

**ANALISIS PENGARUH FIRING ORDER TERHADAP
PENYETELAN CLEARANCE KATUP BUANG MESIN DIESEL
GENERATOR DI KAPAL MT. KARMILA P.58**



RAPHAEL STEPHEN RICHARD PONOMBAN

NIT: 20.42.125

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : RAPHAEL STEPHEN RICHARD P

Nomor Induk Taruna : 20.42.125

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul

Analisis Pengaruh Firing Order Terhadap Penyetelan Clearance Katup Buang Mesin Diesel Generator Di Kapal MT. KARMILA P.58

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diterapkan oleh politeknik ilmu pelayaran makassar.

Makassar, 21 November 2024

RAPHAEL STEPHEN RICHARD P
Nit. 20. 42 125

**ANALISIS PENGARUH FIRING ORDER TERHADAP
PENYETELAN CLEARANCE KATUP BUANG MESIN DIESEL
GENERATOR DI KAPAL MT. KARMILA P.58**

Skripsi

Salah Satu Persyaratan untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Di ajukan oleh :

RAPHAEL STEPHEN RICHARD P
NIT 20.42.125

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH FIRING ORDER TERHADAP
PENYETELAN CLEARANCE KATUP BUANG MESIN
DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. KARMILA P.58

Diajukan oleh:
RAPHAEL STEPHEN RICHARD P
NIT. 20.42.125

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 21 November 2024
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E
NIP. 19681231 199808 1 001

Musriady, S.Si.T., M.M., M.Mar.E
NIP. 198003032023211019

Mengetahui:

a.n, Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran
Makassar

Ketua Program Studi
Teknika

Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP.19750329 199903 1 002

Ir.Alberto, S.Si. T., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Penulis berterima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, yang telah memungkinkan cadet menyelesaikan skripsi penelitian ini dengan judul ***"Analisis Pengaruh Firing Order Terhadap Penyetelan Clearance Katup Buang Mesin Diesel Generator Di Kapal MT. Karmila P.58"***.

Persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar adalah skripsi. Meskipun saya menghadapi banyak tantangan selama penulisan skripsi ini, cadet boleh menyelesaikannya atas bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun materi. Dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M. Pd. Selaku direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P. Selaku ketua jurusan Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E. Sebagai dosen pembimbing 1 skripsi proposal, hasil dan tutup.
4. Bapak Musriady, S.Si.T., M.M., M.Mar.E. Sebagai dosen pembimbing 2 skripsi hasil dan tutup.
5. Seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Capten, Chief Engineer, Masinis II, III, IV dan seluruh crew kapal MT. Karmila P.58.
7. Terutama kepada kedua orang tua (Petrus Ponomban dan Yohana Roson), kakak, adik, dan rekan-rekan gelombang 61 yang dengan tulus memberikan perhatian, kasih, doa dan dukungan moral dan materil yang mereka berikan selama ini. Saya ingin menjadi anak yang dihormati dan berharga bagi keluarga.

Penulis berharap kritik dan saran akan membantu penulis memperluas pengetahuannya, terutama tentang permesinan kapal. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi Taruna-taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan para pembaca secara keseluruhan.

Makassar, 21 November 2024

RAPHAEL STEPHEN RICHARD P
NIT. 20.42.125

ABSTRAK

Raphael Stephen Richard P, penelitian "***Analisis Perngaruh Firing Order Terhadap Penyetelan Clearance Katup Buang Mesin Diesel Generator Di Kapal MT. Karmila P.58***", Skripsi & Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, Pembimbing I: Bapak Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E., Pembimbing II: Bapak Musriady, S.Si.T., M.M., M.Mar.E

Exhaust valve bagian dari komponen mesin diesel generator untuk menutup dan membuka sebelum dan sesudah terjadinya pembakaran dalam bentuk gas buang menuju ke turbocharger. Penelitian ini dilakukan karena ketidaksesuaian clearance pada katup pembuangan dengan spesifikasi yang tercantum dalam manual book, yang dapat menyebabkan berbagai masalah seperti penurunan performa, temperature mesin meningkat dan risiko kerusakan mesin. Pengukuran clearance yang akurat dan uji coba performa mesin dilakukan sebelum dan sesudah penggantian katup pembuangan. Temuan dari hasil observasi ini yaitu tidak sesuainya clearance sesuai dengan spesifikasi manual book serta tidak ratanya exhaust valve saat menutup penyebab dari clearance yang tidak sesuai spesifikasi. Maka dilakukan adjustment clearance valve sesuai dengan spesifikasinya dan penggantian komponen exhaust valve kemudian melakukan perawatan secara rutin.

Kata kunci: *Exhaust valve, Adjustment clearance valve*

ABSTRACT

Raphael Stephen Richard P, research "***Analysis of the Influence of Firing Orders on Diesel Generator Exhaust Valve Clearance Adjustments on MT Ships. Karmila P.58***", Thesis. Engineering Study Program, Makassar Maritime Science Polytechnic, Supervisor I: Mr. Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E., Supervisor II: Mr. Musriady, S.Si.T., M.M., M.Mar.E

The exhaust valve is part of a diesel generator engine component to close and open both prior to and following combustion occurs as an example of exhaust gas going the turbocharger. This research was carried out because the clearance on the exhaust valve did not match the specifications stated in the manual book, which could cause various problems such as decreased performance, increased engine temperature and risk of engine damage. Accurate clearance measurements and engine performance tests are carried out before and after exhaust valve replacement. Following this observation, it was ascertained that the exhaust valve's uneven closing action is what causes the clearance to not meet the manual book's criteria. After replacing the exhaust valve components and adjusting the valve clearance in accordance with the requirements, perform routine maintenance.

Key words: *Exhaust valve, Adjustment clearance valve*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Mesin Diesel Generator	4
B. Katup Buang	4
C. Komponen Katup Buang	7
D. Clearance Valve	9
E. Prosedur Clearance Valve	10
F. Firing Order	12
G. Unit Pembakaran Diesel Inline 4-Tak 6 Silinder	12
H. Pentingnya Urutan Pembakaran	15

I. Kerangka Pikir	17
J. Hipotesis	17
BAB III	18
METODE PENELITIAN	18
A. Jenis Penelitian	18
B. Definisi Variabel Operasional	18
C. Populasi Penelitian dan Sampel	19
D. Teknik Analisa Data	19
E. Metode Pengumpulan Data	20
F. Jadwal Penelitian	21
G. Rancangan Penelitian	22
H. Chart Aliran Penelitian	28
BAB IV	29
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A. Hasil Penelitian	29
B. Pembahasan	88
BAB V	100
PENUTUP	100
A. Kesimpulan	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN A	102
LAMPIRAN B	105
LAMPIRAN C	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 FO cylinder 6	18
Tabel 3. 1 Langkah analisa perencanaan sebelum praktek laut	26
Tabel 3. 2 Kondisi normal auxiliary engine	27
Tabel 3. 3 Kondisi abnormal auxiliary engine	28
Tabel 3. 4 Kondisi alarm 1 auxiliary engine	29
Tabel 3. 5 Kondisi alarm 2 auxiliary engine	30
Tabel 3. 6 Kondisi setelah perbaikan auxiliary engine	31
Tabel 3. 7 Running test	32
Tabel 4. 1 Data Auxiliary Engine	34
Tabel 4. 2 Kondisi Normal Auxiliary Engine	37
Tabel 4. 3 Kondisi Auxiliary Engine Abnormal	38
Tabel 4. 4 Kondisi Alarm 1 Auxiliary Engine	39
Tabel 4. 5 Kondisi Alarm 2 Auxiliary Engine	40
Tabel 4. 6 Kondisi Setelah Perbaikan Auxiliary Engine	41
Tabel 4. 7 Running Test Auxiliary Engine	42
Tabel 4. 8 Running Test 2 Auxiliary Engine	43
Tabel 4. 9 Running Test 3 Auxiliary Engine	44
Tabel 4. 10 T-Test	45
Tabel 4. 11 Korrelation Pair Sample	54
Tabel 4. 12 Test Berpasangan Sampel	61
Tabel 4. 13 Descriptives	70
Tabel 4. 14 Test Wilcoxon Signed Ranks	73
Tabel 4. 15 Test Statistics	80
Tabel 4. 16 Hasil Sebelum Perbaikan Clearance Valve	85
Tabel 4. 17 Setelah Perbaikan Pengambilan Clearance Valve	85
Tabel 4. 18 Hasil dari Running Test Auxiliary Engine	86
Tabel 4. 19 Hasil Observasi	87
Tabel 4. 20 Formula	85
Tabel 4. 21 Nilai	85
Tabel 4. 22 Validitas	86
Tabel 4. 23 Reliability Statistics	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Katup overhead	5
Gambar 2. 2 Katup camshaft overhead	6
Gambar 2. 3 Katup camshaft double	7
Gambar 2. 4 Spring valve	7
Gambar 2. 5 Seal valve	8
Gambar 2. 6 Dudukan katup	9
Gambar 2. 7 Valve lifter	10
Gambar 2. 8 Rocker arm	10
Gambar 2. 9 Adjusting clearance valve	13
Gambar 2. 10 Adjusting clearance v/v	13
Gambar 2. 11 Adjusting clearance v/v	14
Gambar 2. 12 Lingkaran penuh dan tanda batang penghubung 120°	16
Gambar 2. 13 Animasi piston bergerak	17
Gambar 2. 14 Siklus injeksi bahan bakar penuh	17
Gambar 2. 15 Rumus dasar firing order	18
Gambar 2. 16 Urutan firing order enam silinder lingkaran	18
Gambar 2. 17 Kerangka pikir	20
Gambar 3. 1 Chart aliran penelitian	33
Gambar 4. 1 Flow chart penelitian	90
Gambar 4. 2 Flow chart penanganan masalah	93
Gambar 4. 3 Flow chart pemecahan masalah	94

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Grafik Paired Samples Statistics	53
Grafik 4. 2 Grafik Paired Samples Correlations	59
Grafik 4. 3 Grafik Paired Samples Test	67
Grafik 4. 4 Uji Dengan Formula	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 1 Sign On	107
Lampiran A 2 Sign Off	108
Lampiran B 1 Kapal MT. KARMILA P.58	110
Lampiran B 2 Particular	111
Lampiran B 3 list kru	112
Lampiran B 4 Keterangan Masa Layar	113
Lampiran C 1 Manual Book	115
Lampiran C 2 Running Hours	116
Lampiran C 3 Jurnal AE	117
Lampiran C 4 Figure Diesel Engine Generator	118
Lampiran C 5 Figure Cylinder Head	119
Lampiran C 6 Feeler Gauge	120
Lampiran C 7 Lepas Cover Cylinder Head	121
Lampiran C 8 Lepas Injektor	122
Lampiran C 9 Pengetesan Injektor	123
Lampiran C 10 Lepas Rocker Arm	124
Lampiran C 11 Lepas Cylinder Head	124
Lampiran C 12 Spindle & Seating Valve Lama	125
Lampiran C 13 Spindle Baru	125
Lampiran C 14 Pembersihan Cylinder Head	126
Lampiran C 15 Pemasangan Seating Valve & Lapping	127
Lampiran C 16 Install Cylinder Head	128
Lampiran C 17 Pemasangan Cylinder Head	129
Lampiran C 18 Pemasangan Rocker Arm	130
Lampiran C 19 Adjustment Clearance Valve	131
Lampiran C 20 S.O.P Auxiliary Engine	132
Lampiran C 21 S.O.P Parallel Auxiliary Engine	133

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Katup buang merupakan bagian penting mesin pembakaran dalam, bertanggung jawab untuk mengontrol keluaran gas buang dari ruang bakar. Diletakkan di kepala silinder mesin, exhaust valve dan intake valve, fungsinya mengontrol jalur masuk udara, bahan bakar dan mengeluarkan sisa-sisa gas setelah pembakaran selesai. Tempat pembakaran menerima udara dan kemudian dikompresi hingga tekanan dan temperaturnya meningkat. Pada saat langkah kompresi hampir berakhir, bbm diinjeksikan ke ruang pembakaran melalui nozzle pompa injection. Karena temperatur tinggi di dalam ruang bakar, maka bahan bakar akan terbakar sendiri.

Idealnya, mesin empat langkah memiliki piston yang dapat mengisap banyak volume udara, langkahnya disetiap fase isap. Namun, efisiensi volumetrik mengacu pada perbandingan jumlah udara yang terisap dalam kondisi nyata versus kondisi ideal. Jumlah udara yang masuk ke silinder berkorelasi positif dengan efisiensi volumetriknya.

Kecepatan udara masuk ke ruang bakar melalui katup dan besarnya sudut overlapping adalah komponen yang memengaruhi efisiensi volumetrik mesin diesel. Kondisi overlapping terjadi ketika katup masuk mulai membuka sementara katup buang belum sepenuhnya tertutup. Sudut overlapping terkait dengan efisiensi volumetrik yang lebih tinggi, dan sebaliknya. Overlapping mendinginkan dinding silinder dan memungkinkan lebih banyak udara masuk. Overlapping terpengaruh lebar celah antara katup in dan ex.

Ketika katup masuk digunakan untuk buka dan tutup alur masuk. Jumlah udara yang menuju ke ruang bakar ditentukan oleh besarnya celah yang ada di antara katup. Katup lebih awal terbuka dan menutup lebih lama selama langkah isap jika celah disetel rapat, berarti lebih banyak udara masuk dalam ruang pembakaran karena kerja pengisapan sedikit. Buka dan tutup saluran isap untuk memungkinkan

udara luar masuk dalam cylinder. Pada penjelasan sebelumnya, penulis ingin mengambil judul ***“Analisis Pengaruh Firing Order Terhadap Penyetelan Clearance Katup Buang Mesin Diesel Generator”***.

B. Rumusan Masalah

Dari diskusi sebelumnya, diidentifikasi inti masalah yang dirumuskan untuk mempermudah penulisan proposal dalam pembahasan bab-bab berikutnya. Adapun masalah yang penulis angkat bagaimana cara mengatasi faktor penyebab exhaust valve tidak berfungsi sesuai harapan pada pengoperasian sistem mesin diesel generator?

C. Batasan Masalah

Sesuai dengan rumusan di atas, penulis hanya membahas clearance exhaust valve tentang :

1. Melakukan perawatan clearance sesuai dengan running hours
2. Menjaga temperatur gas buang agar tetap stabil normal

D. Tujuan Penelitian

Pertanyaan yang muncul dalam rumusan adalah tujuan penelitian ini. Dengan kata lain, penelitian ini bertujuan menemukan cara mengatasi faktor yang merupakan penyebab utama kegagalan exhaust valve untuk berfungsi dengan normal.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian harus bisa meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang sistem mesin serta memahami PMS dari generator, serta diharapkan dapat menjadi sarana teoritis untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

2. Manfaat Praktis

- a. Ilustrasi penulis sebagai calon masinis yang bekerja dikapal dalam kasus seperti ini.
- b. Memberikan pembaca informasi tentang solusi masalah mesin diesel generator.

Memberikan informasi penting tentang mesin diesel generator kepada teman-teman taruna, terutama bagi taruna yang akan melakukan praktik laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mesin Diesel Generator

Menurut (Marwiyah dkk 2023), generator juga disebut sebagai "genset", yang berarti "set generator", komponen yang terdiri dari dua komponen berbeda mesin dan generator, juga disebut alternator. Mesin sebagai sumber daya, sementara generator menghasilkan listrik.

Sumber generator sendiri beragam. Elektromagnetik induksi biasanya digunakan oleh generator listrik untuk mendapatkan listrik dari sumber energi mekanis. Metode ini dikenal sebagai listrik pembangkit, dan menggunakan bahan bakar diesel untuk menghasilkan gerak listrik dari generator. Mesin diesel menggerakkan mekanik yang dihasilkan oleh bahan bakar diesel atau solar, seperti di atas. Tenaga induksi dihasilkan oleh generator ketika arus bolak balik pada batang diputar medan magnet yang diam.

Menurut (Syahputra dkk 2023), Mesin diesel generator sangat penting untuk menghasilkan listrik di kapal. Gangguan atau kerusakan pada komponen mesin diesel generator dapat menghentikan operasional kapal dan menyebabkan masalah pada mesin utama dan mesin bantu kapal, membahayakan lingkungan dan keselamatan manusia.

B. Katup Buang

Menurut (Aditya dkk 2023), katup gas buang adalah komponen mesin diesel empat-tak dan dua-tak yang digunakan untuk membuka jalan keluar dari sisa gas hasil pembakaran. Mekanisme katup mengatur waktu pembukaan dan penutupan katup dan katup juga mengangkut panas dari ruang bakar ke saluran pembuangan. Untuk menjalankan mesin induk sebagai mesin penggerak utama, katup gas buang sangat penting. Oleh karena itu, mesin harus diperhatikan dan diawat sesuai dengan PMS agar beroperasi dengan aman selama pelayaran.

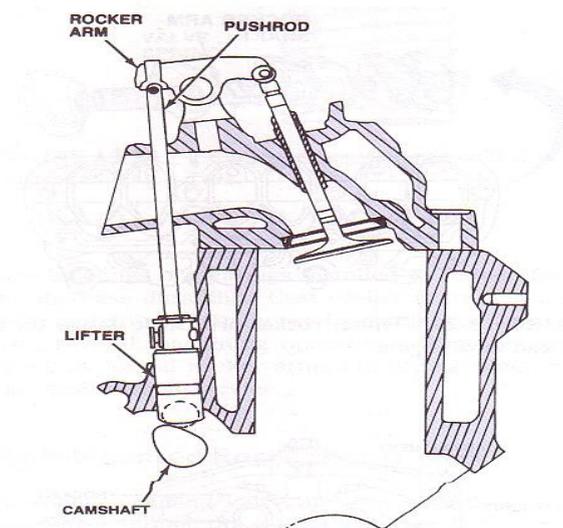
Menurut (Gordon dkk 2019), prinsip kerja katup buang adalah

untuk membuka saluran buang untuk mengeluarkan sisa pembakaran. Ini berfungsi dari langkah piston akhir hingga langkah awal piston. Katup buang terdiri dari berbagai macam :

a. Valve Overhead

Pada tipe ini push rod dan valve lifter membantu camshaft ditempatkan pada blok silinder. Mekanisme katup ini kuat dan sederhana.

Gambar 2. 1 Katup overhead

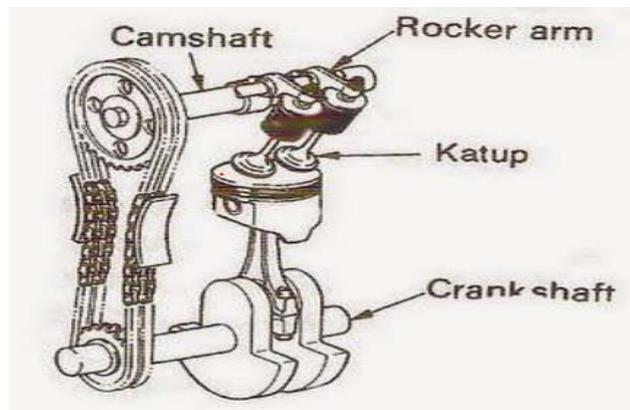


Sumber : <http://www.viarohidinthea.com/2014/08>

b. Camshaft Overhead

Jenis ini agak kompleks daripada jenis OHV. Namun, karena push rod dan lifter tidak digunakan, berat yang bergerak lebih rendah. Katup dapat beroperasi dengan baik saat kecepatan tinggi karena membuka dan menutupnya lebih cepat. Tipe ini menempatkan camshaft di atas kepala silinder sehingga rocker arm digerakkan langsung oleh camshaft tanpa menggunakan push rod atau lifter. Poros engkol digerakkan oleh tali atau rantai penggerak.

Gambar 2. 2 Katup camshaft overhead

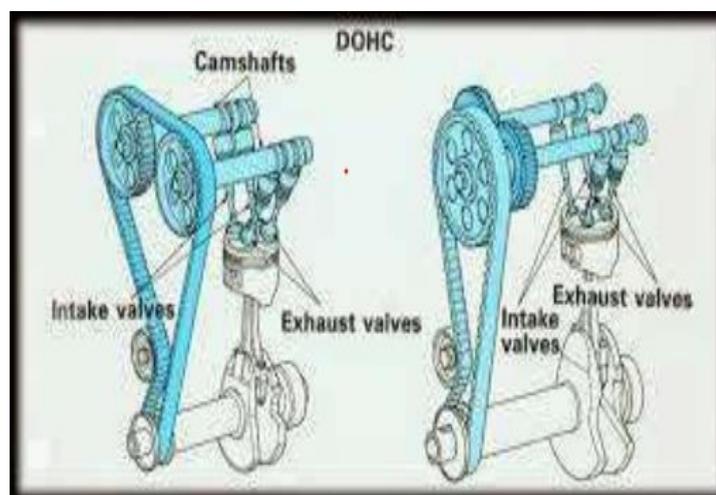


Sumber : <http://www.viarohidinthea.com/2014/08>

c. Camshaft Double Overhead

Pada model ini, dua camshaft digerakkan langsung oleh sabuk. Gambar berikut menunjukkan bahwa keluaran camshaft melalui roda gigi menggerakkan masuk camshaft.

Gambar 2. 3 Katup camshaft double



Sumber : <http://www.viarohidinthea.com/2014/08>

Dalam model diatas, ada dua camshaft di satu cylinder head. Camshaft pertama menggerakkan katup masuk, kedua menggerakkan katup buang. Juga tidak memerlukan rocker arm untuk membuka dan menutup katup. Berkat pengurangan berat, menutup dan membuka katup dapat dilakukan dengan akurat saat putaran tinggi. Meskipun strukturnya rumit, jenis ini sangat efektif.

C. Komponen Katup Buang

Menurut (Gordon dkk 2019), beberapa komponen klep saling mendukung, yang sangat penting untuk kinerjanya sendiri, bagian-bagian klep mesin diesel ini adalah sebagai berikut:

1. Spring

Untuk mengembalikan klep ke posisi semula, spring wajib sesuai ukuran jenis mesin atau bisa juga mengikuti rekomendasi dari pabrik. Spring yang kuat bisa merusak penggerak klep, contohnya noken as dan tuas klep, per klep yang terlalu lemah bisa membuat klep bergetar sangat kuat membuat klep tidak dapat menutup sepenuhnya saat putaran tinggi, menyebabkan kebocoran dan kegagalan mesin.

Gambar 2. 4 Spring



Sumber : Spring valve dikapal MT. Karmila

2. Seal

Seal mencegah minyak pelumas masuk ke ruang pembakaran. Jika seal klep ini rusak, minyak akan masuk ke dalam ruang pembakaran dan cerobong akan mengeluarkan asap putih.

Gambar 2. 5 Seal valve



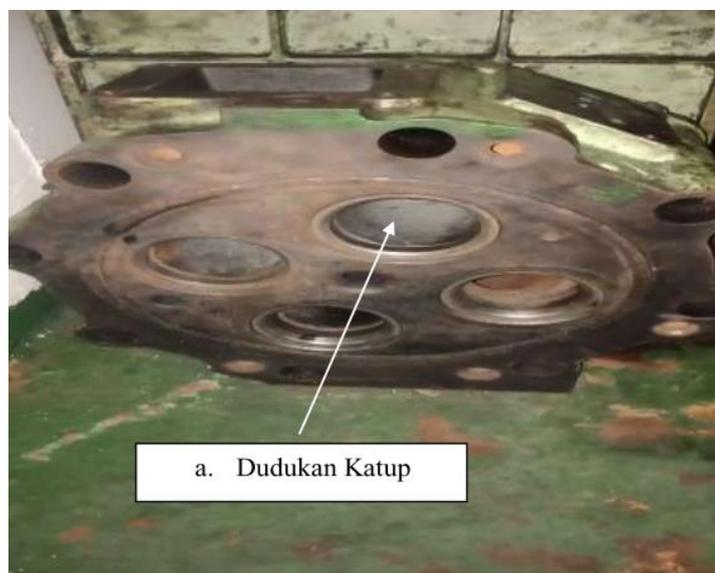
Sumber : Seal valve dikapal MT. Karmila

3. Seat valve

Dudukan katup juga dikenal sebagai "klep setel", dipasang pada kepala silinder dan blok motor, dudukan ini dikategorikan menjadi senyawa kepala silinder dan tidak terhubung dengan kepala silinder.

Salah satu keuntungan seatting valve yang tidak terhubung cylinder head, bahwa bagian perapat yang rusak harus diganti baru. Ini berarti bahwa katup dapat dipertahankan dan tidak perlu sering mengganti yang baru.

Gambar 2. 6 Dudukan katup



Sumber : Dudukan katup dikapal MT. Karmila

4. Lifter valve

Katup pengangkat adalah bagian yang bertumpu di setiap lobe. Tugasnya untuk membuat lobe menekan push rod.

Gambar 2. 7 Valve lifter



Sumber : Valve lifter dikapal MT. Karmila

5. Tuas penggerak

Rocker arm memiliki fungsi yang dimana tekanan ditransmisikan dari batang penumbuk ke ujung batang katup melalui tuas penggerak.

Gambar 2. 8 Rocker arm



Sumber : Rocker arm dikapal MT. Karmila

D. Clearance Valve

Menurut (Arnanda dkk 2020), katup bekas terbakar dan berlubang karena macet dipengahantar katup . Bisa terjadi karena kurangnya

celah, pegas lemah, pendingin buruk, batang kasar, atau waktu yang tidak tepat.

Untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh posisi celah katup buang tidak sesuai, pembuat mesin diesel membuat pengaturan celah katup sesuai dengan buku petunjuk.

E. Prosedur Clearance Valve

Menurut (Amba dkk 2019), Proses penyetelan celah katup pada engine enam silinder dijelaskan di bawah ini:

1. Buka penutup kepala cylinder head
2. Posisikan cylinder no. 1 ke posisi kompresi dan putar ke posisi normal (searah jarum jam bisa dilihat dari depan motor), yang berarti ketika piston silinder nomor satu mendekati posisi titik mati atas (dalam langkah kompresi), katup nomor 6 siap untuk bergerak. Anda dapat melihat pergerakan valve dengan pointer (3) lurus dan tanda top resonansi damper (2).
3. Valve silinder no. 6 akan bersiap untuk bergerak saat piston no. 1 mendekati TMA (dalam proses kompresi).

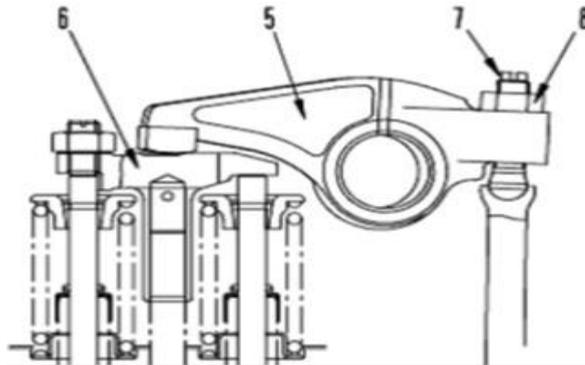
Gambar 2. 9 Adjusting clearance valve

Cylinder No.	1	2	3	4	5	6
Exhaust valve	●	○	●	○	●	○
Intake valve	●	●	○	●	○	○

Sumber : <https://penambang.com/penyetelan-celah-clearance-valve>

4. Tentukan jarak antara valve yang ditunjukkan pada susunan valve di atas.
5. Luruskan tanda top pada vibration damper (2) dan putar crankshaft sebanyak satu putaran pada arah normal. Selanjutnya, sesuaikan jarak antara valve yang ditunjuk pada susunan valve di atas.

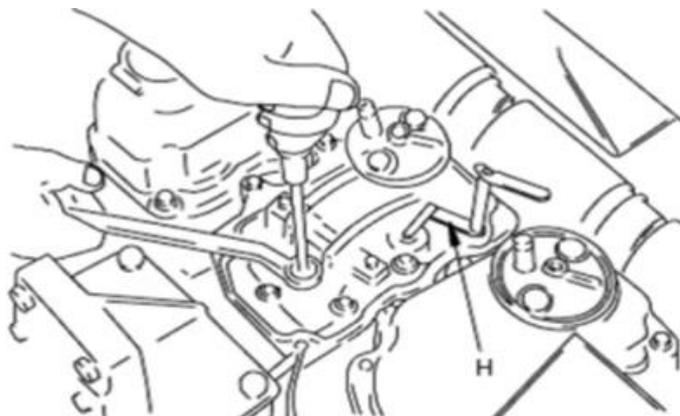
Gambar 2. 10 Adjusting clearance valve



Sumber : <https://penambang.com/penyetelan-celah-clearance-valve>

6. Untuk menentukan celah valve, kendorkan nut lock (8) serta screw adjustment (7). Masukkan gauge feeler (H) di antara crosshead (6) dan rocker arm (5), lalu putar screw adjustment sampai celah yang ditentukan.

Gambar 2. 11 Adjusting clearance valve



Sumber : <https://penambang.com/penyetelan-celah-clearance-valve>

7. Ketika celah katup sesuai dengan standar telah ditemukan, kencangkan serta mengunci screw adjustment. Pengencangan harus sesuai torsi yang ditentukan dalam buku panduan.
8. Penyetelan celah katup diterapkan mesin 6 silinder sesuai urutan firing order 1-5-3-6-2-4 (siklus pembakaran atau urutan pembakaran).
9. Ukuran celah antara valve disesuaikan dengan spesifikasi setiap engine.

F. Firing Order

Menurut (Jason dkk 2023), Urutan penyalaan mesin mengacu pada urutan tertentu di mana silinder mesin menyalakan campuran udara-bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Ini adalah aspek penting dari desain dan pengoperasian mesin yang memastikan siklus pembakaran yang lancar dan efisien. Urutan penyalaan ditentukan oleh konfigurasi mesin dan susunan silindernya. Dengan mengikuti urutan penyalaan yang tepat, mesin dapat mengoptimalkan penyaluran tenaga, meminimalkan getaran dan menjaga keseimbangan dalam sistem. Urutan ini dihitung dengan cermat untuk memastikan pengaturan waktu dan koordinasi yang tepat antara piston, katup, dan sistem penyalaan, yang memungkinkan mesin beroperasi dengan kinerja optimal dan kebisingan minimal. Urutan penyalaan pada mesin pembakaran internal menentukan urutan penyalaan untuk silinder dalam penyalaan busi. Urutan ini mengatur distribusi daya dalam mesin resiprokal multi-silinder, yang dicapai dengan menempatkan busi secara tepat pada mesin bensin atau mengurutkan injeksi mesin diesel.

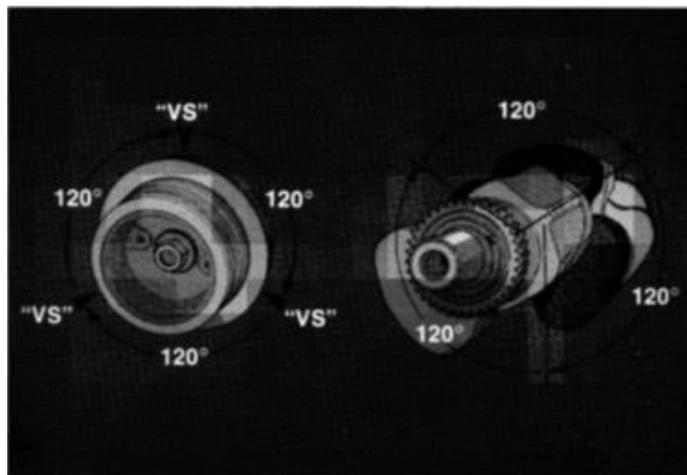
Pemilihan urutan penyalaan yang tepat, sangat penting selama perancangan mesin untuk meminimalkan getaran, memastikan ketahanan mesin, meningkatkan kenyamanan pengguna, dan sangat memengaruhi perancangan poros engkol. Urutan penyalaan menentukan urutan impuls listrik yang disalurkan ke berbagai silinder, yang bertujuan untuk mencapai keseimbangan dan meminimalkan getaran semaksimal mungkin. Dalam kasus mesin radial, urutan penyalaan mengikuti pola tertentu agar selaras dengan gerakan engkol saat berputar, guna memastikan kinerja optimal dan pengoperasian yang lancar.

G. Unit Pembakaran Diesel Inline 4-Tak 6 Silinder

Menurut (Teknisi dkk 2020), lingkaran penuh yang mewakili poros engkol dan crankshaft pada gambar 2.12 di bawah ini. Jurnal batang penghubung menempatkan tanda set katup secara geometris. Diberikan tanda adalah 120° , memberikan penjelasan tentang bagaimana lokasi

perjalanan piston dan derajat sudut engkol berhubungan satu sama lain.

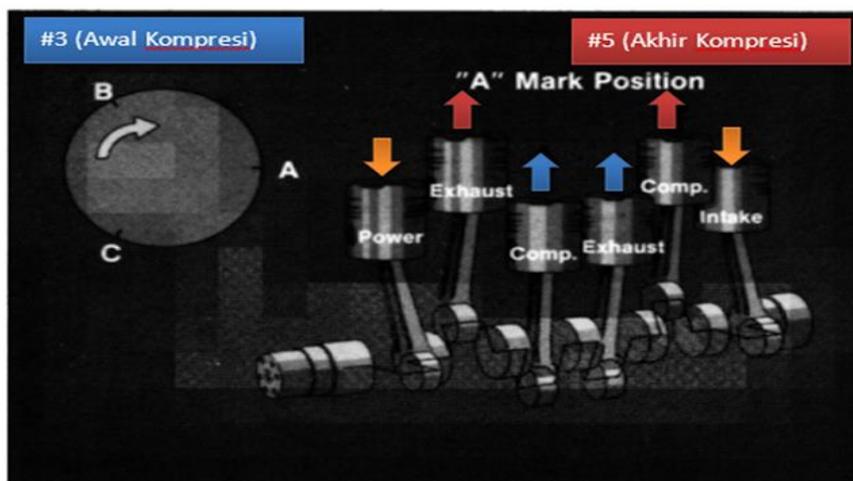
Gambar 2. 12 Bentuk Lingkaran dan penghubung tanda 120°



Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

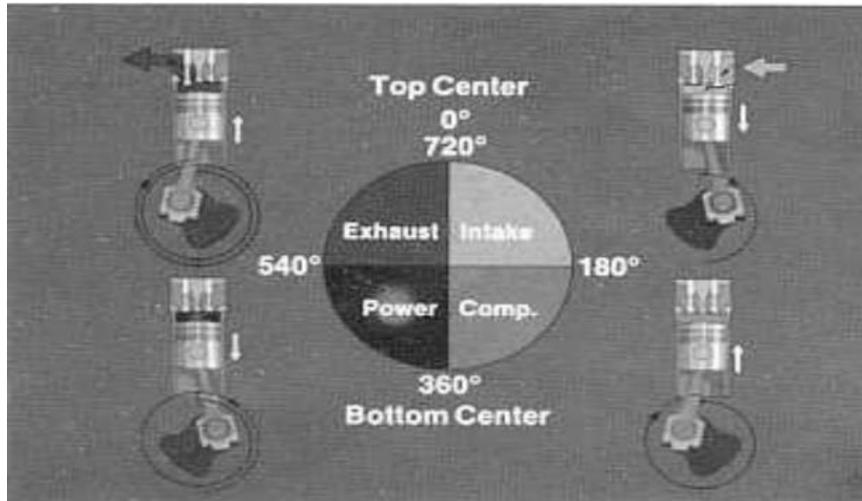
Untuk menyelesaikan siklus injeksi bahan bakar penuh, diperlukan dua putaran poros engkol, atau 720°, seperti gambar di bawah, yang menunjukkan piston bergerak ke atas untuk kompresi dan exhaust, ke bawah untuk intake dan daya, seperti pada gambar di bawah, lingkaran menunjukkan 7200 putaran poros engkol atau menyelesaikan siklus injection.

Gambar 2. 13 Animasi piston bergerak



Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

Gambar 2. 14 Siklus injeksi bahan bakar penuh



Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

Mesin diesel inline dengan 4 langkah dan enam silinder memiliki firing order = 1-5-3-6-2-4. Bentuk crankshaft dapat diketahui. Untuk mengetahui perhitungan dasar firing order, gunakan rumus ini.

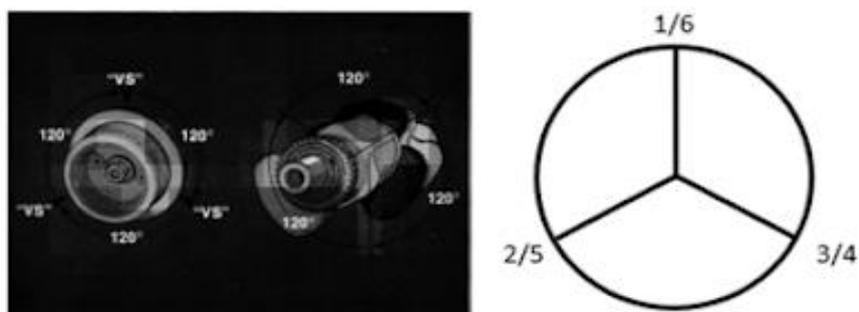
Gambar 2. 15 Rumus dasar firing order

$$Internal\ Pembakaran \frac{720}{6} = 120^0$$

Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

Jika digambarkan pada lingkaran penuh, maka internal pembakaran sebesar 1200 akan dihasilkan, contoh gambar di bawah ini.

Gambar 2. 16 Urutan firing order enam silinder lingkaran



Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

Pada tabel 2.1 dibawah ini, maka didapat firing order clearance valve.

Tabel 2. 1 Firing order

Top	Over lap	Injektor
1	6	5
5	2	3
3	4	6
6	1	2
2	5	4
4	3	1

Sumber : <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>

H. Pentingnya Urutan Pembakaran

Menurut (Willy dkk 2023), begitu pentingnya urutan pembakaran karena dapat mempengaruhi faktor-faktor seperti berikut :

1. Keseimbangan dan Pengoperasian yang Lancar

Urutan pengapian sangat penting untuk mencapai keseimbangan dan meminimalkan getaran pada mesin. Urutan pengapian yang dirancang dengan baik membantu mengurangi kebisingan mesin, meningkatkan kelancaran secara keseluruhan, dan meningkatkan kenyamanan pengguna.

2. Output Daya dan Efisiensi

Urutan pengapian yang benar memastikan waktu pembakaran yang tepat, mengoptimalkan penyaluran daya, dan meningkatkan efisiensi mesin. Hal ini memungkinkan pembuangan gas buang secara efisien dan pemasukan campuran udara-bahan bakar segar secara efektif, sehingga menghasilkan peningkatan kinerja.

3. Integritas Mekanis

Urutan penyalaan memengaruhi desain dan tata letak komponen mesin, seperti poros engkol, poros bubungan, dan batang penghubung. Dengan mengikuti urutan penyalaan yang benar,

tekanan dan gaya mekanis di dalam mesin dapat didistribusikan secara merata, sehingga meningkatkan keawetan dan keandalan komponen mesin.

4. Keseimbangan Mesin

Urutan penyalaan memengaruhi keseimbangan primer dan sekunder mesin. Keseimbangan yang tepat mengurangi getaran dan memastikan pengoperasian yang lebih lancar, mengurangi keausan pada komponen mesin.

5. Penghematan Bahan Bakar dan Emisi

Urutan pembakaran yang optimal dapat berkontribusi pada penghematan bahan bakar yang lebih baik dengan mendorong pembakaran yang efisien dan mengurangi kehilangan energi yang tidak perlu. Urutan pembakaran yang optimal juga membantu meminimalkan emisi dengan memastikan pembakaran campuran udara-bahan bakar yang lengkap dan menyeluruh.

6. Performa dan Daya Tahan Mesin

Urutan pengapian berdampak langsung pada performa mesin, termasuk akselerasi, keluaran torsi, dan kemampuan berkendara secara keseluruhan. Selain itu, urutan pengapian yang dirancang dengan baik berkontribusi pada daya tahan dan umur panjang komponen mesin, meminimalkan tekanan dan potensi kegagalan.

7. Penanganan dan Stabilitas Kendaraan

Urutan penyalaan dapat memengaruhi keseimbangan dan distribusi berat kendaraan. Urutan penyalaan yang tepat dapat memastikan distribusi berat yang optimal, yang berdampak positif pada penanganan dan stabilitas kendaraan.

8. Fleksibilitas Desain

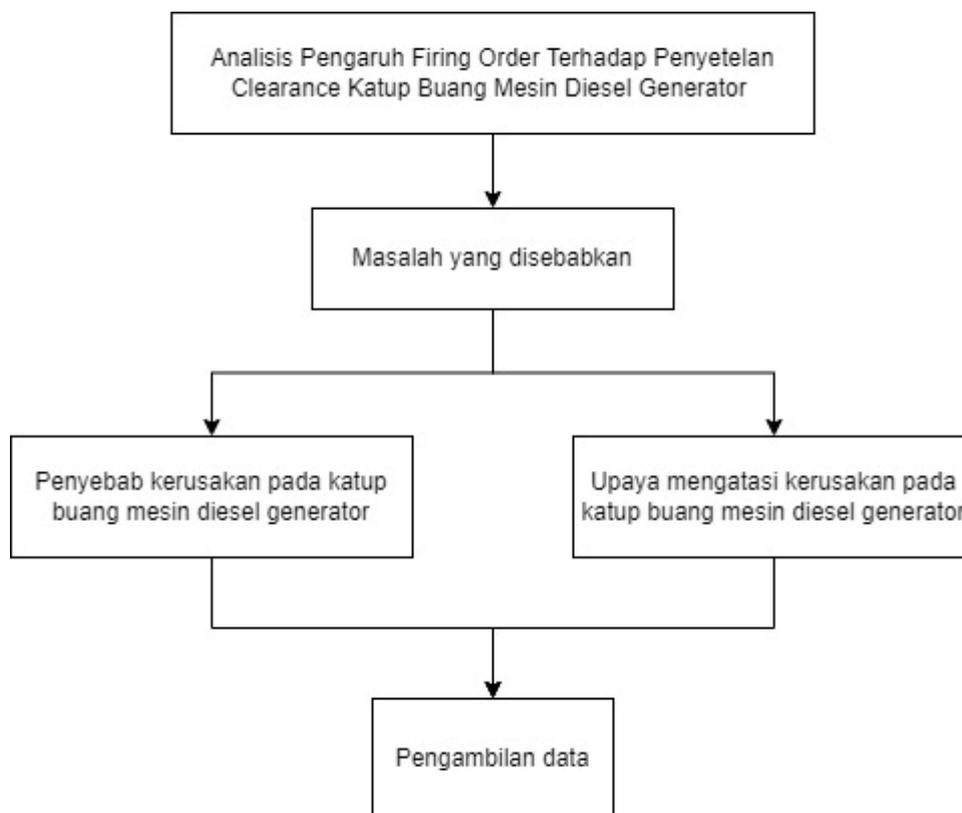
Urutan penyalaan menawarkan fleksibilitas desain, yang memungkinkan perancang mesin mengoptimalkan karakteristik kinerja berdasarkan persyaratan tertentu, seperti penyaluran daya, karakteristik torsi, dan aplikasi kendaraan.

9. Pengiriman Daya yang Halus

Urutan penyalaan yang benar memastikan daya disalurkan secara merata ke roda, mengurangi guncangan pada drivetrain dan meningkatkan kemampuan mengemudi kendaraan secara keseluruhan.

I. Kerangka Pikir

Gambar 2. 17 Kerangka pikir



J. Hipotesis

Sesuai batasan di atas, clearance katup buang mesin tidak bekerja normal diduga :

1. Running hours clearancinya melewati batas jadwal perawatan yang telah ditentukan.
2. Temperatur gas buang melebihi suhu normal

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

1. Penelitian Deskriptif

Studi ilmiah ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis suatu peristiwa, situasi, karakteristik tertentu dengan tujuan memahami secara mendalam tentang apa yang sedang diamati. Penelitian ini berfokus pada mendokumentasikan data, mengidentifikasi pola, serta memberikan gambaran detail mengenai subjek penelitian.

2. Penelitian Korelasi

Penelitian korelasional bertujuan mengetahui apa ada kesamaan diantara dua atau variabel lebih dan berapa besar koefisien relatifitas yang ada di antara variable tersebut.

B. Definisi Variabel Operasional

Operasional variable akan menjelaskan makna variabel penelitian yang akan diteliti, yaitu analisis pengaruh firing order terhadap penyetelan clearance katup buang mesin diesel generator. Variabel adalah kualitas, kuantitas, mutual, dan standar. Semuanya adalah variabel yang berubah-ubah. Setiap variabel dapat diukur, dan metode untuk mengukurnya berbeda. Ada dua kategori variabel: kedua variabel terikat (independent) dan variabel bebas (dependent).

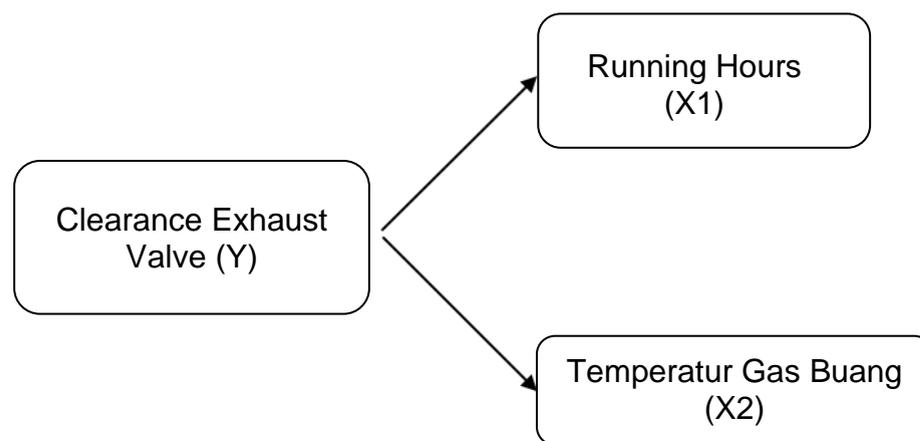
1. Dependent Variable

Nilai suatu variabel disebut variabel dependent jika nilai yang dipengaruhi bergantung pada variabel lain. Variabel dependent untuk penelitian analisis katup buang mesin diesel generator ini adalah faktor penyebab penurunan kinerja katup buang serta metode perawatan dan perbaikan katup buang.

2. Independent Variable

Secara singkat, variabel yang dianggap sebagai variabel

independen adalah menghasilkan, munculnya dan perubahan variable dependen (terikat), faktor yang diukur, diubah, dan dipilih oleh peneliti untuk mengidentifikasi hubungan antara fenomena yang diamati dengan satu sama lain. Dalam penelitian, nilai independent variabel dapat mempengaruhi yang lainnya dan dalam proses penelitian analisa kinerja katup buang terhadap mesin diesel generator memiliki variabel independent yaitu kinerja katup buang mesin diesel generator di kapal.



C. Populasi Penelitian dan Sampel

1. Populasi

Penelitian ini merupakan jumlah total objek, populasi objek atau subjek diambil oleh peneliti untuk menganalisis dan mencapai kesimpulan. Penelitian ini yaitu katup buang mesin diesel generator dan komponen-komponennya.

2. Sampel

Bagian-bagian populasi atau karakteristik unik populasi disebut sebagai sampel. Fokus penelitian ini adalah factor penyebab katup buang tidak bekerja sebagaimana mestinya.

D. Teknik Analisa Data

1. Teknik Kualitatif

Teknik analisis data kualitatif pada skripsi melibatkan

pengumpulan, penyusunan, dan interpretasi data yang bersifat deskriptif dan non-angka. Data dalam bentuk teks, catatan lapangan, atau dokumen dianalisis dengan pendekatan yang lebih terbuka dan mendalam, berfokus pada pemahaman konteks dan makna di balik informasi yang diambil. Langkah-langkah umum dalam analisis data kualitatif melibatkan pengkodean, kategorisasi, pencarian pola atau temuan, serta pengembangan teori atau interpretasi yang mendalam berdasarkan data yang terkumpul.

2. Teknik Kuantitatif

Teknik analisis data yang dimana harus menerangkan teknik statistik yang digunakan. Penulis akan menggunakan statistik deskriptif seperti tendensi sentral (Mean).

E. Metode Pengumpulan Data

Untuk menyusun proposal skripsi ini, proses pengumpulan data dan informasi berikut digunakan :

1. Metode Pengamatan

Itulah bagaimana observasi kontan dilakukan pada bahan yang diamati dan dipelajari tentang Analisis Pengaruh Firing Order Terhadap Penyetelan Clearance Katup Buang Mesin Diesel Generator, untuk memungkinkan penulis untuk menggambarkan dan menganalisis tugas akhir ini.

2. Metode Studi yang Didokumentasi

Studi membaca serta mempelajari literatur, buku, dan karya lain berkaitan dengan subjek. Teknik studi dokumentasi sebagai pelengkap jika ada masalah dan bisa dijadikan sebagai landasan teori penelitian.

F. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Langkah Analisa Perencanaan Sebelum Praktek Laut

No.	Aktivitas	Tahun 2021											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan Buku Referensi					■							
2	Pemilihan Judul					■							
3	Penyusunan Proposal dan Bimbingan									■	■	■	■
Tahun 2022													
4	Seminar Proposal		■										
5	Perbaikan Seminar Proposal		■	■									
6	Pengambilan Data										■	■	■
Tahun 2023													
7	Pengambilan Data	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tahun 2024													
8	Bimbingan Penelitian			■	■	■	■	■	■				
9	Seminar Hasil dan Perbaikan			■	■	■	■	■	■				
10	Seminar Tutup										■	■	

G. Rancangan Penelitian

1. Tabel data Kondisi normal auxiliary engine

Tabel 3. 2 Kondisi normal auxiliary engine

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No.1	X	X	X	X	X
	No.2	X	X	X	X	X
	No.3	X	X	X	X	X
	No.4	X	X	X	X	X
	No.5	X	X	X	X	X
	No.6	X	X	X	X	X

2. Tabel data Kondisi abnormal auxiliary engine

Tabel 3. 3 Kondisi abnormal auxiliary engine

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No.1	X	X	X	X	X
	No.2	X	X	X	X	X
	No.3	X	X	X	X	X
	No.4	X	X	X	X	X
	No.5	X	X	X	X	X
	No.6	X	X	X	X	X

3. Tabel data Kondisi alarm 1 auxiliary engine

Tabel 3. 4 Kondisi alarm 1 auxiliary engine

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No.1	X	X	X	X	X
	No.2	X	X	X	X	X
	No.3	X	X	X	X	X
	No.4	X	X	X	X	X
	No.5	X	X	X	X	X
	No.6	X	X	X	X	X

4. Tabel data Kondisi alarm 2 auxiliary engine

Tabel 3. 5 Kondisi alarm 2 auxiliary engine

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	X	X	X	X	X
	No. 2	X	X	X	X	X
	No. 3	X	X	X	X	X
	No. 4	X	X	X	X	X
	No. 5	X	X	X	X	X
	No. 6	X	X	X	X	X

5. Tabel data Kondisi setelah perbaikan auxiliary engine

Tabel 3. 6 Kondisi setelah perbaikan auxiliary engine

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	X	X	X	X	X
	No. 2	X	X	X	X	X
	No. 3	X	X	X	X	X
	No. 4	X	X	X	X	X
	No. 5	X	X	X	X	X
	No. 6	X	X	X	X	X

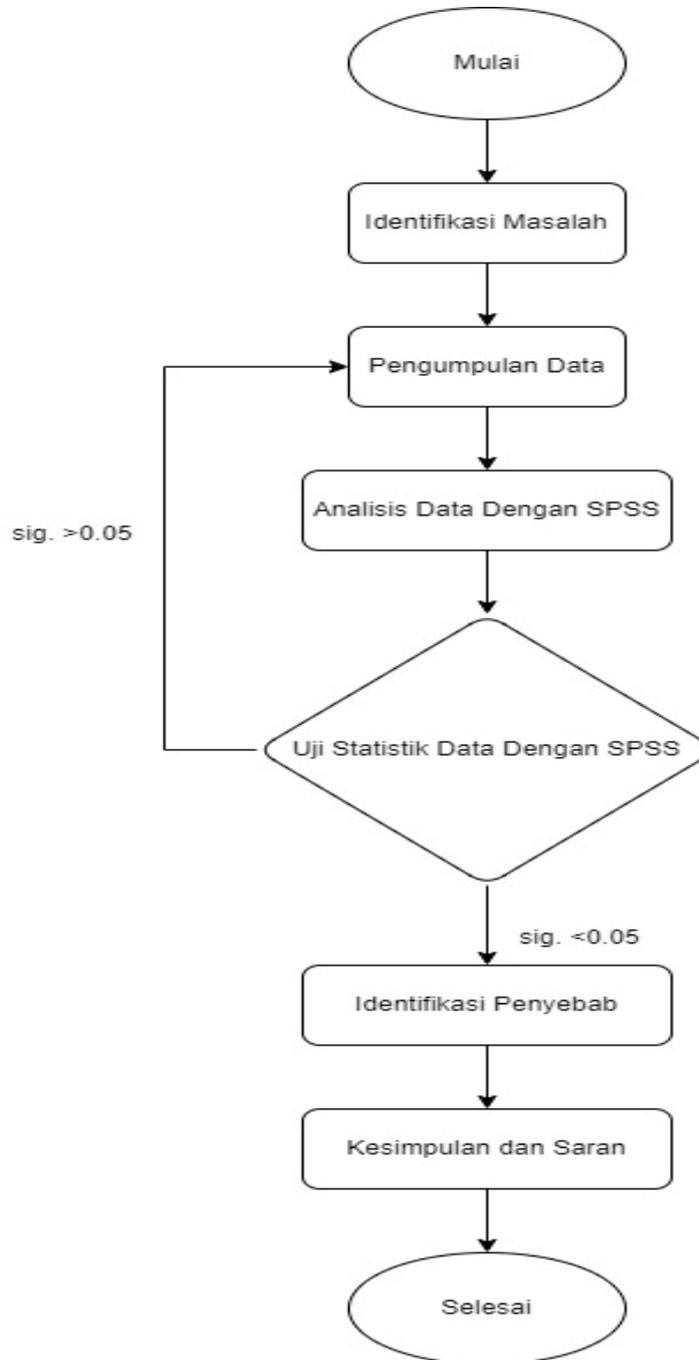
6. Tabel data Running test

Tabel 3. 7 Running test

Syncrone						
Engine Speed	Rpm	X	X	X	X	X
Load Power	Kw	X	X	X	X	X
Fuel Oil	Bar	X	X	X	X	X
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	X	X	X	X	X
Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler In	°C	X	X	X	X	X
S.W.C Air Cooler Out	°C	X	X	X	X	X
Jacket Cooling Out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C In	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas T/C out	°C	X	X	X	X	X
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	X	X	X	X	X
	No. 2	X	X	X	X	X
	No. 3	X	X	X	X	X
	No. 4	X	X	X	X	X
	No. 5	X	X	X	X	X
	No. 6	X	X	X	X	X

H. Chart Aliran Penelitian

Gambar 3. 1 Chart aliran penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. MT. KARMILA P.58

MT. KARMILA P.58 adalah salah satu armada dari 500 kapal yang dimiliki oleh PT. PERTAMINA INTERNASIONAL SHIPPING, yang berada di Jl. Gatot Subroto, RT. 06 / RW. 03, Kuningan Timur, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta, DKI Jakarta, Gedung Patra Jasa Office Tower Lt.27. MT. KARMILA P.58 merupakan sebuah kapal jenis *Oil Tanker* yang memuat *Fuel Oil dan Diesel Oil* yang beroperasi di Indonesia, dengan line kapal Dumai dan Palembang dimana di Palembang Loading muatan dan di Dumai untuk Discharge, sebagai kapal yang operasi *Ship to Ship (STS)*.

2. Data Spesifikasi Objek Penelitian

Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Auxiliary Engine

Auxiliary Engine	
Maker	YANMAR
Model	S165L-UN
Types	Diesel Engine with Water Cooled, Vertical, Four-Cycle
Chamber of Burning	Direct Injection Type
Count of Cylinders	Six
dull of Cylinder	165 mm
Stroke	210 mm
Entire Cylinder Positioning	26,94 l
Ratio of Compression	13,8

Revealed Speed Rated	1.000 rpm
Crankshaft Rotation Direction	as seen from the flywheel (Standar) counterclockwise As seen from the flywheel, clockwise (optional)
Side of Operations	Viewed from the Flywheel, on the Left
The firing order	1-5-3-6-2-4 (120° Spacing)
Supercharging System	Exhaust Gas Turbine Supercharger (Turbo-Charger)
Cooling System	Constantly High Temperature System Cooling (Equipped with Fresh Water Cooler)
Lubricating System	Lubrication: Fully Automatic Lubrication by Gear Pump Oil Sump: Damp Sump (Auxiliary tank installed inboard; separately required)
Starting System	Compressed Air or Electric Starting Motor
Dimensions	Overall Length 1903 (2214) mm, Overall Width 1070 (1070) mm, Overall Height 1581 (1581) mm
Weight (Equipped with Fresh Water Cooler)	2800 (2900) kg

Sumber: *Manual Book MT. Karmila P.58*

Data tersebut diperoleh dari kapal MT. Karmila P.58.

3. Verifikasi data

Verifikasi data yang dikumpulkan atau digunakan dalam studi akurat, konsisten dan dapat dipercaya, pada saat memverifikasi data dilakukan pengecekan pada log book, manual book, running hours, diesel generator performance serta file dari masinis 3. Dimana dari data tersebut di uji kesamaan data pada saat kondisi normal dan abnormal mesin dan dilakukan pengujian pada spss yang ditentukan tiap jamnya untuk mencari nilai signifikansinya

4. Analisa Data

Berdasarkan peristiwa yang dialami oleh penulis selama praktik laut di kapal MT. Karmila P.58 yaitu pada tanggal 16 November 2023 saat kapal sedang manuver unberthing STS, dimana auxiliary engine no.3 mengalami alarm kenaikan temperature jacket cooling dan temperature exhaust gas, sehingga masinis 3 memutuskan untuk anchorage dahulu dan mematikan auxiliary engine untuk memeriksa kondisi mesin, dikarenakan pada running hours auxiliary engine terdapat semua sudah over running hours sehingga masinis 3 dan kkm memutuskan untuk major overhaul pada auxiliary engine. Setelah di ambil clearance untuk setiap valve terdapat clearance exhaust valve tidak sesuai manual book (0.3mm) dan clearance exhaust valvenya 0.5mm dimana dapat mengurangi efisiensi pembakaran dan kinerja mesin secara keseluruhan yang menyebabkan exhaust valve jadi lama terbuka dan menyebabkan sisa pembakaran yang terlambat keluar setelah pembakaran bisa membuat kerak di dalam cylinder. pada saat pengangkatan cylinder head di dapati banyaknya karbon pada spindle sehingga dilakukan pembersihan serta pergantian spindle dan seat valve pada cylinder head, serta dilakukannya pengetesan dan pengecekan injector pada auxiliary engine. Setelah melakukan perbaikan dan overhaul, di lakukan running test untuk melihat performance auxiliary engine serta mengecek atau mengambil temperature tiap jam untuk mengetahui kinerja setelah perbaikan.

1. Data obsevasi Kondisi Normal Auxiliary Engine

Pengambilan temperature serta pengecekan pressure pada auxiliary engine dilakukan tiap jam oleh penulis.

Tabel. 4. 2 Kondisi Normal Auxiliary Engine

Syncrone						
Time	Hh:mm	08.00L T	09.00L T	10.00L T	11.00L T	12.00L T
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	90	90	90	90	90
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	58	60	58	60	60
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	35	36	35	36	36
S.W.C Air Cooler Out	°C	37	38	38	38	38
Jacket Cooling Out	°C	68	68	70	74	74
Exh. Gas T/C In	°C	180/180	200/180	200/190	210/190	200/180
Exh. Gas T/C out	°C	338	338	342	346	346
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	220	240	240	250	250
	No. 2	200	220	240	240	270
	No. 3	220	210	220	240	240
	No. 4	240	240	250	250	250
	No. 5	210	210	230	230	250
	No. 6	230	240	240	260	260

Sumber : DG Performance Report dan Log Book MT. Karmila P.58

2. Data obsevasi Kondisi Auxiliary Engine Abnormal

Pengambilan temperature dan tekanan pada kondisi abnormal auxiliary engine tiap jam di check penulis.

Tabel 4. 3 Kondisi Auxiliary Engine Abnormal

Syncrone						
Time	Hh:m m	12.00 LT	13.00 LT	14.00 LT	15.00 LT	16.00 LT
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	90	120	120	110	120
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/c m ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	60	62	60	60	62
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	36	36	35	36	36
S.W.C Air Cooler Out	°C	38	40	40	42	40
Jacket Cooling Out	°C	74	76	76	76	76
Exh. Gas T/C In	°C	200/18 0	220/20 0	210/19 0	210/19 0	200/19 0
Exh. Gas T/C out	°C	346	375	370	370	370
Exh. Gas / Cylinder	Cyl	°C	°C	°C	°C	°C
	1	250	260	260	270	270
	2	270	270	270	280	280
	3	240	270	270	260	270
	4	250	280	280	270	280
	5	250	250	250	260	260
	6	260	250	270	260	260

Sumber: Log Book MT. Karmila P.58

3. Data obsevasi Kondisi Alarm 1 Auxiliary Engine

Pengambilan temperature dan tekanan pada kondisi alarm 1 auxiliary engine tiap jam di check penulis.

Tabel 4. 4 Kondisi Alarm 1 Auxiliary Engine

Syncrone						
Time	Hh:m m	16.00L T	17.00L T	18.00L T	19.00L T	20.00L T
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	120	130	130	130	130
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	62	64	64	66	64
Air Cooler Out	°C	40	42	42	44	42
S.W.C Air Cooler In	°C	38	38	36	38	36
S.W.C Air Cooler Out	°C	44	44	42	46	46
Jacket Cooling Out	°C	78	78	80	79	79
Exh. Gas T/C In	°C	200/190	230/220	220/200	220/210	220/210
Exh. Gas T/C out	°C	370	388	388	388	388
Exh. Gas / Cylinder	Cyl	°C	°C	°C	°C	°C
	1	270	280	280	280	280
	2	280	270	270	280	280
	3	270	280	290	280	270
	4	280	280	280	290	290
	5	260	290	290	280	280
	6	260	270	280	280	290

Sumber: Log Book MT.Karmila P.58

4. Data obsevasi Kondisi Alarm 2 Auxiliary Engine

Pengambilan temperature dan tekanan pada kondisi alarm 2 auxiliary engine tiap jam di check oleh penulis.

Tabel 4. 5 Kondisi Alarm 2 Auxiliary Engine

Syncrone						
Time	Hh:mm	20.00L T	21.00L T	22.00L T	23.00L T	00.00L T
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	130	140	140	140	140
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	64	65	65	65	66
Air Cooler Out	°C	42	43	43	43	44
S.W.C Air Cooler In	°C	36	38	38	38	38
S.W.C Air Cooler Out	°C	46	48	46	48	48
Jacket Cooling Out	°C	79	80	80	81	80
Exh. Gas T/C In	°C	220/210	230/220	240/210	240/220	230/220
Exh. Gas T/C out	°C	388	390	388	390	388
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	280	280	290	290	280
	No. 2	280	290	290	290	290
	No. 3	270	280	290	290	300
	No. 4	290	280	280	270	290
	No. 5	280	290	290	300	290
	No. 6	290	280	280	280	290

Sumber: *Log Book MT. Karmila P.58*

5. Data obsevasi Kondisi Setelah Perbaikan Auxiliary Engine

Pengambilan temperature dan tekanan setelah perbaikan auxiliary engine di lakukan oleh penulis.

Tabel 4. 6 Kondisi Setelah Perbaikan Auxiliary Engine

Syncrone								
Time	Hh:m m	16.00	17.00	18.00	19.00	19.30	20.00	21.30
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	90	90	90	90	90	90	90
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/c m ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	58	60	58	60	60	58	58
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	35	36	35	36	36	35	35
S.W.C Air Cooler Out	°C	37	38	38	38	38	37	37
Jacket Cooling Out	°C	68	68	70	74	74	68	72
Exh. Gas T/C In	°C	180/180	200/180	200/190	210/190	200/180	180/180	180/180
Exh. Gas T/C out	°C	338	338	342	346	346	338	338
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.	°C						
	No. 1	220	240	240	250	250	220	200
	No. 2	200	220	240	240	270	200	200
	No. 3	220	210	220	240	240	220	220
	No. 4	240	240	250	250	250	240	220
	No. 5	210	210	230	230	250	210	240
	No. 6	230	240	240	260	260	230	210

Sumber: Log Book MT. Karmila P.58

6. Data obsevasi Running Test Auxiliary Engine

Start : 08.12 LT

Syncrone : 08.30 LT

Stop : 15.30 LT

Tabel 4. 7 Running Test Auxiliary Engine

Syncrone							
Time	Hh:mm	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	75	60	90	90	75	95
Booster Air	Kg/cm ²	-	-	-	-	-	-
Lub. Oil	Bar	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Fuel Oil	Bar	-	-	-	-	-	-
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Lub. Oil Cooler In	°C	72	72	80	80	78	79
Lub. Oil Cooler Out	°C	70	70	75	75	76	75
Air Cooler In	°C	60	60	60	60	60	60
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	36	36	35	36	36	36
S.W.C Air Cooler Out	°C	38	39	38	38	38	38
Jacket Cooling Out	°C	77	79	79	79	77	78
Exh. Gas T/C In	°C	280/190	280/180	220/190	220/190	220/170	240/200
Exh. Gas T/C out	°C	-	-	357	357	-	389
Fresh Water / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	76	78	80	80	78	78
	No. 2	78	80	80	78	78	78
	No. 3	76	79	79	79	78	77
	No. 4	76	77	77	78	76	76
	No. 5	76	78	78	79	76	76
	No. 6	76	80	80	80	78	79
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	260	300	310	310	280	300
	No. 2	350	340	250	250	240	250
	No. 3	240	360	280	280	270	180
	No. 4	180	180	190	190	190	190
	No. 5	180	210	230	230	200	170
	No. 6	230	270	290	290	270	280

Sumber: Log Book MT. Karmila P.58

7. Data obsevasi Running Test 2 Auxiliary Engine

Start : 16.00 LT

Syncrone : 16.12 LT

Stop : 00.54 LT

Tabel 4. 8 Running Test 2 Auxiliary Engine

Syncrone						
Time	Hh:mm	17.00	18.00	20.00	22.00	24.00
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	90	90	90	90	95
Booster Air	Kg/cm ²	-	-	-	-	-
Lub. Oil	Bar	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Fuel Oil	Bar	-	-	-	-	-
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Lub. Oil Cooler In	°C	79	79	79	80	79
Lub. Oil Cooler Out	°C	75	74	78	77	78
Air Cooler In	°C	60	60	60	60	60
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	37	36	34	35	34
S.W.C Air Cooler Out	°C	39	39	36	36	36
Jacket Cooling Out	°C	76	76	78	79	79
Exh. Gas T/C In	°C	200/180	200/180	200/180	200/180	200/185
Exh. Gas T/C out	°C	358	340	351	336	360
Fresh Water / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	76	76	79	80	80
	No. 2	76	76	78	79	79
	No. 3	76	76	78	79	79
	No. 4	76	75	77	78	78
	No. 5	76	74	76	78	78
	No. 6	76	76	77	79	78
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	280	270	280	270	270
	No. 2	230	230	250	220	210
	No. 3	250	230	250	240	250
	No. 4	220	220	230	220	210
	No. 5	180	170	190	190	190
	No. 6	240	240	230	240	240

Sumber: Log Book MT. Karmila P.58

8. Data obsevasi Running Test 3 Auxiliary Engine

Start : 15.36LT

Syncrone : 15.45 LT

Tabel 4. 9 Running Test 3 Auxiliary Engine

Syncrone							
Time	Hh:mm	16.00	17.00	18.00	19.00	19.30	21.30
Speed Engine	RPM	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Load strength	KW	80	100	110	120	130	90
Booster Air	Kg/cm ²	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Lub. Oil	Bar	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Lub. Oil Cooler In	°C	67	68	68	70	68	67
Lub. Oil Cooler Out	°C	63	64	62	62	64	60
Air Cooler In	°C	58	60	60	60	60	58
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	36	36	35	34	35	35
S.W.C Air Cooler Out	°C	37	37	36	37	37	37
Jacket Cooling Out	°C	60	64	65	67	68	62
Exh. Gas T/C In	°C	180/180	190/190	200/190	215/210	230/220	180/180
Exh. Gas T/C out	°C	335	345	352	375	388	338
Fresh Water / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	60	64	65	68	68	62
	No. 2	60	64	64	68	68	62
	No. 3	60	64	65	68	68	62
	No. 4	60	64	66	66	67	62
	No. 5	60	63	66	66	68	62
	No. 6	60	63	64	68	68	62
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	No. 1	250	280	280	260	280	200
	No. 2	200	200	215	240	260	200
	No. 3	210	230	240	250	270	220
	No. 4	190	200	200	220	230	220
	No. 5	230	250	255	280	290	240
	No. 6	180	220	230	240	260	210

Sumber: Log Book MT. Karmila P.58

5. Analisa data penelitian

SPSS (Statistic Goods and Services Solutions), program aplikasi yang memiliki kemampuan luar biasa untuk analisis statistik dan sistem manajemen data dalam lingkungan grafis. Itu memiliki deskriptif yang sederhana dan dialog yang membuat mudah diaplikasikan.

Tabel 4. 10 T-Test

		Men	N	Std. Deviat	Std. Er Mean
Pair 1	NORMAL	186.34	17	232.921	56.492
	ABNORMAL	200.34	17	235.121	57.025
Pair 2	NORMAL	190.11	17	233.174	56.553
	ABNORMAL	208.87	17	236.205	57.288
Pair 3	NORMAL	193.81	17	233.937	56.738
	ABNORMAL	208.99	17	236.367	57.327
Pair 4	NORMAL	197.99	17	234.473	56.868
	ABNORMAL	208.58	17	236.454	57.348
Pair 5	NORMAL	200.34	17	235.121	57.025
	ABNORMAL	209.75	17	236.548	57.371
Pair 6	NORMAL	186.34	17	232.921	56.492
	ALARM 1	210.22	17	236.209	57.289
Pair 7	NORMAL	190.11	17	233.174	56.553
	ALARM 1	216.81	17	237.387	57.575
Pair 8	NORMAL	193.81	17	233.937	56.738
	ALARM 1	217.28	17	237.811	57.678
Pair 9	NORMAL	197.99	17	234.473	56.868
	ALARM 1	217.81	17	237.372	57.571
Pair 10	NORMAL	200.34	17	235.121	57.025
	ALARM 1	217.46	17	237.665	57.642
Pair 11	NORMAL	186.34	17	232.921	56.492
	ALARM 2	217.46	17	237.665	57.642
Pair 12	NORMAL	190.11	17	233.174	56.553
	ALARM 2	219.75	17	237.391	57.576
Pair 13	NORMAL	193.81	17	233.937	56.738
	ALARM 2	221.28	17	237.771	57.668
Pair 14	NORMAL	197.99	17	234.473	56.868
	ALARM 2	221.58	17	237.783	57.671

Pair 15	NORMAL	200.34	17	235.121	57.025
	ALARM 2	222.11	17	237.915	57.703
Pair 16	NORMAL	186.34 ^a	17	232.921	56.492
	SETELAH PERBAIKAN	186.34 ^a	17	232.921	56.492
Pair 17	NORMAL	190.11 ^a	17	233.174	56.553
	SETELAH PERBAIKAN	190.11 ^a	17	233.174	56.553
Pair 18	NORMAL	193.81 ^a	17	233.937	56.738
	SETELAH PERBAIKAN	193.81 ^a	17	233.937	56.738
Pair 19	NORMAL	197.99 ^a	17	234.473	56.868
	SETELAH PERBAIKAN	197.99 ^a	17	234.473	56.868
Pair 20	NORMAL	200.34 ^a	17	235.121	57.025
	SETELAH PERBAIKAN	200.34 ^a	17	235.121	57.025

a. Since there is no standard error of the difference, it is not possible to determine the correlation or t.

Penjelasan untuk setiap pasangan (pair) dalam tabel Paired Samples Statistics dalam bahasa SPSS:

Pair 1 : Kondisi Normal – Abnormal (08.00LT/12.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 186.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 232.921, dan standar error mean 56.492. Sementara pada kondisi abnormal nilai mean adalah 200.34, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 235.121, dan standar error mean 57.025. Ini menunjukkan indikasi nilai mean menurun dari kondisi normal ke abnormal perbandingan antara jam 08.00 normal dengan 12.00 abnormal, yang menunjukkan penurunan performance mesin.

Pair 2 : Kondisi Normal – Abnormal (09.00LT/13.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 190.11, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.174, dan standar error mean 56.553. Sementara pada kondisi abnormal nilai mean adalah 208.87, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 236.205, dan standar error mean 57.288. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke abnormal perbandingan antara jam 09.00 normal dengan 13.00

abnormal, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat.

Pair 3 : Kondisi Normal – Abnormal (10.00LT/14.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 193.81, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.937, dan standar error mean 56.738. Sementara pada kondisi abnormal nilai mean adalah 208.99, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 236.367, dan standar error mean 57.327. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke abnormal perbandingan antara jam 10.00 normal dengan 14.00 abnormal, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat.

Pair 4 : Kondisi Normal – Abnormal (11.00LT/15.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 197.99, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 234.473, dan standar error mean 56.868. Sementara pada kondisi abnormal nilai mean adalah 208.58, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 236.454, dan standar error mean 57.348. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke abnormal perbandingan antara jam 11.00 normal dengan 15.00 abnormal, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat.

Pair 5 : Kondisi Normal – Abnormal (12.00LT/16.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 200.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 235.121, dan standar error mean 57.025. Sementara pada kondisi abnormal nilai mean adalah 209.75, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 236.548, dan standar error mean 57.371. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke abnormal perbandingan antara jam 12.00 normal dengan 16.00 abnormal, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat.

Pair 6 : Kondisi Normal – Alarm 1 (08.00LT/16.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 186.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 232.921, dan standar error mean 56.492. Sementara pada kondisi alarm 1 nilai mean adalah 210.22, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 236.209, dan standar error mean 57.289. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 1 perbandingan antara jam 08.00 normal dengan 16.00 alarm 1, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat menengah.

Pair 7 : Kondisi Normal – Alarm 1 (09.00LT/17.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 190.11, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.174, dan standar error mean 56.553. Sementara pada kondisi alarm 1 nilai mean adalah 216.81, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.387, dan standar error mean 57.575. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 1 perbandingan antara jam 09.00 normal dengan 17.00 alarm 1, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat menengah.

Pair 8 : Kondisi Normal – Alarm 1 (10.00LT/18.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 193.81, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.937, dan standar error mean 56.738. Sementara pada kondisi alarm 1 nilai mean adalah 217.28, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.811, dan standar error mean 57.678. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 1 perbandingan antara jam 10.00 normal dengan 18.00 alarm 1, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat menengah.

Pair 9 : Kondisi Normal – Alarm 1 (11.00LT/19.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 197.99, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 234.473, dan standar error mean 56.868. Sementara pada kondisi alarm 1 nilai mean adalah 217.81, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.372, dan standar error mean 57.571. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 1 perbandingan antara jam 11.00 normal dengan 19.00 alarm 1, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat menengah.

Pair 10 : Kondisi Normal – Alarm 1 (12.00LT/20.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 200.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 235.121, dan standar error mean 57.025. Sementara pada kondisi alarm 1 nilai mean adalah 217.46, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.665, dan standar error mean 57.642. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 1 perbandingan antara jam 12.00 normal dengan 20.00 alarm 1, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine mulai naik atau suhu mulai meningkat menengah.

Pair 11 : Kondisi Normal – Alarm 2 (08.00LT/20.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 186.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 232.921, dan standar error mean 56.492. Sementara pada kondisi alarm 2 nilai mean adalah 217.46, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.665, dan standar error mean 57.642. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 2 perbandingan antara jam 08.00 normal dengan 20.00 alarm 2, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine meningkat sehingga menyebabkan mesin overheat dari jacket maupun exhaust gas.

Pair 12 : Kondisi Normal – Alarm 2 (09.00LT/21.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah

190.11, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.174, dan standar error mean 56.553. Sementara pada kondisi alarm 2 nilai mean adalah 219.75, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.391, dan standar error mean 57.576. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 2 perbandingan antara jam 09.00 normal dengan 21.00 alarm 2, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine meningkat sehingga menyebabkan mesin overheat dari jacket maupun exhaust gas.

Pair 13 : Kondisi Normal – Alarm 2 (10.00LT/22.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 193.81, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.937, dan standar error mean 56.738. Sementara pada kondisi alarm 2 nilai mean adalah 221.28, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.771, dan standar error mean 57.668. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 2 perbandingan antara jam 10.00 normal dengan 22.00 alarm 2, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine meningkat sehingga menyebabkan mesin overheat dari jacket maupun exhaust gas.

Pair 14 : Kondisi Normal – Alarm 2 (11.00LT/23.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 197.99, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 234.473, dan standar error mean 56.868. Sementara pada kondisi alarm 2 nilai mean adalah 221.58, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.783, dan standar error mean 57.671. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 2 perbandingan antara jam 11.00 normal dengan 23.00 alarm 2, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine meningkat sehingga menyebabkan mesin overheat dari jacket maupun exhaust gas.

Pair 15 : Kondisi Normal – Alarm 2 (12.00LT/00.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 200.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi

235.121, dan standar error mean 57.025. Sementara pada kondisi alarm 2 nilai mean adalah 222.11, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 237.915, dan standar error mean 57.703. Ini menunjukkan indikasi nilai mean meningkat dari kondisi normal ke alarm 2 perbandingan antara jam 12.00 normal dengan 00.00 alarm 2, yang menunjukkan temperatur auxiliary engine meningkat sehingga menyebabkan mesin overheat dari jacket maupun exhaust gas.

Pair 16 : Kondisi Normal – Setelah Perbaikan
(08.00LT/16.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 186.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 232.921, dan standar error mean 56.492. Sementara pada kondisi setelah perbaikan nilai mean adalah 186.34, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 232.921, dan standar error mean 56.492. Ini menunjukkan hasil dari setelah perbaikan dari kondisi normal ke setelah perbaikan dimana standar deviasi, standar error, dan nilai mean sama dengan kondisi normal, yang menunjukkan kesamaan nilai setelah perbaikan auxiliary engine kembali ke kondisi normal dan mesin dapat beroperasi lagi sesuai jam operasinal.

Pair 17 : Kondisi Normal – Setelah Perbaikan
(09.00LT/17.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 190.11, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.174, dan standar error mean 56.553. Sementara pada kondisi setelah perbaikan nilai mean adalah 190.11, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 233.174, dan standar error mean 56.553. Ini menunjukkan hasil dari setelah perbaikan dari kondisi normal ke setelah perbaikan dimana standar deviasi, standar error, dan nilai mean sama dengan kondisi normal, yang menunjukkan kesamaan nilai setelah perbaikan auxiliary engine kembali ke kondisi normal dan mesin dapat beroperasi lagi sesuai jam operasinal.

Pair 18 : Kondisi Normal – Setelah Perbaikan (10.00LT/18.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 193.81, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 233.937, dan standar error mean 56.738. Sementara pada kondisi setelah perbaikan nilai mean adalah 193.81, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 233.937, dan standar error mean 56.738. Ini menunjukkan hasil dari setelah perbaikan dari kondisi normal ke setelah perbaikan dimana standar deviasi, standar error, dan nilai mean sama dengan kondisi normal, yang menunjukkan kesamaan nilai setelah perbaikan auxiliary engine kembali ke kondisi normal dan mesin dapat beroperasi lagi sesuai jam operasinal.

Pair 19 : Kondisi Normal – Setelah Perbaikan (11.00LT/19.00LT)

Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 197.99, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 234.473, dan standar error mean 56.868. Sementara pada kondisi setelah perbaikan nilai mean adalah 197.99, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 234.473, dan standar error mean 56.868. Ini menunjukkan hasil dari setelah perbaikan dari kondisi normal ke setelah perbaikan dimana standar deviasi, standar error, dan nilai mean sama dengan kondisi normal, yang menunjukkan kesamaan nilai setelah perbaikan auxiliary engine kembali ke kondisi normal dan mesin dapat beroperasi lagi sesuai jam operasinal.

Pair 20 : Kondisi Normal – Setelah Perbaikan (12.00LT/21.30LT)

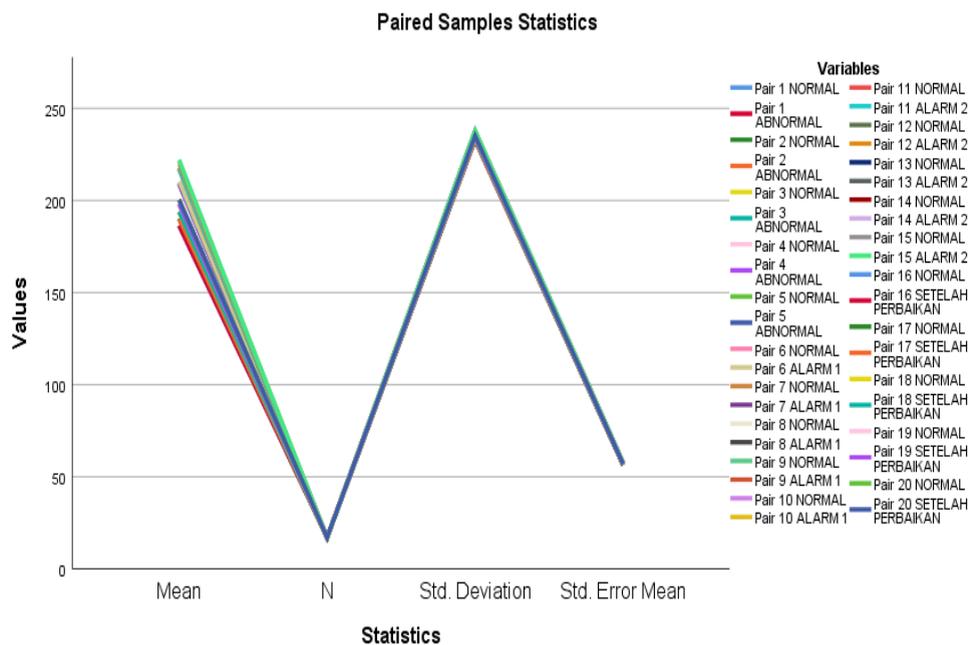
Penjelasan : Pada kondisi normal nilai mean (rata-rata) adalah 200.34, dengan jumlah sampel (N) sebanyak 17, standar deviasi 235.121, dan standar error mean 57.025. Sementara pada kondisi setelah perbaikan nilai mean adalah 200.34, dengan jumlah sampel sebanyak 17, standar deviasi 235.121, dan standar error mean 57.025. Ini menunjukkan hasil dari setelah perbaikan dari kondisi

normal ke setelah perbaikan dimana standar deviasi, standar error, dan nilai mean sama dengan kondisi normal, yang menunjukkan kesamaan nilai setelah perbaikan auxiliary engine kembali ke kondisi normal dan mesin dapat beroperasi lagi sesuai jam operasinal.

Kesimpulan :

Pada tabel ini terdapat perbedaan dan kesamaan tiap standar deviasi, standar error, dan nilai mean pada kondisi normal ke abnormal dimana mulai terjadi peningkatan nilai abnormal naik sedikit berbanding nilai normal, sedangkan nilai alarm 1 meningkat berbanding dengan nilai normal dan alarm 2 meningkat berbanding jauh dari nilai normal, setelah perbaikan standar deviasi, standar error, dan nilai mean mempunyai nilai yang sama dengan kondisi normal, ini menunjukkan adanya hasil dari setelah perbaikan yang sama persis dengan kondisi normal.

Grafik 4.1 Grafik Paired Samples Statistics



Grafik di atas adalah representasi visual dari statistik sampel berpasangan untuk berbagai parameter operasional auxiliary engine,

dalam setiap kondisi. Grafik ini menyajikan empat statistik utama: Mean (rata-rata), N adalah jumlah sampel, standar deviasi adalah standar deviasi, dan standar error mean adalah standar error.

Kesimpulan dari grafik:

- Nilai Mean (rata-rata)
Grafik Ini menunjukkan perbedaan besar di antara rata-rata kondisi normal, abnormal, alarm 1 dan alarm 2, serta adanya kesamaan nilai antara normal dengan setelah perbaikan.
- Nilai N (jumlah sampel)
Semua pasangan parameter memiliki jumlah sampel (N) yang sama yaitu 17, yang berarti perbandingan dilakukan dengan data yang konsisten.
- Std. Deviation (standar deviasi)
Grafik ini menunjukkan bahwa parameter memiliki standar deviasi yang cukup tinggi dalam kondisi abnormal dan alarm 1, sedangkan pada alarm 2 standar deviasinya tinggi dan setelah perbaikan memiliki kesamaan standar deviasi dengan kondisi normal.
- Std. Error Mean (standar error mean)
Standar error mean untuk beberapa parameter menunjukkan perbedaan sedikit antara norma dengan abnormal, alarm 1, alarm 2 dan ada kesamaan antara kondisi normal dengan setelah perbaikan.

Tabel 4. 11 Korrelation Pair Sample

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	NORMAL & ABNORMAL	17	.997	.001
Pair 2	NORMAL & ABNORMAL	17	.996	.001
Pair 3	NORMAL & ABNORMAL	17	.998	.001
Pair 4	NORMAL & ABNORMAL	17	.998	.001
Pair 5	NORMAL & ABNORMAL	17	.999	.001

Pair 6	NORMAL & ALARM 1	17	.995	.002
Pair 7	NORMAL & ALARM 1	17	.994	.002
Pair 8	NORMAL & ALARM 1	17	.995	.002
Pair 9	NORMAL & ALARM 1	17	.997	.002
Pair 10	NORMAL & ALARM 1	17	.998	.002
Pair 11	NORMAL & ALARM 2	17	.993	.003
Pair 12	NORMAL & ALARM 2	17	.993	.003
Pair 13	NORMAL & ALARM 2	17	.995	.003
Pair 14	NORMAL & ALARM 2	17	.995	.003
Pair 15	NORMAL & ALARM 2	17	.997	.003

Penjelasan untuk setiap pasangan (pair) pada tabel "Paired Samples Correlations"

Pair 1 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan abnormal adalah sangat tinggi (0.997) dan nilai yang signifikan ($p = 0.001$), menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 2 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan abnormal adalah sangat tinggi (0.996) dan nilai yang signifikan ($p = 0.001$), menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 3 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan abnormal adalah sangat tinggi (0.998) dan nilai yang signifikan ($p = 0.001$), menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 4 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan abnormal adalah sangat tinggi (0.998) dan nilai yang signifikan ($p = 0.001$), menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 5 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan

abnormal adalah sangat tinggi (0.999) dan nilai yang signifikan ($p = 0.001$), menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 6 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 1 adalah sangat tinggi (0.995) dan nilai signifikan ($p = 0.002$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 7 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 1 adalah sangat tinggi (0.994) dan nilai signifikan ($p = 0.002$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 8 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 1 adalah sangat tinggi (0.995) dan nilai signifikan ($p = 0.002$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 9 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 1 adalah sangat tinggi (0.997) dan nilai signifikan ($p = 0.002$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 10 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 1 adalah sangat tinggi (0.998) dan nilai signifikan ($p = 0.002$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 11 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 2 adalah sangat tinggi (0.993) dan nilai signifikan ($p = 0.003$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 12 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 2 adalah sangat tinggi (0.993) dan nilai signifikan ($p = 0.003$),

yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 13 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 2 adalah sangat tinggi (0.995) dan nilai signifikan ($p = 0.003$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 14 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 2 adalah sangat tinggi (0.995) dan nilai signifikan ($p = 0.003$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Pair 15 : Korelasi kondisi auxiliary engine dalam keadaan normal dan alarm 2 adalah sangat tinggi (0.997) dan nilai signifikan ($p = 0.003$), yang menunjukkan bahwa kolerasi sempurna positif dan kolerasi ini sangat signifikansi secara statistik.

Kesimpulan :

- Kondisi Normal & Abnormal
Kolerasi sempurna dengan nilai rata-rata (0.998) antara kondisi normal dan abnormal menunjukkan bahwa perubahan dalam kondisi abnormal sepenuhnya sejalan dengan perubahan dalam kondisi normal, kolerasi ini sangat signifikan ($p = .001$).
- Kondisi Normal & Alarm 1
Kolerasi yang sangat kuat dan positif dengan nilai rata-rata (.995) antara kondisi normal dan alarm 1 menunjukkan bahwa perubahan dalam kondisi abnormal hampir sejalan dengan perubahan dalam kondisi normal, kolerasi ini juga sangat signifikan ($p = .002$).
- Kondisi Normal & Alarm 2
Kolerasi sempurna positif dengan nilai rata-rata (.997) antara

kondisi normal dan alarm 2, menunjukkan bahwa perubahan dalam kondisi alarm 2 sepenuhnya berjalan dengan perubahan dalam kondisi normal, kolerasi ini sangat signifikan ($p = .003$).

- **Kondisi Normal & Setelah Perbaikan**

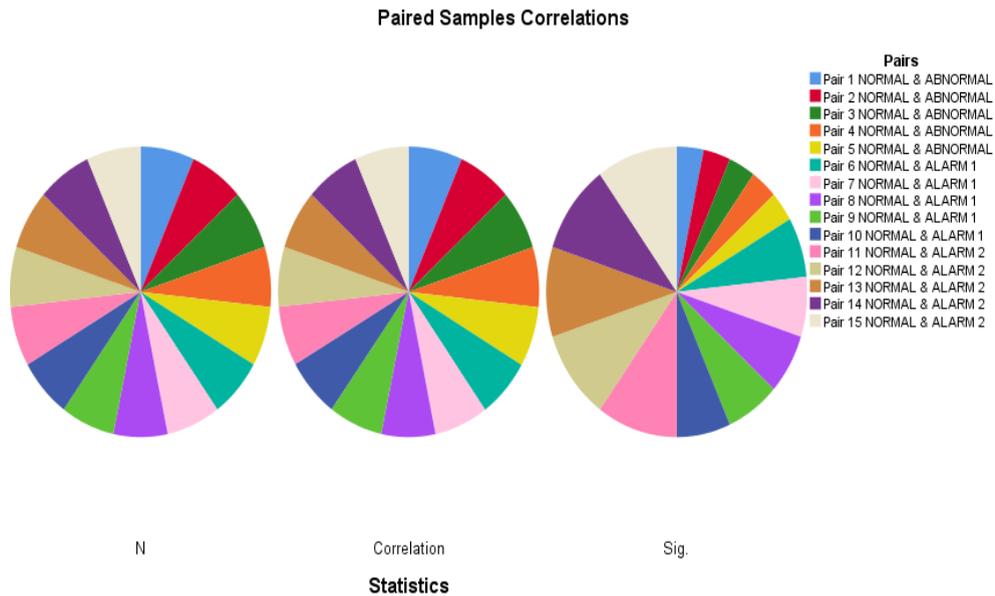
Kolerasi sempurna dan positif yang sama persis antara nilai dari kondisi normal dan setelah perbaikan yang menunjukkan bahwa setelah perbaikan nilai yang didapat sama dengan kondisi normal sehingga nilai setelah perbaikan tidak di munculkan di dalam tabel ini karena kesamaan dengan nilai normal.

Interprestasi :

- Kolerasi yang sangat kuat dan signifikansi antara kondisi normal, abnormal, alarm 1 dan 2 serta after repair, yang menunjukkan bahwa ada hubungan linier yang sangat erat antara kondisi-kondisi tersebut. Artinya ada perubahan dalam satu kondisi akan sangat mungkin diikuti oleh perubahan serupa dalam kondisi lainnya.
- Kolerasi sempurna dengan rata-rata (.995) yang menunjukkan bahwa untuk pasangan tersebut, setiap perubahan dalam kondisi secara konsisten disertai dengan perubahan yang identik dalam kondisi lain.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa kondisi mesin bantu dalam keadaan abnormal, alarm 1 dan alarm 2 sangat berkorelasi dengan kondisi normal, yang berarti bahwa pengamatan pada satu kondisi dapat digunakan untuk memprediksi pengamatan pada kondisi lain dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi.

Grafik 4. 2 Grafik Paired Samples Correlations



Grafik ini adalah grafik kolerasi sampel berpasangan (paired samples correlations). Grafik ini menunjukkan tiga pasang variabel yang di bandingkan berdasarkan tiga statistik, N (jumlah sampel), Correlation (kolerasi), dan Sig. (nilai signifikansi). Berikut penjelasan lebih detail tentang masing-masing bagian grafik :

1. Nilai N (jumlah sampel)

Grafik lingkaran di bagian kiri menunjukkan distribusi jumlah sampel (N) untuk ketiga pasang variabel. Kelimabelas pasang variabel memiliki jumlah sampel yang sama besar, ditunjukkan oleh warna yang terbagi rata dalam lingkaran.

2. Correlation (kolerasi)

Grafik lingkaran di tengah menunjukkan distribusi nilai kolerasi antara masing-masing pasangan variabel. Warna-warna pada correlation menunjukkan nilai-nilai kolerasi yang mungkin bervariasi, tetapi terlihat bahwa proporsi warna dalam lingkaran hampir sama besar, yang berarti kelimabelas pasangan memiliki nilai kolerasi yang relatif mirip.

3. Sig. (nilai signifikansi)

Grafik lingkaran di bagian kanan menunjukkan distribusi nilai kolerasi (sig.) untuk setiap pasangan variabel. Warna-warna signifikansi menunjukkan tingkat signifikat yang berbeda, dalam grafik ini memiliki proporsi yang sedikit lebih besar dari lainnya (normal dan alarm 2), menunjukkan nilai signifikansi yang lebih besar dari pasangan lainnya.

Kesimpulan :

Grafik ini menggambarkan kolerasi antara kondisi normal, abnormal, alarm 1 dan alarm 2 dalam jumlah sampel, nilai kolerasi dan nilai signifikansi. Meskipun jumlah sampel untuk setiap pasangan adalah sama, nilai kolerasi dan signifikansi menunjukkan variasi tertentu. Untuk pasangan normal dan setelah perbaikan tampaknya memiliki nilai signifikansi dan kolerasi yang sama dibandingkan pasangan yang lain, ini menunjukkan bahwa setelah terjadi perbaikan kondisi mesin bantu kembali dalam kondisi yang normal sehingga nilai-nilai signifikan dan kolerasi sama dalam satu pasangan.

Tabel 4. 12 Test Berpasangan Sampel

		Matched Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	St. Dev	St. E. M	95% Confidence Interval of the Differences				
					Low	Up			
Pair 1	NORMAL - ABNORMAL	-14.000	19.323	4.686	-23.935	-4.065	-2.987	16	.003
Pair 2	NORMAL - ABNORMAL	-18.765	20.241	4.909	-29.172	-8.358	-3.822	16	.002
Pair 3	NORMAL - ABNORMAL	-15.176	15.637	3.793	-23.216	-7.136	-4.002	16	.002
Pair 4	NORMAL - ABNORMAL	-10.588	13.205	3.203	-17.378	-3.799	-3.306	16	.003
Pair 5	NORMAL - ABNORMAL	-9.412	12.202	2.959	-15.685	-3.138	-3.180	16	.003
Pair 6	NORMAL - ALARM 1	-23.882	23.981	5.816	-36.212	-11.552	-4.106	16	.002
Pair 7	NORMAL - ALARM 1	-26.706	26.143	6.341	-40.148	-13.264	-4.212	16	.002
Pair 8	NORMAL - ALARM 1	-23.471	22.924	5.560	-35.257	-11.684	-4.221	16	.004
Pair 9	NORMAL - ALARM 1	-19.824	18.588	4.508	-29.381	-10.266	-4.397	16	.003
Pair 10	NORMAL - ALARM 1	-17.118	16.186	3.926	-25.440	-8.796	-4.360	16	.003
Pair 11	NORMAL - ALARM 2	-31.118	28.484	6.908	-45.763	-16.472	-4.504	16	.003
Pair 12	NORMAL - ALARM 2	-29.647	27.888	6.764	-43.986	-15.308	-4.383	16	.003
Pair 13	NORMAL - ALARM 2	-27.471	24.518	5.947	-40.077	-14.865	-4.620	16	.004

Pair 14	NORMAL - ALARM 2	-23.588	22.864	5.545	-35.344	-11.833	-	16	.004
							4.254		
Pair 15	NORMAL - ALARM 2	-21.765	19.848	4.814	-31.970	-11.560	-	16	.004
							4.521		

Penjelasan untuk setiap pasangan (pair) pada tabel Test Berpasangan Sampel :

Part 1 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan abnormal adalah -14.000, dengan standar deviasi 19.323 dan standar error mean 4.686. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -23.935 hingga upper -4.065. Nilai t adalah -2.987 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 2 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan abnormal adalah -18.765, dengan standar deviasi 20.241 dan standar error mean 4.909. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -29.172 hingga upper -8.358. Nilai t adalah -3.822 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .002, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 3 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan abnormal adalah -15.176, dengan standar deviasi 15.637 dan standar error mean 3.793. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -23.216 hingga upper -7.136. Nilai t adalah -4.002 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .002, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 4 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan abnormal adalah -10.588, dengan standar deviasi 13.205 dan standar

error mean 3.203. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -17.378 hingga upper -3.799. Nilai t adalah -3.306 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 5 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan abnormal adalah -9.412, dengan standar deviasi 12.202 dan standar error mean 2.959. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -15.685 hingga upper -3.138. Nilai t adalah -3.180 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 6 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 1 adalah -23.882, dengan standar deviasi 23.981 dan standar error mean 5.816. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -36.212 hingga upper -11.552. Nilai t adalah -4.106 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .002, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 7 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 1 adalah -26.706, dengan standar deviasi 26.143 dan standar error mean 6.341. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -40.148 hingga upper -13.264. Nilai t adalah -4.212 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .002, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Part 8 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 1 adalah -23.471, dengan standar deviasi 22.924 dan standar error mean 5.560. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -35.257 hingga upper -11.684. Nilai t adalah -4.221 dengan derajat kebebasan (df)

16 dan signifikansi (p-value) .004, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 9 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 1 adalah -19.824, dengan standar deviasi 18.588 dan standar error mean 4.508. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -29.381 hingga upper -10.266. Nilai t adalah -4.397 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 10 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 1 adalah -17.118, dengan standar deviasi 16.186 dan standar error mean 3.926. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -25.440 hingga upper -8.796. Nilai t adalah -4.360 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 11 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 2 adalah -31.118, dengan standar deviasi 28.484 dan standar error mean 6.908. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -45.763 hingga upper -16.472. Nilai t adalah -4.504 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 12 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 2 adalah -29.647, dengan standar deviasi 27.888 dan standar error mean 6.764. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -43.986 hingga upper -15.308. Nilai t adalah -4.383 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .003, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 13 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 2 adalah -27.471, dengan standar deviasi 24.518 dan standar error mean 5.947. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -40.077 hingga upper -14.865. Nilai t adalah -4.620 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .004, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 14 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 2 adalah -23.588, dengan standar deviasi 22.864 dan standar error mean 5.545. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -35.344 hingga upper -11.833. Nilai t adalah -4.254 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .004, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Par 15 : Perbedaan rata-rata antara kondisi normal dan alarm 2 adalah -21.765, dengan standar deviasi 19.848 dan standar error mean 4.814. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini berkisar dari lower -31.970 hingga upper -11.560. Nilai t adalah -4.521 dengan derajat kebebasan (df) 16 dan signifikansi (p-value) .004, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi.

Kesimpulan :

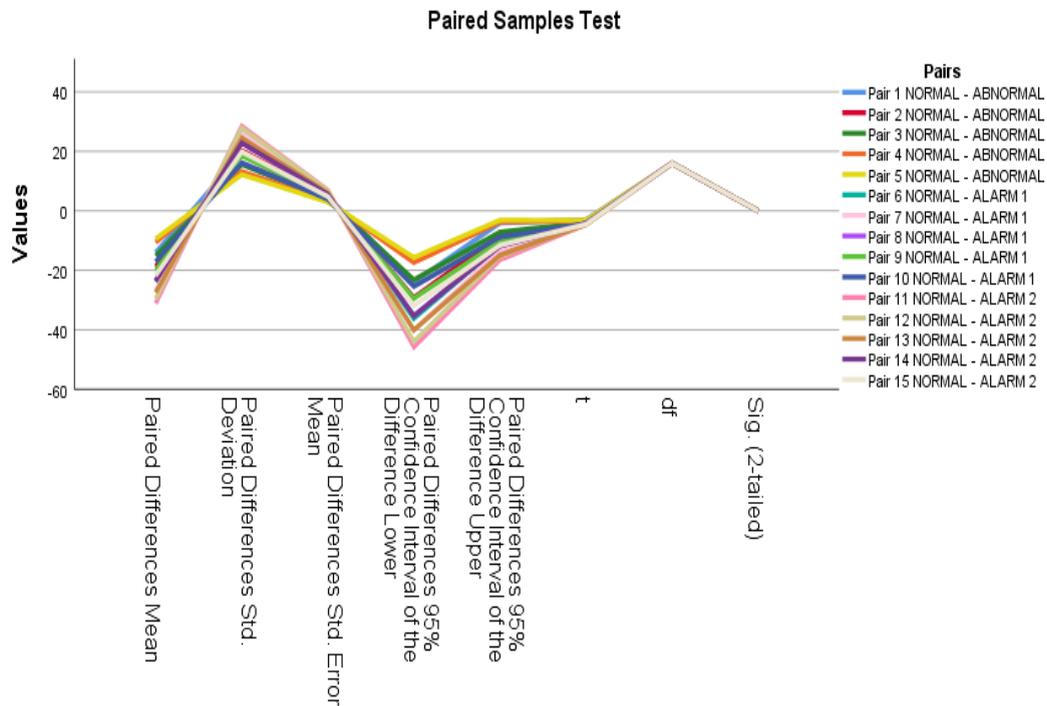
- Normal vs Abnormal, Terdapat perbedaan rata-rata sebesar -18.765 yang signifikan secara statistik ($p = .003$), menunjukkan bahwa kondisi abnormal secara signifikan berbeda dari kondisi normal.
- Normal vs Alarm 1, Terdapat perbedaan rata-rata sebesar -23.882 yang signifikan secara statistik ($p = .004$), menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 secara signifikan berbeda dari kondisi normal

- Normal vs Alarm 2, Terdapat perbedaan rata-rata sebesar -31.118 yang signifikan secara statistik ($p = .004$), menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 secara signifikansi jauh berbeda dari kondisi normal.

Interprestasi :

- Perbedaan rata-rata (Mean), menunjukkan arah dan besarnya perbedaan antara dua kondisi, nilai negatif menunjukkan bahwa kondisi abnormal memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan situasinya.
- Signifikansi (Sig. 2-tailed), semua nilai p value berada di bawah .005, menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata untuk setiap pasangan kondisi adalah signifikan secara statistik.
- Nilai t, menunjukkan seberapa besar perbedaan rata-rata relatif terhadap variabilitas data. Nilai t yang lebih besar (positif atau negatif) menunjukkan perbedaan yang lebih kuat. Secara keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa kondisi mesin bantu dalam keadaan abnormal, alarm 1, alarm 2 semuanya berbeda secara signifikan kondisi normal.

Grafik 4. 3 Grafik Paired Samples Test



Grafik ini adalah grafik hasil uji sampel berpasangan (Paired Samples Test). Grafik ini menunjukkan hasil analisis statistik untuk tiga pasang variabel yang dibandingkan dalam beberapa aspek: Paired Differences Mean (rata-rata perbedaan berpasangan), Paired Differences Std. Deviation (standar deviasi perbedaan berpasangan), Paired Differences Std. Error Mean (kesalahan standar rata-rata perbedaan berpasangan), Paired Differences Interval Kepercayaan 95% Batas Bawah Perbedaan dan Interval Kepercayaan 95% Batas Tinggi Perbedaan masing-masing dikenal sebagai interval kepercayaan 95% batas atas perbedaan dan interval kepercayaan 95% batas bawah perbedaan, t-value, df (derajat kebebasan), dan Sig. (2-tailed) (nilai signifikansi dua sisi). Berikut adalah penjelasan lebih detail tentang masing-masing bagian grafik:

a. Paired Differences Mean (rata-rata perbedaan berpasangan)

Menunjukkan rata-rata perbedaan antara pasangan variabel yang menunjukkan nilai mean untuk setiap pasangan dari -9.4

sampai -31 pada grafik.

- b. Paired Differences Std. Deviation (standar deviasi perbedaan pasangan)

Menunjukkan standar deviasi dari perbedaan antara pasangan dari nilai 12 sampai dengan 28 pada grafik.

- c. Paired Differences Std. Error Mean (kesalahan standar rata-rata perbedaan berpasangan)

Menunjukkan kesalahan rata-rata dari perbedaan antar pasangan mulai dari nilai 2.9 sampai dengan 6.7 pada grafik.

- d. Banding perbedaan kepercayaan 95% batas bawah perbedaan)

Menunjukkan batas dari interval kepercayaan 95% dari perbedaan antara pasangan mulai dari -15 sampai -45 pada grafik.

- e. Batas perbedaan simetris interval kepercayaan 95% atas perbedaan

Menunjukkan batas atas dari interval kepercayaan 95% dari perbedaan antara pasangan mulai dari -3.1 sampai dengan -16 pada grafik.

- f. T-value

Menunjukkan nilai uji t, untuk variasi antara pasangan mulai dari -2.9 sampai dengan -4.6 pada grafik.

- g. Df (derajat kebebasan)

Menunjukkan derajat kebebasan untuk uji t dengan nilai (16) pada grafik.

- h. Sig. (2-tailed) (nilai signifikansi dua sisi)

Menunjukkan nilai signifikansi dua sisi dari uji t. Nilai ini menunjukkan apakah perbedaan antara pasangan signifikan secara statistik mulai dari nilai .002 sampai dengan nilai signifikan .004 pada grafik.

Penjelasan Detail Berdasarkan Grafik :

- a. Paired Differences Mean

Nilai mean perbedaan berpasangan untuk setiap pasangan

bervariasi, dengan pair 5 memiliki nilai mean terendah dan pair 11 memiliki nilai mean tertinggi.

b. Paired Differences Std. Deviation

Standar deviasi menunjukkan variasi dalam perbedaan berpasangan, dengan pair 5 memiliki standar deviasi terendah dan pair 11 standar deviasi tertinggi.

c. Paired Differences Std. Error Mean

Kesalahan standar rata-rata juga bervariasi, dengan pola yang mirip dengan standar deviasi.

d. Perbedaan berurutan dengan interval kepercayaan 95% perbedaan (bawah dan atas)

Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan menunjukkan bahwa semua pasangan memiliki interval yang mencakup berbagai nilai, tetapi pair 5 dan pair 11 memiliki rentang yang lebih luas.

e. T-value

Nilai t menunjukkan kekuatan perbedaan antara pasangan, dengan pair 1 terendah dan pair 13 memiliki nilai t tertinggi.

f. Df (derajat kebebasan)

Derajat kebebasan adalah sama untuk semua pasangan yang diharapkan karena jumlah sampel yang sama.

g. Sig. (2-tailed)

Nilai signifikansi menunjukkan apakah perbedaan berpasangan signifikan. Nilai untuk pair 2, pair 3, pair 6 dan pair 7 rendah, ini menunjukkan bahwa perbedaan ini sangat signifikan secara statistik.

Kesimpulan :

Grafik ini memberikan informasi detail tentang perbedaan antara kondisi normal dan berbagai kondisi abnormal, alarm 1 serta alarm 2 untuk auxiliary engine. Pair 11 menunjukkan perbedaan yang lebih besar dan lebih bervariasi dibandingkan dengan Pair lainnya, sedangkan Pair 2, 3, 6 dan pair 7 menunjukkan perbedaan

statistik yang signifikan antara nilai signifikansi yang sangat rendah.

Tabel 4. 13 Descriptives

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NORMAL (08.00)	17	1	1000	186.34	232.921
NORMAL (09.00)	17	1	1000	190.11	233.174
NORMAL (10.00)	17	1	1000	193.81	233.937
NORMAL (11.00)	17	1	1000	197.99	234.473
NORMAL (12.00)	17	1	1000	200.34	235.121
ABNORMAL (12.00)	17	1	1000	200.34	235.121
ABNORMAL (13.00)	17	1	1000	208.87	236.205
ABNORMAL (14.00)	17	1	1000	208.99	236.367
ABNORMAL (15.00)	17	1	1000	208.58	236.454
ABNORMAL (16.00)	17	1	1000	209.75	236.548
ALARM 1 (16.00)	17	1	1000	210.22	236.209
ALARM 1 (17.00)	17	1	1000	216.81	237.387
ALARM 1 (18.00)	17	1	1000	217.28	237.811
ALARM 1 (19.00)	17	1	1000	217.81	237.372
ALARM 1 (20.00)	17	1	1000	217.46	237.665
ALARM 2 (20.00)	17	1	1000	217.46	237.665
ALARM 2 (21.00)	17	1	1000	219.75	237.391
ALARM 2 (22.00)	17	1	1000	221.28	237.771
ALARM 2 (23.00)	17	1	1000	221.58	237.783
ALARM 2 (00.00)	17	1	1000	222.11	237.915
SETELAH PERBAIKAN (16.00)	17	1	1000	186.34	232.921
SETELAH PERBAIKAN (17.00)	17	1	1000	190.11	233.174
SETELAH PERBAIKAN (18.00)	17	1	1000	193.81	233.937
SETELAH PERBAIKAN (19.00)	17	1	1000	197.99	234.473
SETELAH PERBAIKAN (21.30)	17	1	1000	200.34	235.121
Valid N (listwise)	17				

1. Normal (08.00), Abnormal (12.00), Alarm 1 (16.00), Alarm 2 (20.00) dan Setelah Perbaikan (16.00)

Nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan dalam kondisi normal, dengan rata-rata 186.34 dan standar deviasi 232.921; dalam kondisi abnormal, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 200.34 dan standar deviasi 235.121. Pada alarm 1, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 210.22 dan standar deviasi 236.209; dan pada alarm 2, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 217.46 dan standar deviasi 232.921.

2. Normal (09.00), Abnormal (13.00), Alarm 1 (17.00), Alarm 2 (21.00) dan Setelah Perbaikan (17.00)

Nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan dalam kondisi normal, dengan rata-rata 190.11 dan standar deviasi 233.174; dalam kondisi abnormal, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 208.87 dan standar deviasi 236.205. Pada alarm 1, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 216.81 dan standar deviasi 237.387. Pada alarm 2, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 219.75 dan standar deviasi 237.387. Dalam keempat kondisi, Ada perbedaan antara rata-ratanya dan standar deviasi. Namun, dalam kondisi setelah perbaikan, nilai dan standar deviasion sama kondisi normal.

3. Normal (10.00), Abnormal (14.00), Alarm 1 (18.00), Alarm 2 (22.00) dan Setelah Perbaikan (18.00)

Nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan dalam kondisi normal, dengan rata-rata 193.81 dan standar deviasi 233.937; dalam kondisi abnormal, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 208.99 dan standar

deviasi 236.367; dalam kondisi alarm 1, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 217.28 dan standar deviasi 237.811. Dalam kondisi alarm 2, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 221.28 dan standar deviasi 237.811.

4. Normal (11.00), Abnormal (15.00), Alarm 1 (19.00), Alarm 2 (23.00) dan Setelah Perbaikan (19.00)

Nilai minimum 1 dan maksimum 1.000 ditemukan dalam kondisi normal, dengan rata-rata 197.99 dan standar deviasi 234.473; dalam kondisi abnormal, nilai minimum 1 dan maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 208.58 dan standar deviasi 236.454. Pada alarm 1, nilai minimum 1 dan maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 217.81 dan standar deviasi 237.372. Pada alarm 2, nilai minimum 1 dan maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 221.58 dan standar deviasi 237.372.

5. Normal (12.00), Abnormal (16.00), Alarm 1 (20.00), Alarm 2 (00.00) dan Setelah Perbaikan (21.30)

Nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan dalam kondisi normal, dengan rata-rata 200.34 dan standar deviasi 235.121. Pada kondisi abnormal, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 209.75 dan standar deviasi 236.548. Pada alarm 1, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 217.46 dan standar deviasi 237.665. Pada alarm 2, nilai minimum 1 dan nilai maksimum 1.000 ditemukan, dengan rata-rata 222.11 dan standar deviasi 235.121.

Tabel 4. 14 Test Levels Wilcoxon Signed

		Ranking		
		N	Mean R	Sum of R
ABNORMAL – NORMAL (12.00) – (08.00)	Negatif Rank	0 ^a	.00	.00
	Positif Rank	12 ^b	6.50	78.00
	Tie	5 ^c		
	overall	17		

ABNORMAL – NORMAL (13.00) – (09.00)	Negatif Rank	0 ^d	.00	.00
	Positif Rank	12 ^e	6.50	78.00
	Ties	5 ^f		
	total	17		
ABNORMAL – NORMAL (14.00) – (10.00)	Rank Negative	0 ^g	.00	.00
	Rank Positif	12 ^h	6.50	78.00
	Tie	5 ⁱ		
	overall	17		
ABNORMAL – NORMAL (15.00) – (11.00)	Rank Negative	0 ^j	.00	.00
	Rank Positive	9 ^k	5.00	45.00
	Ties	8 ^l		
	Total	17		
ABNORMAL – NORMAL (16.00) – (12.00)	Ranks negatif	0 ^m	.00	.00
	Ranks positif	10 ⁿ	5.50	55.00
	Tie	7 ^o		
	overall	17		
ALARM 1 – NORMAL (16.00) – (08.00)	Ranks -	0 ^p	.00	.00
	Ranks +	13 ^q	7.00	91.00
	Ti	4 ^r		
	Jumlah	17		
ALARM 1 – NORMAL (17.00) – (09.00)	Negative Ranking	0 ^s	.00	.00
	Positive Ranking	14 ^t	7.50	105.00
	Ti	3 ^u		
	Jumlah	17		
ALARM 1 – NORMAL (18.00) – (10.00)	Negative Ranking	0 ^v	.00	.00
	Positive Ranking	14 ^w	7.50	105.00
	Ti	3 ^x		
	Jumlah	17		
ALARM 1 – NORMAL (19.00) – (11.00)	Negative	0 ^y	.00	.00
	Positive	14 ^z	7.50	105.00
	Ti	3 ^{aa}		
	Jumlah	17		
ALARM 1 – NORMAL (20.00) – (12.00)	Negative	0 ^{ab}	.00	.00
	Positive	13 ^{ac}	7.00	91.00
	Ti	4 ^{ad}		
	Jumlah	17		
ALARM 2 – NORMAL (20.00) – (08.00)	Negative Rank	0 ^{ae}	.00	.00
	Positive Rank	14 ^{af}	7.50	105.00
	T	3 ^{ag}		
	Totals	17		

ALARM 2 – NORMAL (21.00) – (09.00)	Negative Rank	0 ^{ah}	.00	.00
	Positive Rank	14 ^{ai}	7.50	105.00
	T	3 ^{aj}		
	Totals	17		
ALARM 2 – NORMAL (22.00) – (10.00)	Negative Ranks	0 ^{ak}	.00	.00
	Positif Ranks	14 ^{al}	7.50	105.00
	T	3 ^{am}		
	Totals	17		
ALARM 2 – NORMAL (23.00) – (11.00)	Negatif Ranks	0 ^{an}	.00	.00
	Positif Ranks	14 ^{ao}	7.50	105.00
	T	3 ^{ap}		
	Totals	17		
ALARM 2 – NORMAL (00.00)– (12.00)	negatif rank	0 ^{aq}	.00	.00
	positif rank	14 ^{ar}	7.50	105.00
	T	3 ^{as}		
	Totals	17		
SETELAH PERBAIKAN – NORMAL (16.00) – (08.00)	negatif ranks	0 ^{at}	.00	.00
	positif ranks	0 ^{au}	.00	.00
	T	17 ^{av}		
	Totals	17		
SETELAH PERBAIKAN – NORMAL (17.00) – (09.00)	Rank negative	0 ^{aw}	.00	.00
	Rank positive	0 ^{ax}	.00	.00
	T	17 ^{ay}		
	Totals	17		
SETELAH PERBAIKAN – NORMAL (18.00) – (10.00)	Rank negative	0 ^{az}	.00	.00
	Rank positive	0 ^{ba}	.00	.00
	T	17 ^{bb}		
	Totals	17		
SETELAH PERBAIKAN – NORMAL (19.00) – (11.00)	Negative Rank	0 ^{bc}	.00	.00
	Positive Rank	0 ^{bd}	.00	.00
	T	17 ^{be}		
	Totals	17		
SETELAH PERBAIKAN – NORMAL (21.30) – (12.00)	Negative Rank	0 ^{bf}	.00	.00
	Positive Rank	0 ^{bg}	.00	.00
	T	17 ^{bh}		
	Totals	17		

- a. NORMAL < ABNORMAL
b. NORMAL > ABNORMAL
c. NORMAL = ABNORMAL
d. NORMAL < ABNORMAL

- e. NORMAL > ABNORMAL
- f. NORMAL = ABNORMAL
- g. NORMAL < ABNORMAL
- h. NORMAL > ABNORMAL
- i. ABNORMAL = NORMAL
- j. ABNORMAL < NORMAL
- k. ABNORMAL > NORMAL
- l. ABNORMAL = NORMAL
- m. ABNORMAL < NORMAL
- n. ABNORMAL > NORMAL
- o. ABNORMAL = NORMAL
- p. ALARM 1 < NORMAL
- q. ALARM 1 > NORMAL
- r. ALARM 1 = NORMAL
- s. ALARM 1 < NORMAL
- t. ALARM 1 > NORMAL
- u. ALARM 1 = NORMAL
- v. ALARM 1 < NORMAL
- w. ALARM 1 > NORMAL
- x. ALARM 1 = NORMAL
- y. ALARM 1 < NORMAL
- z. ALARM 1 > NORMAL
- aa. ALARM 1 = NORMAL
- ab. ALARM 1 < NORMAL
- ac. ALARM 1 > NORMAL
- ad. ALARM 1 = NORMAL
- ae. ALARM 2 < NORMAL
- af. ALARM 2 > NORMAL
- ag. ALARM 2 = NORMAL
- ah. ALARM 2 < NORMAL
- ai. ALARM 2 > NORMAL
- aj. ALARM 2 = NORMAL
- ak. ALARM 2 < NORMAL
- al. ALARM 2 > NORMAL
- am. ALARM 2 = NORMAL
- an. ALARM 2 < NORMAL
- ao. ALARM 2 > NORMAL
- ap. ALARM 2 = NORMAL
- aq. ALARM 2 < NORMAL
- ar. ALARM 2 > NORMAL
- as. ALARM 2 = NORMAL
- at. SETELAH PERBAIKAN < NORMAL

- au. SETELAH PERBAIKAN > NORMAL
- av. SETELAH PERBAIKAN = NORMAL
- aw. SETELAH PERBAIKAN < NORMAL
- ax. SETELAH PERBAIKAN > NORMAL
- ay. SETELAH PERBAIKAN = NORMAL
- az. SETELAH PERBAIKAN < NORMAL
- ba. SETELAH PERBAIKAN > NORMAL
- bb. SETELAH PERBAIKAN = NORMAL
- bc. SETELAH PERBAIKAN < NORMAL
- bd. SETELAH PERBAIKAN > NORMAL
- be. SETELAH PERBAIKAN = NORMAL
- bf. SETELAH PERBAIKAN < NORMAL
- bg. SETELAH PERBAIKAN > NORMAL
- bh. SETELAH PERBAIKAN = NORMAL

Tabel di atas menyajikan hasil uji Wilcoxon Signed-Ranks yang membandingkan parameter antara kondisi normal, abnormal, alarm 1, alarm 2 dan perbaikan. Berikut penjelasan setiap poin :

1. Kondisi Normal (08.00) – Abnormal (12.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi abnormal lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 12 “Positive Ranks”, 5 “Ties” dengan rata-rata 6.50 dan total 78.00, tidak ada “Negative Ranks”.

2. Kondisi Normal (09.00) – Abnormal (13.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi abnormal lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 12 “Positive Ranks”, 5 “Ties” dengan rata-rata 6.50 dan total 78.00, tidak ada “Negative Ranks”.

3. Kondisi Normal (10.00) – Abnormal (14.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi abnormal lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 12 “Positive Ranks”, 5 “Ties” dengan rata-rata 6.50 dan total 78.00, tidak ada “Negative Ranks”.

4. Kondisi Normal (11.00) – Abnormal (15.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi abnormal lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di

tunjukkan oleh 9 “Positive Ranks”, 8 “Ties” dengan rata-rata 5.00 dan total 45.00, tidak ada “Negative Ranks”.

5. Kondisi Normal (12.00) – Abnormal (16.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi abnormal lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 10 “Positive Ranks”, 7 “Ties” dengan rata-rata 5.50 dan total 55.00, tidak ada “Negative Ranks”.

6. Kondisi Normal (08.00) – Alarm 1 (16.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 1 lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 13 “Positive Ranks”, 4 “Ties” dengan rata-rata 7.00 dan total 91.00, tidak ada “Negative Ranks”.

7. Kondisi Normal (09.00) – Alarm 1 (17.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 1 lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

8. Kondisi Normal (10.00) – Alarm 1 (18.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 1 lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

9. Kondisi Normal (11.00) – Alarm 1 (19.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 1 lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

10. Kondisi Normal (12.00) – Alarm 1 (20.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 1 lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 13 “Positive Ranks”, 4 “Ties” dengan rata-rata 7.00 dan total 91.00, tidak ada “Negative Ranks”.

11. Kondisi Normal (08.00) – Alarm 2 (20.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 2 lebih tinggi di dibandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

12. Kondisi Normal (09.00) – Alarm 2 (21.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 2 lebih tinggi di dibandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

13. Kondisi Normal (10.00) – Alarm 2 (22.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 2 lebih tinggi di dibandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

14. Kondisi Normal (11.00) – Alarm 2 (23.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 2 lebih tinggi di dibandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

15. Kondisi Normal (12.00) – Alarm 2 (00.00)

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi alarm 2 lebih tinggi di dibandingkan dengan kondisi normal. Ini di tunjukkan oleh 14 “Positive Ranks”, 3 “Ties” dengan rata-rata 7.50 dan total 105.00, tidak ada “Negative Ranks”.

16. Kondisi Normal – Setelah Perbaikan

Sampel menunjukkan bahwa dalam kondisi setelah perbaikan sama dengan kondisi normal dengan nilai total 17, tidak ada “Negative Ranks”, “Positive Ranks” dan “Ties”, serta nilai rata-rata. Dikarenakan kondisi normal dan setelah perbaikan sama persis nilainya.

Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan bahwa semua parameter yang diuji memiliki perubahan yang signifikan antara kondisi normal dan abnormal, alarm 1 dan

3. Abnormal – Normal

Z sebesar -3.074 menunjukkan bahwa kondisi abnormal dan normal berbeda secara signifikan. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .002 mengindikasikan bahwa perbedaan ini secara statistik signifikan.

4. Abnormal – Normal

Z sebesar -2.689 menunjukkan bahwa kondisi abnormal dan normal berbeda secara signifikan. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .007 mengindikasikan bahwa perbedaan ini secara statistik signifikan.

5. Abnormal – Normal

Z sebesar -2.820 menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara kondisi abnorm & normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .005 mengindikasikan bahwa perbedaan ini secara statistik signifikan.

6. Alarm 1 – Normal

Nilai Z sebesar -3.185 menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 dan normal berbeda. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan secara statistik signifikan.

7. Alarm 1 – Normal

Nilai Z sebesar -3.301 menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 dan normal berbeda. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan secara statistik signifikan.

8. Alarm 1 – Normal

Nilai Z sebesar -3.300 menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 dan normal berbeda. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan secara statistik signifikan.

9. Alarm 1 – Normal

Nilai Z sebesar -3.304 menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 dan normal berbeda. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar

.001 mengindikasikan secara statistik signifikan.

10. Alarm 1 – Normal

Nilai Z sebesar -3.191 menunjukkan bahwa kondisi alarm 1 dan normal berbeda. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan secara statistik signifikan pada tingkat signifikansi 5%.

11. Alarm 2 – Normal

Nilai Z sebesar -3.301 menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 berbeda dengan kondisi normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan perbedaan ini secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

12. Alarm 2 – Normal

Nilai Z sebesar -3.300 menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 berbeda dengan kondisi normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan perbedaan ini secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

13. Alarm 2 – Normal

Nilai Z sebesar -3.301 menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 berbeda dengan kondisi normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan perbedaan ini secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

14. Alarm 2 – Normal

Nilai Z sebesar -3.300 menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 berbeda dengan kondisi normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan perbedaan ini secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

15. Alarm 2 – Normal

Nilai Z sebesar -3.301 menunjukkan bahwa kondisi alarm 2 berbeda dengan kondisi normal. Nilai signifikansi asimtotik (Asymp. Sig.) sebesar .001 mengindikasikan perbedaan ini secara statistik

pada tingkat signifikansi 5%.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa semua parameter yang diuji menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kondisi normal dan abnormal, dengan nilai p (Asymp. Sig.) yang berada di bawah 0.05, dan diatas 0,02 yang mengindikasikan signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95%, atau penelitian dapat dilanjutkan, sedangkan untuk normal dan setelah perbaikan tidak ada perbedaan pada nilai-nilainya sama seperti nilai pada kondisi normal.

Hasil dari data spss ini menyimpulkan bahwa adanya perubahan dalam semua kondisi, yang di mana nilai ini menunjukkan hanya dapat dilakukan perbaikan dan perawatan mesin dan melakukan pergantian spare part, karena selisih dari normal, abnormal, alarm 1, alarm 2, perbaikan memiliki perbedaan yang signifikan. Sesuai dengan judul skripsi saya tentang analisis pengaruh firing order terhadap penyetelan clearance katup buang mesin diesel generator, melakukan perawatan pada auxiliary engine dengan check clearance dan check urutan firing order tiap silinder dan melakukan major overhaul pada cylinder head untuk melakukan pengecekan valve.

6. Proses Pengambilan Clearance Valve Setiap Cylinder

Clearance valve (jarak katup) adalah istilah yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk menggambarkan jarak atau celah antara katup dan komponen mesin lainnya ketika katup berada dalam posisi tertutup sepenuhnya. Pada umumnya, clearance valve merujuk pada clearance antara ujung katup dan pemukul katup (tappet) atau bagian lain dari mekanisme katup saat katup dalam posisi tertutup.

Clearance valve penting karena pengaturan yang tepat dari clearance ini memengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan. Jika clearance valve terlalu kecil, dapat menyebabkan katup tidak sepenuhnya tertutup saat diperlukan, yang dapat menyebabkan

masalah seperti kebocoran kompresi dan kehilangan tenaga mesin. Di sisi lain, jika clearance terlalu besar, dapat mengurangi efisiensi pembakaran dan kinerja mesin secara keseluruhan.

Pengaturan clearance valve harus dilakukan sesuai dengan spesifikasi manual book untuk mesin tertentu dan seringkali melibatkan proses penyetelan yang presisi. Biasanya, clearance valve perlu disesuaikan secara berkala sebagai bagian dari perawatan rutin pada mesin, terutama pada mesin pembakaran dalam yang sering digunakan. Berikut pengambilan clearance sesuai dengan instruction manual book, Suction Valve = 0.3mm, Exhaust Valve = 0.3mm.

Tabel 4. 16 Hasil Sebelum Perbaikan Clearance Valve

Clearance Valve						
Valve	Cyl.1	Cyl.2	Cyl.3	Cyl.4	Cyl.5	Cyl.6
Suction Valve	0,4mm	0,4mm	0,2mm	0,4mm	0,2mm	0,2mm
Exhaust Valve	0,4mm	0,2mm	0,5mm	0,5mm	0,4mm	0,2mm

Penjelasan:

Table ini pada cylinder 1 untuk Clearance Suction Valve sudah sesuai clearance dari manual book 0.3mm sedangkan untuk Exhaust Valve clearancenya 0.4mm dapat mengurangi efisiensi pembakaran dan kinerja mesin secara keseluruhan yang menyebabkan Exhaust Valve jadi lama terbuka dan menyebabkan sisa pembakaran yang terlambat keluar bisa membuat kerak dalam silinder. Sedangkan pada Cylinder 2 untuk Suction valve Memiliki clearance sesuai 0.3mm dan untuk Exhaust Valvenya 0.2mm tidak sesuai clearancenya, sehingga dapat menyebabkan katup buang tidak sepenuhnya tertutup saat diperlukan yang dapat menyebabkan kebocoran kompresi dan kurangnya tenaga mesin dari hasil pembakaran.

Tabel 4.17 Setelah Perbaikan Pengambilan Clearance Valve

Clearance Valve						
Valve	Cylinder 1	Cylinder 2	Cylinder 3	Cylinder 4	Cylinder 5	Cylinder 6
Suction Valve	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm
Exhaust Valve	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.3mm

Tabel setelah di lakukan pengecekan clearance dimana semua katup tiap silinder untuk clearancenya sudah sesuai dengan instruction manual book (0.3mm).

7. Setelah Dilakukan Overhaul

Setelah dilakukan overhaul, dilaksanakan running test mesin untuk mengetahui performance mesin serta pengambilan temperature dan pressure pada mesin, berikut data pengambilan hasil running test auxiliary engine :

Tabel 4. 18 Hasil dari Running Test Auxiliary Engine

Speed Engine	rpm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Load Power	Kw	80	100	110	120	130	140	90
Fuel Oil	Bar	1	1	1	1	1	1	1
Fresh Water Cooling	Kg/cm ²	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Air Cooler In	°C	58	60	60	60	60	61	58
Air Cooler Out	°C	40	40	40	40	40	40	40
S.W.C Air Cooler In	°C	36	36	35	34	35	35	35
S.W.C Air Cooler Out	°C	37	37	36	37	37	37	37
Jacket Cooling Out	°C	65	65	65	68	68	70	72
Exh. Gas T/C In	°C	180/180	190/190	200/190	215/210	230/220	240/220	180/180
Exh. Gas T/C out	°C	335	345	352	375	388	390	338
Exh. Gas / Cylinder	Cyl.No	°C						
	No. 1	250	280	280	260	280	280	200
	No. 2	200	200	215	240	260	260	200
	No. 3	210	230	240	250	270	270	220
	No. 4	190	200	200	220	230	250	220
	No. 5	230	250	255	280	290	300	240
	No. 6	180	220	230	240	260	270	210

8. Hasil observasi

Nilai signifikansi tiap variable dari rata-rata banyaknya yang muncul dari hasil observasi

Tabel 4. 19 Hasil Observasi

variabel	jam	08.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00
Speed	rpm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Load power	kw	80	100	110	120	130	140	90
Temperature	Cyl.1	250	280	280	260	280	280	200
Exhaust gas / Cyl. no	Cyl.2	200	200	215	240	260	260	200
	Cyl.3	210	230	240	250	270	270	220
	Cyl.4	190	200	200	220	230	250	220
	Cyl.5	230	250	255	280	290	300	240
	Cyl.6	180	220	230	240	260	270	210

Pada table nilai signifikansi hasil dari obeservasi rata-rata temperature yang di temukan pada tiap jam berbeda-beda, karena saat running tes untuk beban mesin ditingkatkan mengetahui kualitas mesin saat beroperasi. Berikut penjelasannya :

a. Jam 08.00 – 10.00

Pada saat running tes jam 08.00 temperatur gas buang masih stabil, untuk jam 10.00 dengan ditambahkan beban menjadi 100kw di temukan temperature gas buang naik dengan selisih rata-rata tiap silinder, pada sil 1 (30 bertambah), silinder 2 tetap, sil 3 (20 bertambah), sil 4 (10 bertambah), sil 5 (20 bertambah), sil 6 (40 bertambah), rata-rata selisih jam 8 – 10 kurang lebih (20°).

b. Jam 12.00 – 14.00

Nilai beban jam 12 di tambah 110kw dan nilai beban 120kw, ditemukan selisih temperature di mana cyl.1 rata-ratanya (20° berkurang), cyl.2 (25° bertambah), cyl.3 (10° bertambah), cyl.4 (20° bertambah), cyl.5 (25° bertambah) dan cyl.6 (10° bertambah), rata-rata selisih tiap silinder jam 12 – 14 kurang lebih (25°).

c. Jam 16.00 – 18.00

Nilai beban jam 16 ditambah 130kw dan jam 18 nilai beban 140kw, di temukan selisih temperature per silinder, cyl. 1 tetap sama, cyl.2 tetap sama, cyl.3 tetap sama, cyl.4 (20° bertambah), cyl.5 (10° bertambah), cyl.6 (10° bertambah), rata-rata selisih tiap silinder kurang lebih (20°).

d. Jam 08.00 – 20.00

Nilai beban jam 8 (80kw) dan jam 20 (90kw), di temukan perbedaan temperature tiap silinder berbeda dengan selisih cyl.1 (50° berkurang), cyl.2 tetap sama, cyl.3 (10° bertambah), cyl.4 (30° bertambah), cyl.5 (10° bertambah), cyl.6 (30° bertambah), nilai rata-rata tiap silinder (30°)

Dari nilai selisih tersebut jika ditambahkan selisih perjam maka ditemukan temperature keseleruhan (95° kurang lebih) ketika di uji tiap 2 jam dengan beban yang ditingkatkan hingga 140kw. Maka dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukannya perbaikan maka selisih tiap beban untuk nilai temperature tinggi (300°), temperature setelah diperbaiki rata-rata 220°.

9. Hasil Uji Data Dengan Formula

1) Clearance Valve

Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung clearance valve adalah :

$$\text{Clearance Valve} = V_d \times n$$

Dimana :

V_d = Volume dead

n = jumlah silinder

Untuk menghitung volume dead V_d , bisa menggunakan rumus:

$$V_d = \frac{\pi \times d^2 \times L}{4}$$

dimana :

d = diameter silinder (m)

L = stroke (m)

diketahui :

n = 6

d = 0,165 m

L = 0,21 m

ditanyakan Vd =?

Penyelesaian :

$$Vd = \frac{\pi \times d^2 \times L}{4}$$

$$Vd = \frac{3,14 \times (0,165)^2 \times (0,21)}{4}$$

$$Vd = \frac{3,14 \times (0,027) \times (0,21)}{4}$$

$$Vd = \frac{3,14 \times (0,027) \times (0,21)}{4}$$

$$Vd = \frac{0,017}{4}$$

$$Vd = 0,004 \text{ m}^3$$

Jadi, nilai Vd = 0,004 m³

untuk menghitung rumus clearance valve adalah

Clearance Valve = Vd × n

diketahui :

Vd = 0,004 m³

n = 6

penyelesaian :

Clearance Valve = Vd × n

Clearance Valve = 0,004 × 6

Clearance Valve = 0,024 m³

Jadi, nilai clearance valve = 0,024 m³

2) Temperatur Gas Buang

Rumus yang di gunakan untuk mencari temperatur gas buang adalah :

$$T = \frac{PV}{nR}$$

dimana :

P = pressure (Pa)

V = volum (m³)

n = keseluruhan mol

R = konstan gas

T = temperature (k)

diketahui :

P = 1,2 atm

V = 0.002 m³

n = 0.05 mol

R = 8,314 J/(mol.k)

Konversi ke Pa :

P = 1.2 atm x 101325 Pa/atm = 121590 Pa

Hitung temperatur gas buang :

$$T = \frac{PV}{nR}$$

Substitusi nilai-nilai yang diketahui :

$$T = \frac{(121590Pa) \times (0,002 m^3)}{(0,05 mol) \times \left(\frac{8,314J}{mol \cdot pK} \right)}$$

hitung hasilnya :

$$T = \frac{243,18 J}{0,4157 J/K}$$

$$T = 584,61 K$$

jadi, temperatur gas buang didalam silinder adalah 584,61 K di ubah ke celcius = 311 C.

3) Load Power

Rumus yang digunakan untuk mencari load power adalah :

$$P_{load} = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos(\phi)$$

dimana :

V = tegangan fase

I = arus fase

cos(ϕ) = factor daya

$\sqrt{3}$ = faktor akar tiga untuk sistem tiga fase

diketahui :

$$V = 400 V$$

$$I = 160 A$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

$$\cos(\phi) = 0.8$$

penyelesaian :

$$P_{load} = 400 \times 160 \times 1,732 \times 0.8$$

$$P_{load} = 64000 \times 1,732 \times 0.8$$

$$P_{load} = 110848 \times 0.8$$

$$P_{load} = 88678,4 w$$

Jadi, daya beban pada mesin adalah sekitar 88678,4 w atau sekitar 88,7 Kw.

4) Rugi-rugi daya

Rumus mencari rugi-rugi daya pada mesin diesel generator adalah :

$$P_{loss} = 3 \times I^2 \times R$$

dimana :

P_{loss} = rugi-rugi daya (w)

I = arus listrik (A)

R = resistansi

diketahui :

I = 50 A

R = 0,02 ohm

penyelesaian :

$$P_{loss} = 3 \times (50)^2 \times 0,02$$

$$P_{loss} = 3 \times 2500 \times 0,02$$

$$P_{loss} = 150 \text{ w}$$

Jadi, rugi-rugi daya pada mesin adalah 150 w

Tabel 4. Hasil uji data dengan formula

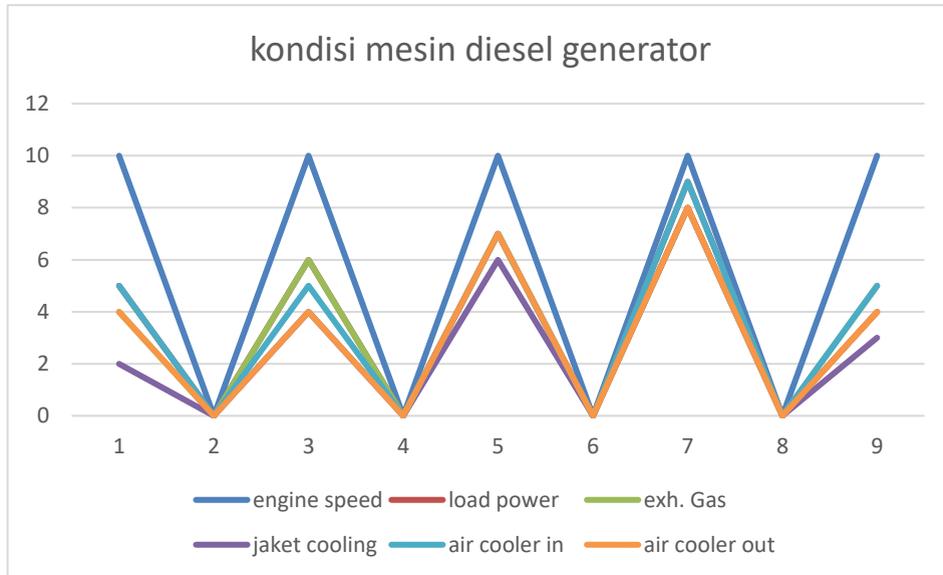
Clearance valve	Temperatur gas buang	Load power	Rugi-rugi daya
0,024 m ³	311 °c	88,7 Kw	150 w

One-Sample Statistics

	N	M	Std. Deviasion	Std. E. Mean
clearance valve	1 ^a	24.00	.	.
temperature gas buang	1 ^a	311.00	.	.
load power	1 ^a	887.00	.	.
rugi daya	1 ^a	150.00	.	.

a. Since the total of the caseweights is less than or equal to 1, t cannot be calculated.

Grafik 4. 4 Uji Dengan Formula



Grafik kondisi mesin diesel generator hasil dari pembuktian formula rumus memperlihatkan perubahan parameter seperti rpm mesin, load power, temperature exhaust gas, temperature jaket cooling, air cooler in dan out. kondisi mesin mengalami fluktuasi selama abnormal dan alarm namun kembali stabil setelah perbaikan. Rpm mesin, load power, exhaust gas, jaket cooling, air cooler in dan out dimana pada titik setelah diperbaiki setiap variabel sama dengan titik normal yang sangat signifikan, ini menunjukkan analisis masalah dan efektivitas perbaikan mesin diesel generator, perbandingan data, pembuktian rumus dengan data awal tidak memiliki penyimpangan yang jauh, artinya data yang diperoleh benar-benar dapat dilakukan analisis atau penelitian lebih lanjut karena memiliki nilai significancy yang memenuhi syarat yaitu dibawah 0,05 dan diatas 0,02.

10. Nilai X dan Y

Tabel Nilai X dan Y

No.	Variable	X	Y (Clearance)
1.	Running Hours (26/10/2023)	761.9	0.3mm
2.	Running Hours (30/10/2023)	829	0.4mm
3.	Running Hours (01/11/2023)	844.7	0.4mm
4.	Running Hours (03/11/2023)	892.7	0.5mm
5.	Temperature Gas Buang (26/10/2023)	260°C	0.3mm
6.	Temperature Gas Buang (30/10/2023)	280°C	0.4mm
7.	Temperature Gas Buang (01/11/2023)	280°C	0.4mm
8.	Temperature Gas Buang (03/11/2023)	300°C	0.5mm

Uji Validitas X & Y

Correlations

		X1	X2	Y
X1	Pearson Correlation	1	.988*	.988*
	Sig. (2-tailed)		.012	.012
	N	4	4	4
X2	Pearson Correlation	.988*	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.012		.000
	N	4	4	4
Y	Pearson Correlation	.988*	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.012	.000	
	N	4	4	4

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nilai r hitung dan r table dibandingkan untuk mengetahui validitasnya.

Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$ = tidak valid

Jika $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$ = valid

Cara menentukan r table, dimana N adalah jumlah sampel, jadi sampel yang digunakan adalah $N=4$. Nilai r table dari 4 = 0.974.

Hasil uji validitas sebelumnya menunjukkan bahwa variable X1, X2, dan Y adalah valid, karena semua nilai r hitung = 1.000 > r table = 0.974.

Hasil Uji Reliability Statistics

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.999	3

Koefisien reliabilitas dapat dikategorikan dalam kategori :

- .80 – 1.00 reliable sangat tinggi
- .60 – .80 reliable tinggi
- .40 – .60 reliable sedang
- .20 – .40 reliable rendah
- 1.00 – .20 tidak reliable

Hasil ditunjukkan nilai cronbach's alpha, yang diperoleh 0,999. Menunjukkan bahwa variable X1, X2, dan Y sudah dapat diandalkan karena memiliki nilai > 0,60. Karena itu, kita dapat menyimpulkan bahwa penelitian tersebut reliable.

B. Pembahasan

Bab pembahasan ini akan membahas tentang peran katup buang mesin diesel generator yang tidak sesuai dengan buku petunjuk dapat menyebabkan mesin tidak berjalan normal, suhu tinggi, dan pembakaran tidak sempurna, sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan pengamatan penulis selama praktek laut (Prala).

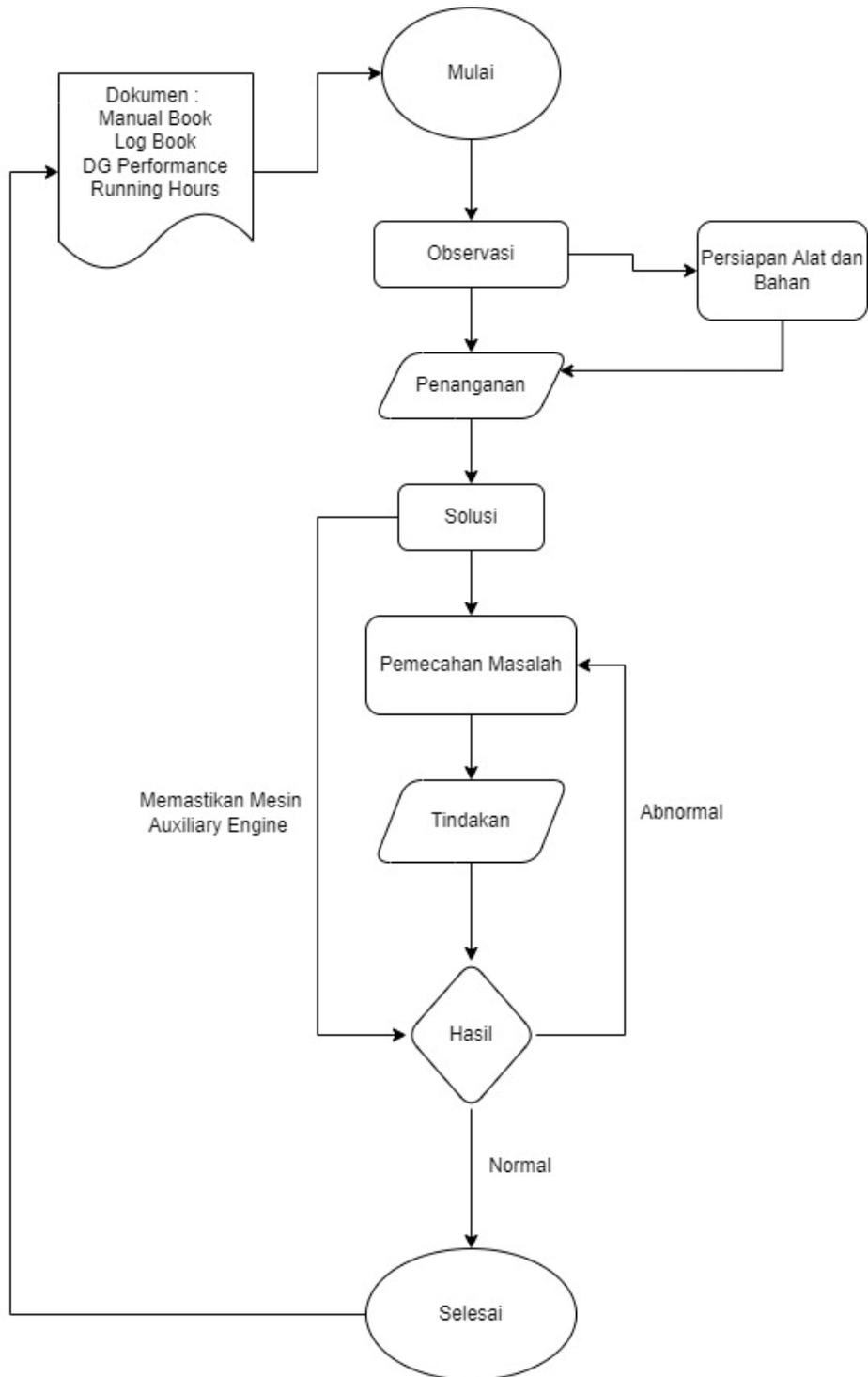
Data yang penulis kumpulkan dari pengamatan sudah jelas sebelum terjadi kenaikan temperatur ditemukan data normal pada log book dan diesel generator performance pada file masinis 3, kejadiannya pada saat kapal beroperasi untuk unberthing anchorage, saat manuver terdengar bunyi alarm pada mesin generator dimana alarm tersebut menyatakan high temperatur, setelah dilakukan

pengambilan temperatur oleh oiler jaga dan masinis 3, didapati temperatur exhaust gas mencapai 300°C, saat itu masinis melaporkan ke kkm dan segera untuk anchorage serta melakukan persiapan untuk melakukan pengecekan pada mesin diesel generator, pada saat mesin sudah dingin masinis 3 memeriksa clearance valve di setiap cylinder dan adanya gap atau jarak clearancenya melebihi 0.3mm dan kurang dari 0.3mm sehingga membuat performance mesin menurun.

Pada saat masinis 3 melakukan pengecekan running hours pada mesin diesel generator didapati semua sudah over running hours sehingga kkm dan masinis 3 memutuskan untuk melakukan major overhaul sebab kondisi mesin sudah tidak normal lagi untuk beroperasi. Pada saat overhaul didapati banyaknya karbon pada bagian bawah cylinder head dan pada bagian spindel sudah terkikis atau haus, sehingga pergantian spare part pada intake dan exhaust valve dilakukan dan juga pembersihan cylinder head serta pengetesan injektor agar setelah perbaikan semua sudah di tes dan mesin diesel generator dapat beroperasi lagi dalam kondisinya normalnya.

1. Flow Chart Penelitian

Gambar 4. 1 Flow Chart Penelitian



Dibawah ini merupakan penjelasan untuk setiap elemen dari flow chart yang disebutkan dalam proses penyelesaian masalah atau manajemen proyek :

a. Mulai

Titik awal dari proses. Ini merupakan tempat dimana alur kerja dimulai.

b. Dokumen

Ada dokumen yang perlu disiapkan, seperti buku petunjuk, dll.

c. Observasi

Pengamatan langsung pada subjek penelitian dan bagaimana hal itu berdampak pada masalah lain.

d. Penanganan

Tahapan dimana masalah yang mulai teridentifikasi mulai ditangani. Ini melibatkan langkah-langkah awal untuk mengatasi masalah yang ada.

e. Solusi

Tahap dimana Solusi untuk masalah yang teridentifikasi dikembangkan dan direncanakan. Ini bisa melibatkan analisis maupun evaluasi opsi-opsi yang ada.

f. Pemecahan Masalah

Implementasi dari solusi yang telah direncanakan. Ini melibatkan langkah-langkah konkret untuk menyelesaikan masalah atau memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi.

g. Tindak Lanjut

Tahap pengawasan dan evaluasi setelah solusi diterapkan. Ini melibatkan pemantauan untuk memastikan solusi bekerja dengan baik dan mengambil tindakan tambahan jika diperlukan.

h. Hasil

Output atau dampak dari solusi yang diterapkan. Ini adalah hasil akhir dari tindakan yang diambil selama proses pemecahan masalah.

i. Selesai

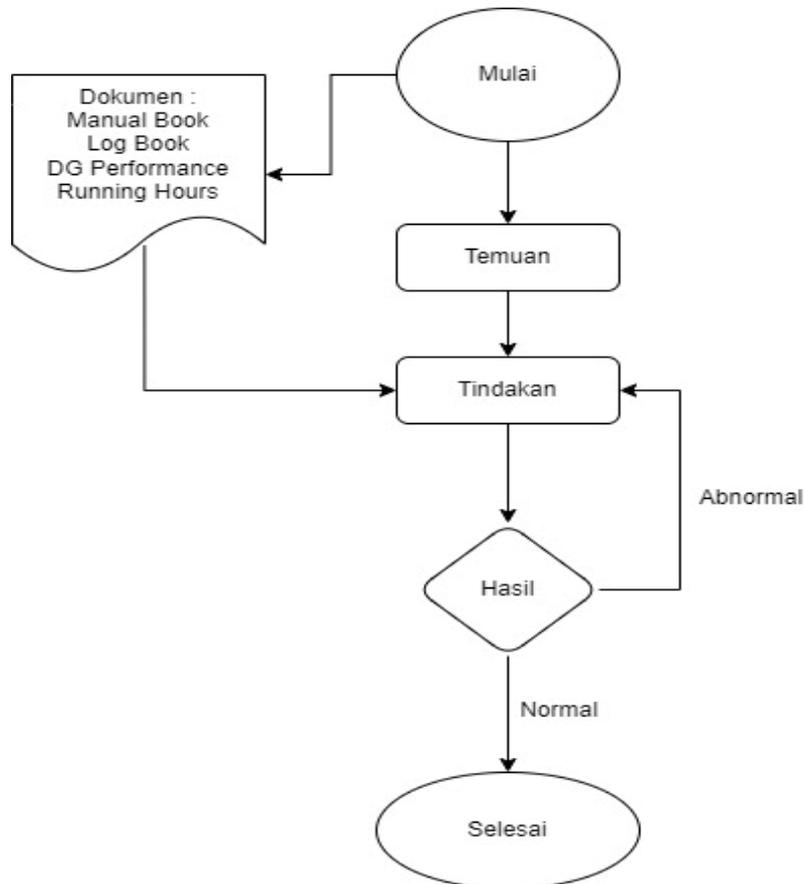
Titik akhir dari proses. Artinya semua tahapan telah dilakukan dan tujuan telah tercapai.

2. Penanganan Masalah

Tindakan awal penanganan yang dilakukan penulis pada saat mesin auxiliary engine alarm yang mengindikasikan bahwa adanya kenaikan temperature mesin generator. Melaporkan kejadian tersebut kepada Chief Engineer, setelah dilaporkan kepada Chief Engineer, maka langkah awal yang diambil oleh Chief Engineer yaitu melaporkan pada anjungan untuk segera anchorage karena akan dilakukan pengecekan pada auxiliary engine, kemudian masinis mengecek filenya dan ditemukan bahwa running hours mesin sudah melewati batas yang ditentukan juga didapati pada log book untuk menjadi acuan apa bila terjadi masalah pada mesin generator, kemudian chief engineer mengarahkan untuk segera dilakukan major overhaul pada mesin generator dan masinis 3 lalu melepas parallel generator dan setelah itu mematikan mesin generator.

Dari pencarian penyebab kenaikan temperatur mesin generator didapatkan alasan exhaust gas high temperatur yang diakibatkan oleh exhaust valve tidak bekerja dengan normal sehingga temperatur mesin generator mengalami kenaikan temperatur. Maka dilakukan analisis dan pengamatan lebih lanjut lalu ditemukan faktor penyebab utama exhaust valve tidak bekerja dengan normal yaitu karena clearance nya sudah tidak sesuai dengan manual book, serta tidak rata spindle dan setting valve, banyaknya karbon pada bagian bawah cylinder head, ditemukan juga buntunya nozzle pada injektor sehingga menyebabkan pembakaran tidak sempurna yang mengakibatkan mesin jadi panas dan performance mesin menurun.

Gambar 4. 2 Flow Chart Penanganan Masalah

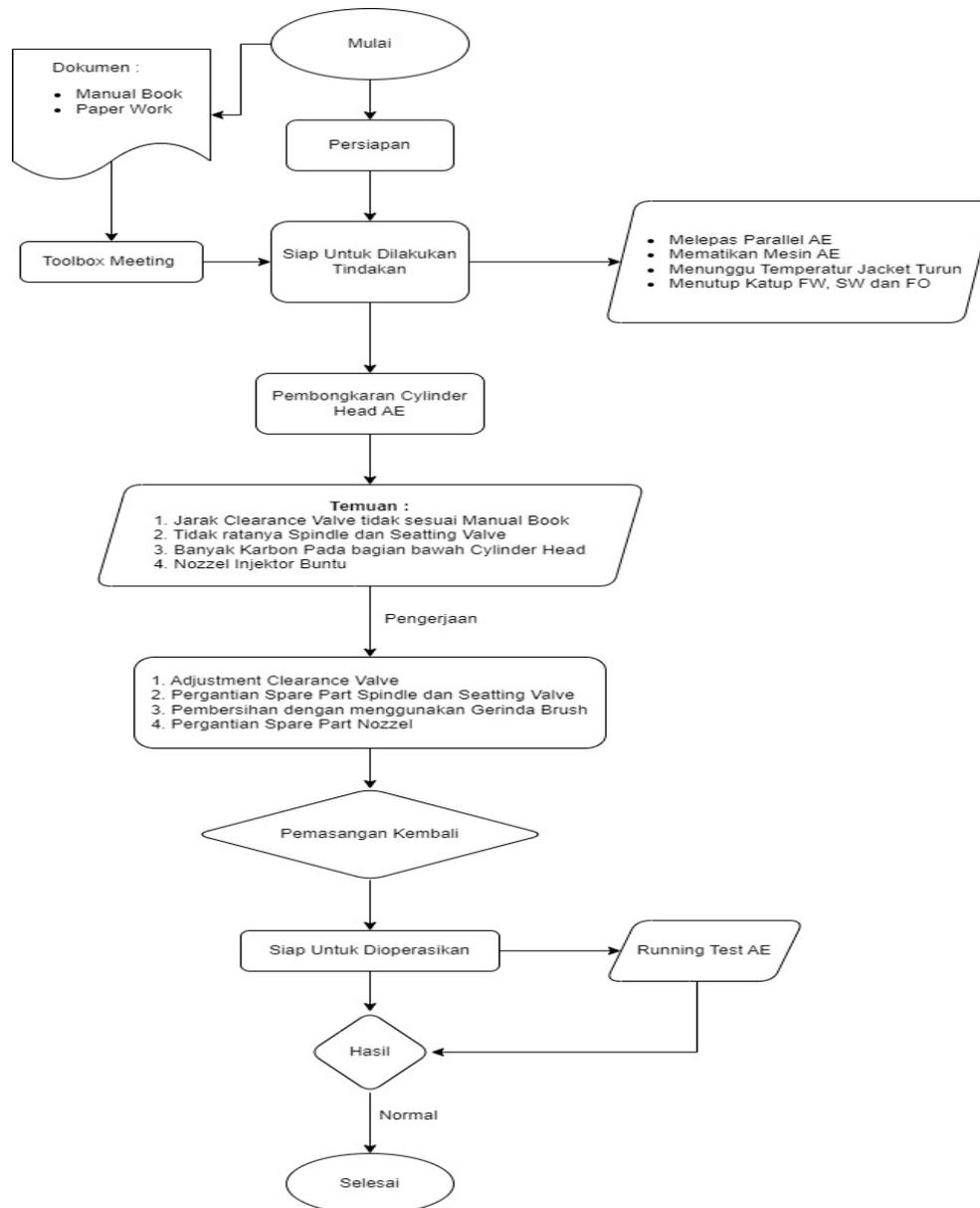


3. Solusi

Setelah Chief Engineer mengindikasikan bahwa terjadinya kenaikan temperature pada mesin diesel generator disebabkan karena tidak normalnya kinerja exhaust valve maka dilakukanlah solusi yaitu melepas parallel generator, mematikan mesin diesel generator dan melakukan overhaul, kemudian melakukan analisis lebih dalam. Ditemukan bahwa kondisi exhaust valve yang clerancenya sudah tidak sesuai manual book, didapati spindle dan seetting valvenya tidak rata ketika menutup yang berdampak pada kinerja exhaust valve.

4. Pemecahan Masalah

Gambar 4. 3 Flow Chart Pemecahan Masalah



a. Dokumen yang perlu disiapkan

1) Manual Book

Manual Book merupakan dokumen yang digunakan untuk menemukan dan menganalisis kemungkinan bahaya selama pembongkaran mesin diesel generator dikapal.

2) Paper Work

Paper Work (Izin Kerja) merupakan dokumen yang didalamnya berisi tentang perizinan dari Chief Engineer sebelum pembongkaran mesin diesel generator dikapal.

b. Pembongkaran komponen Cylinder Head

Adapun prosedur sebelum melakukan pembongkaran pada komponen Cylinder Head yaitu :

1) Melepas parallel Generator

- a) Atur (KW) antara generator yang jalan dan yang akan di stop
- b) Turunkan (KW) Generator yang akan di stop sampai batas yang ditentukan (0).
- c) Tekan tombol (ACB Trip) pada generator yang akan di stop
- d) Atur kembali KW dan Frekwensi pada generator yang jalan
- e) Turunkan putaran mesin yang akan di stop (kurang lebih dari 48 Hz)
- f) Tunggu Generator jalan kurang lebih 15 menit baru distop.

2) Mematikan Mesin Generator

- a) Tekan tuas handle governoor sampai mesin benar-benar berhenti berputar.
- b) Putar tuas dekompresi 90° berlawanan arah jarum jam.
- c) Lakukan Priming L.O dan Turning Gear
- d) Tutup Valve F.W, S.W dan Bahan Bakar

3) Melepas Cover Cylinder Head

- a) Siapkan peralatan untuk membuka cover cylinder head
- b) Buka baut menggunakan kunci 19
- c) Angkat cover cylinder head
- d) Letakkan di atas karton dan susun dengan rapih

4) Mengambil Clearance Valve Intake & Exhaust

- a) Siapkan obeng min dan kunci pas
- b) Siapkssan Feeler gauge
- c) Siapkan kertas dan pulpen untuk mencatat clearancenya

- d) Lakukan pengambilan clearance dengan cara mengikuti firing order mesin
- 5) Melepas Injektor dan pipa penghubung Bahan Bakar
 - a) Lepas injektor menggunakan special tools
 - b) Lepas pipa penghubung dari bost pump ke conected pipe high press
 - c) Letakan pada potongan jirigen dengan terurut
- 6) Melepas Rocker Arm dan Push Rod
 - a) Buka baut pada bagian rocker arm
 - b) Kumpul kan baut-baut rocker arm tiap cylinder pada potongan jiringen dan letakkan juga rocker arm serta push rod
- 7) Lepas Air Intake Manifold dan Exhaust Manifold
 - a) Lepas semua baut pada intake dan exhaust manifold
 - b) Letakkan diatas karton dan baut-baut pada potongan jirigen
- 8) Melepas Fresh Water Gauge Level
 - a) Lepas semua baut tiap cylinder pada bagian fresh water gauge level
 - b) Letakkan pada potongan jirigen
- 9) Melepas Baut Cylinder Head
 - a) Lepas semua baut pengikat pada tiap cylinder head
 - b) Letakkan pada potongan jirigen
- 10)Angkat Cylinder Head
 - a) Siapkan chain block untuk mengangkat cylinder head
 - b) Letakkan cylinder head diatas karton
 - c) Setelah terlepas semua lakukan pengecekan ss
- c. Temuan yang didapatkan

Adapun temuan yang didapatkan adalah banyaknya karbon pada bagian spindel dan bagian bawah cylinder head, didapati tidak ratanya spindel dan seattng valve saat menutup dan buntunya nozzel pada injektor yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dapat membuat kinerja mesin tidak

normal. Hal itu dapat terjadi karena tidak sesuainya clearance pada exhaust valve sehingga tersisanya gas buang yang belum terbangun semua membuat temperature jadi lebih panas dan menyebabkan karbon serta kinerja exhaust valve tidak sesuai sebagaimana mestinya.

d. Pembersihan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan

a) Pergantian Spare Part Spindle dan Seating Valve

Setelah dilakukan pengecekan pada spindle dan seating valve, maka selanjutnya dilakukan pergantian spare part yang baru untuk spindle dan seating valve. Setelah pergantian spare part dilakukan proses lapping serta mengetes kebocoran pada spindle dan seating valve.

b) Pembersihan Cylinder Head

Pembersihan cylinder head dilakukan dengan menggunakan gerinda brush tangan dibersihkan agar diketahui bahwa tidak ada kebocoran ketika dipasang kembali.

c) Pergantian Spare Part Nozzel Injektor

Pergantian spare part nozzel yang baru dikarenakan buntutnya nozzel yang menyebabkan pembakaran kurang sempurna, dengan melepas setiap komponen injektor lalu memasang nozzel yang baru dan dilakukan test pressure injektor untuk menyetel tekanannya sesuai manual book.

e. Pemasangan kembali

Prosedur pemasangan kembali install cylinder head dengan memasang kembali komponen-komponen pada cylinder head, serta menyiapkan kembali peralatan untuk mengangkat dan memasang kembali cylinder head yang telah terinstall. Setelah cylinder head telah terpasang ikat semua baut menggunakan torsi sesuai dengan manual book dan dilakukan juga pemasangan injektor, rocker arm dan komponen lainnya. Kemudian pengambilan adjustment clearance valve untuk menyesuaikan

clearance sesuai dengan instruction manual book.

Langkah-langkah Ini harus dilakukan dengan cermat dan mengikuti petunjuk dari produser manual book agar memastikan pemasangan yang aman dan berfungsi dengan baik. Pastikan juga untuk mengikuti semua prosedur keselamatan yang berlaku selama proses pemasangan.

f. Penyelesaian Masalah

Penyelesaian masalah ini dilakukan dengan cara melakukan pengecekan clearance valve tiap minggunya, melaksanakan pengujian test injektor setiap maintenance atau setiap pengambilan clearance valve untuk mencegah terjadinya abnormal pada mesin agar kondisi dan kinerja mesin diesel generator tetap dalam kondisi normal dan stabil.

g. Penyelesaian Prosedur

1) Pemantauan dan Penyesuaian:

- a) Pantau semua suhu dan tekanan sistem selama proses running test dengan waktu yang ditentukan untuk memastikan operasi yang normal.
- b) Pastikan tidak ada kebocoran pada cylinder head setelah pemasangan selesai. Sesuaikan pengaturan sistem mesin untuk mengetahui kinerjanya setelah dilakukan perbaikan.

2) Pemeriksaan Akhir:

- a) Menaikkan beban tiap jam untuk mengetahui performance mesin dan batasan mesin saat di tambahkan beban berlebih saat running test non parallel.
- b) Pantau tiap jam suhu dan tekanan saat penambahan beban pada mesin biar bisa direcord untuk mengetahui performancenya.

3) Dokumentasi:

- a) Mencatat setiap temperature dan pressure serta beban yang diberikan pada saat running test untuk dimasukkan kedalam catatan atau file masinis.

- b) Simpan catatan pemeriksaan untuk laporan yang berkelanjutan.

Prosedur Ini baik dilakukan secara hati-hati dengan mengikuti persyaratan pedoman keselamatan kerja dan rekomendasi manual book untuk memastikan beroperasi dengan aman.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pengamatan serta analisa yang dilakukan selama praktek laut di MT. Karmila P.58 menentukan kesimpulan.

1. Data hasil obsevasi dianalisa, diuji, dan dilakukan pembuktian kebenaran sesuai dengan hipotesis, nilai yang diperoleh clearancenya sebesar 0.5 mm, nilai ini tidak sesuai pada manual book, kondisi ini menunjukkan bahwa terjadi pengaruh terhadap clearance exhaust valve yang berdampak naiknya temperatur gas buang normal 220°C hingga mencapai suhu 300°C dengan kecepatan mesin 1000 rpm load power 140 kVA yang menjadi kondisi mesin abnormal.
2. Adjustment clearance valve setiap jam kerja maintenance mesin diesel generator agar kinerja exhaust valve sesuai dengan spesifikasi mesin adalah cara yang dapat ditempuh untuk menghindari masalah tersebut agar sistem mesin diesel generator berjalan normal.

B. Saran

Pembahasan pada bab sebelumnya penulis memberikan saran:

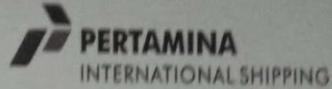
1. Rutin melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan mesin termasuk pengambilan suhu dan tekanan, pengambilan clearance valve untuk menghindari terjadinya high temperature pada mesin diesel generator.
2. Rutin melakukan adjustment clearance valve direcord dalam file engineer, untuk mengetahui kondisi saat normal untuk berjaga-jaga agar tidak terjadi abnormal berikutnya dan bila terjadi sudah bisa diketahui untuk mengerjakannya sesuai prosedur pada instruksi manual book serta record atau catatan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M. Bagus, dan Carles Yerid Absalom Nalle. 2023. "ANALISA KEBOCORAN KATUP GAS BUANG PADA MESIN INDUK DI KM. TONASA LINES XV." *JPB: Jurnal Patria Bahari* 3(1). doi: 10.54017/jpb.v3i1.73.
- Arnanda, Firman Yulian. 2020. "Analisis Kerusakan."
- Gordon. 2019. "BAB 2 Tinjauan Pustaka." *Universidad Catolica Romana del Peru* 8(33):44.
- Marwiyah Nst, Masringgit, Yuna Sutria, and Taruna Taruna. 2023. "SISTEM PENGAMAN KELISTRIKAN KAPAL DI BELAWAN". *Journal of Maritime and Education (JME)*, 5(1):456–61. doi: 10.54196/jme.v5i1.100.
- Syahputra, Dufan Willy, and Sri Wahyuningsih. 2023. "Analisis Gangguan dan Perawatan Mesin Diesel Generator Di KM. Egon." *Journal of Business Technology and Economics*. 1(1):1–7.
- Amba dkk, (2019). *Prosedure Clearance Valve diesel engine generator*, <https://penambang.com/penyetelan-celah-katup-katup>, 23 November (2019).
- Jason & Willy. 2023. "Order Penggerakan Mesin: Definisi, Pentingnya, dan Berbagai Keuntungan" di <https://testbook.com/mechanical-engineering/engine-firing-order>.
- Teknisi dkk, (2021). *Pengertian Firing Order / Urutan Pembakaran Mesin*. <https://www.teknisime.com/2020/12/pengertian-urutan-pembakaran-firing.html>, 17 Juli (2021).

LAMPIRAN A
DOKUMEN PENELITIAN

Lampiran A 1 Sign On



PERINTAH MUTASI

No. : PM- 0159 /PIS4240/2022-58

KEPADA NAMA : RAPHAEL STEPHEN RICHARD PONOMBAN
N.I.T : 20220159

DENGAN INI DIPERINTAHKAN BAHWA MULAI TANGGAL SERAH TERIMA JABATAN DI ATAS KAPAL, SAUDARA
DITETAPKAN / **DIMUTASIKAN**

SEBAGAI : ENGINE CADET
DI KAPAL : KARMILA

DALAM RANGKA PROLA SELAMA 12 BULAN
UNTUK MENGISI LOWONGAN TERBUKA / **MENGGANTIKAN** :

HARAP MELAPOR KE PERKAPALAN/MARINE SETEMPAT DAN NAKHODA YBS. PADA KESEMPATAN PERTAMA.

DATA AWAK KAPAL YANG MUTASI NAIK, SBB:
UANG SAKU : Rp 2,000,000.00
TERMASUK DI DALAMNYA
IURAN BPJS : Rp 90,700.00
DIBAYAR DI : ATAS KAPAL
IJAZAH : -

JAKARTA, 11 Oktober 2022
MANAGER CREWING

RONI WIDAGDO

CATATAN UNTUK AWAK KAPAL :

1. Pahami tugas-tugas sesuai "DAFTAR PERAN KEADAAN DARURAT"
2. Pahami tugas, tanggung jawab dan wewenang sesuai dengan PMK 3.1.3

TEMBUSAN :
1 MASTER KARMILA
2 MARINE REGION

Lampiran A 2 Sign Off

PT.PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
MT. KARMILA - P.58



SURAT PERINTAH TURUN KAPAL

No. 411 / F30311 / XII / 2023 - S8

Berdasarkan habisnya masa Praktek Kerja Laut No. 0159/PIS4240/2022/S-8 Tanggal 11 Oktober 2022 yang telah habis masa berlakunya, Maka dengan ini diperintahkan kepada :

N a m a : RAPHAEL STEPHEN RICHARD PANOMBAN
NIT : 20220159
Jabatan : ENGINE CADET

Terhitung mulai hari ini Sabtu, tanggal 09 Desember 2023 Saudara dimutasikan turun dari kapal MT. Karmila, selanjutnya saudara diharapkan untuk melapor ke bagian Crewing sesuai perintah mutasi tersebut di atas. Harap saudara melapor ke marine setempat guna pengurusan selanjutnya sesuai dengan ketentuan yg berlaku.

Keterangan :

1. Sign On tanggal : 24 Oktober 2022, Sign Off tanggal 09 Desember 2023
2. Ijazah / dokumen pribadi, sudah dikembalikan kepada yang bersangkutan dalam keadaan lengkap.
3. Telah melaksanakan familirisasi ISM Code selama berada di atas kapal
4. Telah menyelesaikan masa PKL dan dimutasikan turun tanpa pengganti

Pelabuhan : Dumai
Tanggal : 09 Desember 2023
Nakhoda,

Capt. Abd Azis Nasuto
NP. 12395191

Tembusan :

1. Manajer Crewing
2. Marine Setempat.

LAMPIRAN B
TEMPAT PENELITIAN

Lampiran B 1 Kapal MT. KARMILA P.58



Lampiran B 2 Particular

PT.PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
Patra Jasa Office Tower Jl.Gatot Subroto No.3 Kav 32-34
Rt 6/Rw 3, Kuningan Timur, Jakarta Selatan 12950
Ships Telp : (021)43928333 Ext (8672) / +62811 8723 966



SHIP PARTICULAR

NAME OF SHIP : MT.KARMILA / P. 58
CALL SIGN : Y D X N
PORT OF REGISTER : JAKARTA
IMO NO : 9012587
MMSI : 525008006
IMN : 452501184
OWNER : PT.PERTAMINA (PERSERO)
FLAG : INDONESIA

DISPLACEMENT : 8979 TON
DEAD WEIGHT TON : 6500 TON
GROSS TONNAGE : 4731 TON (13,388.73 M³)
NETT TONNAGE : 2268 TON (6,418.44 M³)

L O A : 105.00 M
L B P : 99.00 M
BREADTH : 18.80 M
DEPTH : 8.50 M
HEIGHT : 35.00 M

DRAFT
SUMMER : 6.012 M
TROPICAL : 6.137 M
SCANTLING : 6.500 M
FREE BOARD : 2.509 M

CAPACITY TANK
NO OF CARGO OIL TANK : 13 TANK
TOTAL OF CAPACITY : 8270 MT
BUNKER CAPACITY : 100 MT
FRESH WATER CAPACITY : 300 TON

MAIN ENGINE
MERK MITSUI - B & W TYPE 8S-26 MC
H P / RPM : 3500 / 221
SERVICE SPEED : 12 KNOTS. MCR 3500 PS x 221 RPM

GENERATOR
TYPE : S165L-UN
CAPACITY : 235 KW / 100 RPM
MAKER : YANMAR

CARGO OIL PUMP
TYPE : VERTICAL CENTRIFUGAL PUMP
CAPACITY : 300 M³/H, 110 KW x 1500 RPM x 1 UNIT
MAKER : SHINKO

CLASS
LR + 100 AL OIL TANKER & + L M C
KI + A100 & + SM

BUILDER
PT DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI - JAKARTA
DELIVERED : SEPTEMBER 1992
KEEL LAID : 19 FEBRUARI 1991

Master,



Capt. Abd Azis Nasuto

Lampiran B 3 Daftar Kru

NO	NAME	RANK	NOPEG	Date of Birth	NATIONALITY	CERTIFICATE OF COMPETENCY			SEAMAN BOOK		AGREEMENT NUMBER	AGREEMENT		DURATION OF CONTRACT	ON BOARD
						CLASS	YEAR	NUMBER	NUMBER	EXPIRE		ISSUED	EXPIRED		
1	CAPT. ABD. AZIS NASUTO	MASTER	12395191	27-Aug-1985	IND	ANT - I	2020	62003161541010230	1058456	23-Jun-26	AL524/1530/1/5/18.TPK-2023	07-Feb-23	30-Dec-23	5+3 MONTH 30 DAYS	08-Feb-23
2	HRIS SUBATMAN	CH. OFFICER	12395964	15-Jul-1990	IND	ANT - II	2016	6201291784N20116	F 042372	20-Jul-24	AL 524/707/2/5/18.TPK-2023	29-Mar-23	30-Nov-23	5+3 MONTH 1 DAY	31-Mar-23
3	BAMBANG PRASITYO	2ND OFFICER	12397433	24-Feb-1992	IND	ANT - II	2017	6201657732N20317	F 227489	19-Feb-24	AL 524/715/9/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
4	INDRAWAN HASANUDDIN	3RD OFFICER	12397459	15-Sep-1993	IND	ANT - III	2016	620218994N30418	G 104307	14-Mar-25	AL 524/728/9/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
5	GHANISANG ARIMBO BOEDHI	CHEF ENGINEER	12398354	15-Oct-1969	IND	ATT - I	2023	6200014218T10214	G 150306	08-Apr-24	AL 524/250/1/1/5/18.TPK-2023	01-Oct-23	01-May-24	5 MONTH	02-Oct-23
6	HERLINA ADITYA DIKA RIZAL	SECOND ENGINEER	12395974	8-Oct-1991	IND	ATT - I	2022	6200005154T10122	G 137524	18-Jan-25	AL 524/970/1/5/18.TPK - 2023	25-Mar-23	30-Nov-23	5+3 MONTH 3 DAYS	28-Mar-23
7	DOMIGUS PAYA BENA	THIRD ENGINEER	12398335	7-Mar-1991	IND	ATT - II	2022	6200299015T30116	G 041175	07-Jan-26	AL 524/1123/1/1/5/18.TPK - 2023	01-Oct-23	01-May-24	5 MONTH	01-Oct-23
8	DEKIS SOLEHUN	FOURTH ENGINEER	12397178	7-Feb-1996	IND	ATT - III	2019	620124303T20422	F 197879	30-Nov-25	AL 524/1400/8/5/18.TPK-2023	26-Aug-23	26-Jan-24	5 MONTH	27-Aug-23
9	ENGRAWAN LATIF	BOATSWAIN	12395893	24-Jan-1973	IND	ABLE	2023	6200540087340715	G 040811	23-Oct-23	AL 524/1495/7/5/18.TPK-2023	01-Aug-23	01-Jan-24	5 MONTH	01-Aug-23
10	PERDIANTO PAHLAWAN	ABLE SEAMAN - 1	12396674	15-May-1988	IND	ABLE	2017	6200322130342410	G 055417	02-Sep-24	AL 524/1185/6/5/18.TPK-2023	27-Jun-23	27-Nov-23	5 MONTH	30-Jun-23
11	DIDIN SAPUTRA	ABLE SEAMAN - 2	12398333	3-Apr-1991	IND	ABLE	2023	6201669599140223	F 149312	04-Jul-25	AL 524/286/1/1/5/18.TPK-2023	01-Oct-23	01-May-24	5 MONTH	01-Oct-23
12	BIART THARITA	ABLE SEAMAN - 3	12397170	22-Feb-1989	IND	ABLE	2016	6201585216340710	F 068263	28-Nov-24	AL 524/2104/1/5/18.TPK-2023	26-Aug-23	26-Jan-24	5 MONTH	27-Aug-23
13	ASEP NUHDIYAT	ORDINARY SEAMAN - 1	12397436	10-Dec-1991	IND	RPNW	2023	6201699682330710	G 000851	06-Jun-25	AL 524/2141/3/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
14	IRWAN ARGADINATA	ORDINARY SEAMAN - 2	12397435	11-Mar-1977	IND	ABLE	2023	6200727214340710	F 294577	04-Nov-24	AL 524/730/9/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
15	TOPAN TALU LEMBANG	OILER - 1	12397436	22-Jun-1987	IND	ABLE	2023	621142382420717	F 095282	12-Mar-26	AL 524/2011/9/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
16	NURJUN URBAYANI	OILER - 2	12397437	5-Oct-1988	IND	ABLE	2023	6200488108430223	F 338794	20-Feb-25	AL 524/713/1/5/18.TPK-2023	29-Sep-23	29-Feb-24	5 MONTH	09-Oct-23
17	ABMAD NAFIS MELWANI	OILER - 3	12397157	14-Jul-1980	IND	ABLE	2022	6201495401420222	F 243358	05-Jul-24	AL 524/2058/8/5/18.TPK-2023	26-Aug-23	26-Jan-24	5 MONTH	27-Aug-23
18	SAPUL RIZAL	COOK	12395182	17-Jun-1982	IND	B 5 T	2021	6200477176010720	G 016541	10-Sep-25	AL 524/2081/1/5/18.TPK - 2023	28-Jan-23	30-Dec-23	5+3 MONTH 2 DAYS	30-Jan-23
19	TEGAR PRHADNIKA SATYA PUTRA	MESSBOY	12396810	14-Sep-1992	IND	BST	2022	6212228488010322	H 056058	13-Jul-25	AL 524/2519/6/5/18.TPK - 2023	24-Jul-23	24-Dec-23	5 MONTH	02-Aug-23
20	MARCELLUS WAHYU NANDA PYTIA	DECK CADET	20230209	4-Apr-2002	IND	BST	2023	62123159958013823	H 046520	25-Jun-26	NO.1769/P654240/2023-58	29-Sep-23	29-Sep-24	12 MONTH	09-Oct-23
21	DIMAS SOPH TRYANDHA	DECK CADET	20230220	13-Apr-2003	IND	BST	2023	6212250460912422	I 079139	29-Aug-26	NO.1929/P654240/2023-58	18-Oct-23	18-Oct-24	12 MONTH	02-Oct-23
22	AGUSIA BUDI SANTOSO SIMANUNTAK	DECK CADET	20220209	16-Nov-2001	IND	BST	2021	62121369550010121	H 034575	18-Jul-25	NO.0289/P654240/2023-58	31-Aug-23	30-Nov-23	3 MONTH	01-Sep-23
23	RAPHAEL STEPHEN RICHARD PANOMBAN	ENGINE CADET	20220159	14-Sep-2002	IND	B 5 T	2022	62122007520010422	H 005336	06-Apr-25	NO.0159/P654240/2023-58	13-Oct-22	13-Oct-23	12 MONTH	24-Oct-22
24	AGUS HERI PRASETYO	ENGINE CADET	20230241	15-Aug-1999	IND	BST	2023	6212234541012822	F 116408	29-Jun-26	NO.0814/P654240/2023-58	31-Aug-23	31-Aug-24	12 MONTH	01-Sep-23
25	ALDI DWI NAS ACHA	ENGINE CADET	20220225	4-Aug-2001	IND	BST	2022	6212143676010551	G 066792	01-Apr-25	NO.0215/P654240/2023-58	13-Oct-22	13-Oct-23	3 MONTH	01-Sep-23

Port of : Dumai
Date : 03-Oct-23



Lampiran B 4 Masa Layar



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN UTAMA MAKASSAR

Jl. SATANDO NO. 55;
 Jl. MADURA NO. 1;
 MAKASSAR 90164.

TELP : 0411-3616444;
 WA : 0811 417 8899;
 081 141 844 41

EMAIL: ksop_utama.makassar@kemenhub.go.id

SURAT KETERANGAN MASA BERLAYAR
NO. AL. 506 / 2610 / 197 / KSOPU.MKS-2023

1. Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan :

Nama : **RAPHAEL STEPHEN RICHARD PONOMBAN**
 Tempat dan Tanggal Lahir : Makassar, 14 September 2002
 Alamat Sekarang : Jl. Tentara Pelajar No 173 Makassar
 Nomor Buku Pelaut : H. 006536
 Nomor Buku Saku / NIT (Cadet) : 2042125
 Sertifikat Keahlian / Keterampilan : BST

Setelah diadakan penelitian pada Buku Pelaut dan / atau Buku Saku, yang bersangkutan mempunyai Masa Berlayar seperti dibawah ini :

NO	NAMA KAPAL	ISI KOTOR (GT)	TENAGA PENGGERAK (KW)	DAERAH PELAYARAN	JABATAN	TANGGAL		LAMA BERLAYAR		
						NAIK	TURUN	THN	BLN	HARI
1	MT. Karmila P - 58	GT. 4731	3500 PS	N.C.V	Kadet Mesin	18-10-2022	09-12-2023	01	01	21
JUMLAH MASA BERLAYAR								01	01	21

2. Masa Berlayar ini diberikan untuk keperluanATT-III.....

3. Data pada Surat Keterangan Masa Berlayar ini diambil berdasarkan Buku Pelaut Nomor H. 006536
 Buku Saku Nomor : atau surat keterangan dari perusahaan / instansi (khusus kapal penangkap ikan, kapal layar motor / KLM, kapal tradisional dan kapal negara) nomor :

4. Demikian Surat Keterangan Masa Berlayar ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan seperfunya.

DIKELUARKAN : MAKASSAR
 PADA TANGGAL : 27 Desember 2023

An. KEPALA KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN UTAMA MAKASSAR
 KEPALA BIDANG PERKAPALAN DAN KEPELAUTAN





NUSUL R. RITHA
 PEMBINA (IV/a)
 NIP. 19671219 199603 1 001

Catatan :
 Tidak berlaku apabila yang bersangkutan ditemukan melakukan pemalsuan pada dokumen pengambilan data

"Mentuaati Peraturan Pelayaran Berarti Mendukung Terciptanya Keselamatan Berlayar"

LAMPIRAN C
OBJEK PENELITIAN

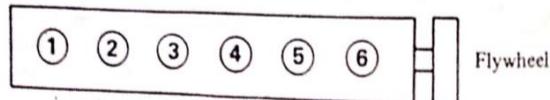
Lampiran C 1 Manual Book

1. ENGINE DESCRIPTION

Marine Auxilliary Engine/Land Engine

Model	Unit	S165L-HN	S165L-DN	S165L-UN	S165L-SN	S165L-EN
Type		Vertical, water-cooled, 4-cycle diesel engine				
Combustion chamber		Direct injection type				
No. of cylinders		6				
Cylinder bore	mm	165				
Stroke	mm	210				
Total cylinder displacement	ℓ	26.94				
Compression ratio		13.8				
Rated speed of revolution	rpm	1000, 1200				
Direction of rotation of crankshaft		Counterclockwise as viewed from the flywheel (Standard) Clockwise as viewed from the flywheel (Optional)				
Operating side		On the left as viewed from the flywheel				
Order of firing		1-5-3-6-2-4-1 (120° spacing) (Standard) ✓ 1-4-2-6-3-5-1 (120° spacing) (Optional)				
Supercharging system		Exhaust gas turbine supercharger (turbo-charger)				
Cooling system		Constantly high temperature cooling system (equipped with fresh water cooler)				
Lubricating system		Lubrication: Fully automatic lubrication by gear pump				
		Oil sump: Wet sump (separately required auxiliary tank installed inboard)				
Starting system		Compressed air or Electric starting motor				
Dimensions	Overall length	mm	1903 (2214)	1903 (2214)		
	Overall width	mm	1070 (1070)	1070 (1070)		
	Overall height	mm	1581 (1581)	1581 (1581)		
Weight (equipped with fresh water cooler)	kg	2750 (2850)	2800 (2900)			

[Configuration of Cylinders]



Lampiran C 2 Running Hours

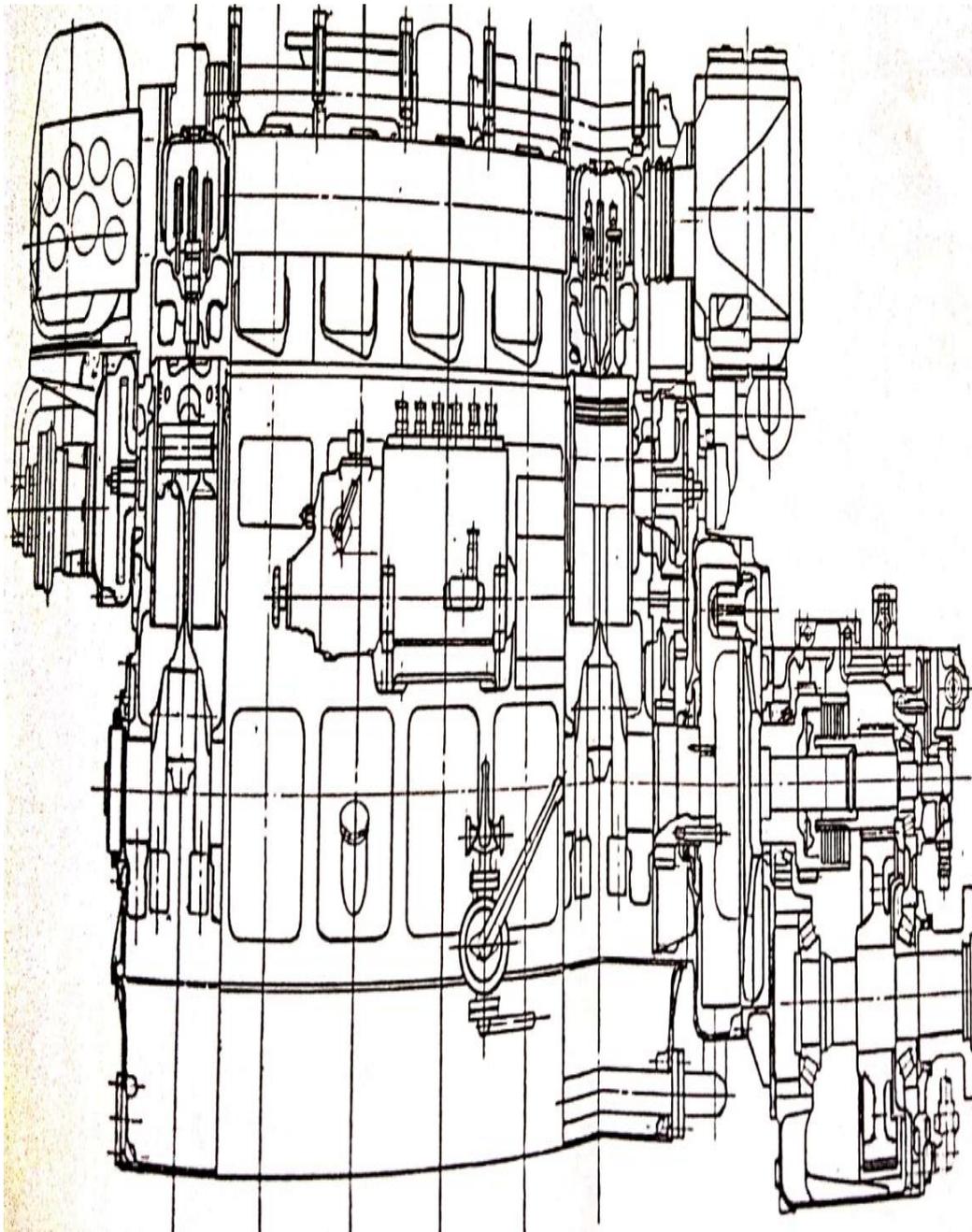
VESSEL NAME		: KARMIKA / P 58		LAST GENERAL OVERHAUL		: MAJOR OVERHAUL		No. 3 DG													
MODEL		: YANMAR S165L-UN		Location		: ENGINE ROOM															
MONTH		: NOVEMBER 2023		Date		: 12 AUGUST 2020															
Date	Run Hour		COMPONENT RUNNING HOURS SINCE LAST OVERHAUL OR RENEWAL																		
	Day	Cum.	Overhaul			LO Sump Tank	LO Governor	Filter			Turbo Charge			Valve Clearance	Fuel Injector						
			Major	TOP	Top			LO Filter	TC LO Filter	FO Filter	Air Filter	Turbine Blade	Balance		1	2	3	4	5	6	
			10000	5000	5000	1000	400	200 - 400	400 - 600	300	250	5000	5000	750	500 - 800						
LAST MONTH		13491.9	13491.9	13491.9	13491.9	1257.8	468.3	682.3	468.3	682.3	442.1	10988.9	10988.9	829	829	829.0	829.0	829	829	829	829
1	15.7	13507.6	13507.6	13507.6	13507.6	1273.5	484.0	698.0	484.0	0.0	0.0	11004.6	11004.6	844.7	844.7	844.7	844.7	844.7	844.7	844.7	844.7
2	24	13531.6	13531.6	13531.6	13531.6	1297.5	508.0	722.0	508.0	24.0	24.0	11028.6	11028.6	868.7	868.7	868.7	868.7	868.7	868.7	868.7	868.7
3	24	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
4	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
5	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
6	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
7	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
8	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
9	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
10	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
11	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
12	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
AE Running Hours		+																			
13	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
14	0	13555.6	13555.6	13555.6	13555.6	1321.5	532.0	746.0	532.0	48.0	48.0	11052.6	11052.6	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7	892.7
15	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	892.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	892.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
17	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	896.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
18	12.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
19	20.4	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8
20	24	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8
21	24	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8
22	24	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8	108.8
23	24	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8
24	8.2	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0	141.0
25	24	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
26	24	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0	189.0
27	24	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0	213.0
28	6.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1	219.1
29	24	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1	243.1
30	24	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1
0	0	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1
TOTAL		330.8	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1	267.1

Lampiran C 3 Jurnal AE

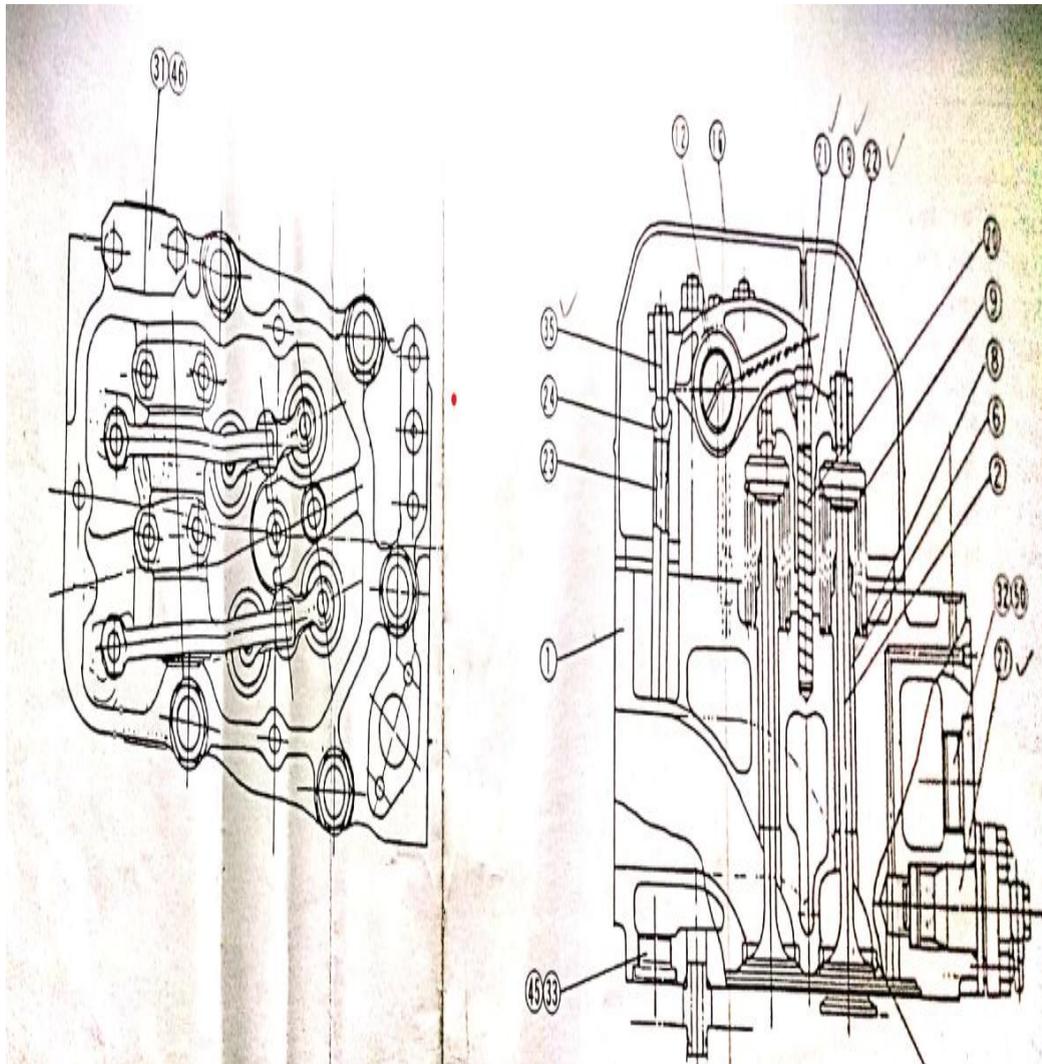
19. OKTOBER 2023
MT. KARMILA

NO. M	NO. R	EXHAUST GAS TEMPERATURE						LO COOL TEMP		BEARING TEMP		PW TEMPERATURE						DATE	M/M	A	K/M						
		CVL 1	CVL 2	CVL 3	CVL 4	CVL 5	CVL 6	IN	OUT	FOR	AFT	CVL 1	CVL 2	CVL 3	CVL 4	CVL 5	CVL 6					PW	OUT	KCM	LD	RD	
1016	I	200	210	210	210	200	230	72	70	56	60	68	70	68	65	65	65	65	69	72	74	1.9	5.1	-	1000	50	75
	II	210	210	200	185	170	175	74	65	57	52	62	68	65	65	65	65	65	65	65	65	1.8	5.2	-	1000	50	50
	III	200	200	200	200	190	200	71	65	51	56	63	68	65	65	65	65	65	65	65	65	1.0	5.2	-	1000	90	91
	IV	205	245	235	185	175	175	74	70	58	60	70	70	74	70	68	69	72	72	72	1.8	5.5	-	1000	100	55	
	V	210	230	230	190	190	190	76	70	59	59	74	72	70	70	70	70	70	70	70	70	1.0	5.2	-	1000	180	70
	VI	220	240	215	200	200	200	73	70	57	60	73	72	70	70	70	70	70	70	70	70	1.0	5.2	-	100	150	70

Lampiran C 4 Figure Diesel Engine Generator



Lampiran C 5 Figure Cylinder Head



Lampiran C 6 Feeler Gauge



Lampiran C 7 Lepas Cover Cylinder Head



Lampiran C 8 Lepas Injektor



Lampiran C 9 Pengetesan Injektor



Lampiran C 10 Lepas Rocker Arm



Lampiran C 11 Lepas Cylinder Head



Lampiran C 12 Spindle & Seating Valve Lama



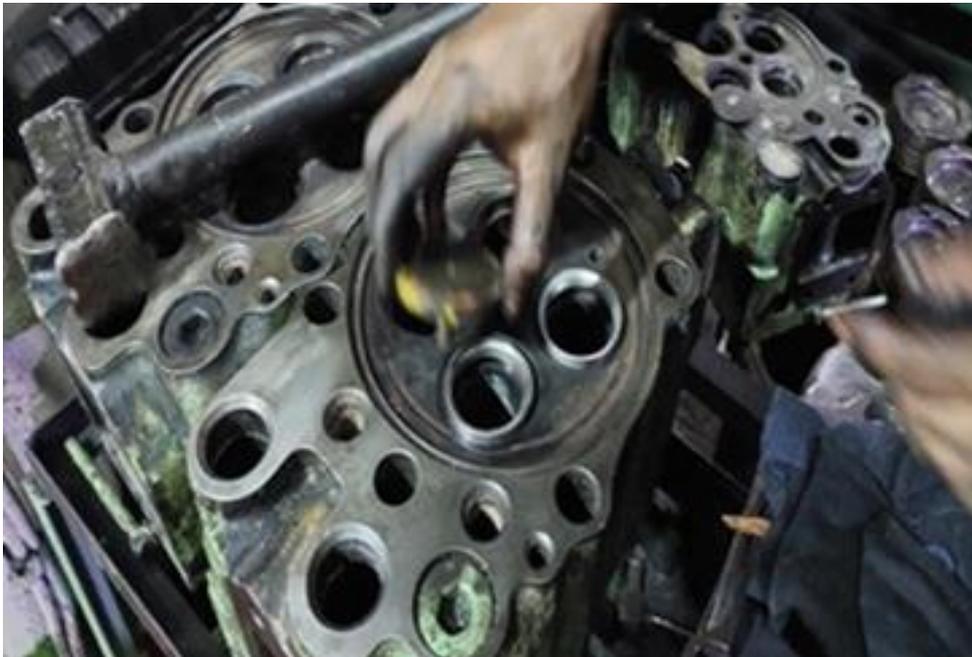
Lampiran C 13 Spindle Baru



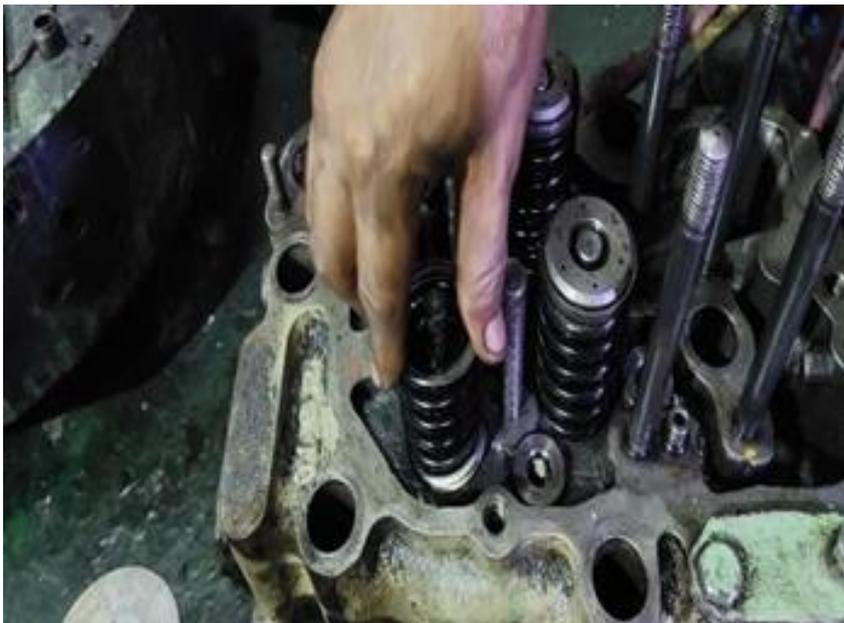
Lampiran C 14 Pembersihan Cylinder Head



Lampiran C 15 Pemasangan Seating Valve & Lapping



Lampiran C 16 Install Cylinder Head



Lampiran C 17 Pemasangan Cylinder Head



Lampiran C 18 Pemasangan Rocker Arm



Lampiran C 19 Adjustment Clearance Valve



Lampiran C 20 S.O.P Auxiliary Engine

PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL

MT. KARMILA / YDXN



S.O.P AUXILIARY ENGINE

CARA MENJALANKAN:

1. PERIKSA LEVEL LO SUMP TANK.
2. PERIKSA LEVEL LO GOVERNOR.
3. BUKA KERAN PENDINGIN AIR LAUT MASUK DAN KELUAR.
4. BUKA KERAN PENDINGIN AIR TAWAR MASUK DAN KELUAR.
5. BUKA KERAN BAHAN BAKAR.
6. PUTAR TUAS DECOMPRESI 90° BERLAWANAN ARAH JARUM JAM.
7. PRIMMING LO DAN TURNING GEAR.
8. KEMBALIKAN TUAS DECOMPRESI PADA POSISI VERTIKAL.
9. BUKA KERAN ANGIN START DAN PASTIKAN BOTOL ANGIN ± 25 BAR.
10. START AUXILIARY ENGINE DENGAN MENEKAN TUAS START.
11. TUTUP KEMBALI KERAN ANGIN START.

CARA MEMATIKAN:

1. TEKAN TUAS HANDLE GOVERNOR SAMPAI MESIN BENAR-BENAR BERHENTI BERPUTAR.
2. PUTAR TUAS DECOMPRESI 90° BERLAWANAN ARAH JARUM JAM.
3. PRIMMING LO DAN TURNING GEAR.

NAHKODA

Lampiran C 21 S.O.P Parallel Auxiliary Engine

PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL

MT. KARMILA / YDXN



S.O.P AUXILIARY ENGINE

➤ **CARA MEMPARALEL GENERATOR**

1. PASTIKAN GENERATOR YANG AKAN DI PARAREL PADA KONDISI **NORMAL**. (KURANG LEBIH 15 MENIT RUN)
2. SAMAKAN FREKWENSI KEDUA GENERATOR YANG AKAN DI PARALEL (50Hz)
3. ARAHKAN POSISI SWITCH **SYNCRHOSCOPE** DAN **SYNCRHOLAMP** PADA POSISI GENERATOR YANG AKAN DI PARALEL.
4. PASTIKAN PUTARAN **SYNCRHOSCOPE** SEARAH JARUM JAM SAMPAI LAMPU DAN BERPUTAR LAMBAT.
5. TURUNKAN BREAKER LALU NAIKAN **BREAKER** PADA POSISI **ON** PADA GENERATOR YANG AKAN DI PARAREL.
6. MATIKAN SYNCRHOSCOPE DAN SYNCRHOLAMP PADA POSISI **OFF**.
7. SAMAKAN KW DAN FREKWENSI GENERATOR.

➤ **CARA MELEPAS PARALEL GENERATOR**

1. ATUR "**KW**" ANTARA GENERATOR YANG JALAN DAN AKAN YANG DI **STOP**.
2. TURUNKAN "**KW**" GENERATOR YANG AKAN DI **STOP** SAMPAI BATAS YANG DI TENTUKAN "**0**"
3. TEKAN TOMBOL "**ACB TRIP**" PADA GENERATOR YANG AKAN DI **STOP**.
4. ATUR KEMBALI "**KW**" DAN "**FREKWENSI**" PADA GENERATOR YANG JALAN.
5. TURUNKAN PUTARAN MESIN YANG AKAN DI **STOP** (KURANG LEBIH DARI 48 Hz)
6. TUNGGU GENERATOR JALAN 15 MENIT BARU DI **STOP**.

NAHKODA