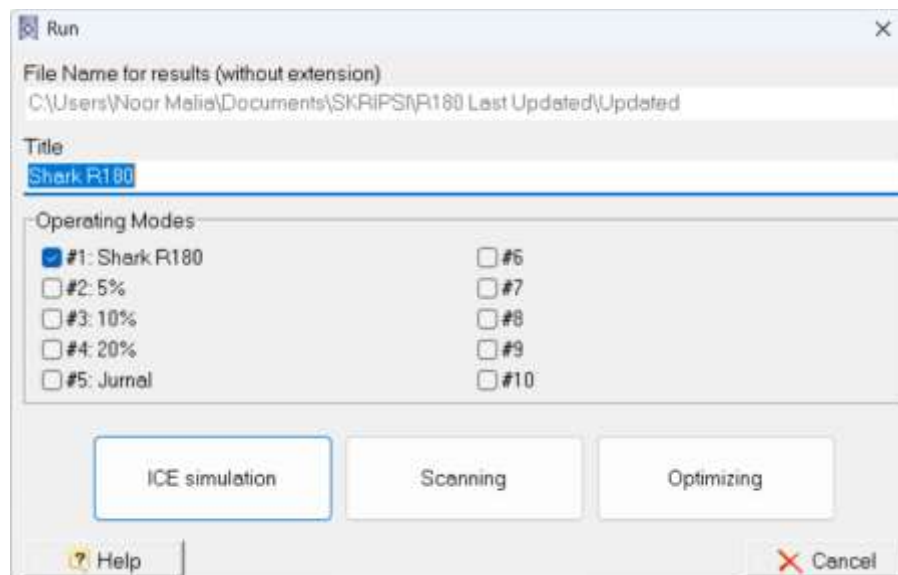
Gambar 3.10 Menu *Gas Exchange*

9. Buka bagian *fuel menu* tersebut menyediakan bahan bakar standar yang dapat langsung digunakan, namun jika bahan bakar tidak tersedia secara langsung maka dapat ditambahkan pada kolom *fuel properties* seperti Gambar 17.



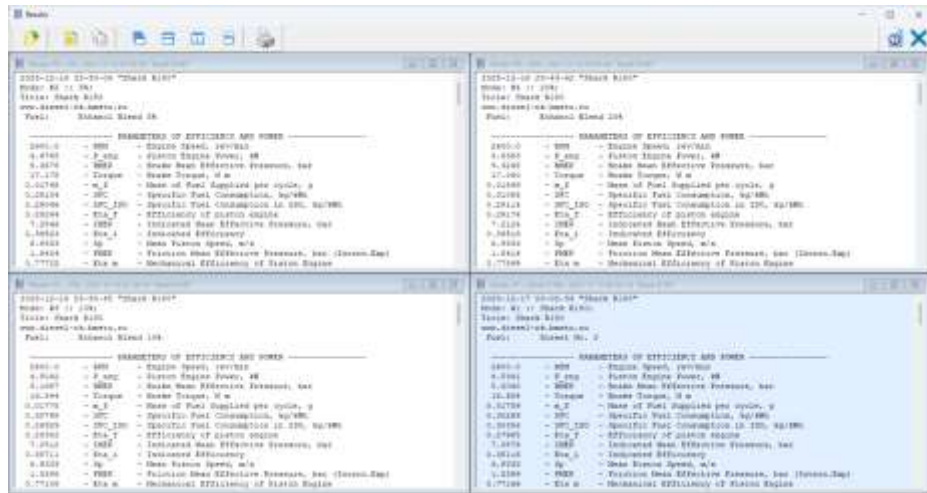
Gambar 3.11 Menu *Fuel*

10. Setelah mengatur dan memastikan semua data serta spesifikasi sudah sesuai maka dilakukan running simulasi. Pilih kolom *ICE simulation* seperti Gambar 18 di bawah ini untuk memulai running simulasi.



Gambar 3.12 Tampilan saat *Running*

11. Setelah *running* simulasi berhasil dilakukan tanpa terjadi masalah, hasil *running* dapat diketahui secara lengkap pada *table of engine parameters* dapat dilihat seperti Gambar 19. Hasil yang diperoleh diantaranya meliputi *engine power*, *SFC*, dan emisi yang dihasilkan.



Gambar 3.13 Tampilan Hasil Simulasi yang Berhasil

3.4 Variasi

Variasi yang dilakukan pada penelitian diantaranya waktu injeksi, waktu durasi dan komposisi campuran bahan bakar diesel dengan etanol. Waktu injeksi bahan bakar merupakan parameter utama yang memengaruhi pembakaran dan emisi gas buang pada mesin diesel. Jika injeksi dimulai lebih awal, suhu dan tekanan udara awal lebih rendah, sehingga penundaan pengapian akan meningkat. Jika injeksi dimulai lebih lambat (saat piston mendekati TDC), suhu dan tekanan awal sedikit lebih tinggi, sehingga penundaan pengapian berkurang. Penelitian ini mengarahkan variasi waktu injeksi yang lebih maju untuk melihat pengaruh terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang karena perubahan tekanan dan suhu maksimum di dalam silinder mesin (Sayin dan Canakci, 2009). Variasi waktu injeksi yang digunakan pada penelitian ini didasari dari penelitian yang dilakukan oleh Soyler *et al.*, (2025) untuk variasi 18°C dan Bayramoglu *et al.*, (2020) untuk variasi 20°C dan untuk variasi 22°C merupakan waktu injeksi standar yang tertera dalam katalog mesin. Variasi ini menggunakan kelipatan 2 untuk jarak atas waktu injeksi berdasarkan penelitian Ozturk *et al.*, (2020) dimana dalam penelitiannya menunjukkan penundaan waktu injeksi 2°C dapat menurunkan emisi NO_x.

Pemilihan variasi durasi injeksi didasarkan dari penelitian Alghafis dan Raouf (2020) yang menunjukkan bahwa variasi durasi injeksi memberikan pengaruh signifikan terhadap daya rem (*brake power*), terutama pada kondisi putaran mesin menengah hingga tinggi. Oleh karena itu, rentang durasi injeksi

dipilih untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh durasi injeksi terhadap kinerja mesin diesel, serta untuk mengidentifikasi durasi injeksi yang paling optimal pada kondisi operasi yang diteliti.

3.5 Properti Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan diesel dan diesel campuran etanol yang memiliki persentase kandungan etanol. Pemilihan Etanol sebagai bahan campuran karena potensinya yang dapat mengurangi emisi. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Yusri *et al.*, (2021) penggunaan Etanol secara signifikan mengurangi emisi CO dan HC karena Etanol memiliki kandungan oksigen yang tinggi dapat meningkatkan efisiensi pembakaran.

Properti bahan bakar beberapa diantaranya merupakan hasil pengujian langsung yang dilakukan di laboratorium yang sebelumnya bahan bakar dicampur secara langsung tanpa menggunakan emulsifier. Selain itu foto bahan bakar dapat yang telah dicampur dengan Etanol dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 3.14 Sampel Bahan Bakar Campuran

3.6 Pengumpulan Data

Data yang terdapat pada penelitian ini diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium, dan pengumpulan informasi serta teori-teori yang relevan dalam mendukung topik yang diteliti.