

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE*
TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES
BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK DERAWAN**



MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI
NIT. 22.36.306.2.024

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE*
TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES
BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK DERAWAN**



MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI
NIT. 22.36.306.2.024

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI

Nomer Induk Taruna : 22.36.306.2.024

Program studi : D-IV TRPK

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE* TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK DERAWAN

Merupakan karya asli dan seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri, Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 25 FEBRUARI 2026



MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI
NIT. 22.36.306.2.024

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH METODE PENGOPERASIAN CRANE
TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES
BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK
DERAWAN

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : Mukhammad Fajar Wahyu Isnani

NIT : 22363062024

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / ~~Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 28 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Nasri, M.T., M.Mar.E)
NIP. 197111241999031001

Dosen Pembimbing II



(Sigit Purwanto, S.Psi., M.M)
NIP. 198006182008121001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E)
NIP. 19690531200312001

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH METODE PENGOPERASIAN CRANE
TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES
BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK
DERAWAN

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesianan Kapal

Nama : Mukhammad Fajar Wahyu Isnani

NIT : 22363062024

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / ~~Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 28 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Nasri, M.T., M.Mar.E)
NIP. 197111241999031001

(Sigit Purwanto, S.Psi., M.M)
NIP. 19*006182008121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E)
NIP. 19690531200312001

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE* TERHADAP KINERJA
GENERATOR SAAT PROSES BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK**

DERAWAN

Disusun oleh:

**MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI
NIT. 22363062024**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 27 Mei 2024

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E

Penata TK. 1 (III/d)

NIP. 197605282009122002

Dosen Penguji II



Nasri, M.T., M.Mar.E

Penata TK. 1 (III/d)

NIP. 197111241999031001

Dosen Penguji III



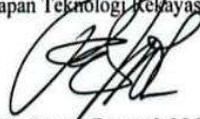
Dr. Ardhiana Puspitacandri, S.Psi., M.Psi.

Penata TK. 1 (III/d)

NIP. 198203022006041001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Kelayakan Permesinan Kapal



Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E

Penata TK. 1 (III/d)

NIP. 197605282009122002

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH METODE PENGOPERASIAN CRANE TERHADAP KINERJA
GENERATOR SAAT PROSES BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK
DERAWAN**

Disusun oleh:

MUKHAMMAD FAJAR WAHYU ISNANI
NIT. 22 36 306 2 024

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 25 Februari 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



(AGUS PRAWOTO, S. Si.T., M.M.)
NIP. 197808172009121001

Dosen Penguji II



(NASRI, M.T., M.Mar.E.)
NIP. 197111241999031001

Dosen Penguji III



(SHOFA DAI ROBBI, S.T.M.T.)
NIP. 197111241999031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E.)
NIP. 19690531200312001

ABSTRAK

Mukhammad Fajar Wahyu Isnani, Pengaruh Metode Pengoperasian *Crane* Terhadap kinerja generator saat proses bongkar muat pada kapal CTS Bulk Derawan. Politeknik Pelayaran Surabaya. Di bimbing oleh Nasri, M.T., M..Mar.E. dan Sigit Purwanto, S.Psi., M.M.

Kegiatan bongkar muat pada kapal floating crane menuntut keandalan sistem peralatan dan pembangkit listrik kapal, terutama generator sebagai sumber utama tenaga listrik. Kapal CTS Bulk Derawan milik PT *Asian Bulk Logistic* dilengkapi dengan dua unit *crane* berkapasitas besar yang dalam operasinya sering dijalankan secara bersamaan untuk mengejar target produktivitas bongkar muat. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan peningkatan beban listrik yang signifikan sehingga dapat memengaruhi kinerja generator. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode pengoperasian crane terhadap kinerja generator selama proses bongkar muat serta menentukan metode pengoperasian yang paling efisien pada Kapal CTS Bulk Derawan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen murni (*true experimental design*) melalui desain *pre-test* dan *post-test control group*. Data diperoleh secara langsung di lapangan dengan membandingkan kinerja generator pada beberapa variasi metode pengoperasian *crane*, yaitu pengoperasian satu *crane* dan pengoperasian dua *crane* secara bersamaan. Parameter kinerja generator yang dianalisis meliputi beban listrik, kestabilan tegangan dan frekuensi, serta temperatur kerja mesin. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan uji *ANOVA* satu arah untuk mengetahui perbedaan rata-rata kinerja generator berdasarkan metode pengoperasian *crane*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengoperasian *crane* 1 dan *crane* 2 secara bersamaan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja generator. Pengoperasian simultan menyebabkan peningkatan beban listrik dan fluktuasi parameter kerja generator dibandingkan dengan pengoperasian secara bergantian. Meskipun demikian, metode ini lebih efisien dari sisi waktu dan produktivitas bongkar muat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian crane secara simultan memiliki dampak nyata terhadap kinerja generator, sehingga diperlukan pengelolaan beban, koordinasi operator, serta penerapan prosedur operasional yang tepat untuk menjaga keandalan sistem kelistrikan kapal.

Kata kunci : *Crane*, Generator, Bongkar Muat, *Floating Crane*, Kinerja Generator.

ABSTRACT

Mukhammad Fajar Wahyu Isnani, The Effect of Crane Operating Methods on Generator Performance during Loading and Unloading Operations on the CTS Bulk Derawan Vessel. Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Nasri, M.T., M.Mar.E. and Sigit Purwanto, S.Psi., M.M.

Loading and unloading activities on floating crane vessels require high reliability of onboard equipment and electrical power generation systems, particularly generators as the main source of electrical energy. The CTS Bulk Derawan vessel owned by PT Asian Bulk Logistic is equipped with two large-capacity cranes that are frequently operated simultaneously to achieve loading and unloading productivity targets. This operating condition has the potential to cause a significant increase in electrical load, which may affect generator performance. Therefore, this study aims to analyze the effect of crane operating methods on generator performance during loading and unloading operations and to determine the most efficient crane operating method on the CTS Bulk Derawan vessel. This research employed a quantitative approach using a true experimental design with a pre-test and post-test control group. Data were collected directly in the field by comparing generator performance under several crane operating methods, namely single-crane operation and simultaneous operation of two cranes. The generator performance parameters analyzed included electrical load, voltage and frequency stability, and engine operating temperature. The collected data were then analyzed using a one-way Analysis of Variance (ANOVA) to determine differences in the average generator performance based on the crane operating method. The results indicate that the simultaneous operation of Crane 1 and Crane 2 has a significant effect on generator performance. Simultaneous operation results in increased electrical load and greater fluctuations in generator operating parameters compared to alternating crane operation. However, this method is more efficient in terms of time and loading and unloading productivity. It can therefore be concluded that simultaneous crane operation has a significant impact on generator performance, highlighting the need for proper load management, operator coordination, and the implementation of appropriate operational procedures to maintain the reliability of the vessel's electrical power system.

Keywords : *Crane, Generator, Loading and Unloading, Floating Crane, Generator Performance.*

KATA PENGANTAR

Segala puja serta puji syukur atas kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia, berkah dan rahmatnya dengan ini peneliti dapat menyusun karya tulis ilmiah yang berjudul “PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE* TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES BONGKAT MUAT PADA KAPAL BULK DERAWAN”. Skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk dapat menyelesaikan Program Pendidikan sarjana terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Dalam menyelesaikan pengerjaan penyusunan skripsi ini peneliti mendapat banyak dukungan, baik mental maupun fisik sehingga memotivasi peneliti untuk secepatnya menyelesaikan skripsi ini, dengan penuh rasa hormat peneliti mengucapkan terimakasih yang paling dalam kepada

1. Bapak Moejiono, M.T.,M.Mar.E sebagai Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M..Pd. sebagai Ketua Jurusan TRPK
3. Bapak Nasri, M.T., M..Mar.E sebagai Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing peneliti dalam sistematika penelitian karya ilmiah
4. Bapak Sigit Purwanto, S.Psi., M.M selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membimbing peneliti dalam sistematika penelitian karya ilmiah
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan kepada peneliti selama menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya.
6. Bapak Mustakim dan Ibu Lilik Suwarti yang selalu mendukung baik secara moril maupun materiil dan senantiasa medoakan peneliti sehingga dapat menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan lancar dan tidak terhalang kendala apapun.
7. Untuk seluruh sahabat peneliti yang selalu memberikan semangat serta motivasi untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah ini, demikian kata pengantar dari segala peneliti, dengan rendah hati peneliti menyadari banyak kekurangan dalam penelitian, maka dari itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat lebih menyempurnakan penelitian ini dan dapat berguna untuk memberikan manfaat bagi peneliti, pembaca, dan dapat menjadi literasi untuk semua kalangan luar maupun di ruang lingkup Politeknik Pelayaran Surabaya.
8. Seluruh Officer dan crew Kapal Bulk Derawan yang telah memberikan bimbingan, motivasi, serta ilmunya selama melaksanakan praktek laut selama satu tahun ini.
9. Peneliti juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, baik yang berasal dari lingkungan pendidikan maupun di luar lingkungan akademik, atas segala bentuk bantuan, dukungan, saran, serta

kontribusi yang telah diberikan selama proses penyusunan karya tulis ilmiah ini. Semoga segala kebaikan dan perhatian yang diberikan memperoleh balasan yang sepadan serta menjadi nilai kebaikan yang bermanfaat di kemudian hari.

Surabaya, 25 Februari 2026

Mukhammad Fajar Wahyu Isnani
NIT. 22.36.306.2.024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LatarBelakangPenelitian	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	6
B. Landasan Teori.....	8
1. Pengertian Pengaruh	8

2. Pengertian metode.....	8
3. Pengertian pengoperasian.....	9
4. <i>Crane</i> Kapal.....	9
5. Generator.....	11
6. <i>Caterpillar 3512B</i>	16
7. <i>Floating Crane</i>	18
8. Bongkar Muat.....	19
9. <i>Conveyor</i> Dan <i>Hopper</i>	20
C. Kerangka Penelitian.....	22
D. Hipotesis.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Jenis Penelitian.....	24
1. Langkah-Langkah Eksperimen.....	24
B. Lokasi/ Waktu Penelitian.....	26
1. Waktu Penelitian.....	26
2. Tempat Penelitian.....	26
C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data.....	26
1. Sumber Data.....	26
2. Teknik Pengumpulan Data.....	26
D. Teknik Analisis Data.....	29
1. Statistik Deskriptif.....	29
2. Uji Normalitas.....	29
3. Uji Homogenitas.....	30
4. Statistik <i>ANOVA (Analysis of Variance)</i>	30
5. Uji <i>Post Hoc</i>	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian/subjek penelitian.....	32
B. Hasil Penelitian	33
1. Statistik Deskriptif	33
2. Uji Normalitas.....	34
3. Uji Homogenitas	35
4. Uji <i>Anova</i> Satu Arah (Rancangan Acak Lengkap)	36
5. Uji <i>Post Hoc</i>	38
C. Pembahasan.....	39
BAB V PENUTUP.....	45
A. Kesimpulan	45
B. Implikasi.....	46
C. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	50
DAFTAR LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Stuji Crane</i>	10
Tabel 2.3 <i>Nameplate Caterpillar 3512B</i>	18
Tabel 4.1 Tabel Statistik Deskriptif.....	33
Tabel 4.2 Tabel Uji Normalitas.....	34
Tabel 4.3 Tabel Uji Homogenitas.....	35
Tabel 4.4 Tabel Uji <i>Anova</i> satu arah (rancangan acak lengkap).....	36
Tabel 4.5 Tabel Uji <i>Post Hoc</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Stuji Crane</i>	10
Gambar 2.2 Diagram Skematik Generator AC	12
Gambar 2.3 <i>Caterpillar 3512B</i>	17
Gambar 2.4 <i>Floating Crane CTS Bulk Derawan</i>	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ship Particular</i>	52
Lampiran 2 <i>Crewlist</i>	53
Lampiran 3 Spesifikasi <i>Caterpillar 3512B Diesel Engine</i>	54
Lampiran 4 Spesifikasi Spesifikasi <i>Stuji Crane</i>	55
Lampiran 5 Spesifikasi Sistem <i>Loading Transshipment Platform</i>	56
Lampiran 6 Spesifikasi Sistem Hidraulic (<i>HPU</i>).....	57
Lampiran 7 Spesifikasi Sistem Pendukung & Kontrol	58
Lampiran 8 tabel parameter generator 2 dan 3 saat proses bongkar muat	59
Lampiran 9 Dokumentasi paramater generator pada <i>engine monitor display</i>	61

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Kapal merupakan salah satu transportasi yang paling umum digunakan di dunia. Kapal juga menjadi kekuatan utama roda perekonomian dunia, selain kapal yang digunakan untuk tujuan perjalanan baik dalam perjalanan membawa penumpang atau membawa bahan mentah atau pangan, ada jenis kapal lain yang berbeda, salah satunya adalah kapal *Floating Crane*, kapal ini merupakan kapal yang digunakan untuk membantu memindahkan muatan dari tongkang ke dalam palka *Mother Vessel* di area muara pantai.

Dalam era globalisasi serta perkembangan industri yang sangat cepat dan pesat, kebutuhan terhadap sistem bongkar muat yang efisien dan juga handal menjadi hal yang sangat penting. Hal ini diakibatkannya meningkatnya permintaan atau pesanan terhadap material di berbagai sektor, terutama dalam industri dibidang energi. PT *Asian Bulk Logistic* merupakan salah satu perusahaan yang menyediakan jasa logistic atau bongkar muat, khususnya dalam pengangkutan atau bongkar muat batubara di area Berau Kalimantan Timur.

Dengan armada *floating crane* yang memadai dan modern, PT *Asian Bulk Logistic* dapat melakukan operasi bongkar muat dengan cepat serta ketepatan yang tinggi. Armada ini dirancang khusus untuk melakukan operasi di berbagai kondisi geografis, termasuk lokasi yang sulit dijangkau dengan alat berat konvensional. Kelebihan ini memberikan fleksibilitas yang sangat diperlukan

untuk memenuhi kebutuhan akan bongkar muat terhadap material energy seperti batubara.

Dengan tuntutan serta target yang harus dipenuhi tiap tahunnya, kelancaran operasi sangat diperlukan dalam kegiatan bongkar muat, dalam melakukan bongkar muat, kondisi peralatan serta permesinan tentu harus dalam kondisi prima, seluruh crew harus memastikan semua peralatan dirawat serta dioperasikan dengan baik dan benar, kapal *floating crane* menggunakan generator sebagai pembangkit sumber listrik, selain generator, diatas kapal *floating crane* terdapat peralatan bongkar muat yang berbeda pada selayaknya kapal umumnya, pada kapal *floating crane* dilengkapi peralatan bongkar muat seperti *crane* yang berukuran besar, *hopper*, dan *conveyor* yang berfungsi untuk membawa batubara yang sudah di muat kedalam hopper menuju palka *mother vessel*.

Saat operasi bongkar muat batubara pada satu kapal besar. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi seluruh muatan kapal hampir memakan waktu tiga hari lamanya yang terus beroperasi dua puluh empat jam tanpa henti. Maka dari itu setiap ada waktu kesempatan *waiting* dalam arti menunggu tongkang atau menunggu perintah memuat kapal lainnya, *maintenance* harus dilakukan secara maksimal untuk memastikan semua peralatan dan mesin dalam kondisi optimal sehingga saat dilakukan operasi bongkar muat tidak terjadi suatu kendala yang dapat membuat operasi bongkar muat terhenti sehingga menyebabkan keterlambatan waktu selesai bongkar yang berakibat penurunan *performance* serta kerugian akibat waktu yang terbuang akibat suatu *problem*.

Selain proses *maintenance* yang harus dilakukan sebaik mungkin, saat proses operasi juga harus dilakukan sebaik-baiknya dikarenakan proses operasi yang buruk juga dapat mempengaruhi kondisi peralatan serta permesinan yang ada sehingga dapat menimbulkan masalah teknis. Seperti halnya pengoperasian *crane* yang membutuhkan daya yang tinggi, salah satu armada milik perusahaan PT. *Asian Bulk Logistic* yaitu CTS bulk Derawan, merupakan salah satu kapal *floating crane* yang digunakan untuk proses bongkar muat, memiliki dua *crane* besar dengan pabrikan *Tsuji Heavy Industries Japan* dan tiga set generator pabrikan *Caterpillar* bertipe 3512, serta *conveyor* dan *hopper* yang digunakan untuk memindahkan muatan kedalam kapal besar secara stabil. Pada saat operasi bongkar muat sering terdengar suara mesin yang mendengung dari biasanya. Ketika diamati, suara mendengung pada mesin generator terjadi ketika dua *crane* beroperasi mengangkat muatan secara bersamaan, hal ini terjadi karena operator *crane* berfokus pada pengoperasian unitnya sendiri, sehingga secara tidak sengaja terkadang membuat kedua *crane* mengangkat kargo secara bersamaan serta kurangnya kesadaran terhadap dampak yang terjadi pada kinerja generator, hal ini pernah dicurigai menjadi penyebab generator mengalami *overheat* oleh *Chief Engineer* CTS Bulk Derawan, akibat permasalahan yang terjadi pada mesin generator saat proses operasi bongkar muat khususnya ketika pengangkatan dua *crane* secara bersamaan maka dari itu pada penelitian ini akan mengambil judul “PENGARUH METODE PENGOPERASIAN *CRANE* TERHADAP KINERJA GENERATOR SAAT PROSES BONGKAR MUAT PADA KAPAL CTS BULK DERAWAN”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, dengan demikian peneliti mengambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh metode pengoperasian *crane* terhadap kinerja generator selama proses bongkar muat pada kapal CTS Bulk Derawan?
2. Metode pengoperasian *crane* apa yang paling efisien saat proses bongkar muat pada kapal CTS Bulk Derawan

C. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang di kemukakan, dengan demikian batasan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus saat proses bongkar muat pada kapal CTS Bulk Derawan tanpa membandingkan kapal lain.
2. Analisis akan difokuskan pada kinerja dua generator sinkron saat pengoperasian pemindahan muatan dengan dua crane mengangkat secara bersamaan yang mencakup seperti tegangan, arus, suhu generator dan gas buang
3. Penelitian dilakukan saat proses bongkar muat.
4. Penelitian ini hanya berfokuskan pada *crane* pabrikan *Stuji Heavy Industries Japan* tanpa membedakan jenis crane lainnya.
5. Faktor eksternal seperti lawanya waktu bongkar muat, berat batubara yang diangkat, cuaca, serta grafitasi tidak akan dianalisis secara mendalam.
6. Penelitian ini hanya mengambil data dari catatan operasional dan pengukuran teknis dengan alat ukur yang tersedia di *device* yang terpasang.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian Karya Ilmiah Terapan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh metode pengoperasian *crane* secara terhadap kinerja generator selama proses bongkar muat pada kapal CTS Bulk Derawan.
2. Untuk memberikan rekomendasi terbaik terhadap pengoperasian *crane* kepada operator *crane* CTS Bulk Derawan guna menjaga agar peralatan dan mesin dalam kondisi prima, sehingga tidak mengganggu proses operasi bongkar muat.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teoritis mengenai pengoperasian *crane* yang baik terhadap kinerja generator serta meningkatkan efisiensi.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis operasional yang terbaik dalam pengoperasian *crane* saat bongkar muat. Terutama pada kinerja generator sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya masalah teknis sehingga mengganggu proses operasi bongkar muat, khususnya pada kapal Bulk Derawan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Untuk menyusun kerangka pemikiran yang jelas untuk perumusan masalah yang ingin diteliti, *review* penelitian sebelumnya memberikan penjelasan tentang teori yang mendasari temuan dan bahan penelitian lainnya yang diperoleh dari bahan acuan. Dalam ulasan, pembaca akan menemukan ulasan, rangkuman, dan pemikiran yang ditulis tentang topik yang dibahas dari berbagai sumber pustaka, seperti buku, artikel, dan informasi dari internet. Tabel evaluasi penelitian sebelumnya disajikan di bawah ini.

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Nama	Judul	Metode	Hasil
1	I Made Aditya Nugraha, Febi Luthfiani, Grangsang Sotyaramadhani, Muhamad Amril Idrus	Analisis Konsumsi Energi Listrik dan Bahan Bakar KMP. XYZ dalam Mendukung Operasi Pelayaran di Nusa Tenggara Timur	Metode deskriptif kuantitatif , dengan teknik observasi langsung, wawancara ABK, serta pengukuran beban listrik dan konsumsi bahan bakar generator kapal	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembebanan generator masih berada dalam batas aman dengan rata-rata 8,76%. Konsumsi bahan bakar generator sebesar 200,34 liter/hari dinilai efisien dan mencukupi. Pengoperasian generator secara bergantian terbukti meningkatkan efisiensi, keandalan, serta mencegah terjadinya overheat pada sistem kelistrikan kapal

No	Nama	Judul	Metode	Hasil
2	Lutfi Adi Prabowo, Abdi Seno, Darul Prayogo	Pengaruh Operasional Kapal dan Pengoperasian Generator terhadap Beban Daya Listrik	Metode kuantitatif , menggunakan analisis deskriptif, uji korelasi Pearson, regresi linier sederhana dan berganda dengan bantuan software SPSS untuk menganalisis pengaruh kondisi operasional kapal dan pengoperasian generator terhadap beban daya listrik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi operasional kapal berpengaruh negatif terhadap beban daya listrik sebesar 4,2%, sedangkan pengoperasian generator berpengaruh positif sebesar 1,1%. Secara simultan, kondisi operasional kapal dan pengoperasian generator memberikan pengaruh positif terhadap beban daya listrik sebesar 4,4%, sementara sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar variabel penelitian
3	Estu Nur Wijayanti	Analisis Perubahan Beban Terhadap Kinerja Generator Pada PT. Pembangkit Jawa Ba;o (PJB) – Unit Pembangkit Gresik	Metode kuantitatif , menggunakan analisis deskriptif dan pengukuran langsung terhadap variasi beban generator, meliputi tegangan, arus, frekuensi, dan daya selama pengoperasian	Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan beban generator berpengaruh langsung terhadap penurunan kinerja generator, yang ditandai dengan fluktuasi tegangan dan frekuensi serta peningkatan arus kerja. Beban yang mendekati kapasitas maksimum menyebabkan generator bekerja lebih berat sehingga berpotensi menurunkan efisiensi dan keandalan sistem kelistrikan kapal

Sumber : Diolah peneliti 2024

B. Landasan Teori

Teori merupakan kumpulan konsep atau definisi yang akan menjadi dasar penelitian. Teori harus kuat karena menjadi dasar penelitian. Tanpa dasar teori yang baik, benar, dan tepat, penelitian hanya akan menjadi tidak dasar. Dalam teori, pondasi adalah dasar dari sebuah bangunan; dasar yang kuat akan mendukung bangunan di atasnya, dan dasar yang lemah akan mendukung bangunan di atasnya. Oleh karena itu, landasan teori sangat penting untuk penelitian. Agar lebih mudah bagi kita untuk memahaminya, teori atau pendapat yang akan dikemukakan dalam landasan teori harus benar-benar teori yang telah diuji secara ilmiah dan bukan hanya pendapat dari para ahli.

1. Pengertian Pengaruh

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengertian pengaruh adalah daya yang ada atau timbul dari sesuatu (orang, benda) yang ikut membentuk watak, kepercayaan, atau perbuatan seseorang. Pengaruh dapat diartikan sebagai variabel atau faktor eksternal maupun internal yang memiliki kontribusi signifikan terhadap perubahan atau respons pada sistem atau obyek. Pengaruh ini dapat diukur secara kualitatif maupun kuantitatif, tergantung pada parameter yang digunakan dalam proses analisis atau evaluasi. (<https://kbbi.web.id/pengaruh> (Di akses tanggal 13 Januari 2026))

2. Pengertian metode

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Metode adalah Metode adalah suatu cara atau langkah-langkah yang tersusun secara

sistematis untuk melaksanakan suatu pekerjaan sehingga hasilnya sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Dengan menggunakan metode, setiap kegiatan dapat dilakukan secara lebih terarah, efisien, dan mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat. Metode yang baik tidak hanya membantu mencapai sasaran dengan lebih cepat, tetapi juga meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kualitas hasil kerja. Oleh karena itu, penerapan metode yang tepat menjadi bagian penting dalam setiap proses perencanaan dan pelaksanaan kegiatan agar tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai secara optimal.

3. Pengertian pengoperasian

Pengoperasian adalah suatu proses menjalankan, mengendalikan, atau menggunakan suatu sistem, alat, atau kegiatan agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

4. *Crane* Kapal

Crane kapal merupakan suatu alat bongkar muat yang dirancang secara khusus di atas kapal yang digunakan sebagai alat pengangkat. *crane* beroperasi dengan mengangkat suatu material dengan dipindahkan secara horizontal, kemudian material akan diturunkan di tempat yang diinginkan. (Vega F. Andromeda & Danang Wahyu Pratama, 2018)

a. *Tsuji Crane*

Tsuji Crane merupakan jenis crane yang banyak digunakan di dunia perkapalan atau lingkungan pelayaran untuk kegiatan pemuatan dan operasi pemindahan kargo. *Crane* ini dirancang dengan menggunakan teknologi elektrik dan memiliki berbagai tipe

seperti *horizontal luffing crane*, *bulk carrier crane*, *gondola crane*, dan *floating crane*. *Tsuji Crane* terkenal luas karena kekuatan dan kemampuan mengangkat beban secara efisien di lingkungan laut. *crane* ini sering dilengkapi dengan sistem kontrol yang kompleks termasuk *limit switch* untuk pengoperasian yang presisi dan aman.



Gambar 2.1: *Tsuji Crane* BEIS 3526
Sumber : Koleksi peneliti

1) Spesifikasi *Tsuji Crane*

Tabel 2.2 Spesifikasi *Tsuji Crane*

Parameter	Nilai / Deskripsi
Model	BEIS 3526 – <i>Four-rope grab type deck crane</i>
Kapasitas (<i>Hook Mode</i>)	35 ton (termasuk <i>lifting beam</i> 2 ton)
Kapasitas (<i>Grab Mode</i>)	35 ton / 30 ton (tergantung mode)
Kecepatan <i>Hoisting</i>	65 m/min (beban penuh) / 81 m/min (beban rendah)
Kecepatan <i>Lowering</i>	81 m/min
Kecepatan <i>Grab Closing/Opening</i>	65 m/min / 81 m/min (serupa <i>hoisting</i>)
Waktu <i>Luffing</i>	±30 detik (35 ton mode) / ±33 detik (30 ton mode)
Kecepatan <i>Slewing</i>	Rata-rata 1.5 rpm
Jangkauan Kerja (Radius)	Maks. 26 m – Min. 8 m (<i>hook</i>) / Maks. 27 m (<i>grab</i> 30 ton)
Sudut <i>Slewing</i>	360° bebas
Jarak <i>Hoist</i> (Tinggi)	35 m pada radius minimal
Sertifikasi & Regulasi	BV (Bureau Veritas), berdasarkan AWWF (<i>Marine Orders, Part 32</i>)
Kondisi Desain (Kapal)	Heel 5°, Trim 2°
Suhu Operasi	-15°C s/d +45°C
Suhu Desain	-10°C s/d +45°C
Sumber Daya Listrik	AC 440V, 60Hz, 3φ (utama) ; AC 220V, 60Hz, 1φ (<i>space heater</i>)
Motor Listrik (<i>Hoisting</i>)	AC 230 kW, ED 60%

Parameter	Nilai / Deskripsi
Motor Listrik (<i>Grabbing</i>)	AC 230 kW, ED 60%
Motor Listrik (<i>Luffing</i>)	AC 160 kW, ED 30%
Motor Listrik (<i>Slewing</i>)	AC 65 kW × 2, ED 30%
Sistem Pengumpul Listrik	Slip ring
Sistem Kontrol	<i>Inverter AC drive (Fuji Electric)</i>
Sistem Keselamatan	<i>Overload limit, limit switches (upper/lower/slow down), rope slack prevention, emergency stop, dll.</i>
Struktur Utama	<i>Welded steel construction (slewing post, jib, pedestal)</i>
Bearing Slewing	<i>Internal gear type dengan pinion drive</i>
Sistem Pelumasan	<i>Oil bath (gear), grease manual/centralized (slewing bearing, wire rope)</i>
Garansi	18 bulan sejak pengiriman atau 12 bulan sejak operasi, mana yang lebih dahulu (khusus produk PARAMAX DRIVE)
Kualitas & Sertifikasi	ISO9001:2000 (<i>certificate No. YKA0955805, LRS</i>)

Sumber : (*Tsuji Heavy Industries Co., 2010*)

5. Generator

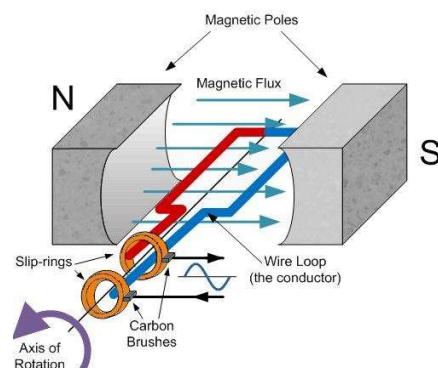
Generator merupakan permesinan bantu yang berfungsi sebagai alat untuk menghasilkan tenaga listrik dimana kemudian dihubungkan ke dalam komponen untuk didistribusikan sebagai sumber kelistrikan atau *electricity sources*, berdasarkan fungsi permesinan bantu di atas kapal yang berfungsi sebagai penghasil tenaga listrik.(Aditya, 2022).

a. Prinsip kerja generator

Diesel generator merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik tersebut dihasilkan oleh mesin diesel yang memanfaatkan proses pembakaran bahan bakar solar di dalam ruang bakar. Proses ini menghasilkan tenaga putar yang kemudian digunakan untuk menggerakkan rotor pada alternator, sehingga timbul gaya gerak listrik (GGL) yang menjadi sumber energi listrik. Tenaga listrik yang

dihasilkan oleh diesel generator dapat berupa arus bolak-balik (*AC*) maupun arus searah (*DC*), tergantung pada jenis dan konstruksi alternator yang digunakan. Dalam sistem pembangkit tenaga listrik, diesel generator umumnya menghasilkan arus bolak-balik yang kemudian dapat disesuaikan dengan kebutuhan melalui sistem penyearah atau regulator tegangan.

Prinsip dasar kerja diesel generator berkaitan erat dengan Hukum *Faraday* tentang Induksi elektromagnetik, yang menyatakan bahwa apabila sebuah penghantar berada dalam medan magnet yang berubah-ubah, maka akan timbul gaya gerak listrik pada penghantar tersebut. Dalam konteks diesel generator, perubahan medan magnet ini terjadi karena *rotor* yang berputar di dalam *stator*, sehingga menghasilkan tegangan listrik. Dengan demikian, diesel generator bekerja berdasarkan perpaduan antara proses konversi energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik oleh mesin diesel, dan konversi energi mekanik menjadi energi listrik oleh alternator melalui prinsip induksi elektromagnetik. (Sunarlik, 2021).



Gambar 2.2 Diagram Skematik Generator *AC*

Sumber : <http://blog.qualitypower.co.id/2015/08/prinsip-kerja-generator-ac.html>

Generator arus bolak-balik (AC) bekerja berdasarkan prinsip konversi energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Proses ini terjadi akibat adanya interaksi antara medan magnet dan penghantar listrik yang bergerak. Pada sistem generator AC terdapat dua kutub magnet, yaitu kutub Utara (N) dan kutub Selatan (S), yang membentuk medan magnet dengan arah fluks dari kutub N menuju kutub S. Di antara kedua kutub magnet tersebut dipasang sebuah kumparan kawat yang berfungsi sebagai penghantar listrik. Kumparan ini terhubung pada poros dan diputar terhadap sumbu tertentu dengan bantuan sumber tenaga mekanik, seperti mesin penggerak atau turbin. Saat kumparan berputar di dalam medan magnet, fluks magnet yang memotong kumparan akan berubah secara terus-menerus. Perubahan *fluks* magnet tersebut menimbulkan gaya gerak listrik (GGL) induksi sehingga arus listrik mulai mengalir pada kumparan. Karena arah pemotongan *fluks* magnet berubah setiap setengah putaran, maka arah arus yang dihasilkan juga mengalami perubahan secara periodik. Akibatnya, arus listrik yang dihasilkan berbentuk arus bolak-balik (*alternating current*). Arus listrik dari kumparan yang berputar kemudian disalurkan ke rangkaian luar melalui komponen *slip ring* dan sikat karbon. *Slip ring* berfungsi sebagai penghubung antara bagian yang berputar dan rangkaian luar yang tetap, sedangkan sikat karbon memastikan aliran arus listrik tetap berlangsung secara kontinu meskipun terjadi pergerakan rotasi. Dengan demikian, generator AC menghasilkan tegangan dan arus

bolak-balik yang berasal dari proses induksi elektromagnetik akibat putaran kumparan di dalam medan magnet.

b. *Alternator*

Alternator merupakan suatu alat elektromekanis yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik (*AC*). Secara prinsip, alternator termasuk dalam jenis generator arus bolak-balik yang bekerja berdasar induksi elektromagnetik. Energi mekanik yang diperoleh dari mesin disalurkan melalui sebuah puli yang memutar poros *alternator*. Putaran tersebut menghasilkan gaya gerak listrik dalam bentuk arus bolak-balik. Selanjutnya, arus bolak-balik tersebut diubah menjadi arus searah (*DC*) dengan bantuan komponen penyearah berupa dioda. Secara umum, *alternator* terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu *rotor*, *stator*, dan dioda penyearah. *Rotor* berfungsi membangkitkan medan magnet, sedangkan *stator* berperan menghasilkan arus listrik bolak-balik ketika terjadi perpotongan garis gaya magnet dari *rotor*. Dioda-dioda yang terpasang berfungsi menyearahkan arus listrik agar menjadi arus searah yang stabil Taufiq (2020).

c. Bagian bagian Generator

Dalam generator terdapat komponen-komponen sebagai berikut

1) Mesin Diesel

Mesin diesel merupakan jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang bekerja tanpa memerlukan percikan api untuk menyalakan bahan bakar pada saat proses

penyalan awal. Proses pembakaran pada mesin ini terjadi ketika bahan bakar solar diinjeksikan langsung ke dalam ruang bakar melalui nosel (injektor) pada saat piston hampir mencapai titik mati atas (TMA). Pada tahap tersebut, udara di dalam silinder telah mengalami proses kompresi dengan tekanan yang sangat tinggi, sehingga suhunya meningkat secara signifikan. Ketika bahan bakar disemprotkan ke udara panas tersebut, bahan bakar akan terbakar secara spontan tanpa memerlukan busi. Proses pembakaran inilah yang menghasilkan energi panas yang kemudian diubah menjadi energi mekanik berupa gerakan piston. Tenaga mekanik dari gerakan piston diteruskan ke poros engkol (*crankshaft*) untuk menghasilkan putaran yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai sumber tenaga penggerak, misalnya untuk menggerakkan alternator pada diesel generator. Prinsip kerja ini menjadikan mesin diesel lebih efisien dalam mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik dibandingkan dengan mesin bensin, karena memiliki rasio kompresi yang lebih tinggi dan efisiensi termal yang lebih baik. (Farhan & Leni, 2024)

2) Sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar mesin bantu kapal adalah rangkaian instalasi yang berfungsi menyalurkan dan mengatur suplai bahan bakar dari tangki penyimpanan ke mesin bantu. Sistem ini memastikan bahan bakar memiliki tekanan, volume, dan kualitas yang sesuai sebelum masuk ke ruang bakar. Komponennya

meliputi tangki bahan bakar, pompa *transfer*, tangki harian, *filter*, serta pompa dan injektor bahan bakar. Tujuan utama sistem ini adalah menjamin pasokan bahan bakar yang efisien, stabil, dan aman agar mesin bantu dapat beroperasi secara optimal dalam mendukung kebutuhan kapal.

3) Sistem pelumasan

Sistem pelumasan mesin bantu kapal adalah rangkaian sistem yang berfungsi untuk mengalirkan oli pelumas ke seluruh komponen mesin yang bergerak, seperti poros engkol, piston, dan bantalan. Tujuan utama sistem ini adalah mengurangi gesekan antar komponen, mencegah keausan, serta membantu mendinginkan bagian mesin yang mengalami panas akibat gesekan. Sistem pelumasan terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain pompa oli, *filter* oli, pendingin oli (*oil cooler*), dan bak penampung (*sump tank*). Oli disirkulasikan secara terus-menerus melalui komponen-komponen tersebut agar kebersihan, tekanan, dan suhu pelumas tetap terjaga. Dengan sistem pelumasan yang baik, mesin bantu dapat beroperasi secara efisien, stabil, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

6. *Caterpillar* 3512B

Generator *Caterpillar* 3512B merupakan salah satu jenis generator bantu yang banyak diaplikasikan pada kapal niaga maupun kapal khusus, termasuk kapal CTS Bulk Derawan. Penggunaan generator ini didasarkan pada tingkat keandalan yang tinggi, kapasitas daya yang besar, serta

kemampuan operasi yang stabil meskipun terjadi variasi beban. Generator *Caterpillar* berperan sebagai penyedia utama tenaga listrik guna menunjang seluruh sistem kelistrikan kapal, mulai dari peralatan bongkar muat, sistem pemompaan, perangkat navigasi, hingga sistem pendukung lainnya.

Pada kapal CTS Bulk Derawan, generator *Caterpillar* dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik selama proses bongkar muat. Kegiatan tersebut menimbulkan perubahan beban listrik yang cukup besar, khususnya saat pengoperasian *crane* dilakukan secara simultan. Oleh karena itu, kinerja generator menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjaga kelangsungan operasi serta menjamin keselamatan dan keandalan sistem kelistrikan kapal. (Caterpillar Inc., 2003)



Gambar 2.3 *Caterpillar* 3512B

Sumber : <https://trakindo.co.id>

Nameplate Caterpillar 3512B
Tabel 2.3 Nameplate Caterpillar 3512B

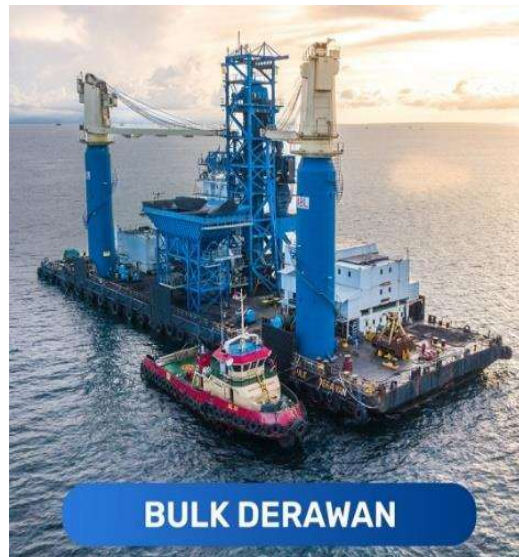
No	Parameter	Keterangan
1	<i>Manufacturer</i>	<i>Caterpillar Inc.</i>
2	<i>Engine Model</i>	<i>Caterpillar 3512B</i>
3	<i>Generator Type</i>	<i>Marine Auxiliary Diesel Generator</i>
4	<i>Rated Power Output</i>	$\pm 1.500 \text{ kVA}$
5	<i>Rated Voltage</i>	<i>440 V</i>
6	<i>Rated Current</i>	$\pm 1.970 \text{ A}$
7	<i>Rated Frequency</i>	<i>60 Hz</i>
8	<i>Phase</i>	<i>3 Phase</i>
9	<i>Power Factor (Cos ϕ)</i>	<i>0,8</i>
10	<i>Engine Speed</i>	<i>1.800 RPM</i>
11	<i>Number of Cylinders</i>	<i>12 Cylinder, V-Type</i>
12	<i>Cooling System</i>	<i>Fresh Water Cooling System</i>
13	<i>Fuel Type</i>	<i>Marine Diesel Oil (MDO)</i>
14	<i>Alternator Type</i>	<i>Brushless Alternator</i>
15	<i>Insulation Class</i>	<i>Class H</i>
16	<i>Duty Rating</i>	<i>Continuous Duty</i>
17	<i>Governing System</i>	<i>Electronic Governor</i>
18	<i>Starting System</i>	<i>Electric Starting System</i>

Sumber : (Caterpillar Inc., 2003)

7. Floating Crane

Floating crane adalah alat bongkar muat yang ditempatkan di atas tongkang dan dapat bergerak secara mandiri menggunakan baling-baling atau digerakkan dengan ditarik oleh kapal lain. Alat ini dilengkapi dengan crane yang menggunakan *bucket clamshell*, berfungsi untuk memindahkan material seperti batubara dari tongkang ke hopper. *Hopper* sendiri merupakan wadah penampung sementara sebelum material dialirkan melalui *conveyor* menuju kapal induk. Proses kerja *floating crane* dimulai dari pengisian *bucket* oleh *crane*, kemudian *bucket* diangkat secara vertikal, digerakkan lateral (*swing*), dan akhirnya menumpahkan material ke *hopper*. Produktivitas alat ini ditentukan oleh kapasitas *bucket* dan siklus waktu pengisian. *Conveyor* yang terhubung dengan *floating crane* berfungsi untuk memindahkan material dari *hopper* ke ruang muat kapal melalui jalur-jalur *conveyor* dengan

kapasitas tinggi. Pengoperasian *floating crane* memerlukan koordinasi dengan kapal untuk menyesuaikan rencana muatan dan *stowage plan*, serta pengawasan selama proses bongkar muat untuk menghindari gangguan seperti kerusakan alat pengambil sampel, kontaminasi material, atau waktu tunggu tongkang yang berlebihan. *Floating crane* memegang peranan penting dalam pengangkutan batubara melalui jalur laut, terutama pada pelabuhan dan kapal kargo yang tidak memiliki fasilitas self-unloading. Alat ini menjamin kelancaran, efisiensi, dan produktivitas tinggi dalam proses bongkar muat material. (Senofri, Windhu Nugroho, Hamzah., 2018)



Gambar 2.4 *Floating Crane* CTS Bulk Derawan

Sumber : <https://abl.co.id/transshipment>

8. Bongkar Muat

Kegiatan bongkar muat merupakan proses pemindahan barang impor maupun barang antar pulau dari kapal ke daratan. Proses ini biasanya menggunakan *crane* dan sling kapal untuk menurunkan muatan ke area tepi kapal yang dikenal sebagai dermaga. Setelah barang berada

di dermaga, pemindahannya dilanjutkan dengan peralatan seperti roli, *forklift*, atau kereta dorong untuk kemudian dibawa masuk dan disusun ke dalam gudang yang telah ditetapkan oleh *Administrator* Pelabuhan. Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. 33 Tahun 2001, “Kegiatan Bongkar Muat adalah kegiatan bongkar muat barang dari dan atas ke kapal meliputi kegiatan pembongkaran barang dari palka kapal ke atas dermaga di lambung kapal atau sebaliknya.” Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat dipahami bahwa bongkar muat merupakan rangkaian aktivitas memindahkan barang dari dan ke atas kapal dengan memanfaatkan peralatan bongkar muat yang tersedia di pelabuhan tempat kegiatan tersebut dilaksanakan. (Marzuki & Wair, 2020)

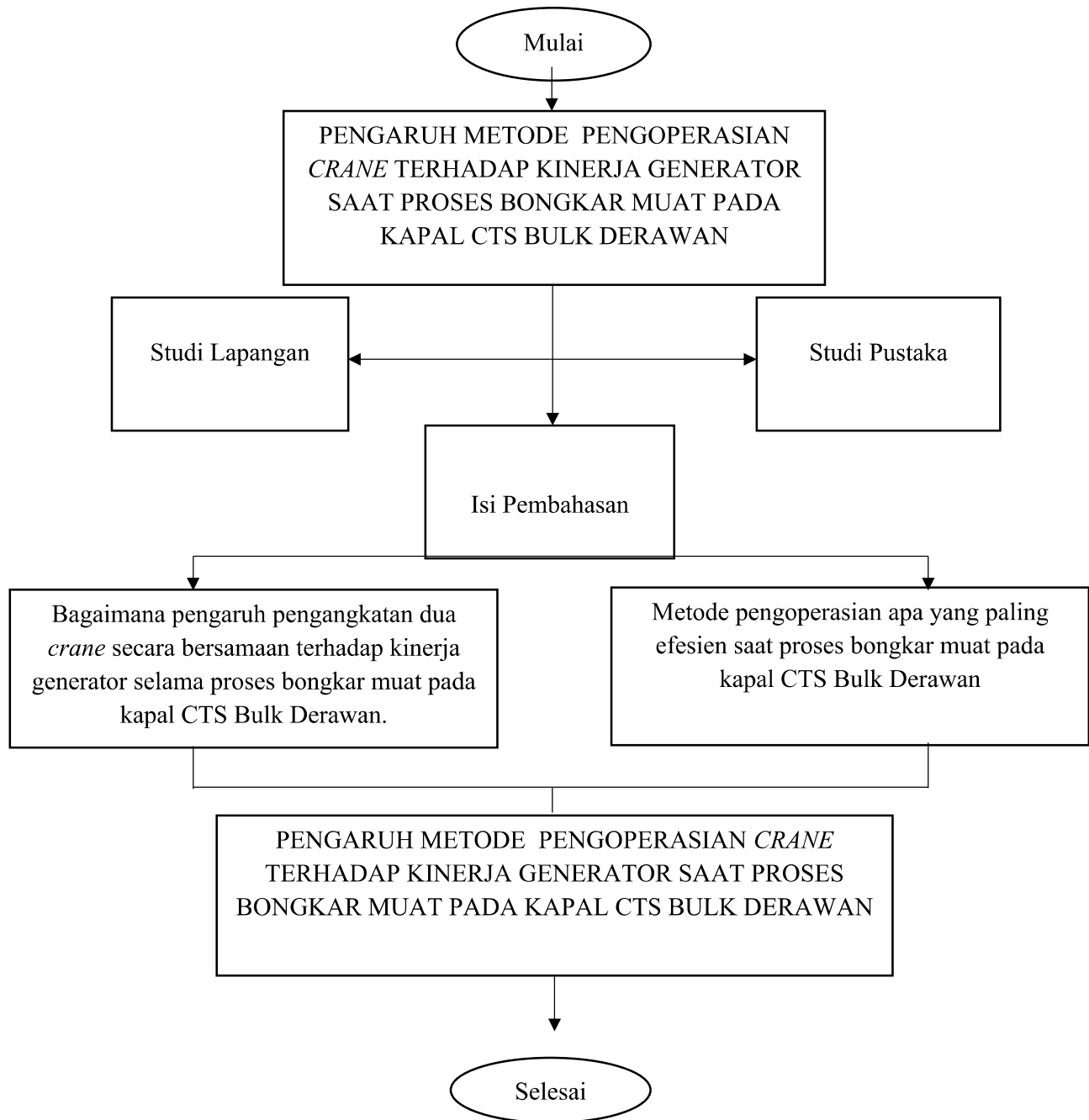
9. *Conveyor* dan *Hopper*

Conveyor merupakan suatu sistem mekanis yang dirancang untuk melakukan proses pemindahan material secara berkelanjutan dari satu titik ke titik lain. Alat ini dapat bekerja pada berbagai posisi mulai dari horizontal, miring, hingga vertikal sehingga mampu menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi area kerja. Dalam dunia industri, *conveyor* digunakan untuk memindahkan material dalam jumlah besar secara efisien, stabil, dan berkesinambungan, sehingga sangat membantu mempercepat proses produksi maupun distribusi. Penggunaan *conveyor* banyak ditemukan pada sektor pertambangan, industri batubara, pelabuhan, pabrik semen, hingga pembangkit listrik, karena alat ini terbukti mampu menangani pemindahan material pada jarak yang cukup jauh tanpa perlu banyak tenaga manusia. Dengan kemampuan tersebut,

conveyor menjadi salah satu peralatan transportasi material yang paling diandalkan dalam operasi industri berskala besar. (Awel Suryadi, 2023).

Hopper merupakan sebuah wadah berbentuk corong yang memiliki bukaan pada bagian atas dan bawah, yang berfungsi untuk menampung sekaligus mengarahkan aliran material selama proses pemindahan. Alat ini umumnya digunakan dalam kegiatan bongkar muat barang curah seperti biji-bijian, batu bara, dan material serupa lainnya. Dengan bentuknya yang meruncing ke bawah, *hopper* membantu memastikan material dapat mengalir secara teratur ke jalur pemindahan berikutnya, sehingga proses bongkar muat menjadi lebih cepat, efisien, dan aman, terutama pada lingkungan kerja pelabuhan maupun fasilitas industri yang menangani material curah dalam jumlah besar. (Royyan.,2018)

C. Kerangka Penelitian



D. Hipotesis

1. Hipotesis Nol (H_0):

Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara metode pengoperasian *crane* terhadap kinerja generator saat proses bongkar muat pada Kapal CTS Bulk Derawan.

2. Hipotesis Alternatif (H_1):

Terdapat pengaruh yang signifikan antara metode pengoperasian *crane* terhadap kinerja generator saat proses bongkar muat pada Kapal CTS Bulk Derawan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian kuantitatif menggunakan pendekatan primer untuk meneliti hubungan sebab-akibat, hubungan variabel, hipotesis, dan pertanyaan yang lebih spesifik, metode ini membutuhkan eksperimen dan survei, Untuk mencapai hasil yang diharapkan, hasilnya dihubungkan dengan statistika Syahroni, (2022). Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen murni. Dengan desain eksperimen *pre test / post test control group design* karena ada perintah langsung dari *Chief Engineer* untuk membantu pengambilan data pada masing-masing metode pengangkatan. Pada masing-masing sampel akan dilakukan dengan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi. Adapun langkah-langkah eksperimen adalah sebagai berikut

1. Langkah-Langkah Eksperimen

a. Pengukuran Awal :

- 1) Mengetahui kapasitas daya keseluruhan generator
- 2) Mengetahui jenis beban yang membebani generator
 - a) Beban daya pada *crane*
 - b) Beban daya pada *conveyor*
 - c) Beban daya lain-lain
- 3) Mengetahui parameter daya awal pada generator
- 4) Mengetahui parameter awal pada generator (sebelum operasi bongkar muat) seperti :

- a) *Fuel rate*
 - b) *Coolant temperature*
 - c) *Fuel pressasure*
 - d) *Oil temperature*
 - e) *Exhaust temperature left*
 - f) *Exhaust temperature right*
 - g) *Left air inlet*
 - h) *Right air inlet*
 - i) *After Cooler*
- b. Perlakuan
- Kelompok eksperimen 1: Daya generator ketika *crane* 1 dan 2 tanpa beban atau kargo.
- Kelompok eksperimen 2: Daya generator ketika *crane* 1 full kargo dan *crane* 2 tanpa beban
- Kelompok eksperimen 3: Daya generator ketika *crane* 1 tanpa beban dan *crane* nomer 2 *full* kargo
- Kelompok eksperimen 4: Daya generator ketika *crane* 1 dan *crane* 2 *full* kargo
- c. Pengukuran
- Perubahan daya generator diukur melalui perubahan secara signifikan memalui *display* monitor *engine* yang ada di *ECR*

B. Lokasi/ Waktu Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan ketika operasi bongkar muat kargo di kapal *floating crane* CTS Bulk Derawan.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan didalam ruang *engine control* CTS Bulk Derawan.

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer merupakan suatu jenis data yang proses pengumpulan datanya secara langsung oleh peneliti dari sumber utama, seperti obeservasi, dan melakukan percobaan. Data primer juga dikumpulkan secara langsung oleh peneliti di lapangan melalui observasi dengan mengamati arus listrik pada masing-masing generator saat proses bongkar muat dan perubahan parameter awal pada generator.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dimana datanya sudah tersedia sehingga peneliti hanya tinggal mencari serta melakukan proses pengumpulan informasi-informasi yang sudah tersedia. Data sekunder meliputi dari jurnal-jurnal tentang pengaruh operasional kapal terhadap kinerja generator.

2. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sukmadinata (2013), penelitian kuantitatif adalah prosedur

penelitian yang dilakukan secara sistematis, terencana, dan terstruktur untuk memecahkan permasalahan dengan menggunakan angka-angka, pengolahan statistik, struktur dan percobaan terkontrol, serta analisis data yang dilakukan secara logis dan objektif untuk menghasilkan temuan yang dapat diukur dan dihitung. Pada penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data secara observasi. Menurut (Syahroni, 2022). Teknik pengumpulan data secara kuantitatif meliputi Pengamatan terhadap panel kontrol saat proses bongkar muat, Pengamatan terhadap panel kontrol dilakukan dengan cara mencatat dan memantau perubahan yang terjadi pada sistem kontrol selama proses bongkar muat berlangsung. Aktivitas ini bertujuan untuk memperoleh data secara langsung mengenai kinerja generator, terutama saat crane dioperasikan dalam berbagai metode. Parameter yang diamati meliputi perubahan arus listrik, tegangan, dan frekuensi pada generator, sehingga dapat dianalisis hubungan antara metode pengoperasian *crane* dengan performa generator selama proses bongkar muat di Kapal CTS Bulk Derawan.

a. Persiapan Spesimen

- 1) Saat kegiatan bongkar muat batubara dilakukan dari proses generator siap sampai pengoperasian menggunakan *crane* dimulai.
- 2) Pengukuran Awal (Dokumentasikan parameter awal sebelum operasi bongkar muat dimulai seperti daya, *fuel rate*, *Coolant temperature*, *Fuel pressure*, *Oil temperature*, *Exhaust temperature Right*, *Exhaust temperature Left*, *Left air inlet*, *Right air inlet*, *After Cooler*).

b. Pemantauan

1) Pengamatan Visual

Lakukan pengamatan visual pada panel kontrol ketika proses operasi bongkar muat dimulai. Dari keseluruhan parameter awal sampai seluruh kelompok eksperimen mulai terjadi sehingga seluruh data akhir tercatat.

2) Fotografi

Ambil foto ketika semua kelompok eksperimen yang sedang terjadi sebagai bukti fisik untuk penelitian.

c. Pengukuran

1) Pengukuran parameter

a) Ukur parameter daya pada masing-masing generator ketika proses kelompok eksperimen sedang terjadi

b) Ukur parameter *fuel rate, coolant temperature, fuel pressure, oil temperature, exhaust temperature left, exhaust temperature right, left air inlet, right air inlet, after cooler* pada masing-masing generator.

2) Perbandingan

Setelah dilakukan pengukuran pada masing-masing parameter bandingkan seluruh parameter awal dan data parameter akhir yang sudah didapatkan.

d. Pencatatan Data

Semua parameter yang sudah didapat atau di dokumentasikan , maka akan dilakukan pencatatan keseluruhan menjadi data.

D. Teknik Analisis Data

Menurut Muhadjir (2000), Analisis data adalah proses mencari dan mengorganisasi secara sistematis hasil observasi, wawancara, dan data lainnya untuk memperdalam pemahaman peneliti mengenai kasus yang diteliti serta menyajikan temuan tersebut kepada orang lain. Menurut Moleong (2002:103), analisis data adalah proses pengolahan data secara berurutan, mengorganisasikannya ke dalam pola, kategori, dan deskripsi dasar. Ini berarti bahwa analisis data harus dimulai sejak awal pengumpulan data di lapangan dan dilakukan dengan intensif untuk memastikan semua data lapangan terkumpul dengan lengkap. (Nurdewi, 2022).

1. Statistik Deskriptif

Menurut (Sugiyono, 2019) Statistik deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk mengolah dan menyajikan data dengan cara menggambarkan karakteristik data yang telah dikumpulkan tanpa bertujuan untuk menarik kesimpulan umum atau melakukan generalisasi terhadap populasi.(Tahir et al., 2024)

2. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah prosedur statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Uji ini penting karena menjadi salah satu syarat utama dalam penggunaan analisis statistik parametrik, seperti uji *t*, *ANOVA*, dan regresi linier. Apabila data memenuhi asumsi normalitas, maka metode statistik parametrik dapat digunakan secara tepat; sebaliknya, jika data tidak berdistribusi normal,

peneliti disarankan menggunakan metode statistik nonparametrik agar hasil analisis tetap valid dan dapat dipertanggungjawabkan. (Sianturi, 2025)

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah varians data dari dua kelompok atau lebih memiliki tingkat kesamaan (homogen). Uji ini dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis statistik parametrik untuk memastikan bahwa perbedaan yang dianalisis tidak dipengaruhi oleh ketidaksamaan varians antar kelompok, sehingga hasil pengujian dapat dinyatakan valid dan dapat dipercaya.

4. Statistik *ANOVA* (*Analysis of Variance*)

Dalam buku Pengantar Statistik : Analisis Varian (*ANOVA*) tahun 2024 oleh (Aziza.,dkk.,2024). Analisis varian atau *ANOVA* (*Analysis of Variance*) merupakan salah satu teknik analisis statistik yang pertama kali dirancang oleh Sir Ronal A. Fisher (Setiawan, 2019). *ANOVA* merupakan prosedur yang digunakan untuk uji perbandingan rata-rata antara beberapa kelompok data. Teknik analisis ini memiliki tujuan untuk mengetahui perbedaan skor suatu variabel y (variabel terikat/dependent variable) yang disebabkan oleh perbedaan skor pada setiap variabel x (variabel bebas/independent variable).

a. Uji *Anova* Satu Arah (Rancangan Acak Lengkap)

Uji *ANOVA* merupakan salah satu metode analisis statistik parametrik yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel atau lebih berdasarkan satu variabel bebas. Uji ini dilakukan dengan membandingkan variasi

data di dalam kelompok dan antar kelompok sehingga dapat diketahui apakah perbedaan yang terjadi bersifat signifikan secara statistik. Dalam uji *One Way ANOVA*, dasar pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi (Sig.). Apabila nilai Sig. lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antar kelompok, sehingga rata-rata kelompok dianggap sama. Sebaliknya, jika nilai Sig. lebih kecil dari 0,05, maka menunjukkan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan antar kelompok sampel yang diuji. (Aziza et al., 2024)

5. Uji Post Hoc

Post hoc test (uji lanjut) merupakan uji statistik yang dilakukan setelah uji *ANOVA* menunjukkan hasil signifikan atau hipotesis nol (H_0) ditolak. Penolakan H_0 pada *ANOVA* hanya menyatakan bahwa setidaknya terdapat dua kelompok yang memiliki perbedaan rata-rata, namun belum menjelaskan kelompok mana yang berbeda secara nyata.