



**MODIFIKASI DAN PERAWATAN DENGAN
PENGUJIAN *NON-RETURN PRECHAMBER*
VALVE GUNA MENGURANGI *FORCE*
OUTAGE DI PLTMG PANARAN BATAM**

Tugas Akhir

Oleh:
Andreas wijaya
(4232001029)

**Program Studi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Modifikasi dan perawatan dengan pengujian *Non-Return Prechamber Valve* guna mengurangi *force outage* di PLTMG Panaran Batam" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 27 desember 2023



Andreas Wijaya

NIM: 4232001029

Lembar Pengesahan

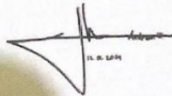
Proposal Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) di
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh:
Andreas wijaya
4232001029

Tanggal Sidang: 27 desember 2023

Disetujui oleh :

Dosen Penguji 1



M Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T.
NIK: 118206

Dosen pembimbing



Hasnira, S.ST., M.Tr.T.
NIK: 111312

Dosen Penguji 2



Yusiran, M.t.
NIK: 123294

Lembar Pengesahan Industri

Data laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi dan mendapat izin untuk disimpan, dikelola dan dipublikasikan untuk kepentingan akademik.

Disusun oleh:
Andrian Wijaya (4232001029)

Judul Tugas Akhir: modifikasi dan perawatan dengan pengujian *Non-return Prechamber Valve* guna mengurangi *Force Outage* di PLTMG Panaran Batam.

Perusahaan: PT PLN Batam Unit PLTMG
Panaran
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



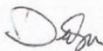
Hasnira, S.ST., M.Tr.T.
NIK: 111312

Pembimbing Industri



M. Ghavian Arlen Tio Z
NIP: 95170832WY

Manager unit
PLTMG Panaran



Dedy Mardi
MUL PL PN

Modifikasi Dan Perawatan Dengan Pengujian *Non-return Prechamber Valve* Guna Mengurangi *Force Outage* di PLTMG Panaran Batam.

Abstrak

PLTMG Panaran Batam merupakan pembangkit listrik tenaga mesin gas yang mengoperasikan 3 unit mesin gas menghasilkan daya listrik sebesar 3 x 7,5 MW. Pengoperasian dalam waktu lama dapat menurunkan performa mesin gas dan menyebabkan *force outage* yang salah satunya disebabkan oleh kegagalan *prechamber valve* hal ini diakibatkan pembebanan pada mesin, mesin trip atau gangguan sistem jaringan, serta pengoperasian diluar batas optimal. Tujuan penelitian ini adalah mencari penyelesaian masalah sebab dari *prechamber valve* dan dapat meminimalisir terjadinya *force outage* yang disebabkan oleh kegagalan *prechamber valve*. kemudian di evaluasi dan tindak lanjut maintenance, guna untuk mencegah dan menjaga keandalan mesin lebih optimal dalam beroperasi. Dengan melakukan modifikasi perawatan serta pengujian yang mensimulasikan gas menjadi udara bertekanan 6 bar untuk mengetahui *non return prechamber valve* layak atau tidaknya untuk di *assembly* di mesin PLTMG Panaran. Dari hasil riset dengan menguji 2 *prechamber* yang bermasalah di silinder 2A & 7A menunjukkan pressure yang normal setelah dilakukan pengujian dan hasil riset tersebut diuji coba *assembly* di mesin PLTMG Panaran yang menunjukkan hasil yang normal juga untuk exhaust temperature ditanggal 10 januari 2024. Untuk itu penulis menyarankan metode pengujian ini yang sudah terbukti guna membantu karyawan di PLTMG Panaran dan selanjutnya penulis juga menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar dapat memerhatikan permasalahan lain yang mungkin disebabkan oleh Coil,Busi, dan HT(*high tension*).

Kata kunci: non-return prechamber valve , force outage, Mesin gas, PLTMG

Modification And Maintenance By Testing Non-return Prechamber Valves To Reduce Force Outage at PLTMG Panaran Batam

Abstract

PLTMG Panaran Batam is a gas engine power plant that operates 3 gas engine units producing 3 x 7.5 MW of electrical power. Operation for a long time can reduce the performance of the gas engine and cause force outage, one of which is caused by the failure of the prechamber valve, this is due to overloading the engine, engine tripping or network system disruption, as well as operation outside optimal limits. The aim of this research is to find a solution to the problem caused by the prechamber valve and to minimize the occurrence of force outage caused by failure of the prechamber valve. then evaluated and followed up on maintenance, in order to prevent and maintain more optimal machine reliability in operation. By carrying out maintenance modifications and testing that simulates gas becoming 6 bar pressurized air to determine whether or not the non-return prechamber valve is suitable for assembly on the PLTMG Panaran machine. From the results of research by testing 2 problematic prechambers in cylinders 2A & 7A, it showed normal pressure after testing and the results of the research were tested for assembly on a PLTMG Panaran machine which showed normal results also for exhaust temperature on January 10 2024. For this reason the author recommends This testing method has been proven to help employees at PLTMG Panaran and furthermore the author also suggests further research so that they can pay attention to other problems that may be caused by Coils, Spark Plugs, HT (high tension).

Keywords: non-return prechamber valve , force outage, Mesin gas, PLTMG

Kata Pengantar

Puji syukur penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi dan perawatan dengan pengujian *Non-Return Prechamber Valve* guna mengurangi *force outage* di PLTMG Panaran Batam”. Tidak lupa pula shalawat serta salam penulis hantarkan kepada baginda Rasullullah Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik di Program Studi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam. Dalam penyusunan Tugas akhir ini penulis menemui hambatan dan halangan yang ditemui pada saat melakukan penelitian dan dapat teratasi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan ibu tercinta yang telah mendoakan, memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Keluarga besar berkat do'a serta dukungannya sehingga penulis dapat termotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hasnira, S.ST., M.Tr.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis.
4. Bapak Uuf Brajawidagda, S.T., M.T., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
5. Bapak Ir. Fauzun Atabiq, S.T., M.Cs.,selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak Muhammad Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T., selaku koordinator magang yang senantiasa memberikan motivasi, saran, dan membimbing penulis.
7. Bapak M Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T. selaku penguji 1 yang telah memberikan saran kepada penulis.
8. Bapak Yusiran, M.t. selaku penguji 2 yang telah memberikan saran kepada penulis.
9. Bapak Handri Toar S.ST., M.Tr. T selaku Wali Dosen yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
10. Seluruh Dosen Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi yang telah memberikan ilmu bermanfaat kepada penulis.
11. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

12. Seluruh karyawan PT.PLN Batam yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
13. Semua pihak-pihak lain yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Untuk itu penulis menerima kritik dan saran dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Batam, 27 desember 2023

Andrean Wijaya

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan.....	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Industri.....	Error! Bookmark not defined.
Abstrak.....	5
<i>Abstract</i>	6
Kata Pengantar.....	7
Daftar Isi	i
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	v
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	3
2.1. Prinsip kerja mesin PLTMG.....	3
2.2. Prechamber	3
2.3. Pemeliharaan pada Prechamber	4
2.4. Pemeliharaan (<i>maintenance</i>).....	5
2.5. Jenis Jenis <i>Downtime</i>	6
2.6. Klasifikasi Perawatan Mesin.....	6
2.6.1. <i>Preventive Maintenance</i>	6
2.6.2. <i>Predictive Maintenance</i>	7
2.6.3. <i>Corrective Maintenance</i>	7
Bab 3. Metodologi Penelitian	8
3.1. Perancangan	8

3.2. Metode Penelitian	8
3.3. Studi Literatur	9
3.4. Teknik pengumpulan data.....	9
3.4.1. Metode pengumpulan data	9
3.4.2. Metode pengamatan langsung.....	10
3.4.3. Metode pengamatan tidak langsung.....	10
3.5. Pengujian	10
3.6. Tempat dan Jadwal Pelaksanaan	10
3.6.1. Tempat Pelaksanaan	10
3.7. Alat dan bahan.....	11
3.7.1. Peralatan.....	11
3.7.2. Bahan	12
Bab 4. Hasil dan pembahasan.....	13
4.1. Analisa <i>Disfungsional Prechamber</i>	13
4.2. Penanganan <i>Disfungsional Prechamber</i>	13
4.3. <i>Tren Grafik Exhaust Deviation</i> sebelum dilakukan pengujian	14
4.4. Penyebab <i>force outage</i> akibat <i>prechamber</i>	15
4.5. Pengujian <i>prechamber valve</i> pada <i>tool PVT</i>	16
4.5.1. <i>Cleaning Prechamber valve</i>	17
4.5.2. Pengujian <i>Prechamber valve</i>	17
4.6. Riset dan tingkat keberhasilan dalam pengujian <i>non return prechamber valve</i>	19
4.7. <i>Tren Grafik Exhaust Deviation</i> setelah dilakukan pengujian	20
4.8. Data gangguan setelah dilakukannya pengujian <i>prechamber valve</i> ...	21
4.9. Manfaat finansial.....	22
4.10. Data respon setelah adanya Perbaikan	22
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran	24

Daftar Pustaka.....	25
Lampiran.....	25

Daftar Gambar

Gambar 1. <i>Design cylinder combustion chamber</i>	3
Gambar 2. <i>Prechamber</i>	4
Gambar 3. Instruksi kerja <i>Cleaning prechamber</i> PLTMG Panaran	4
Gambar 4. Proses pemeliharaan system produksi	5
Gambar 5. <i>flowchart</i>	8
Gambar 6. Pressure Gauge	11
Gambar 7. Air regulator	11
Gambar 8. Air compressor Ingersoll Rand PLTMG Panaran	12
Gambar 9. <i>Part non return prechamber valve</i>	12
Gambar 10. Modul analisa disfungsi prechamber	13
Gambar 11. <i>Tren Grafik Exhaust Deviation cylinder 2A & 7A</i>	14
Gambar 12. Data Exhaust	14
Gambar 13. Rekap gangguan/pemeliharaan PLTMG Panaran September 2023 ..	15
Gambar 14. Persentase gangguan di PLTMG Panaran september 2023	15
Gambar 15. Gambar <i>non-return prechamber valve 2A & 7A</i>	16
Gambar 16. Data <i>supply gas</i> sumber PGN	17
Gambar 17. Prechamber valve test	17
Gambar 18. Prechamber valve test	18
Gambar 19. Pressure udara Service	18
Gambar 20. Posisi flushing prechamber nozzle	18
Gambar 21. Prechamber valve 2A & 7A	19
Gambar 22. <i>Tren grafik exhaust cylinder 2A & 7A 10 januari 2024</i>	20
Gambar 23. Rekap gangguan/pemeliharaan PLTMG Panaran Oktober 2023	21
Gambar 24. Diagram Responden	23
Gambar 25. Grafik Kuisisioner	23

Daftar Tabel

Tabel 1. Spesifikasi pressure gauge	11
Tabel 2. Spesifikasi Air Regulator	12
Tabel 3. Spesifikasi Engine Rolls Royce	12
Tabel 4. Hasil Uji riset terhadap 10 <i>prechamber valve</i>	20
Tabel 5. Parameter Saving cost	22

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

PT.PLN Batam memiliki dan mengoperasikan unit PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) yang bernama PLTMG Panaran dengan daya terpasang 3 x 8,5 MW. PLTMG Panaran[1].

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan listrik di daerah batam, maka perusahaan harus menjaga kestabilan perusahaan dalam mencapai visinya guna menunjang pasokan listrik yang maksimal dengan melakukan perbaikan secara continuous. Pengoperasian mesin dikatakan optimal apabila nilai downtime-nya minimum. Untuk dapat menjamin pengoperasian mesin yang optimal, diperlukan suatu sistem perawatan dan pemeliharaan mesin yang tepat. Guna untuk menjaga dan meningkatkan kehandalan mesin [2]. Salah satu jenis kerusakan terbanyak yang membuat kinerja *Gas Engine* di PLTMG Panaran tidak maksimal adalah dalam sistem pembakaran mesin Gas untuk jenis masalah *Cylinder exhaust deviation*, yang dikarenakan fungsi *non retron prechamber valve* ini tidak bekerja sempurna (masih ada celah untuk gas bisa melewati valve) saat hal itu terjadi akan mengakibatkan *trip/force outage* pada mesin [3]. Sementara sistem perawatan terhadap *non return prechamber valve* saat ini, hanya dilakukan penggantian *part* baru ketika *part* tersebut mengalami kerusakan. Karena tidak adanya pemeriksaan terhadap *non return prechamber valve* sebelum di pasang ke mesin serta posisi *part* yang sulit untuk dilakukan *maintenance* ketika berada di *cylinder head* [3].

Maka dari itu diperlukan suatu usulan sistem pencegahan terhadap kerusakan mesin Gas Engine atau kegiatan preventive maintenance terhadap mesin sehingga resiko terjadinya *breakdown* mesin dapat diminimalkan [3]. Guna menjaga keandalan, keamanan dan umur pakai peralatan agar tetap pada performa yang maksimal serta *saving cost* terhadap setiap terjadinya *force outage*.

Dengan mengetahui permasalahan yang terjadi di PLTMG Panaran, hal ini kemudian dapat menjadi tinjauan untuk melakukan perawatan lanjutan yang fungsinya mengetahui layak atau tidak nya *part non return prechamber valve* sebelum di *assembly* di *engine*. Untuk itu, maka penulis bermaksud mengangkat judul “modifikasi dan perawatan dengan pengujian *non-return prechamber valve* guna mengurangi *force outage* di PLTMG Panaran Batam”

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana upaya pemeliharaan yang dapat dilakukan untuk mengatasi *non return Prechamber Valve* agar berfungsi dengan baik?

2. Apakah kegiatan pemeliharaan terhadap *non return Prechamber Valve* dapat mengurangi *force outage* di PLTMG Panaran?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan memperbaiki *non-return prechamber valve* yang dipakai untuk pengoperasian agar mesin berfungsi dengan baik melingkup dari Perawatan, dan pengoperasian.
2. Untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada *non return prechamber valve* dan menyusun rekomendasi guna membantu perbaikan/maintenance saat terjadi *force outage* untuk mengatasi permasalahan tersebut.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Membantu menyelesaikan masalah gangguan yang disebabkan oleh kegagalan fungsi *non-return prechamber valve* yang dapat menyebabkan mesin PLTMG *trip/force outage*.
2. Menambah pengetahuan dan juga pemahaman serta membantu para pekerja di PLTMG Panaran untuk melakukan perawatan terkait *non-return prechamber valve* yang menjadi komponen ruang bakar mesin gas *Roll Royce* tipe B35:40V20AG.

1.5. Batasan Masalah

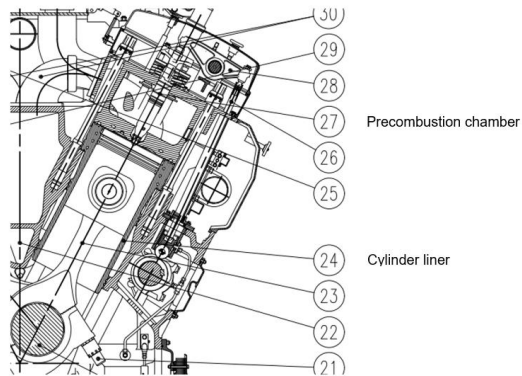
Untuk dapat membatasi masalah dalam penelitian ini maka diberikan batasan masalah agar tidak terlalu luas dan membuat pembahasan menjadi sederhana dan dapat selesai sesuai dengan batas waktu yang diharapkan. Berikut batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Data yang diambil dan dikumpulkan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas atau PLTMG Panaran Batam.
2. Penelitian ini hanya membahas bagaimana menguji kelayakan dari *non return prechamber* sebelum digunakan pada pembangkit PLTMG Panaran untuk meminimalisir terjadinya *trip/force outage*.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada saat pengujian dan juga pemeliharaan *prechamber* agar dapat digunakan di mesin PLMTG Panaran.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Prinsip kerja mesin PLTMG

Mesin di PLTMG panaran beroperasi pada prinsip mesin piston pembakaran dalam ramping, atau disebut *lean burn Otto cycle*, yang mana campuran bahan bakar gas jauh lebih sedikit dibanding dengan udara yang dikompresi, lalu campuran gas dan udara dipicu oleh sistem pengapian elektrik. Sistem *lean burn Otto cycle* ini sendiri terdiri dari *precombustion chamber* sebagai pembakaran awal dan *main combustion chamber* sebagai ruang bakar utama.

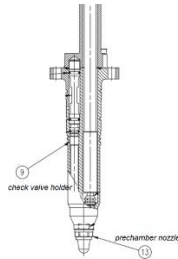


**Gambar 1. Design cylinder combustion chamber
(Manual book Rolls Royce)**

Prechamber berperan sangat sentral pada mesin bakar berjenis *lean burn Otto cycle*, berfungsi sebagai ignition amplifier, atau penguat percikan api, dikarenakan percikan api yang dihasilkan busi/*spark plug* tidak cukup kuat untuk memicu ledakan besar pada ruang bakar utama.

2.2. Prechamber

Prechamber sendiri berfungsi untuk menguatkan pengapian untuk proses pembakaran utama pada *cylinder head*. Ada beberapa komponen yang berperan dalam sistem *pre-combustion chamber* ini diantaranya *prechamber nozzle holder* dan *prechamber gas supply pipe*. Didalam *prechamber nozzle holder* terdapat dua komponen sistem *ignition* pada *pre-combustion chamber* yaitu *non-return prechamber valve complete* dan *sparkplug* (busi).



Gambar 2. Prechamber
(manual book Rolls Royce)

Prechamber memiliki saluran pemasok gas (*gas supply pipe*) yang bekerja secara kontinu menyalurkan gas ke *prechamber* melalui sebuah *orifice* dan melewati *ball valve/check valve*. Dari sistem tersebut, campuran gas dan udara di *prechamber* dipicu oleh pengapian busi (*spark plug*), sehingga menghasilkan nyala api, nyala api dari *pre-chamber* tersebut masuk ke ruang bakar utama melewati *prechamber* untuk memicu ledakan kuat di ruang bakar utama.

Pada saat proses langkah buang pada *cylinder head*, sisa gas buang tersebut dapat masuk ke dalam *prechamber gas supply pipe* apabila *surface ball valve* dan *seat valve* yang ada pada *non-return prechamber valve* tidak rata. Pada saat seharusnya gas dialirkan menuju ke *pre-combustion chamber*, namun yang masuk ke dalam *pre-combustion chamber* tersebut adalah sisa gas buang yang sebelumnya masuk ke *prechamber gas supply pipe* akibat terjadinya *leakage* di *non-return prechamber valve*.

2.3. Pemeliharaan pada Prechamber

Adapun kegiatan perawatan/pemeliharaan yang dilakukan oleh para staff PLTMG panaran adalah dengan melakukan *cleaning* prechamber.

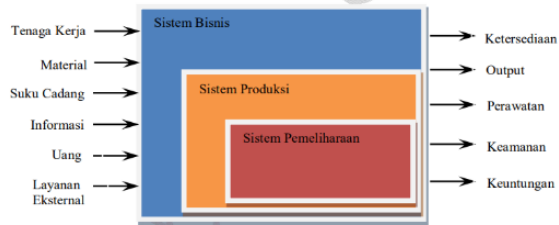


Gambar 3. Instruksi Kerja Cleaning Prechamber PLTMG Panaran

2.4. Pemeliharaan (*maintenance*)

Perawatan (*Maintenance*) adalah sebuah operasi atau aktivitas yang harus dilakukan secara berkala dengan tujuan untuk melakukan pergantian kerusakan peralatan dengan resources yang ada. Perawatan juga ditujukan untuk mengembalikan suatu sistem pada kondisinya agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, memperpanjang usia kegunaan mesin, dan menekan failure sekecil mungkin. Manajemen perawatan dapat digunakan untuk membuat sebuah kebijakan mengenai aktivitas perawatan, dengan melibatkan aspek teknis dan pengendalian manajemen ke dalam sebuah program perawatan. Pada umumnya, semakin tingginya aktivitas perbaikan dalam sebuah sistem, kebutuhan akan manajemen dan pengendalian di perawatan menjadi semakin penting.

Proses pemeliharaan sendiri akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produk akhir (*end product*), ongkos produksi, dan keselamatan operasi. Faktor-faktor tersebut selanjutnya akan berpengaruh terhadap tingkat keuntungan (*profitability*) perusahaan. Proses pemeliharaan selain membantu kelancaran proses produksi karena ketepatan waktu pengiriman produk, juga menjaga fasilitas dan peralatan tetap efektif dan efisien dan terhindar dari kerusakan (*zerro breakdown*).



Gambar 4. Proses pemeliharaan system produksi
(Al-Turki 2011)

Pemeliharaan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pencegahan (*preventive*) dan perbaikan (*corrective*) berupa:

1. *Inspection* yaitu tindakan pemeriksaan yang ditujukan bagi sistem (mesin-mesin) agar dapat diketahui apakah sistem berada pada kondisi normal.
2. *Service* yaitu tindakan yang ditujukan bagi sistem (mesin-mesin) yang biasanya telah dijadwalkan dalam buku pemeliharaan mesin. Sistem Bisnis Sistem Produksi Sistem Pemeliharaan Tenaga Kerja Material Suku Cadang Informasi Uang Layanan Eksternal Ketersediaan Output Perawatan Keamanan Keuntungan.

3. *Replace* yaitu tindakan penggantian komponen yang rusak, dapat dilakukan secara mendadak atau sesuai perencanaan pencegahan.
4. *Repair* yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.
5. *Overhaul* tindakan perbaikan skala besar yang biasanya dilakukan pada akhir periode tertentu.

Setiap jenis pekerjaan harus memiliki koordinasi dan pekerjaan yang timbul harus menghemat biaya tetapi memberi manfaat yang besar. Kegiatan pemeliharaan pada pembangkit listrik meliputi beberapa tahapan, antara lain perencanaan, pengorganisasian dan penugasan, pelaksanaan pemeliharaan, dan evaluasi dan pengendalian. Pemeliharaan pada pembangkit listrik juga dapat menghemat anggaran untuk pemeliharaan pembangkit listrik hingga 50%.

2.5. Jenis Jenis Downtime

Ada tiga cara yang biasa digunakan untuk merencanakan kegiatan yaitu :

1. *Planned Outage* (PO) yaitu keluarnya pembangkit akibat adanya pekerjaan pemeliharaan periodik pembangkit seperti inspeksi, *overhaul* atau pekerjaan lainnya yang sudah dijadwalkan sebelumnya dalam rencana tahunan pemeliharaan pembangkit atau sesuai rekomendasi pabrik.
2. *Maintenance Outage* (MO) yaitu keluarnya pembangkit untuk kebutuhan pengujian, pemeliharaan preventif, pemeliharaan korektif, perbaikan atau penggantian part/material atau pekerjaan lainnya pada pembangkit yang dianggap perlu dilakukan dan tidak dapat ditunda pelaksanaannya hingga jadwal PO berikutnya dan telah dijadwalkan dalam Rencana Operasi Mingguan (ROM) berikutnya.
3. *Forced Outage* (FO) yaitu keluarnya pembangkit akibat adanya kondisi emergensi pada pembangkit atau adanya gangguan yang tidak diantisipasi sebelumnya serta yang tidak digolongkan ke dalam MO atau PO.

2.6. Klasifikasi Perawatan Mesin

2.6.1. Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah aktivitas perawatan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan atau kerusakan pada sebuah sistem atau komponen, dimana sebelumnya sudah dilakukan perencanaan dengan pengawasan yang sistematis, deteksi, dan koreksi, agar sistem atau komponen tersebut dapat mempertahankan kapabilitas fungsionalnya. Beberapa tujuan dari *preventive maintenance* adalah mendeteksi lebih awal terjadinya kegagalan/kerusakan,

meminimalisasi terjadinya kegagalan dan meminimalkan *force outage* yang disebabkan oleh kerusakan sistem. Ada empat faktor dasar dalam memutuskan penerapan *preventive maintenance*:

1. Mencegah terjadinya kegagalan.
2. Mendeteksi kegagalan.
3. Mengungkap kegagalan tersembunyi (*hidden failure*).
4. Tidak melakukan apapun karena lebih efektif daripada dilakukan pergantian.

2.6.2. Predictive Maintenance

Perawatan jenis ini memiliki kemiripan dengan *preventive maintenance* namun tidak dijadwal secara teratur. *Predictive maintenance* mengantisipasi kegagalan suatu peralatan sebelum terjadi kerusakan total. *Predictive maintenance* menganalisa suatu kondisi peralatan dari trend perilaku peralatan. Trend ini dapat digunakan untuk memprediksi sampai kapan peralatan mampu beroperasi secara normal.

Dapat dikatakan bahwa *preventive maintenance* bersifat time-based, seperti pergantian oli setiap 3000 jam kerja. Hal ini tidak memperhatikan performa dan kondisi aktual mesin. Jika dilakukan pemeriksaan, mungkin penggantian oli dapat diperpanjang hingga 5000 jam kerja. Hal ini yang membedakan antara *preventive maintenance* dengan *predictive maintenance* dimana *predictive maintenance* menekankan kegiatan perawatan pada kondisi aktual.

2.6.3. Corrective Maintenance

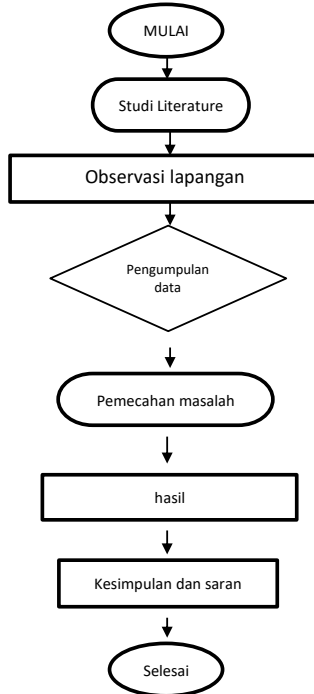
Corrective Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu *preventive maintenance*. Pada umumnya, *corrective maintenance* bukanlah aktivitas perawatan yang terjadwal, karena dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula. Perawatan dilakukan dengan jadwal yang teratur, sehingga kadang-kadang disebut sebagai "perawatan yang direncanakan" atau "perawatan yang dijadwal". Fungsi penting dari cara perawatan jenis ini adalah menjaga kondisi operasional peralatan serta meningkatkan kehandalannya.

Tujuannya adalah menghilangkan penyebab-penyebab kerusakan sebelum kerusakan terjadi. Perawatan yang terjadwal selalu lebih ekonomis daripada perawatan yang tidak terjadwal. Inspeksi berkala ini sangat membantu pengecekan untuk menemui penyebab-penyebab yang menimbulkan kerusakan, dan juga untuk mempermudah usaha perbaikannya melalui tahapan-tahapannya. Pekerjaan perawatan harus dilakukan berdasarkan pertimbangan dari berbagai faktor yang aman dan menguntungkan.

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan

Untuk memudahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir tentang (*non-return Prechamber Valve*) di PLTMG Panaran Batam, maka perlu digunakan diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 5. Flowschart

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis untuk melakukan penyelesaian tentang penelitian ini yaitu :

1. Metode Studi Lapangan

Metode Penelitian ini adalah dengan melakukan dan pengumpulan data yang di perlukan seperti observasi, wawancara dan data bulanan *force outage*.

2. Metode pengolahan data
Metode ini digunakan untuk mendapatkan solusi dari penelitian yang diteliti.
3. *Action Research*
Metode penelitian ini yang digunakan untuk mengembangkan dan menciptakan langkah-langkah operasi kerja baru, sehingga proses kerja akan lebih efisien dan hasil kerja akan meningkat jumlah dan kualitasnya.

3.3. Studi Literatur

Dalam penyelesaian tugas akhir penulis mempelajari literatur yang berhubungan dengan materi penyusunan tugas akhir penulis yang berjudul modifikasi dan perawatan dengan pengujian *non-return prechamber valve* guna mengurangi fore outage di PLTMG Panaran Batam, antara lain jurnal penelitian, module, dan sumber-sumber referensi terkait, serta beberapa pekerja yang ada di PLTMG Panaran Batam.

3.4. Teknik pengumpulan data

3.4.1. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan oleh penulis untuk mendapatk informasi berdasarkan fakta pendukung yang ada pada lapangan. Pengumpulan data dilakukan agar data yang akan diolah penulis adalah data yang valid dan sesuai dengan kenyataan.

1. Pengolahan data Kualitatif
Pengumpulan data secara langsung dengan mewawancarai kepada operator, pekerja yang ada dilokasi dan maintenance dengan mendapatkan permasalahan pada penelitian.
2. Pengolahan data etnografi.
Dalam penelitian etnografi, peneliti memahami dan mengkaji budaya suatu kelompok dalam kondisi alamiah dan melakukannya melalui proses observasi dan/atau wawancara.
 - Observasi
Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan mengamati secara langsung subjek penelitian.
Metode ini digunakan penulis untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang diteliti. Modifikasi dan pencatatan, observasi artinya dalam teknik pengumpulan data ini adalah observasi studi yang digunakan sebagai ilmu untuk pra studi.

- Wawancara
Wawancara adalah teknik pengumpulan data dimana pewawancara mengajukan pertanyaan secara langsung kepada responden dan tanggapan responden dicatat atau direkam.

3.4.2. Metode pengamatan langsung

Pada metode ini penulis melakukan pengamatan langsung dilapangan untuk mengetahui bagaimana proses *maintenance* selama terjadi nya *force outage* akibat *Prechamber Valve* yang ada di PLTMG Panaran Batam.

3.4.3. Metode pengamatan tidak langsung

Pada metode ini penulis melakukan pengamatan langsung dilapangan untuk mengetahui bagaimana proses *maintenance* selama terjadi nya *force outage* akibat *Prechamber Valve* yang ada di PLTMG Panaran Batam.

3.5. Pengujian

Pengujian yang dilakukan untuk membuktikan tingkat keberhasilan dari pengujian *non-return Prechamber Valve* ketika dipasang kembali. pengujian yang akan dilakukan, dapat ditentukan apakah *non return Prechamber valve* yang sudah diuji layak untuk digunakan pada mesin PLTMG Panaran

1. *Prechamber valve* diberi *pressure* udara 6 bar untuk menguji kebocoran (*leakage*) pada *non return prechamber* selama 6-5 detik.
2. Jika selama flushing indikator Pressure gauge sebesar 6 bar dan tidak mengalami penurunan tekanan selama 6 detik maka *non-return prechamber valve* dalam kondisi layak digunakan pada mesin PLTMG Panaran.

3.6. Tempat dan Jadwal Pelaksanaan

3.6.1. Tempat Pelaksanaan

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data di PLTMG yang berlokasi dikawasan Panaran Jl.Gas Lintas Negara, kec Sagulung, Kota Batam dilakukan selama 4 bulan meliputi persiapan dan pelaksanaan.

3.7. Alat dan bahan

3.7.1. Peralatan

Untuk pengujian dalam penelitian kali diperlukan perlatan diantaranya :

1. *Pressure gauge* sebagai pembaca tekanan udara



Gambar 6. *Pressure gauge*

Display	Analog
Material	Brass
Technology	Bourdon tube
Applications	For gas, liquids.
Pressure	Min = 1 bar Max = 10 bar

Tabel 1. Spesifikasi *pressure gauge*

2. *Air regulator* sebagai pengatur *pressure supply* udara



Gambar 7. *Air regulator*

Max press	9,9kgf/cm ²
Adj.range	0.5-9.0 kgf/cm ²

Tabel 2. Spesifikasi *air regulator*

3. Mesin gas *rolls Royce* sebagai *assembly* uji riset

<i>Merk</i>	Roll Royce Bergen Engines
<i>Type</i>	B35:40V20AG
Bahan bakar	<i>Natural Gas</i>
Jumlah silinder	20
Rasio kompresi	1:13.5
<i>Speed</i>	750 RPM
Bore	350 mm
Stroke	400 mm
<i>Built year</i>	2012

Tabel 3. Spesifikasi *engine gas rolls royces*

4. *Air compressor Ingersoll Rand*



Gambar 8. *Air compressor Ingersoll Rand* PLTMG Panaran

3.7.2. Bahan

Bahan yang digunakan di penelitian ini diantaranya :

1. *Non return prechamber valve*

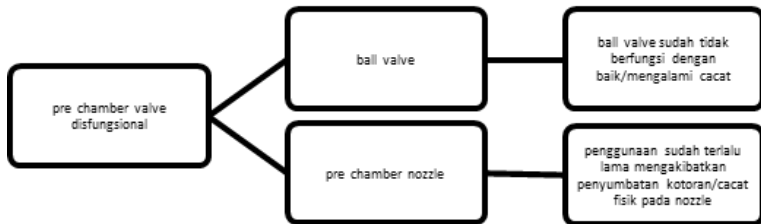


Gambar 9. *Part non return prechamber valve*

Bab 4. Hasil dan pembahasan

4.1. Analisa *Disfungsional Prechamber*

Ada beberapa modul kegagalan yang menyebabkan *prechamber valve* tidak dapat menyalurkan gas dengan sempurna dan mengakibatkan terjadinya penurunan *exhaust temperatur deviation* akibat ledakan yang tidak maksimal di ruang bakar yaitu diantaranya: *ball valve*, *gas prechamber nozzle*. Berdasarkan hasil observasi lapangan yang disajikan secara khusus pada gambar secara khusus.



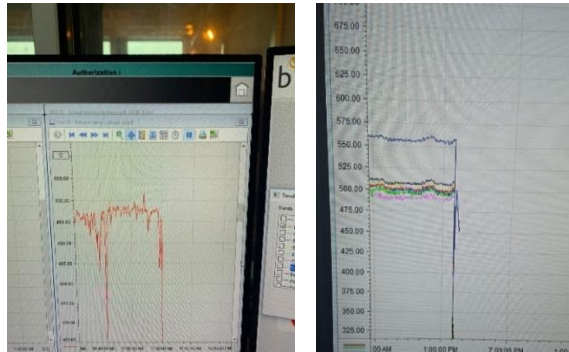
Gambar 10. Modul analisa disfungsional prechamber

4.2. Penanganan *Disfungsional Prechamber*

Berdasarkan penjelesan modul penyebab dari permasalahan nya *prechamber* dapat diketahui penyebab utama terjadinya kegagalan pada *prechamber* diantara lain : *ball valve* (sudah tidak berfungsi dengan baik/mengalami kecacatan), *prechamber nozzle* (penggunaanya yang sudah terlalu lama mengakibatkan penyumbatan kotoran/cacat fisik pada nozzle) yang dimana kedua komponen tersebut merupakan *part* dari *prechamber*.

Maka dari itu untuk mengatasi *prechamber* mengalami kegagalan kembali maka penulis melakukan pengujian sebelum non-return prechamber valve tersebut di pasang di mesin gas yang sebelumnya staff di PLTMG Panaran hanya melakukan *cleaning prechamber*. Jadwal *Routine Maintenance Schedule* yang sesuai prosedur dari mesin PLTMG Panaran (lampiran).

4.3. Tren Grafik Exhaust Deviation sebelum dilakukan pengujian



Gambar 11. Tren grafik exhaust deviation di cylinder 2A dan 7A

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan grafik (*abnormal*) akibat ledakan yang tidak maksimal di ruang bakar cylinder 2A dan 7A. Hal ini terjadi dikarenakan pada saat langkah buang di *cylinder head*, sisa gas buang masuk ke dalam *prechamber gas supply pipe* yang diakibatkan *non-return prechamber valve* tidak menutup rapat. Kondisi seperti diatas dapat mengakibatkan *engine trip* dengan indikasi *exhaust temperature deviation*.

Hal ini dapat dinyatakan indikasi permasalahan di *prechamber*, dikarenakan grafik *abnormal* yang menunjukkan terjadinya penurunan temperatur jauh hingga $\pm 460^{\circ}\text{C}$ yang dimana normal nya temperatur diangka 500°C dapat dilihat di gambar 13. Apabila saat temperatur diturunkan dan beban mesin juga diturunkan maka temperatur kembali normal maka hal tersebut merupakan indikasi adanya permasalahan pada *non return prechamber valve* karena semakin tinggi beban mesin maka getaran (*deviation*) yang terjadi pada setiap *cylinder* akan meningkat, sehingga apabila *non return prechamber valve* bermasalah maka akan mempengaruhi *supply* diruang bakar yang mengakibatkan temperatur turun.

Exhaust data:

Mass flow	kg/h	48500
Volume flow, after turbin	m ³ /h	90200
Temp, after cylinder	°C	500

Gambar 12. Data exhaust
(Manual book Rolls Royce engine)

4.4. Penyebab force outage akibat prechamber

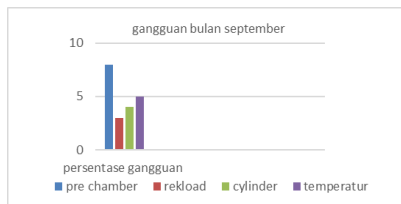
Penyebab dari kegagalannya *prechamber* yang mengakibatkan *force outage* yaitu saat proses langkah buang pada *cylinder head*, sisa gas buang tersebut dapat masuk ke dalam *prechamber gas supply pipe* apabila *surface* antara *ball valve* dan *seat valve* yang ada pada *non-return prechamber valve* tidak rata. Pada saat seharusnya gas dialirkan menuju ke *pre-combustion chamber*, namun yang masuk ke dalam *pre-combustion chamber* tersebut adalah sisa gas buang yang sebelumnya masuk ke *prechamber gas supply pipe* akibat terjadinya *leakage* di *non-return prechamber valve*. Berikut data rekap *force outage* akibat *Prechamber valve* mengalami kegagalan yang ditandai dengan warna kuning.

REKAPITULASI GANGGUAN/PEMELIHARAAN PEMBANGKIT PLTMG PANARAN PERIODE SEPTEMBER 2023



No	TIME				Engine No	ACTUAL	DOWN TIME			Keterangan
	KELUAR		MASUK				PLTMG PANARAN			
	Tanggal	hh:mm	Tanggal	hh:mm			PO	MO	FO	
1	5-Sep-23	14:44	5-Sep-23	14:59	1	0.25		0.25	Penggantian pre chamber 6B	
2	6-Sep-23	7:55	6-Sep-23	10:45	1	2.83	2.83		Penggantian Motor Radiator	
3	6-Sep-23	11:02	6-Sep-23	11:47	1	0.75		0.75	Deviiasi Reklod	
4	6-Sep-23	13:01	6-Sep-23	13:11	1	0.17		0.17	Deviiasi Reklod	
5	6-Sep-23	13:29	6-Sep-23	13:40	1	0.18		0.18	Deviiasi Reklod	
6	12-Sep-23	21:11	12-Sep-23	21:59	1	0.80		0.80	Under Voltage	
7	20-Sep-23	0:29	20-Sep-23	01:29	1	1.00		1.00	pengecekan busi & penggantian pre chamber 7B	
8	20-Sep-23	5:34	20-Sep-23	06:24	1	0.85		0.85	penggantian pre chamber 1B	
9	20-Sep-23	7:41	20-Sep-23	8:45	1	1.07		1.07	Gangguan Cylinder 1B	
10	20-Sep-23	10:23	20-Sep-23	11:02	1	0.65		0.65	Gangguan Cylinder 5B	
11	30-Sep-23	17:12	30-Sep-23	18:57	1	1.75	1.75		Penggantian Pipa Outlet	
12					1	-				
13					1	-				
	Total					10.28	-	4.58	5.70	-
1	12-Sep-23	21:11	12-Sep-23	21:59	2	0.80		0.80	Emergency Stop From Main Control	
2	13-Sep-23	9:17	16-Sep-23	0:04	2	62.78		62.78	Perbaikan Trafo	
3	16-Sep-23	8:00	16-Sep-23	19:03	2	11.05		11.05	Pengecekan Trafo	
4	16-Sep-23	20:01	16-Sep-23	21:03	2	1.03		1.03	Pengecekan kembali beban tidak bisa naik	
5	16-Sep-23	21:26	16-Sep-23	21:30	2	0.07		0.07	Pengecekan kembali beban tidak bisa naik	
6	16-Sep-23	21:45	16-Sep-23	22:15	2	0.50		0.50	Penggantian pre chamber 7A	
7	16-Sep-23	22:41	16-Sep-23	22:54	2	0.22		0.22	Pengecekan kembali beban tidak bisa naik	
8	21-Sep-23	17:50	21-Sep-23	18:10	2	0.33		0.33	Penggantian pre chamber 3B	
9	28-Sep-23	8:00	28-Sep-23	09:35	2	1.58		1.58	Penggantian Cylinder	
10					2					
11					2					
	Total					78.37	-	76.73	1.63	-
1	3-Sep-23	8:00	3-Sep-23	10:17	3	2.28		2.28	Pengecekan Oil Miss Detection High	
2	4-Sep-23	16:51	4-Sep-23	17:04	3	0.22		0.22	Penggantian Pre chamber 7A	
3	7-Sep-23	12:46	7-Sep-23	12:54	3	0.13		0.13	Temp. Bearing RR	
4	8-Sep-23	7:41	8-Sep-23	8:39	3	0.97		0.97	Pengecekan Temp. Bearing Generator	
5	9-Sep-23	15:11	9-Sep-23	15:33	3	0.37		0.37	Penggantian Prechamber 3B	
6	17-Sep-23	7:00	17-Sep-23	13:27	3	6.45	6.45		Penggantian Cylinder Head dan Kebocoran Oil	
7	21-Sep-23	0:28	21-Sep-23	1:05	3	0.62		0.62	Penggantian Busi	
8	26-Sep-23	15:33	26-Sep-23	15:47	3	0.23		0.23	Penggantian busi & pre chamber 1B	
9					3	-				
10					3	-				
	Total					11.27	-	10.32	0.95	-
	TOTAL					99.92	-	91.63	8.28	-

Gambar 13. Rekap Gangguan atau Pemeliharaan PLTMG Panaran September 2023



Gambar 14. persentase gangguan di PLTMG Panaran September 2023

Dari gambar 13. menjelaskan bahwasanya pada data yang diambil dari ruang control memperlihatkan terjadinya gangguan *prechamber* yang menyumbang total 8 gangguan di PLTMG lebih tinggi dibanding gangguan lain yang ditandai dengan warna biru.

Untuk tetap berlangsungnya kinerja dari *engine* terdapat penanganan pertama pada *prechamber* yang mengalami kegagalan yaitu dengan mengganti *prechamber valve* dengan spare yang sudah ada guna bekerjanya kembali *engine*. Jika hal ini dibiarkan tanpa adanya pengujian terhadap *prechamber* yang baru guna mengurangi kegagalan maka menyebabkan kerusakan yang berulang tanpa ada solusi serta dapat merugikan secara finansial, lalu tindakan ini hanya jangka pendek karena *prechamber* hanya dapat bertahan selama beberapa waktu saja dan akan kembali mengalami kegagalan lagi pada *non-return prechamber* yang lain.

4.5. Pengujian *prechamber valve* pada *tool* PVT

Pengujian dilakukan pada 2 *non-return prechamber valve* yang menjadi indikasi force outage di silinder 2A dan 7A yang ditunjukkan pada gambar 15. Gambar dibawah merupakan *non-return prechamber valve* yang akan diuji.



Gambar 15. Gambar non-return prechamber valve 2A & 7A

Prinsip kerja dari *prechamber valve tester* ini adalah dengan mensimulasikan langkah buang *cylinder head* ke dalam sebuah alat yang menguji kebocoran pada *non-return prechamber valve* yang dimana, udara 6 bar di asumsikan sebagai gas

buang yang kemudian dijadikan *supply* pada *prechamber valve tester* seperti yang tertera di gambar 14 merupakan *pressure gas supply* di *cylinder head*.

SUPPLY GAS	PRECH. PRESS	START AIR	LT WATER	CONTRL AIR	HT WATER
6,4	2,1	0	5,4	6,2	4,4
6,4	2,1	0	5,4	6,3	4,4
6,3	2,5	0	5,4	6,3	4,4
6,4	2,5	0	5,4	6,3	4,5
6,5	2,5	0	5,4	6,3	4,5
6,5	2,5	0	5,4	6,4	4,4

Gambar 16. Data Supply Gas sumber PGN

4.5.1. *Cleaning Prechamber valve*

Hal yang pertama kali dilakukan sebelum melakukan pengujian ialah membersihkan dan melepaskan part yang ada di *non return prechamber valve* diantaranya : *ball valve*, *seat valve*, *gas prechamber pipe* dan *prechamber nozzle* sesuai dengan IK.

4.5.2. *Pengujian Prechamber valve.*

Setelah membersihkan *non return prechamber valve* dan merakit nya kembali maka dilakukan pengujian pada *non return prechamber valve test*. Gambar dibawah merupakan tampak dari *non return prechamber valve test*.



Gambar 17. Prechamber valve test

1. Menyambungkan pipa dan membuka kran udara pada kompressor sebagai media percobaannya.



Gambar 18. Prechamber valve test

2. Lalu membuka *valve* dan mengatur *air regulator* menjadi 6 bar agar *input* udaranya bertekanan 6 bar (*udara service* yang dipakai di PLTMG bertekanan 6-7 bar sesuai kebutuhan perawatan).



Gambar 19. Pressure udara service

3. Lalu masukan Prechamber nozzle pada PVT guna melakukan pengujian.



Gambar 20. Posisi *flushing prechamber nozzle*





4. Setelah semua diatur dan pressure dari kompresor bertekanan 6 bar maka indikator jarum pada *pressure gauge* akan menunjukkan juga ke arah angka 6 bar lebih atau kurang tergantung pada kondisi *prechamber* yang akan diuji coba.
5. Lalu udara yang menjadi media pengujian akan memberikan tekanan pada *prechamber nozzle* dan juga *ball valve* guna menguji kebocoran.
6. Setelah *prechamber* diberi tekanan maka lakukan flushing/membuang udara pada *gas prechamber nozzle* dengan membuka *valve* pada *pressure gauge* agar debu dan kotoran ikut terbang.
7. Jika ketika dilakukan flushing dan pressure tidak menunjukkan penurunan dalam 6 detik maka *prechamber* dalam keadaan baik.

4.6. Riset dan tingkat keberhasilan dalam pengujian *non return prechamber valve*

Prechamber valve yang akan dilakukan pemasangan kembali dilakukan riset beberapa unit guna membuktikan tingkat keberhasilan. Dapat dilihat pada gambar 16 dengan skenario pengujian penurunan *pressure* dari 6 bar ke 5 bar sebagai berikut:



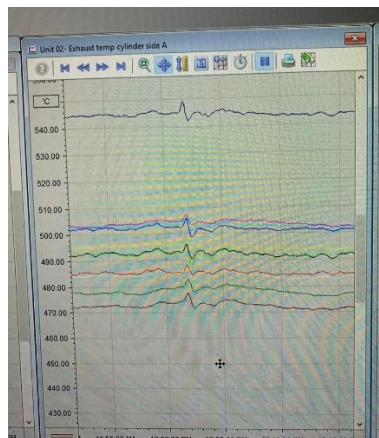
Gambar 21. Prechamber valve 2A & 7A

No	Silinder asal prechamber	Pressure sebelum	Pressure sesudah
1	2A	 5,5 bar	 5,5 bar
2	7A	 5,2 Bar	 5 bar

Tabel 4. Hasil uji riset terhadap 2 prechamber valve

Penjelasan dari tabel diatas adalah telah dilakukan uji coba hasil pengetesan dengan 2 sampel *non-return prechamber valve* yang akan dipasangkan ke *engine PLTMG* Panaran untuk beroperasinya mesin, dengan sampel 2A *non-return prechambe valve* yang sudah dilakukan cleanign dan pengujian menunjukan pressure 5,5 bar setelah dan sesudah pengujian dan sampel 7A dengan kondisi *non-return prechamber valve* dengan hasil pengetesan 5,2 bar sebelum dan 5 bar setelah dilakukan pengujian seperti pada tabel 5.

4.7. Tren Grafik Exhaust Deviation setelah dilakukan pengujian



Gambar 22. Tren grafik exhaust Cylinder 2A & 7A 10 januari 2023

Berdasarkan dari gambar diatas dengan kode warna ungu dan merah (lampiran) yang menunjukkan *grafik exhaust cylinder 2A & 7A* menunjukkan normal nya siklus pembakaran yang ada di dalam silinder setelah dilakukan pengujian terhadap kedua silinder tersebut. Dengan ini, adanya perawatan dan modifikasi dengan pengujian *non-return prechamber valve* dapat menambah kehandalan dan menurunkan angka force outage di PLTMG Panaran.

4.8. Data gangguan setelah dilakukannya pengujian prechamber valve

REKAPITULASI GANGGUAN/PEMELIHARAAN PEMBANGKIT PLTMG PANARAN PERIODE OKTOBER 2023



No	TIME				Engine No	ACTUAL	DOWN TIME			Keterangan
	KELUAR		MASUK				PLTMG PANARAN			
	Tanggal	hh:mm	Tanggal	hh:mm			PO	MO	FO	
						h	h	h		
1	4-Oct-23	9:32	6-Oct-23	9:36	1	48.07		48.07	Pengecekan Load Trip Main Control	
2	6-Oct-23	9:59	6-Oct-23	10:13	1	0.23		0.23	Load Trip Main Control	
3	6-Oct-23	13:28	6-Oct-23	14:14	1	0.77		0.77	Knocking Alarm	
4	6-Oct-23	14:48	6-Oct-23	15:03	1	0.25		0.25	Penggantian Busi Cylinder 3B	
5	6-Oct-23	16:11	6-Oct-23	19:28	1	3.28		3.28	Penggantian Coil	
6	8-Oct-23	8:03	8-Oct-23	12:05	1	4.03		4.03	Kebocoran Cylinder Head 6B	
7	23-Oct-23	11:44	23-Oct-23	12:11	1	0.45		0.45	Over Voltage	
8	25-Oct-23	8:04	25-Oct-23	18:07	1	10.05		10.05	Perbaikan Kebocoran air Pendingin HT	
9	26-Oct-23	7:45	26-Oct-23	8:54	1	1.15		1.15	Gangguan pipa HT	
10	26-Oct-23	9:57	26-Oct-23	10:46	1	0.82		0.82	Cylinder B3 Low	
11	26-Oct-23	11:39	26-Oct-23	12:03	1	0.40		0.40	Over Voltage	
12	26-Oct-23	12:17	26-Oct-23	12:39	1	0.37		0.37	Temp Cylinder 3B tidak naik.	
13	27-Oct-23	7:50	27-Oct-23	13:28	1	5.63		5.63	Perbaikan Kebocoran cylinder 5B dan 3A	
14	30-Oct-23	10:44	30-Oct-23	11:32	1	0.80		0.80	Knocking Alarm 3	
15					1	-		-		
			Total			76.30		72.22	4.08	
1	2-Oct-23	9:49	2-Oct-23	11:52	2	2.05		2.05	Pengecekan Knocking alarm 3	
2	3-Oct-23	10:55	3-Oct-23	15:11	2	4.27		4.27	Pengecekan Load Trip Main Control	
3	3-Oct-23	15:18	3-Oct-23	15:42	2	0.40		0.40	Load Trip Main Control	
4	3-Oct-23	16:31	3-Oct-23	17:40	2	1.15		1.15	Load Trip Main Control	
5	3-Oct-23	17:53	4-Oct-23	18:21	2	24.47		24.47	Pengecekan Load Trip Main Control	
6	5-Oct-23	16:15	5-Oct-23	16:30	2	0.25		0.25	Control Air Pressure Low	
7	6-Oct-23	8:11	6-Oct-23	9:22	2	1.18		1.18	Change AVR dari #2 ke #1	
8	17-Oct-23	13:51	17-Oct-23	14:19	2	0.47		0.47	Temp. Bearing Generator High	
9	19-Oct-23	15:42	19-Oct-23	15:51	2	0.15		0.15	Generator Bearing Temp. High	
10					2					
			Total			34.38		31.97	2.42	
1	2-Oct-23	17:39	2-Oct-23	17:49	3	0.17		0.17	Generator Bearing In high	
2	3-Oct-23	11:13	3-Oct-23	11:29	3	0.27		0.27	LP Low	
3	5-Oct-23	16:15	5-Oct-23	17:02	3	0.78		0.78	Control Air Pressure Low	
4	10-Oct-23	10:18	10-Oct-23	10:33	3	0.25		0.25	Penggantian Busi Cylinder 3B	
5	13-Oct-23	13:55	13-Oct-23	14:19	3	0.40		0.40	Knocking Alarm 3	
6	16-Oct-23	13:13	16-Oct-23	13:40	3	0.45		0.45	Generator Bearing Temp. High	
7	17-Oct-23	16:13	17-Oct-23	16:34	3	0.35		0.35	Control Air Pressure Low	
8	19-Oct-23	15:09	19-Oct-23	15:25	3	0.27		0.27	Generator Bearing Temp. High	
9	30-Oct-23	12:25	30-Oct-23	12:35	3	0.17		0.17	Generator Bearing Temp N-End	
10	30-Oct-23	15:34	30-Oct-23	16:02	3	0.47		0.47	Generator Bearing Temp N-End	
11	30-Oct-23	16:13	30-Oct-23	16:29	3	0.27		0.27	Generator Bearing Temp N-End	
12	31-Oct-23	14:26	31-Oct-23	14:35	3	0.15		0.15	Generator Bearing Temp N-End	
13					3	-		-		
			Total			3.98		0.25	3.73	
			TOTAL			114.67		104.43	10.23	

Gambar 23. Rekap gangguan/pemeliharaan di PLTMG panaran Oktober 2023

Terlihat pada gambar 17. menunjukkan rekap data periode bulan september selama 1 bulan setelah adanya perbaikan pada *non-return prechamber valve* mengalami *Zero failure/force outage*. Dengan modifikasi dan perawatan pada *non return prechamber valve* dapat menambahkan kehandalan dari *engine* di PLTMG Panaran serta membantu para pekerja.

4.9. Manfaat finansial

Failure pada *non-return prechamber valve* akan menyebabkan *engine trip* dengan indikasi *exhaust temperature deviation*. Untuk mengatasinya waktu tercepat tim operasi menghabiskan waktu sekitar 30 menit hingga mesin dapat di start kembali. Berdasarkan rincian diatas didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Waktu	30 menit (0.5 jam)
BPP	Rp. 1,304.797,-
Harga jual	Rp. 1.445,- unit cosr/jam
Beban	7.5 MW (7500 KW)

Tabel 5. Parameter saving cost

Untuk setiap satu kasus failure pada *non-return prechamber valve*, menghasilkan kerugian sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \text{beban} \times \text{waktu} \times (\text{harga jual} - \text{BPP}) \\ &= 7500 \text{ kW} \times 0.5 \text{ jam} \times (\text{Rp. 1,445} - \text{Rp. 1,304.797}) \\ &= \text{Rp. 525.761,-} \end{aligned}$$

Pemeliharaan part *non-return prechamber valve* mengikuti jadwal preventive maintenance 1000 jam. Kegagalan part *prechamber* yang terjadi setiap bulannya terjadi rata-rata 4 kali akibat tidak dilakukannya pengujian leakage pada *non-return prechamber valve*. Berdasarkan data diatas keuntungan finansial yang bisa didapatkan adalah sebagai berikut :

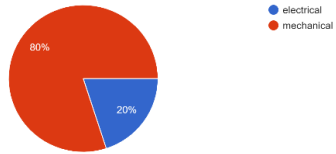
$$\begin{aligned} &= 4 \text{ case} \times 3 \text{ engine} \times \text{kerugian tiap } 1 \text{ prechamber} \times 12 \\ &\text{bulan} \\ &= 4 \times 3 \times \text{Rp. 525.761} \times 12 \\ &= \text{Rp. 75.709.584,-} \end{aligned}$$

Selain manfaat finansial diatas, manfaat finansial juga bisa didapatkan dengan penghematan biaya pembelian *sparepart non-return prechamber valve*.

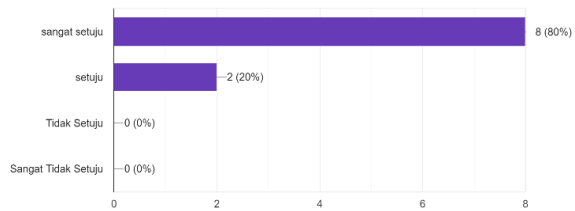
4.10. Data respon setelah adanya Perbaikan

Hasil pada *form* responden ini menguatkan kembali bahwa sebetulnya responden yang memang termasuk para pekerja di PLTMG Panaran batam terbantu dengan adanya *alat Prechamber valve test* untuk memudahkan mereka dalam bekerja.

Divisi
10 jawaban



Gambar 24. Diagram responden



Gambar 25. Grafik kuisisioner

Dari gambar 18 dan 19 diatas menjelaskan bahwa hasil penyebaran dari kuisisioner yang telah diisi oleh pegawai PLN Batam yang berada di PLTMG Panaran Batam didapat 10 responden dari 4 soal kuisisioner dengan presentase 80 % sangat setuju dan 20% setuju setelah adanya modifikasi dan perawatan dengan pengujian *non-return prechamber valve* guna mengurangi *force outage* di pltmg panaran batam.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan diatas maka dapat disimpulkan :

1. Dari hasil penelitian penyebab terjadinya *failure* pada komponen *non return prechamber vale* yang sudah tidak berfungsi dengan baik dan prosedur kerja yang kurang maksimal, maka dari itu penelitian dengan menambahkan pengujian sebelum di *assembly* nya *prechamber* dengan mensimulasikan gas menjadi udara bertekanan 6 bar untuk memastikan *prechamber* dalam keadaan baik guna mengurangi adanya *force outage/trip* di PLTMG Panaran efektif untuk digunakan.
2. Jumlah data terjadinya *trip/force outage* pada *non return prechamber vale* didapat setelah modifikasi dan perawatan mengalami penurunan dari sebelumnya. Hal tersebut terlihat dari rekap gangguan bulanan setelah perbaikan *nonreturn prechamber valve* Periode bulan oktober 2023 yang sebelumnya mencapai rata rata 4-5 kali *force outage* di bulan September-oktober 2023 menjadi *zero failure*.
3. Dari hasil kuesioner adanya perbaikan dengan pengujian mendapatkan presentase 80% sangat setuju dan 20% setuju setelah adanya modifikasi dan perawatan ini yang menunjukkan bahwa modifikasi dan perawatan dapat mempermudah staf dan perusahaan guna menjaga kestabilan perusahaan dalam mencapai visinya.
4. Selain itu keuntungan yang didapatkan perusahaan jika diperhitungkan dari rata rata *force outage* yang terjadi 4 kali dalam sebulan ialah Rp. 75.709.584,- dan kerugian yang dialami oleh perusahaan untuk setiap sekali kasus *failure* ialah Rp. 525.761,-

5.2. Saran

Saran yang dapat diusulkan dari modifikasi dan perawatan dengan pengujian *non-return prechamber valve* guna mengurangi *force outage* di PLTMG panaran Batam yang terbukti berhasil dan dapat mengurangi permasalahan di PLTMG Panaran untuk penelitian selanjutnya menganalisa permasalahan selain dari *Non-return prechamber valve* yang mungkin dapat disebabkan oleh coil, busi, HT (High Tension). Selain itu juga metode ini dapat diterapkan di pembangkit sejenis terutama yang menggunakan part *non return prechamber valve*.

Daftar Pustaka

- [1] Shinta Merlina Roza “pengaruh output factor terhadap heat rate di PLTMG Panaran Batam”. S.Tr.T. Politeknik Negeri Batam, Batam 2023.
- [2] Paulus Tarigan., Elisabeth Ginting., Ikhsan S “Perawatan mesin secara Preventive maintenance dengan modularity design pada PT. RXZ”, Vol 3., pp 35-39, Oct. 2013.
- [3] Kusnadi., Taryana., “Usulan waktu penggantian optimum komponen mesin gas engine (Prechamber gas valve) dengan model age-based replacement”. Vol 8., no 1., jurnal UMJ jan. 2016.
- [4] Bergen Engine AS, Service Manual Bergen BVG-20G, Engine no. 1716466, Norway: Rolls Royce.
- [5] PLN Persero, Perencanaan, pengendalian dan evaluasi O&M Pembangkit., Pusat pendidikan dan pelatihan
- [6] Rosdiana, Rachmad Almi P., “Evaluasi low exhaust pada mesin warstila 20V34SG di PT PJB Ubjom PLTMG Arun Lhokseumawe”, Vol 1 no 2, 2019.
- [7] Oscar Ridho faiq fikri “Modifikasi dan Perawatan Ash Outlet Valve pada Alat Pompa Silo dalam Pengiriman Fly Ash PLTU PT Bintang Alumina Indonesia”, S.Tr.T. Politeknik Negeri Batam, Batam 2023.
- [8] Prasetya,T.,A.,2021,CombustionChamber,
<http://binadhigantara.blogspot.com/>
- [9] Erdhisa Zuhairmi (2016) Manajemen perawatan mesin.

Lampiran

Intstruksi kerja cleaning prechamber

INSTRUKSI KERJA CLEANING PRECHAMBER

1. ALAT KERJA

- 1.1. ALAT DAN BAHAN
 - Alat pemadam DRI
 - Kunci Shock 13
 - Impact Lilitas
 - Kunci Pas 35, Mtr 19
 - Kunci Torx
 - Kunci Shock L5
 - Air Bersih
 - Brush tembaga



2. LANGKAH KERJA

- 1) Letakan pemadam tersebut dalam ruangan, tunggulah untuk memastikan benda keaja
- 2) Memeriksa valve head dengan kunci shock 13.



- 3) Memeriksa valve seat dengan kunci shock L5.



INSTRUKSI KERJA CLEANING PRECHAMBER

- 8) Bila tidak ada kebocoran selanjutnya pasang kembali valve head dengan kunci torx sebesar 32 Nm.
- 9) Untuk mengganti valve head menggunakan kunci shock 13 dan untuk mengganti valve seat menggunakan kunci shock L5.



INSTRUKSI KERJA CLEANING PRECHAMBER

- 4) Memeriksa ulang pemadam di dalam menggunakan brush yang sudah dibasahi dengan air bersih



- 5) Pastikan bahwa tidak menggunakan bahan apapun untuk menggosok permukaan head yang terbuat dari besi di dalam pemadam



- 6) Memeriksa kembali valve seat dan pemasangan dengan kunci torx sebesar 32 Nm.



- 7) Memeriksa kembali valve seat dan pemasangan dengan kunci torx sebesar 32 Nm.

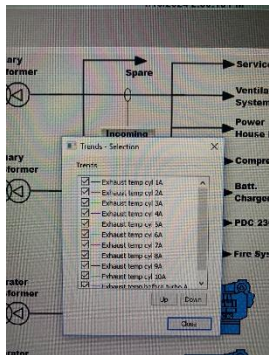


Routine Maintenance Schedule

Gambar kegiatan pelepasan prechamber pada silinder



Kode Warna tiap silinder



Soal kuisiner dari perbaikan non return prechamber valve

No	Pertanyaan	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Dengan adanya inovasi non PVT apakah memudahkan pegawai dalam perawatan?				
2	apakah setelah adanya inovasi non pvt ini memudahkan pekerjaan di PLTMG Panaran				
3	setelah perawatan baru ini diterapkan apakah masih terjadi nya deviation exhaust yang mengharuskan menggati prechamber?				
4	apakah angka force outage di PLTMG Panaran menurun setelah adanya pengujian pada prechamber sebelum di assembly?				

Catatan: Beri tanda centang (v) pada kolom yang tersedia

Keterangan pilihan jawaban :

SS : Sangat setuju

S : Setuju

TS : Tidak setuju

STS : Sangat tidak setuju

Hasil kuisioner

Nama	Divisi	1	2	3	4
Aulia Wahyu Saputra	electrical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
rahmad yasubri	electrical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
Eka Putra	mechanical	setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
Samsul	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	sangat setuju	Setuju
Suhadi	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	sangat setuju	Setuju
Tukimin	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
Pardamean	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
Yusuf	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju
Parhan	mechanical	setuju	setuju	setuju	Setuju
Paiyan tamba	mechanical	sangat setuju	sangat setuju	setuju	Setuju