

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan serta menganalisis fenomena teknis yang terjadi pada sistem bahan bakar mesin induk kapal, khususnya terkait kebocoran pada *Fuel injection system*. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan kondisi nyata yang terjadi di lapangan serta mengkaji hubungan antara kebocoran bahan bakar dengan penurunan tekanan injeksi dan ketidakstabilan volume bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar.

Pendekatan kualitatif dalam penelitian teknik sangat relevan digunakan untuk memahami fenomena teknis yang terjadi pada sistem mesin melalui observasi langsung, analisis data operasional mesin, serta interpretasi kondisi kerja komponen mesin. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai penyebab gangguan sistem bahan bakar serta dampaknya terhadap kinerja mesin induk kapal

Dalam penelitian teknik mesin laut, pendekatan studi kasus juga sering digunakan untuk menganalisis permasalahan teknis yang terjadi pada sistem mesin kapal secara mendalam berdasarkan kondisi operasional yang nyata. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan serta menentukan langkah perbaikan yang tepat

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kapal tempat peneliti melaksanakan praktek laut (Prala), khususnya pada ruang mesin (engine room) yang mengoperasikan *Main Engine* diesel. Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada adanya fenomena kebocoran bahan bakar pada *Fuel injection system* yang berdampak terhadap sistem injeksi bahan bakar mesin induk kapal.

Penelitian dilakukan selama periode praktek laut yang dilaksanakan oleh peneliti, dimana pada periode tersebut dilakukan pengamatan terhadap kondisi sistem bahan bakar serta kinerja mesin induk kapal. Observasi dilakukan secara langsung terhadap komponen sistem bahan bakar untuk memperoleh data yang relevan dengan permasalahan penelitian.

Penentuan lokasi penelitian yang relevan dengan fenomena yang diteliti merupakan salah satu prinsip penting dalam penelitian studi kasus, karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh data yang lebih akurat dan kontekstual (Mifta et al., 2026)

C. Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari hasil observasi dan pengamatan terhadap sistem bahan bakar mesin induk kapal. Data ini meliputi kondisi *Fuel injection system*, tekanan injeksi bahan bakar, serta stabilitas penyemprotan bahan bakar pada *injector*.

Pengumpulan data primer melalui observasi langsung memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi operasional mesin serta gangguan yang terjadi pada sistem bahan bakar.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain yang berkaitan dengan penelitian, seperti:

- a. manual book mesin induk
- b. engine log book
- c. laporan perawatan mesin

Data sekunder digunakan untuk mendukung analisis terhadap data primer serta memberikan informasi tambahan mengenai spesifikasi dan prosedur perawatan sistem bahan bakar mesin diesel kapal. (Aji & Ahmadi et al., 2024; Dewi et al., 2023)

D. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut.

1. Observasi

Observasi dilakukan selama periode praktik laut pada ruang mesin MT. Mika Zayn. Pengamatan difokuskan pada komponen Fuel Injection System yang meliputi plunger, barrel, seal, roller, delivery valve, tekanan injeksi bahan bakar, putaran mesin (RPM), dan temperatur gas buang. Data dicatat melalui pengamatan langsung, log book mesin, serta dokumentasi foto.

Metode observasi merupakan teknik pengumpulan data yang banyak digunakan dalam penelitian teknik karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh data yang bersifat faktual berdasarkan kondisi nyata di lapangan.

2. Wawancara

Penelitian ini melibatkan lima informan utama yang memiliki tanggung jawab langsung terhadap pengoperasian dan perawatan Main Engine di atas kapal, yaitu Chief Engineer, Second Engineer, Third Engineer, Fourth Engineer, dan Mandor. Pemilihan informan dilakukan menggunakan teknik purposive sampling karena mereka

memiliki pengalaman dan pengetahuan yang relevan terkait sistem bahan bakar mesin induk. Dokumentasi

Metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh data tambahan berupa catatan operasional mesin, laporan perawatan, serta dokumen teknis lainnya yang berkaitan dengan sistem bahan bakar mesin diesel kapal.

Dokumen teknis tersebut dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi operasi mesin serta riwayat perawatan komponen mesin yang diteliti.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif, yaitu dengan cara menguraikan data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk menjelaskan hubungan antara kebocoran bahan bakar pada *Fuel injection system* dengan penurunan tekanan injeksi bahan bakar serta ketidakstabilan volume bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar.

Proses analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Reduksi data, yaitu proses pemilahan data yang relevan dengan fokus penelitian.
2. Penyajian data, yaitu proses penyusunan data dalam bentuk narasi atau tabel sehingga mudah dipahami.
3. Penarikan kesimpulan, yaitu proses interpretasi data untuk menjelaskan hubungan antara fenomena yang diamati dengan teori yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

Tahapan analisis data ini banyak digunakan dalam penelitian kualitatif karena memungkinkan peneliti untuk menginterpretasikan data secara sistematis dan terstruktur.

F. Teknik Keabsahan Data

Untuk memastikan keabsahan data penelitian, dilakukan beberapa teknik validasi data yaitu:

1. Triangulasi Data

Triangulasi dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik ini bertujuan untuk meningkatkan validitas data penelitian dengan memastikan bahwa informasi yang diperoleh memiliki konsistensi antara satu sumber dengan sumber lainnya. (Wulandari et al., 2023)

2. Member Check

Member check dilakukan dengan cara mengkonfirmasi hasil penelitian kepada narasumber atau pihak yang terlibat dalam proses pengumpulan data. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa interpretasi data yang dilakukan oleh peneliti sesuai dengan kondisi yang sebenarnya

G. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan gambaran konseptual yang menjelaskan hubungan antara permasalahan penelitian dengan teori yang digunakan dalam penelitian. Kerangka pikir ini disusun berdasarkan kajian teori pada BAB II mengenai sistem bahan bakar mesin diesel, Bosch *fuel injection pump*, tekanan injeksi bahan bakar, serta proses pembakaran pada mesin diesel kapal.

Kebocoran pada *Fuel injection system* dapat menyebabkan penurunan tekanan injeksi bahan bakar sehingga proses atomisasi bahan bakar menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut dapat menyebabkan ketidakstabilan volume bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar yang pada akhirnya mempengaruhi proses pembakaran serta kinerja mesin induk kapal. (Anugrah et al., 2021; Sapan et al., 2019)

H. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam proses penelitian untuk memperoleh data yang diperlukan dalam menjawab permasalahan penelitian.

Rancangan penelitian dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Identifikasi Permasalahan

Mengidentifikasi gangguan pada sistem bahan bakar mesin induk yang disebabkan oleh kebocoran pada *Fuel injection system*.

2. Studi Literatur

Melakukan kajian terhadap berbagai literatur ilmiah yang berkaitan dengan sistem bahan bakar mesin diesel, *Fuel injection system*, tekanan injeksi bahan bakar, dan proses pembakaran mesin diesel.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui:

- a. observasi langsung di ruang mesin kapal
- b. wawancara dengan engineer kapal
- c. dokumentasi operasional mesin

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif untuk menjelaskan hubungan antara kebocoran Bosch pump dengan penurunan tekanan injeksi bahan bakar dan ketidakstabilan volume bahan bakar.

5. Penarikan Kesimpulan

Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari penelitian.

I. Jadwal Penelitian

Berikut contoh jadwal penelitian skripsi.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Juli (2025)	Agustus(2025)	September(2025)	Oktober(2025)	Desember(2025)	Februari (2026)	April(2026)
1	Diskusi buku referensi							
2	Membahas judul							
3	Penelitian judul dan bimbingan							
4	Penyusunan dan bimbingan materi proposal							
6	Seminar Proposal							
7	Penyusunan data dan gambar							

	yang sudah didapatk an di lapanga n							
8	Melanjut kan pembuat an hasil penelitia n							
9	Seminar hasil							

J. Novelty dan Research Gap

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak membahas mengenai optimasi sistem injeksi bahan bakar untuk meningkatkan efisiensi pembakaran mesin diesel. Namun penelitian yang secara khusus membahas dampak kebocoran pada *Fuel injection system* terhadap tekanan injeksi bahan bakar serta stabilitas volume bahan bakar pada mesin diesel kapal masih relatif terbatas.

Selain itu, sebagian penelitian yang ada lebih fokus pada mesin diesel darat atau mesin kendaraan, sedangkan penelitian yang mengkaji fenomena tersebut pada mesin diesel kapal dalam kondisi operasional nyata di kapal masih jarang dilakukan.

Kebaruan (novelty) dalam penelitian ini terletak pada:

Penelitian ini memiliki kebaruan karena tidak hanya mengidentifikasi kebocoran *Fuel injection system*, tetapi juga membuktikan secara nyata di kapal hubungan kausal berantai dari kebocoran hingga penurunan kinerja *main engine* yang belum banyak dikaji pada penelitian sebelumnya

K. Instrumen Penelitian (Template Kuesioner)

Kuesioner digunakan untuk memperoleh informasi tambahan dari awak kapal mengenai kondisi sistem bahan bakar dan perawatan *Fuel injection system*.

Petunjuk Pengisian

Berikan tanda (✓) pada jawaban yang sesuai dengan kondisi yang Anda ketahui.

Tabel 3.1 Tabel Wawancara

No	Pertanyaan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju
1	apakah kebocoran pada <i>Fuel injection system</i> merupakan gangguan yang sering terjadi pada sistem bahan bakar <i>Main Engine</i> ?				
2	Apakah menurut bas dan mandor keausan komponen seperti plunger, seal, dan roller dapat menyebabkan kebocoran bahan bakar?				
3	Apakah kurangnya perawatan berkala dapat meningkatkan risiko kebocoran?				
4	Apakah kebocoran dapat menyebabkan penurunan tekanan injeksi bahan bakar?				
5	Apakah penurunan tekanan injeksi mempengaruhi atomisasi bahan bakar?				
6	Apakah atomisasi yang tidak optimal menyebabkan pembakaran tidak sempurna?				

7	Apakah kurangnya perawatan berkala dapat meningkatkan risiko kebocoran?				
8	Apakah perawatan berkala (PMS) penting untuk menjaga sistem bahan bakar?				

L. Fishbone Penelitian

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisis data yang dilakukan di atas kapal MT. Mika Zayn, penyebab terjadinya penurunan kinerja Main Engine akibat kebocoran Fuel Injection System dapat dianalisis menggunakan metode Fishbone Diagram (Ishikawa) yang mencakup enam faktor utama, yaitu Man, Machine, Method, Material, Measurement, dan Environment.

Faktor Machine (mesin) merupakan faktor yang paling dominan dalam penelitian ini. Hasil pengamatan menunjukkan adanya keausan pada komponen Bosch Pump, seperti plunger, barrel, roller, seal (O-ring), dan delivery valve. Keausan tersebut menyebabkan bertambahnya celah antar komponen sehingga bahan bakar bertekanan tinggi mengalami kebocoran sebelum mencapai injector. Akibatnya, tekanan injeksi menurun dan proses atomisasi bahan bakar menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut berdampak pada pembakaran yang tidak sempurna dan akhirnya menurunkan performa Main Engine.

Faktor Method (metode) juga turut berpengaruh terhadap terjadinya kebocoran Fuel Injection System. Pelaksanaan Planned Maintenance System (PMS) yang kurang optimal menyebabkan beberapa komponen mengalami keausan sebelum dilakukan penggantian. Selain itu, inspeksi berkala terhadap kondisi Bosch Pump dan pengukuran tekanan injeksi belum dilakukan secara

maksimal sehingga tanda-tanda awal kerusakan tidak segera terdeteksi.

Dari faktor Man (manusia), kurangnya pengawasan dan evaluasi terhadap kondisi komponen Fuel Injection System menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan yang berlanjut. Meskipun awak mesin telah melaksanakan perawatan rutin, identifikasi dini terhadap keausan komponen masih perlu ditingkatkan agar potensi kebocoran dapat dicegah sebelum memengaruhi kinerja mesin.

Faktor Material (bahan) juga memberikan kontribusi terhadap terjadinya permasalahan. Perubahan penggunaan bahan bakar dari Heavy Fuel Oil (HFO) ke Marine Diesel Oil (MDO) menyebabkan perubahan karakteristik pelumasan pada sistem injeksi. Kemampuan pelumasan MDO yang lebih rendah dibanding HFO dapat mempercepat keausan komponen Bosch Pump apabila tidak diimbangi dengan pengawasan dan perawatan yang memadai.

Selanjutnya, faktor Measurement (pengukuran) berhubungan dengan kurang optimalnya pemantauan parameter operasional mesin, seperti tekanan injeksi bahan bakar, temperatur gas buang, dan putaran mesin (RPM). Keterlambatan dalam mendeteksi perubahan parameter tersebut menyebabkan gangguan pada sistem injeksi tidak segera diketahui sehingga kerusakan berkembang menjadi lebih serius.

Faktor terakhir adalah Environment (lingkungan operasi). Kondisi ruang mesin yang memiliki temperatur tinggi, getaran mesin yang terus-menerus, serta beban operasi kapal yang berubah-ubah dapat mempercepat proses keausan komponen Fuel Injection System. Lingkungan kerja yang berat tersebut menyebabkan komponen Bosch Pump bekerja pada kondisi yang lebih ekstrem sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya kebocoran.

Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa akar penyebab utama penurunan kinerja Main Engine adalah keausan komponen Bosch Pump, khususnya plunger dan barrel, yang menyebabkan kebocoran bahan bakar dan penurunan tekanan injeksi. Faktor-faktor lain seperti metode perawatan, pengawasan awak mesin, karakteristik bahan bakar, sistem pengukuran, dan kondisi lingkungan operasi berperan sebagai faktor pendukung yang mempercepat terjadinya permasalahan tersebut. Oleh karena itu, penerapan perawatan preventif yang lebih efektif, inspeksi berkala, serta pemantauan parameter operasional secara rutin sangat diperlukan untuk menjaga keandalan Fuel Injection System dan kinerja Main Engine.

