



**ANALISIS PENGARUH BENTUK, LEBAR, DAN
KEDALAMAN MANGKUK PISTON TERHADAP EMISI NOX
DAN PM SERTA PERFORMA PADA MESIN DIESEL
SHARK R180**

SKRIPSI

AGUNG DWI PRIONO

2110313006

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2025



**ANALISIS PENGARUH BENTUK, LEBAR, DAN
KEDALAMAN MANGKUK PISTON TERHADAP EMISI NOX
DAN PM SERTA PERFORMA PADA MESIN DIESEL
SHARK R180**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

AGUNG DWI PRIONO

2110313006

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Agung Dwi Priono

NIM : 2110313006

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Bentuk, Lebar, Dan Kedalaman Mangkuk Piston Terhadap Emisi NOx Dan PM Serta Performa Pada Mesin Diesel Shark R180.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Purwo Joko Suranto, S.T. M.T.

Penguji Utama



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D

Penguji Lembaga



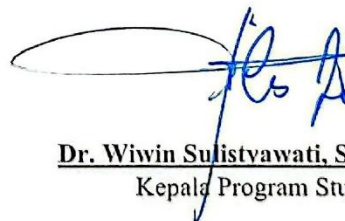
Fathin M. Mahdhudhu, S.T., M.Sc.

Penguji I (Pembimbing)



Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T.,

DEKAN IPM, ASEAN ENG
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistvawati, S.T., M.T.

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Depok

Tanggal Ujian : 2 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PENGARUH BENTUK, LEBAR, DAN KEDALAMAN
MANGKUK PISTON TERHADAP EMISI NOX DAN PM SERTA
PERFORMA PADA MESIN DIESEL SHARK R180

Disusun Oleh:
Agung Dwi Priono
2110313006

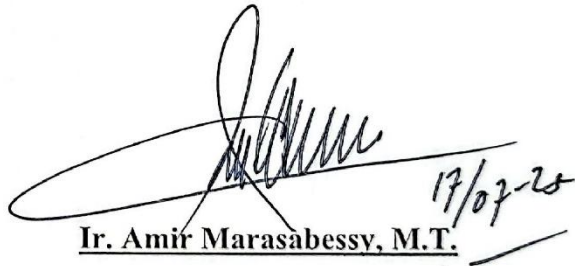
Menyetujui,

Pembimbing I



Fathin M. Mahdhudhu, S.T., M.Sc.

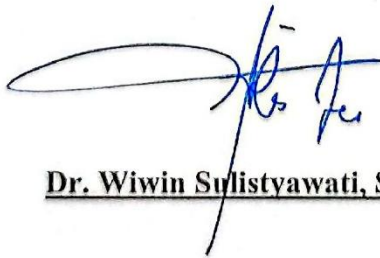
Pembimbing II



17/07-25

Ir. Amir Marasabessy, M.T.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Agung Dwi Priono

NIM : 2110313006

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Bekasi, 26 Juni 2025

Yang menyatakan,



Agung Dwi Priono

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agung Dwi Priono

NIM : 2110313006

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PENGARUH BENTUK, LEBAR, DAN KEDALAMAN
MANGKUK PISTON TERHADAP EMISI NOX DAN PM SERTA
PERFORMA PADA MESIN DIESEL SHARK R180

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : 26 Juni 2025

Yang menyatakan,



Agung Dwi Priono

**ANALISIS PENGARUH BENTUK, LEBAR, DAN
KEDALAMAN MANGKUK PISTON TERHADAP EMISI NOX
DAN PM SERTA PERFORMA PADA MESIN DIESEL
SHARK R180**

Agung Dwi Priono

ABSTRAK

Mesin diesel adalah mesin yang memiliki efisiensi tinggi, daya besar, dan konsumsi bahan bakar rendah, namun semua itu harus dibayar dengan emisi tinggi yang dihasilkan oleh mesin diesel itu sendiri. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan menurunkan emisi, salah satunya dengan mengubah bentuk mangkuk piston. Mesin yang digunakan adalah mesin empat tak silinder tunggal Shark R180 dengan daya keluaran 5,15 kW. Simulasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program Diesel-RK. Studi ini menggunakan 3 jenis mangkuk piston, yaitu tipe U, W, dan Re-Entrant, dengan perbedaan diameter pada masing-masing tipe. Variasi yang digunakan adalah -2 mm, -1 mm, standar, +1 mm, dan +2 mm. Emisi NO_x terendah sebesar 1593,4 ppm dicapai oleh piston Re-Entrant Type dengan diameter 51,30 mm. Sementara itu, piston W-Type dengan diameter 54,36 mm menghasilkan emisi PM terendah sebesar 0,53764 g/kWh, daya tertinggi sebesar 5,5072 kW, SFC terendah sebesar 0,25325 kg/kWh, dan BMEP terbesar sebesar 6,3209 bar, menandakan performa dan efisiensi terbaik.

Kata Kunci: Mangkuk Piston, Emisi, Performa

***ANALYSIS OF THE EFFECT OF PISTON BOWL SHAPE,
WIDTH, AND DEPTH ON NOX AND PM EMISSIONS AND
PERFORMANCE IN A SHARK R180 DIESEL ENGINE***

Agung Dwi Priono

ABTRACT

Diesel engines are engines that have high efficiency, high power, and low fuel consumption, but all of that must be paid for by the high emissions generated from the diesel engine itself. Several researches have been undertaken with the aim of boosting performance while minimising emissions. One approach involves modifying the shape of the piston bowl. The engine used is a four-stroke single-cylinder Shark R180 with 5.15 kW output rated. The simulation in this study was conducted using the Diesel-RK programme. This study uses 3 types of piston bowls, namely U, W, and Re-Entrant types, with different diameters in each type. With variations of -2mm, -1mm, standard, +1mm, and +2mm. The lowest NOx emission of 1593.4 ppm was achieved by the Re-Entrant Type piston with a diameter of 51.30 mm. Meanwhile, the W-Type piston with a diameter of 54,36 mm produced the lowest PM emissions of 0.53764 g/kWh, the highest power of 5.5072 kW, the lowest SFC of 0.25325 kg/kWh, and the largest BMEP of 6.3209 bar, signifying the best performance and efficiency.

Keywords: Piston Bowl, Emissions, Performance

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Pengaruh Bentuk, Lebar, Dan Kedalaman Mangkuk Piston Terhadap Emisi NOx Dan PM Serta Performa Pada Mesin Diesel Shark R180" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa hasil ini tidak akan tercapai tanpa bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
2. Bapak Fathin Muhammad, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Amir Marasabessy, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moral, material, serta doa yang tidak pernah putus.
5. Teman-teman penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
6. Diri penulis sendiri, atas ketekunan, kerja keras, dan semangat yang terus dijaga meskipun sering dihadapkan pada berbagai tantangan selama proses penyusunan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa depan. Penulis berharap, skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungan, perhatian, dan doa dari semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan atas usaha kita bersama.

Bekasi, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Diesel Engine</i>	8
2.2 <i>Combustion</i>	9
2.3 <i>Piston Bowl</i>	10
2.4 <i>Cylinder Temperature</i>	13
2.5 <i>Cylinder Pressure</i>	14
2.6 <i>Brake Mean Effective Pressure</i>	14
2.7 <i>Power</i>	15
2.8 <i>Specific Fuel Consumption</i>	16
2.9 Regulasi Tentang Emisi	19
2.10 <i>Diesel-RK</i>	21

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Spesifikasi Mesin	24
3.3 Fuel Properties.....	24
3.4 Tahapan Penggunaan Software Diesel-RK	24
3.5 Variasi	31
3.6 Pengumpulan Data	31
3.7 Validasi Simulasi	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Pengaruh Bentuk Mangkuk Piston	34
4.2 Pengaruh Diameter Mangkuk Piston.....	38
BAB 5 KESIMPULAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Persentase Emisi Total NO _x , SO ₂ , HC, dan PM ₁₀ Untuk Mode Operasional Kapal di Pelabuhan Samsun	1
Gambar 2. 1. Shark R180 Diesel Engine.....	8
Gambar 2. 2. Combustion.....	9
Gambar 2. 3. Four Stroke Diesel Engine.....	9
Gambar 2. 4. Tipe Mangkuk Piston.....	10
Gambar 2. 5. Distribusi Temperature di Setiap Bentuk Mangkuk Piston	12
Gambar 2. 6. Tenaga silinder dan SFC untuk tiga jenis piston yang berbeda.	12
Gambar 2. 7. Diagram emisi NO untuk tiga jenis piston yang berbeda	12
Gambar 2. 8. NO _x -PM Trade Off.....	13
Gambar 2. 9. Grafik Hubungan RPM dengan BMEP	15
Gambar 2. 10. Grafik Hubungan RPM dengan Daya Mesin.....	16
Gambar 2. 11. Grafik Hubungan Daya Mesin dengan SFC	17
Gambar 2. 12. Tampilan Diesel-RK	22
Gambar 3. 1. Diagram Alir	23
Gambar 3. 2. Tampilan Awal Software Diesel-RK.....	25
Gambar 3. 3. Langkah ke-2 penggunaan Diesel-RK.....	25
Gambar 3. 4. Langkah ke-3 penggunaan Diesel-RK.....	26
Gambar 3. 5. Langkah ke-4 penggunaan Diesel-RK.....	26
Gambar 3. 6. Langkah ke-5 penggunaan Diesel-RK.....	27
Gambar 3. 7. Langkah ke-6 Penggunaan Diesel-RK.....	27
Gambar 3. 8. Langkah ke-7 Penggunaan Diesel-RK.....	28
Gambar 3. 9. Langkah ke-8 Penggunaan Diesel-RK.....	28
Gambar 3. 10. Langkah ke-9 Penggunaan Diesel-RK.....	29
Gambar 3. 11. Langkah ke-10 Penggunaan Diesel-RK.....	29
Gambar 3. 12. Langkah ke-11 Penggunaan Diesel-RK.....	30
Gambar 3. 13. Langkah ke-12 penggunaan Diesel-RK.....	30
Gambar 3. 14. Table of Engine Parameters	31
Gambar 3. 16. Validasi Tipe W.....	32
Gambar 3. 17. Validasi Tipe Re-entrant.....	33

Gambar 4. 1.	NO_x di setiap mangkuk piston dengan perbedaan diameter	34
Gambar 4. 2.	PM di setiap mangkuk piston dengan perbedaan diameter	35
Gambar 4. 3.	Daya di setiap mangkuk piston dengan perbedaan diameter	36
Gambar 4. 4.	SFC di setiap mangkuk piston dengan perbedaan diameter	37
Gambar 4. 5.	BMEP di setiap mangkuk piston dengan perbedaan diameter.....	38
Gambar 4. 6.	Piston Bowl Diameter vs NO_x	39
Gambar 4. 7.	Piston Bowl Diameter vs PM	40
Gambar 4. 8.	Piston Bowl Diameter vs Power	41
Gambar 4. 9.	Piston Bowl Diameter vs SFC	42
Gambar 4. 10.	Piston Bowl Diameter vs BMEP	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi Untuk Standar EN 590 dan ASTM D975.....	18
Tabel 2. 2. Spesifikasi Untuk Standar Peraturan Kementrian ESDM	19
Tabel 3. 1. Fuel Properties	24
Tabel 3. 2. Variasi Diameter Pada Setiap Tipe Mangkuk Piston	31