



Pengaruh penggunaan *Sprinkle* terhadap perubahan suhu dan Efisiensi *Cooling System* pada *Charge Temperature* P2 Unit 5 PLTMG

Tugas Akhir

**Oleh:
Putra Pratama (4232011019)**

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2023**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Pengaruh penggunaan *Sprinkle* terhadap perubahan suhu dan Efisiensi *Cooling system* pada *Charge Temperature* P2 Unit 5 PLTMG" 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



Putra Pratama
NIM: 4232011019

Lembar Pengesahan Industri

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

Disusun oleh:

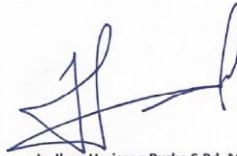
Putra Pratama (4232011019)

Judul Tugas Akhir: Pengaruh Suhu Ambien *Sprinkle* terhadap Efisiensi *Cooling System* pada *Charge Temperature P2 UNIT 5 PLTMG*

Perusahaan: Maxpower Panaran

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



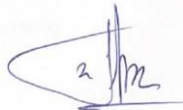
Ir. Jhon Hericson Purba S.Pd., M.pd
NIK: 119230

Pembimbing Industri



Aldio B.D
NIP:

Manager Plant
Maxpower Panaran



Dedy Haryadi
NIP: N0907065

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:
Putra Pratama
4232011019

Tanggal Sidang: 28 desember 2023

Disetujui oleh :

Dosen Penguji 1



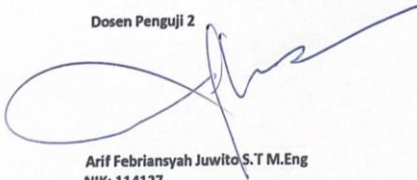
Yusiran M.T
NIK: 123294

Dosen pembimbing



Ir. Jhon Hericson Purba S.Pd., M.Pd
NIK: 119230

Dosen Penguji 2



Arif Febriansyah Juwito S.T M.Eng
NIK: 114127

Pengaruh penggunaan *Sprinkle* terhadap perubahan suhu Efisiensi *Cooling System* pada *Charge Temperature* P2 Unit 5 PLTMG Maxpower

Abstrak

Cuaca yang tidak menentu akhir-akhir ini dapat berpengaruh pada banyak hal, salah satunya terhadap PLTMG Maxpower Panaran. Efisiensi *cooling system* di PLTMG Maxpower Panaran yang sangat dipengaruhi oleh cuaca dapat menyebabkan pengaruh pada alat-alat yang digunakan dan daya yang dihasilkan. Suhu ambien atau yang biasa dikenal sebagai suhu lingkungan sangat mempengaruhi efisiensi *cooling system*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *sprinkle* terhadap *cooling system* pada *Charge Temperature* P2 Unit 5 PLTMG Maxpower Panaran. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan observasi langsung ke lapangan terhadap data yang ditemukan dengan mendapatkan hasil bahwa suhu ambien pada siang dan malam hari sangat berbeda sehingga menghasilkan efisiensi yang berbeda juga terhadap *cooling system*. Apabila suhu ambiennya turun, suhu *cooling system* akan menyesuaikan agar menjaga kestabilitasnya. Pengaruh suhu ambien sangat berpengaruh terhadap *Charge Temperature*, jika pada saat siang hari suhu ambiennya tinggi dan itu berpengaruh pada *Charge Temperature* dan begitu juga pada saat malam hari suhu dari ambien nya rendah juga akan berdampak. Data yang didapatkan jika tidak menggunakan *sprinkle* rata-rata suhu ambien yang didapat sebesar 32,75 °C, suhu return air sebesar 65,6 °C, charge temperature sebesar 60,3 °C, dan beban mesin sebesar 2447 KW. Jika menggunakan *sprinkle* rata-rata suhu ambien yang didapat sebesar 32,6 °C, suhu return air sebesar 65,7 °C, charge temperature sebesar 60,2 °C, dan beban mesin sebesar 2919 KW.

Kata kunci: suhu ambien, *sprinkle*, *cooling system*

The impact of *Sprinkler Usage* on Temperature Charge and Cooling System Efficiency in Charge Temperature P2 Unit 5 PLTMG Maxpower

Abstract

The recent erratic weather can affect many things, one of which is PLTMG Maxpower Panaran. The efficiency of the cooling system at PLTMG Maxpower Panaran is greatly influenced by the weather which can have an impact on the equipment used and the power produced. Ambient temperature or what is commonly known as environmental temperature greatly influences the efficiency of the cooling system. This research aims to find out how big the influence of sprinkles is on the cooling system at Charge Temperture P2 Unit 5 PLTMG Maxpower Panaran. In this research, researchers used quantitative methods by making direct observations in the field of the data found and obtained the results that the ambient temperatures during the day and night were very different, resulting in different efficiencies for the cooling system. If the ambient temperature drops, the cooling system temperature will adjust to maintain stability. The influence of ambient temperature greatly influences the charge temperature, if during the day the ambient temperature is high and that affects the charge temperature and likewise at night the ambient temperature is low it will also have an impact. The data obtained If you don't use sprinklers means the average ambient temperature is 32.75 °C, the return water temperature is 65.6 °C, the charge temperature is 60.3 °C, and the engine load is 2447 KW. when using sprinklers, the average ambient temperature obtained is 32.6 °C, the return water temperature is 65.7 °C, the charge temperature is 60.2 °C, and the engine load is 2919 KW.

Keywords: ambient temperature, sprinkler, cooling system

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang begitu besar kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Suhu Ambien Sprinkle terhadap Efisiensi Cooling System pada Charge Temperature P2 Unit 5 PLTMG”. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam untuk mencapai gelar sarjana terapan teknik (S.Tr.T) pada program studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan laporan tugas akhir ini tidaklah mudah bagi penulis. Oleh karena itu penulis, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayah dan Ibu yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis yang merupakan anugrah terbesar dalam kehidupan. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dibanggakan bagi kedua orang tua.

2. Bapak Uuf Brajawidagda, ST., MT., Ph.D, Selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.

3. Bapak Dr.Budi Sugandi, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.

4. Bapak Fauzun Atabiq, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam.

5. Bapak Muhammad Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T, Selaku Koordinator magang di Program Studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam

6. Bapak Jhon Hericson Purba, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Bapak Saeful, Selaku Plant Manager di perusahaan Maxpower Panaran

8. Bapak M Hargono, Selaku pembimbing Magang di perusahaan Maxpower Panaran yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Seluruh staff dan karyawan Perusahaan Maxpower Panaran yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu pengetahuan yang belum pernah penulis terima sebelumnya.

10. Teman-teman kuliah yang namanya tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih sudah memberikan kesan, motivasi, dan banyak cerita selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir ini masih terdapat kelemahan. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik dan saran demi perbaikan karya yang akan datang. Penulis mohon maaf apabila ada kesalahan kata yang kurang berkenan.

Batam, 27 Desember 2023

Putra Pratama

Daftar Isi

| | |
|---|-------------------------------------|
| Pernyataan Keaslian Tugas Akhir | Error! Bookmark not defined. |
| Lembar Pengesahan | Error! Bookmark not defined. |
| Abstrak | iv |
| <i>Abstract</i> | v |
| Kata Pengantar | vi |
| Daftar Isi | viii |
| Daftar Gambar | x |
| Daftar Tabel | xi |
| 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 | 2 |
| Bab 2. Tinjauan Pustaka | 3 |
| 2.1 <i>Cooling system</i> | 3 |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas (PLTMG) | 4 |
| 2.3 Suhu Ambien | 5 |
| 2.4 <i>Sprinkle</i> | 6 |
| 2.5 <i>Charge Temperature</i> | 7 |
| Bab 3. Metodologi Penelitian | 8 |
| 3.1. Perancangan | 8 |
| 3.2. Observasi data <i>charge temperature</i> | 10 |
| 3.3 Menganalisis permasalahan suhu | 10 |
| 3.4 Pengambilan data suhu ambien pada <i>charge temperature</i> (sebelum penggunaan <i>sprinkle</i>) | 10 |
| Bab 4. Hasil dan Pembahasan | 11 |
| 4.1. Data Hasil Penelitian | 11 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.2. Pembahasan | 13 |
| 4.3 Grafik | 14 |
| Bab 5. Kesimpulan dan Saran | 17 |
| 5.1. Kesimpulan | 17 |
| 5.2. Saran | 18 |
| Daftar Pustaka | 19 |
| Biodata | 21 |

Daftar Gambar

| | |
|--|-------------------------------------|
| Gambar 1. Siklus <i>cooling system</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2. PLTMG Maxpower | 9 |
| Gambar 3. <i>Sprinkler</i> | 6 |
| Gambar 4. Diagram Alir | 9 |
| Gambar 5. Grafik beban mesin sebelum menggunakan <i>sprinkle</i> | 17 |
| Gambar 6. Grafik <i>charge temperature</i> sebelum menggunakan <i>sprinkle</i> | 17 |
| Gambar 7. Grafik beban mesin setelah menggunakan <i>sprinkle</i> | 18 |
| Gambar 8. Grafik <i>charge temperature</i> setelah menggunakan <i>sprinkle</i> | 18 |

Daftar Tabel

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Spesifikasi Mesin PLTMG | 8 |
| Tabel 2. Data sebelum menggunakan <i>sprinkle</i> | 11 |
| Tabel 3. Data setelah menggunakan <i>sprinkle</i> | 13 |

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Maxpower yang terletak di Panaran adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) merupakan pembangkit yang menggunakan metode single-fuel engine technology dengan kapasitas daya P1 25MW P2 25MW. Seiring berkembangnya teknologi yang semakin meningkat dalam beberapa waktu sehingga memerlukan produksi daya listrik yang maksimal.

Permasalahan di mulai dari pada saat observasi di lapangan, ditemukan adanya peningkatan suhu ambien pada charge temperatur secara tiba-tiba. Dampaknya adalah mesin menjadi trip. Kemudian dilakukan analisis sederhana permasalahan disebabkan oleh naik dan turunnya suhu. Sehingga dicari solusi untuk mengatasi meningkatnya suhu charge tempt yaitu dengan membuat sprinkel pada *cooling system*. Beberapa referensi penelitian tentang *sprinkle* pada tahun 2018 oleh prasetiawan mengetakan bahwa sprinkel bermanfaat dalam penurunan suhu dan sistem ini hanya dapat diaktifkan apabila mendeteksi suhu tinggi tertentu.^[1]

Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian seberapa besar pengaruh sprinkel terhadap *cooling system*, oleh sebab itu saya mengangkat judul “Pengaruh Suhu Ambien *Sprinkle* terhadap Efisiensi *Cooling system* pada Charge Temperature P2 Unit 5 PLTMG”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa besar perubahan suhu pada *charge temperature* sebelum menggunakan *sprinkle*.
2. Berapa besar perubahan suhu pada *charge temperature* sesudah menggunakan *sprinkle*.
3. Berapa besar pengaruh *sprinkle* terhadap *charge temperature*.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui besar perubahan suhu pada *charge temperature* sebelum menggunakan *sprinkle*.
2. Mengetahui perubahan suhu *charge temperature* saat sesudah penggunaan *sprinkle* terhadap hasil akhir meningkatnya daya pada beban maksimal.
3. Mengetahui besar pengaruh *sprinkle* terhadap *charge temperature*.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menjadi sumber analisis sekaligus data efisiensi *cooling system* pada P2 Unit 5.
2. Bermanfaat bagi penulis untuk meningkatkan wawasan baik secara teoritis maupun praktis.

1.5. Batasan

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Terbatasnya tempat pengambilan data.
2. Tidak membahas faktor lain yang mengakibatkan naiknya suhu pada *charge temperature (Jacket Water, Lube Oil System)*.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Cooling system*

Pendinginan pada sistem pembangkit listrik adalah proses menurunkan temperature fluida kerja dalam hal ini utamanya uap. Namun kenyataan sebenarnya yang diharapkan adalah proses pengembunan (kondensasi). Proses kondensasi terjadi apabila ada perpindahan panas dari fluida kerja (uap) dan melepaskan sejumlah kalor kepada media pendingin, sehingga proses pengembunan ini terjadi karena terjadinya penurunan temperature. Media pendingin umumnya menggunakan air, disamping beberapa sistem ada yang menggunakan udara. Pemilihan air utamanya adalah karena pada daerah tertentu mudah didapat dan biayanya sangat murah. Selain itu pertimbangan utama adalah air bertemperature lebih rendah dibanding temperature.

Kerja sistem *Air (Cooling system)* di PLTMG sistem pendingin mesin menggunakan air tawar yang diolah secara kimia.

Prinsip kerja *Air (Cooling system)* terbagi menjadi 2 yaitu:

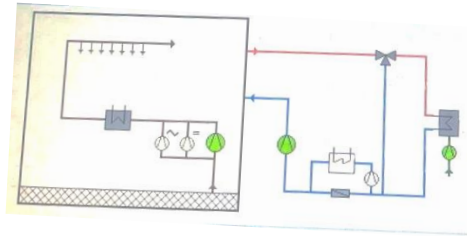
1. HT (*High Temperature*)

Pendinginan air disirkulasikan dalam sistem dengan pompa sentrifugal yang digerakkan langsung dan dipasang di mesin air HT bertujuan mendinginkan Jacket mesin.

2. LT (*Low Temperature*)

Disirkulasikan melalui udara muatan dan pendingin *Lube Oil System*. Air didinginkan dalam radiator dengan kipas pendingin yang digerakkan secara elektrik. Suhu di sirkuit LT dan HT dikendalikan oleh katup tiga arah. Katup kontrol suhu mengarahkan air di dalam saluran balik dari radiator unit pemanasan awal digunakan untuk memanaskan air jaket sebelum mesin dihidupkan. Sirkuit LT dan HT. [2]

Sistem pendinginan sangat berpengaruh terhadap kinerja engine disaat engine bekerja secara terus menerus mengakibatkan temperatur engine sangat panas sehingga tidak sesuai dengan set point yang di tentukan dan mengakibatkan *engine overhead*. Dan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan perawatan terhadap engine dengan cara mengecek sensor HT dan komponen engine yang lain setiap seminggu sekali. [3]



Gambar 1. Siklus *Cooling System*

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas (PLTMG)

Teknologi semakin berkembang dan telah memberikan banyak manfaat di berbagai aspek, salah satunya adalah industri Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) untuk menunjang kelangsungan hidup manusia. PLTMG di Indonesia umumnya menggunakan mesin dengan dua bahan bakar, baik dengan konfigurasi dual-fuel, ataupun bi-fuel. Karena umumnya mesin yang dipakai menggunakan dua bahan bakar, oleh karena itu sistem bahan bakarnya juga harus bisa mengakomodir kedua bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang umumnya digunakan adalah gas alam (natural gas) dan minyak diesel. Dari sekian banyak jenis pusat pembangkitan listrik, salah satu jenis yang masih cukup banyak dioperasikan dan dibangun di Indonesia adalah Pusat Listrik Tenaga Mesin Gas/*Gas Engine PowerPlant*.

PLTMG umumnya menggunakan dua jenis bahan bakar yaitu gas alam (natural gas) dan minyak diesel (HSD/MFO). Karena mesin PLTMG yang dipakai menggunakan dua jenis bahan bakar, oleh karena itu sistem bahan bakarnya juga

harus bisa mengakomodir kedua bahan bakar tersebut, bahan bakar gas sebelum masuk ke area pembangkit dilewatkan dulu ke area pembersihan. Pada area ini gas dipersiapkan baik dari sisi kebersihan, kadar air, ataupun tekanannya agar siap jika diumpankan langsung ke unit mesin gas. Sebelum diumpankan langsung ke dalam mesin, gas disaring lagi menggunakan sebuah filter. Posisi filter ini akan duduk bersama dengan beberapa peralatan yang disesuaikan konstruksinya dan tergabung dalam sebuah modul gas (*fuel gas module*) yang tugas utamanya adalah untuk pengaturan volume, keamanan sistem, dan untuk memastikan bahwa gas siap diumpankan ke mesin. Untuk bahan bakar minyak sebelum diumpankan ke dalam mesin, juga disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah filter yang digabung dalam sebuah modul minyak (*fuel oil module*). Pada aliran bahan bakar minyak terdapat pompa pengumpan (*feed pump*) yang berfungsi untuk mendorong minyak ke dalam mesin. [4]



Gambar 2. PLTMG Maxpower

2.3 Suhu Ambien

Suhu ambien adalah suhu lingkungan sekitar. Suhu ini berubah-ubah bergantung pada cuaca. Suhu pada malam dan siang hari sangatlah berbeda. Pengaruh suhu ambien terhadap suhu mesin akan berpengaruh tergantung kondisi suhu ambien nya jika pada saat siang hari suhu ambien nya tinggi maka

akan berpengaruh pada suhu mesin nya yang akan menjadi tinggi juga dan begitu juga sebaliknya pada saat malam hari suhu dari ambien nya rendah yang dapat berdampak pada suhu mesin. [5]

2.4 Sprinkle

Sprinkler adalah alat pemberi air yang dilakukan dari atas berupa pemencaran dimana pemencaran itu menggunakan tenaga penggerak berupa pompa air. [6] Sedangkan *sprinkle* adalah tetesan air yang keluar dari *sprinkler*.

Prinsip yang digunakan sistem ini adalah memberi tekanan pada air dalam pipa dan memancarkan ke udara sehingga menyerupai hujan selanjutnya jatuh pada permukaan tanah. [7]



Gambar 3. *Sprinkler*

Metode *sprinkler* dibagi menjadi 3 cara yaitu:

a. Pemberian air lewat permukaan

Pemberian air lewat permukaan ini adalah pemberian air dengan cara mengalirkan air di atas permukaan tanah.

b. Pemberian air lewat bawah permukaan

Pemberian air lewat bawah permukaan dapat dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah di

bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa porus.

c. Pemberian air dengan menggunakan energi.

Pemberian air dengan cara ini adalah menggunakan energy untuk melakukan pemberian air terhadap tanaman dan jenis pemberian dengan menggunakan energy ini adalah dengan cara penyiraman (*sprinkler irrigation*) atau dengan cara tetesan (*dripirrigation*). [11]

2.5 Charge Temperature

Pada beban yang lebih rendah, *charge temperature* yang lebih tinggi menyebabkan suhu liner silinder yang relatif lebih tinggi. Pada beban yang lebih tinggi, mereka meningkat lagi karena suhu pembakaran yang lebih tinggi. Laju aliran air pendingin lebih rendah untuk arah aliran terbalik yang menunjukkan pengurangan kehilangan panas ke air pendingin. Dalam arah aliran terbalik, terlihat bahwa, suhu liner silinder lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya perpindahan panas dari liner silinder ke air pendingin. Dalam arah aliran terbalik, air pendingin memasuki kepala silinder suhu tinggi terlebih dahulu dan dipanaskan ke suhu yang lebih tinggi seperti yang dijelaskan sebelumnya. Oleh karena itu, perpindahan panas dari liner silinder berkurang karena gradien suhu yang berkurang. Karena suhu outlet air pendingin dipertahankan konstan, laju aliran massa air pendingin harus dikurangi. Suhu pengisian daya masuk terbaik ditentukan berdasarkan efisiensi termal. [8]

Bab 3. Metodologi Penelitian

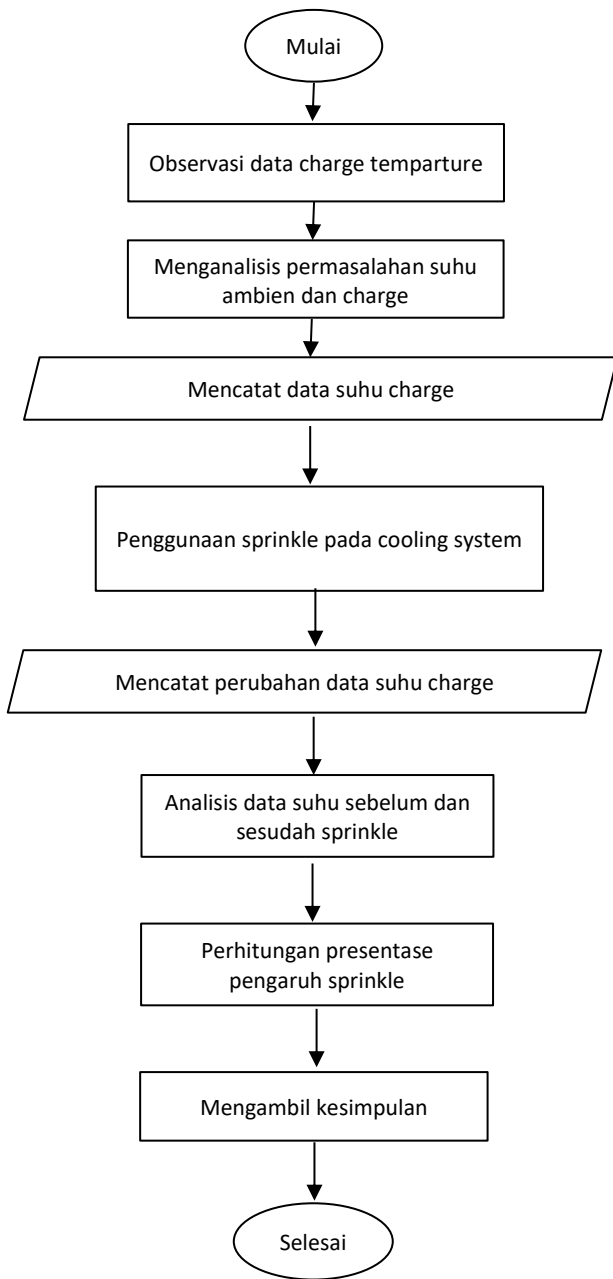
3.1. Perancangan

Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan. Pengambilan data lapangan dilakukan di Maxpower Panaran 50 MW meliputi data mesin dan generator, data-data tersebut terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin PLTMG

| | |
|----------------------------|----------------|
| Jumlah mesin | 18 |
| Ouput pembangkit listrik | 3,3MW/mesin |
| Jenis mesin | JMS 620 GS-N.L |
| Jumlah silinder mesin | 20 |
| Lubang bor silinder | 190 mm |
| Langkah piston | 220 mm |
| Putaran | 1500 rpm |
| Tenaga sekunder | 400 VAC |
| Frekuensi | 50Hz |
| Berat mesin tanpa flywhell | 15 ton |
| Tegangan utama | 11000V |

Adapun mesin pada Maxpower Panaran 50 MW terdapat 9 unit mesin yang dimana satu mesin terdapat 20 piston dan frekuensi 50 Hz. Pada setiap mesin terdapat output sebesar 3,3MW. Putaran yang digunakan sebesar 1500 rpm.



Gambar 4. Diagram alir

3.2. Observasi data *charge temperature*

Peneliti mengobservasi tugas akhir ini dengan melakukan pengamatan di Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) yang terdapat di Panaran. Metode yang dilakukan adalah :

1. Cek Visual

Dengan melihat secara langsung kondisi ruangan pada engine.

2. Mengamati Modul Diane (Program)

Mengamati grafik *charge temperature* pada program.

3.3 Menganalisis permasalahan suhu

Peneliti menganalisis permasalahan suhu ini dengan cara menganalisa kerusakan yang terjadi pada *cooling system*, contoh kasus yang berpengaruh adalah:

1. Suhu Ambient

cuaca panas saat siang hari berdampak pada suhu ambient yang secara langsung mempengaruhi kinerja *Cooling system* kurang maksimal.

2. Charge Temperature

akibat *Cooling system* bekerja secara tidak maksimal, Otomatis bagian dalam Mesin yang membutuhkan pendinginan akan dapat dipengaruhi.

3.4 Pengambilan data suhu ambien pada *charge temperature* (sebelum penggunaan *sprinkle*)

Mencari dan mengumpulkan data yang akan dianalisis dan dievaluasi Peneliti mengambil data suhu temperature secara berkala dengan durasi 32 hari sebelum pemakaian *sprinkle* pada Mesin Panaran 2 Unit 5. Peneliti mengambil data secara langsung pada Main Module (Program).

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Penelitian

Berikut adalah data suhu ambien yang didapat sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

Tabel 2. Data suhu ambien

| No. | Tanggal | Jam | Suhu ambien (°C) | |
|-----|------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | Sebelum <i>sprinkle</i> | Sesudah <i>sprinkle</i> |
| 1. | 10/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.5 |
| 2. | 10/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.2 |
| 3. | 10/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.4 |
| 4. | 10/5/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 31.5 |
| 5. | 10/6/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32 |
| 6. | 10/7/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.1 |
| 7. | 10/8/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.6 |
| 8. | 10/9/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 31.9 |
| 9. | 10/10/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.9 |
| 10. | 10/11/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 32.8 |

Berikut adalah data beban mesin yang didapat sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

Tabel 3. Data beban mesin

| No. | Tanggal | Jam | Beban mesin (KW) | |
|-----|------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | Sebelum <i>sprinkle</i> | Sesudah <i>sprinkle</i> |
| 1. | 10/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2300 | 3000 |
| 2. | 10/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2500 | 3000 |
| 3. | 10/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2400 | 2800 |
| 4. | 10/5/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2300 | 3000 |
| 5. | 10/6/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2300 | 3000 |
| 6. | 10/7/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2500 | 3000 |
| 7. | 10/8/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2500 | 2800 |
| 8. | 10/9/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2500 | 3000 |
| 9. | 10/10/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2400 | 3000 |
| 10. | 10/11/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 2500 | 2800 |

Berikut adalah data *charge temperature* yang didapat sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

Tabel 4. Data *charge temperature*

| No. | Tanggal | Jam | <i>Charge temperature</i> (°C) | |
|-----|-----------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|
| | | | Sebelum <i>sprinkle</i> | Sesudah <i>sprinkle</i> |
| 1. | 10/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 59.9 | 60.3 |
| 2. | 10/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.1 | 60.2 |

| | | | | |
|-----|------------|-----------------|------|------|
| 3. | 10/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.1 | 59.5 |
| 4. | 10/5/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.3 | 60.1 |
| 5. | 10/6/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60 | 60.2 |
| 6. | 10/7/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.2 | 60.9 |
| 7. | 10/8/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.1 | 60.2 |
| 8. | 10/9/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.2 | 60.9 |
| 9. | 10/10/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60 | 60.2 |
| 10. | 10/11/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 60.2 | 60.1 |

4.2. Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan peneliti terdapat pengaruh persentase pada saat sebelum penggunaan *sprinkle* dan setelah penggunaan. Rata-rata yang didapat selama 2 bulan penelitian dapat dilihat pada sebelum menggunakan *sprinkle* adalah suhu ambien sebesar 32.75°C, suhu *return air* yang didapat sebesar 65.6°C, *charge temperature* sebesar 60.3°C, dan beban mesin sebesar 2447KW. Dan pada saat setelah menggunakan *sprinkle* didapat suhu ambien sebesar 32.6°C, suhu *return air* yang didapat sebesar 65.7°C, *charge temperature* sebesar 60.2°C, dan beban mesin sebesar 2919KW.

Perbedaan suhu air masuk dan keluar atau selisih suhu dari air masuk ke *cooling system* dan suhu keluar *cooling system*. Didapat suhu kembali sebelum mesin adalah 65,6°C dan suhu kembali adalah 65,7 °C. Jika dihitung selisihnya adalah $65,7 - 65,6 = 0,1$. Begitu pula dengan *charge temperature* $60,2 - 60,3 = 0,1$. Lalu rata-rata suhu ambien sesudah dikurang sebelum penggunaan *sprinkle* adalah $32,6 - 32,47 = 0,13$. Dan rata-rata beban mesin yang digunakan pada saat setelah

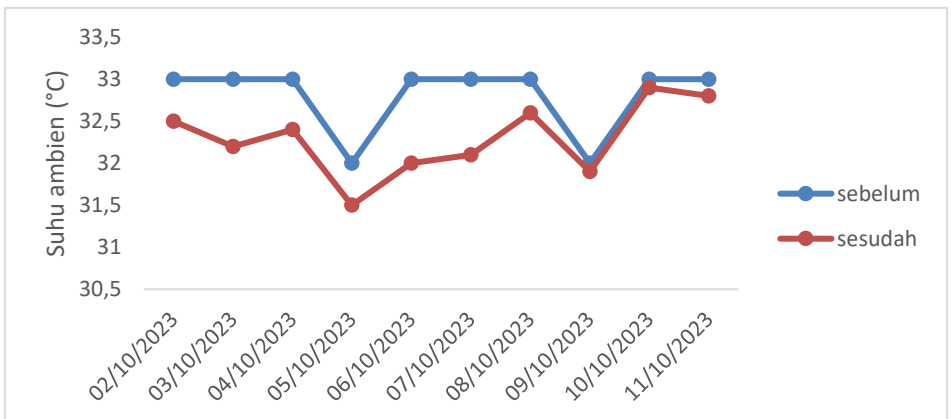
menggunakan *sprinkle* pun menjadi lebih besar yaitu 2919KW padahal sebelum menggunakan *sprinkle* rata-rata beban mesin yang didapat sebesar 2447KW.

Selisih suhu yang didapat menghasilkan selisih beban kerja mesin sebesar 472KW. Ini menunjukkan bahwa *sprinkle* memberi pengaruh terhadap perubahan suhu dan juga beban mesin yang digunakan. *Sprinkle* membantu menstabilkan suhu agar mesin dapat bekerja lebih maksimal. Apabila suhu ambien meningkat maka begitu pula *charge temperature* selanjutnya yang dapat menyebabkan mesin *trip* dan akan sangat berpengaruh pada beban kerja mesin dan hasil yang akan didapat nantinya.

4.3 Grafik

Berikut adalah grafik perubahan suhu ambien sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

Gambar 5. Grafik pengaruh penggunaan *sprinkle* terhadap suhu ambien

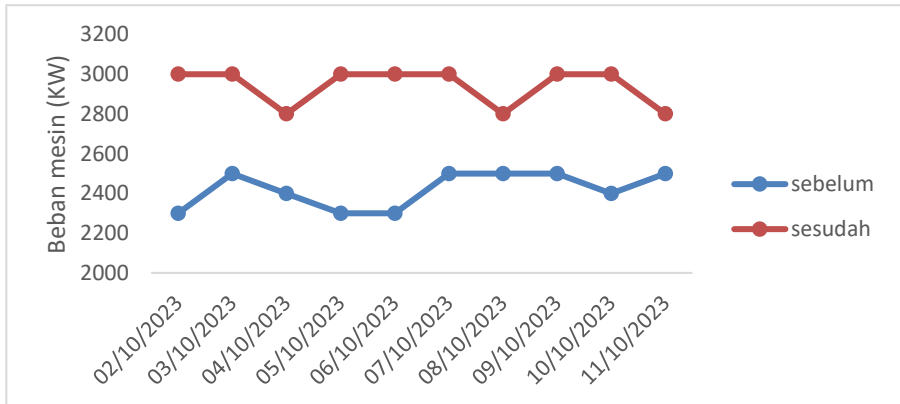


Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa suhu ambien setiap harinya tidak stabil atau mengalami fluktuasi, suhu yang didapat paling tinggi sebelum penguanaan

sprinkle adalah sebesar 33°C dan paling rendah sebesar 32 °C setelah penggunaan *sprinkle* suhu menjadi lebih rendah yaitu 32.5°C; 32.2°C; 32.4°C; 31.5°C; 32°C; 32.1°C; 32.6°C; 31.9°C; 32.9°C; dan 32.8°C dengan selisih yang paling besar 1°C dan selisih paling kecil sebesar 0,1 °C. Penurunan suhu setelah penggunaan *sprinkle* memang belum stabil namun ini menunjukkan bahwa *sprinkle* bekerja dengan baik sehingga dapat membantu menurunkan suhu agar lebih stabil.

Berikut adalah grafik perubahan beban mesin sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

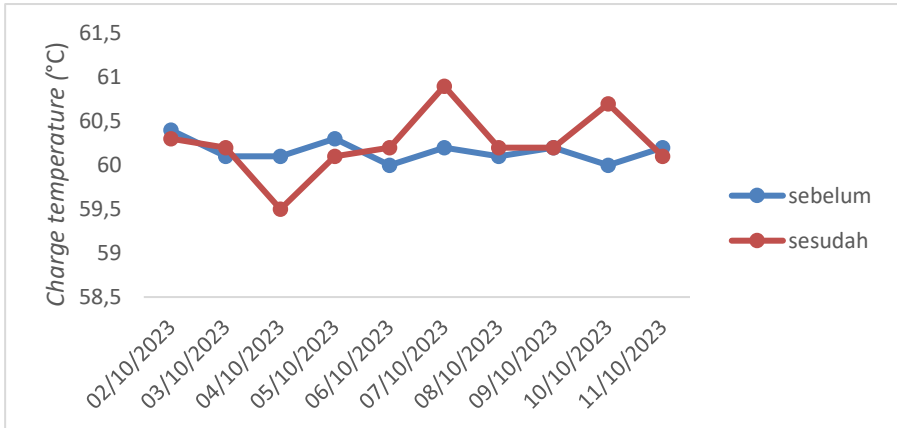
Gambar 6. Grafik pengaruh penggunaan *sprinkle* terhadap suhu ambien



Dari grafik berikut dapat dilihat bahwa beban kerja mesin tertinggi sebelum penggunaan *sprinkle* adalah 2500 KW dan paling rendah sebesar 2300KW sedangkan setelah penggunaan *sprinkle* beban kerja mesin menjadi semakin meningkat yaitu sebesar 3000KW; 3000KW; 2800KW; 3000KW; 3000KW; 3000KW; 2800KW; 3000KW; 3000KW; dan 2800KW dengan selisih paling besar adalah 700KW dan selisih paling kecil sebesar 300KW. Dapat dilihat pula bahwa beban kerja mesin setelah penggunaan *sprinkle* meningkat daripada beban kerja mesin sebelum penggunaan *sprinkle* meskipun belum stabil namun sudah berpengaruh.

Berikut adalah grafik perubahan *charge temperature* sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle*:

Gambar 7. Grafik pengaruh penggunaan *sprinkle* terhadap *charge temperature*



Pada grafik diatas didapat data *charge temperature* setiap harinya, *charge temperature* yang didapat sebelum dan sesudah menggunakan *sprinkle* mengalami fluktuasi setiap harinya. Sebelum menggunakan *sprinkle* didapat *charge temperature* sebesar 59.9°C; 60.1°C; 60.1°C; 60.3°C; 60°C; 60.2°C; 60.1°C; 60.2°C; 60 °C; dan 60.2°C lalu untuk sesudah penggunaan *sprinkle* didapat *charge temperature* sebesar 60.3°C; 60.2°C; 59.5°C; 60.1°C; 60.2°C; 60.9°C; 60.2°C; 60.9°C; 60.2°C; dan 60.1°C. Penggunaan *sprinkle* terhadap *charge temperature* tidak terlalu berpengaruh karena masih terdapat suhu yang naik dan turun.

Dari keseluruhan data yang didapat *sprinkle* membuat perubahan yang cukup besar terhadap suhu ambien dan beban kerja yang didapat, *sprinkle* yang lebih optimal akan dibutuhkan kedepannya jika suhu meningkat lebih tinggi lagi pada musim panas. Namun pada saat ini *sprinkle* telah bekerja dengan efektif dan efisien untuk menurunkan suhu agar mesin tidak mengalami *trip*.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir menyoroti beberapa poin kunci terkait dengan pengaruh cuaca, penerapan *sprinkle* dan efisiensi cooling system pada PLTMG Maxpower Panaran. Beberapa point penting yang dapat ditarik adalah cuaca yang tidak stabil memiliki dampak besar pada efisiensi *cooling system* PLTMG. Fluktuasi suhu ambien, khususnya antara siang dan malam hari mempengaruhi performa peralatan dan produksi daya listrik. Lalu penerapan sebagai solusi, pengaruh suhu ambien terhadap *charge temperature*, pengaruh positif *sprinkle* terhadap efisiensi cooling system.

Mencakup perubahan suhu pada *charge temperature* sebelum dan sesudah penggunaan *sprinkle*, serta pengaruh *sprinkle* terhadap *charge temperature*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan suhu antara sebelum dan sesudah penggunaan *sprinkle*, dengan suhu setelah penggunaan *sprinkle* cenderung lebih tinggi. Selain itu, terdapat perbedaan dalam beban mesin, yang menunjukkan bahwa beban mesin pada saat setelah penggunaan *sprinkle* lebih besar.

Selisih suhu air masuk dan keluar cooling system, serta selisih *charge temperature* sebelum dan sesudah *sprinkle*, juga mencerminkan dampak dari penggunaan *sprinkle*. Perbedaan ini dapat memberikan indikasi bahwa *sprinkle* memiliki pengaruh terhadap suhu dan beban mesin dalam sistem yang diteliti.

Dengan demikian, secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa *sprinkle* memiliki pengaruh positif terhadap *charge temperature* sehingga dapat membantu perubahan suhu pada saat sebelum digunakan dan setelah di gunakan pada beban mesin juga demikian dalam kondisi penelitian ini, seiring dengan perbedaan suhu yang tercatat sebelum dan sesudah penggunaan *sprinkle*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan untuk meningkatkan pemahaman dan kinerja system cooling pada PLTMG Maxpower Panaran yaitu;

1. Pengembangan sistem *sprinkle*

Evaluasi dan pengembangan lebih lanjut pada sistem *sprinkle* dapat dilakukan. Ini termasuk penelitian lebih lanjut tentang keefektifan *sprinkle* dalam berbagai kondisi cuaca dan peningkatan desain *sprinkle* untuk penyesuaian otomatis terhadap perubahan suhu ambien.

2. Pengkajian faktor lain yang berpotensi mempengaruhi suhu

Meskipun fokus pada *sprinkle* sebagai solusi, disarankan untuk memperluas penelitian ke faktor lain yang berpotensi mempengaruhi suhu, seperti *Jacket Water dan Lube Oil System*. Hal ini dapat memberikan pemahaman holistik terhadap dinamika suhu di sistem. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan daya tahan sistem *cooling* pada PLTMG Maxpower Panaran dalam menghadapi variasi cuaca yang tidak menentu.

Daftar Pustaka

- [1] Dama, S. (2019). Prinsip Kerja dan Perawatan Alat Pemadam Kebakaran Jenis *Sprinkler* di Kapal Motor Dharma Kencana Pt. Dharma Lautan Utama Cabang Semarang. *Karya Tulis*.
- [2] Muammar, M., Fauzan, F., & Zamzami, Z. (2022). Studi Proses Cooling Sistem pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas di Pt. Pjb Ubjom Pltmg Arun. *Jurnal TEKTR0*, 6(2), 245-250.
- [3] Ashraf, S., Fauzan, F., & Nazaruddin, N. (2020). Studi Pengaruh Perubahan Temperatur terhadap Kinerja Engine pada PLTMG Panaran Pt. Bright Batam. *Jurnal TEKTR0*, 4(2), 149-153.
- [4] Maulana, P. (2019). Perancangan heat exchanger tipe shell and tube pada perancangan pabrik propilen glikol kapasitas 50000 ton/tahun. *Semarang: Universitas Negeri Semarang*.
- [5] Luckytasari, Dona Dwi. 2017. "Perencanaan Jaringan Irigasi Pancar (*Sprinkler* Irrigation) Pada Tanaman Cabai (*Capsium annum* L.) Di Desa Sumberkima Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Provinsi Bali." Universitas Brawijaya.
- [6] Rejekiningrum, Popi, dan Budi Kartiwa. 2018. "Pengembangan sistem irigasi pompa tenaga surya hemat air dan energi untukantisipasi perubahan iklim di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta." *Jurnal Tanah dan Iklim* 41 (2): 159–71.
- [7] Sudheesh, K., & Mallikarjuna, J. M. (2010). Diethyl ether as an ignition improver for biogas homogeneous charge compression ignition (HCCI) operation-An experimental investigation. *Energy*, 35(9), 3614-3622.
- [8] Means, S. L., Bucklin, R. A., Nordstedt, R. A., Beede, D. K., Bray, D. R., Wilcox, C. J., & Sanchez, W. K. (1992). Water application rates for a

- sprinkler and fan dairy cooling system in hot, humid climates. *Applied Engineering in Agriculture*, 8(3), 375-379.
- [9] Ghufron, S., & Prayogi, S. (2023). Cooling System in Machine Operation at Gas Engine Power Plant at PT Multidaya Prima Elektrindo. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 1(2), 25-29.
- [10] Ahmad, A. L. (2021, December). EBT-28 OPTIMALISASI INSPEKSI Sistem Perpipaan *Low Temperature Cooling Water Engine* 1 di Pltmg Langgur 20MW. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral* (Vol. 1, No. 2, pp. 776-787).
- [11] Kiik, V. P., Nasjono, J. K., & Udiana, I. M. (2012). Kajian Sistem Irigasi Sprinkler Di Desa Oesao Kabupaten Kupang Sprinkler Irrigation System Study in the Oesao Village District of Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 68-80.

Biodata



Nama : Putra Pratama
TTL : Batam, 16 Desember 2001
Agama : Islam
Alamat : Perum Cendana Tahap 1 Blok K No.3

Email : putraaprtma666@gmail.com
Riwayat Pendidikan : SMK : Plus Kemilau Bangsa
SMP : SMPN 52 Batam

Lampiran

Berikut adalah data yang didapat sebelum menggunakan *sprinkle*:

Tabel 6. Data sebelum menggunakan *sprinkle*

| No. | Tanggal | Jam | Suhu ambien (°C) | Suhu before return air (°C) | Suhu return air (°C) | Charge temperature (°C) | Beban mesin (KW) |
|-----|------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|------------------|
| 1. | 10/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.1 | 64.5 | 59.9 | 2300 |
| 2. | 10/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.4 | 64.9 | 60.1 | 2500 |
| 3. | 10/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 65.1 | 60.1 | 2400 |
| 4. | 10/5/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.5 | 65.9 | 60.3 | 2300 |
| 5. | 10/6/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 65.3 | 60 | 2300 |
| 6. | 10/7/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 60.2 | 2500 |
| 7. | 10/8/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 60.1 | 2500 |
| 8. | 10/9/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.9 | 65.9 | 60.2 | 2500 |
| 9. | 10/10/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.9 | 60 | 2400 |
| 10. | 10/11/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.8 | 60.2 | 2500 |

| | | | | | | | |
|-----|------------|-----------------------|----|------|------|------|------|
| 11. | 10/12/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.8 | 60.1 | 2500 |
| 12. | 10/13/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.3 | 65.3 | 60.2 | 2500 |
| 13 | 10/14/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 61.3 | 2500 |
| 14. | 10/15/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 64.6 | 64.6 | 60.1 | 2500 |
| 15. | 10/16/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 67.1 | 61.6 | 2400 |
| 16. | 10/17/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.3 | 65.3 | 60.6 | 2500 |
| 17. | 10/18/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 64.9 | 60.2 | 2500 |
| 18. | 10/19/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 65.3 | 60.1 | 2500 |
| 19. | 10/20/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 60.1 | 2500 |
| 20. | 10/21/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.6 | 68.1 | 61.3 | 2400 |
| 21. | 10/22/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.9 | 60.3 | 2500 |
| 22. | 10/23/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.9 | 60.3 | 2500 |
| 23. | 10/24/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.8 | 60.2 | 2500 |

| | | | | | | | |
|------------------|------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 24. | 10/25/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.8 | 65.8 | 60.1 | 2300 |
| 25. | 10/26/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 65.3 | 60.2 | 2500 |
| 26 | 10/27/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 60.9 | 2400 |
| 27 | 10/28/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 64.6 | 60.2 | 2500 |
| 28 | 10/29/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.4 | 67.1 | 60.9 | 2400 |
| 29 | 10/30/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.3 | 60.2 | 2500 |
| 30 | 10/31/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 64.9 | 60.1 | 2400 |
| 31 | 11/1/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.5 | 66.3 | 60.1 | 2300 |
| 32 | 11/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.6 | 65.9 | 60.3 | 2500 |
| Rata-rata | | | 32.75 | 65.5 | 65.6 | 60.3 | 2447 |

Berikut adalah data yang didapat sesudah menggunakan *sprinkle*:

Tabel 7. Data setelah menggunakan *sprinkle*

| No. | Tanggal | Jam | Suhu ambien (°C) | Suhu before return air (°C) | Suhu return air (°C) | Charge temperature (°C) | Beban mesin (KW) |
|-----|-----------|-----------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|------------------|
| 1. | 11/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.8 | 60.3 | 3000 |

| | | | | | | | |
|-----|------------|-----------------------|----|------|------|------|------|
| 2. | 11/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.8 | 60.2 | 3000 |
| 3. | 11/5/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.8 | 65.3 | 59.5 | 2800 |
| 4. | 11/6/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.6 | 60.1 | 3000 |
| 5. | 11/7/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 64.6 | 60.2 | 3000 |
| 6. | 11/8/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 67.1 | 60.9 | 3000 |
| 7. | 11/9/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.8 | 65.3 | 60.2 | 2800 |
| 8. | 11/10/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.3 | 64.9 | 60.9 | 3000 |
| 9. | 11/11/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.5 | 65.3 | 60.2 | 3000 |
| 10. | 11/12/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.6 | 60.1 | 2800 |
| 11. | 11/13/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.7 | 68.1 | 60.1 | 2800 |
| 12. | 11/14/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.9 | 60.3 | 3000 |
| 13. | 11/15/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 66 | 65.9 | 60.1 | 3000 |
| 14. | 11/16/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.8 | 60 | 2800 |

| | | | | | | | |
|-----|------------|-----------------------|----|------|------|------|------|
| 15. | 11/17/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.9 | 65.3 | 59.7 | 2500 |
| 16. | 11/18/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.6 | 60 | 3000 |
| 17. | 11/19/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.1 | 64.6 | 60.2 | 3000 |
| 18. | 11/20/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 67.1 | 60.1 | 3000 |
| 19. | 11/21/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.5 | 65.3 | 60.2 | 3000 |
| 20. | 11/22/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.5 | 64.9 | 60 | 2800 |
| 21. | 11/23/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.3 | 65.1 | 60.2 | 2800 |
| 22. | 11/24/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.9 | 60.1 | 2800 |
| 23. | 11/25/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.6 | 65.3 | 60.2 | 3000 |
| 24. | 11/26/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.6 | 60.2 | 3000 |
| 25. | 11/27/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.9 | 65.6 | 60 | 3000 |
| 26 | 11/28/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.9 | 60.1 | 3000 |
| 27 | 11/29/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.9 | 60.3 | 3000 |

| | | | | | | | |
|------------------|------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 28 | 11/30/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.9 | 65.9 | 60.2 | 3000 |
| 29 | 12/1/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 32 | 65.8 | 65.8 | 60.1 | 3000 |
| 30 | 12/2/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 33 | 65.8 | 65.8 | 60.1 | 3000 |
| 31 | 12/3/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 30 | 65.6 | 65.3 | 60.3 | 3000 |
| 32 | 12/4/2023 | 08:00 s/d 12:00 | 31 | 65.7 | 65.9 | 59.9 | 2500 |
| Rata-rata | | | 32.6 | 65.7 | 65.7 | 60.2 | 2919 |