



**ANALISA KEHILANGAN PANAS SECARA KONDUKSI PADA SALURAN STEAM (PIPA)
DARI TURBIN KE BACK PRESSURE VESSEL (BPV) PADA PABRIK KELAPA SAWIT
(PKS) KAPASITAS 45 TON/JAM**

***ANALYSIS OF HEAT LOSS BY CONDUCTION IN THE STEAM LINE (PIPE) FROM THE
TURBINE TO THE BACK PRESSURE VESSEL (BPV) IN A PALM OIL FACTORY (PKS)
CAPACITY 45 TON/HOUR***

Wahyu Andika¹⁾, Budi Mulyara^{2)*}, Zulham Effendi³, Arifa Sura Sembiring⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia,
Medan, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan, Indonesia

*Corresponding Email : budimulyara@itsi.ac.id

Abstract

The Palm Oil Factory (PKS) is a factory that operates to process Fresh Fruit Bunches/FFB into several products, the main products of the palm oil factory are Crude Palm Oil (CPO) and Palm Kernel Oil (PKO). This research aims to measure temperature in the distribution pipe between the turbine and the back pressure vessel which uses the observation method by observing directly. The results of this research show that on T1 on the first day the temperature was 161.5°C, on the second day there was a fairly low temperature drop at 142°C, on T2 it was not far from T1, on T3 there was a decrease in temperature in the boiler and at T4 there is a fairly low decrease and increase in temperature. Researcher Manarik concluded that a decrease in temperature between the distribution pipe between the turbine and the Back Pressure Vessel is a common occurrence in palm oil mills, and this can affect the operational efficiency and performance of the mill. Therefore, this research aims to determine the loss of heat energy by conduction in the steam distribution pipe entitled "Analysis of Heat Loss by Conduction in the Steam Channel (Pipe) from the Turbine to the Back Pressure Vessel in a Palm Oil Mill (PKS) with a Capacity of 45 Tons/Hour"

Keywords: Heat transfer, Conduction, palm oil mills, Boilers, Turbines, steam pipes

How to Cite : Andika, W. Effendi, Z. dan Mulyara, B. (2023). Analisa Kehilangan Panas Secara Konduksi Pada Saluran Steam (Pipa) dari Turbin Ke *Back Pressure Vessel* (BPV) Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kapasitas 45 Ton/Jam. Jurnal Agro Fabrica Vol.5 (2) : 77-89.

PENDAHULUAN

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan pabrik yang beroperasi untuk mengelola Tandan Buah Segar untuk menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO). Dalam melakukan proses untuk melakukan pengolahan kelapa sawit menjadi CPO maupun PKO harus

melalui beberapa tahapan stasiun terlebih dahulu yaitu stasiun *loading ramp*, stasiun *sterilizer*, stasiun *thresher*, stasiun *press*, stasiun pabrik biji/kernel plant station dan stasiun *klarifikasi*, maka penggerak mesin dan alat pada stasiun-stasiun tersebut Pabrik Kelapa Sawit (PKS)

memiliki tenaga yang bersumber dari *boiler* ke *generator set (genset)* (Rahardja et al., 2021).



Gambar 1. *Boiler* pada Pabrik Kelapa Sawit

Boiler merupakan salah satu alat atau mesin yang berbentuk bejana tertutup yang terbuat dari baja untuk digunakan dalam menghasilkan uap (*steam*). *Steam* yang diperoleh dengan cara memasukan air kedalam pipa-pipa yang berada di dalam boiler, *boiler* di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) pada umumnya menggunakan bahan bakar padat yaitu fiber dan cangkang kelapa sawit. Untuk menghasilkan uap air pipa yang berada di dalam *boiler* terlebih dahulu dipanaskan oleh panas yang dihasilkan dari pembakaran yang berada di *boiler* tersebut menggunakan bahan bakar sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke pipa yang berisi air lalu mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap, kemudian uap akan didistribusikan ke *turbin* (Kunarto, 2018)



Gambar 2. *Generator Set* di Pabrik Kelapa Sawit

Selain *boiler*, Pabrik Kelapa Sawit (PKS) juga menggunakan sumber energi dari *generator set (genset)*, dimana bertujuan untuk sumber cadangan daya listrik ketika pasokan listrik utama mengalami kerusakan, pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) membutuhkan pasokan listrik yang stabil untuk menjalankan berbagai mesin dan peralatan pengolahan, maka *generator set (genset)* yang biasanya digunakan untuk Pabrik kelapa Sawit (PKS) memiliki kapasitas yang besar dan didukung bahan bakar yang tersedia di pabrik seperti bahan bakar solar (Hidayat et al., 2017)



Gambar 3. *Turbin Uap* pada Pabrik Kelapa Sawit

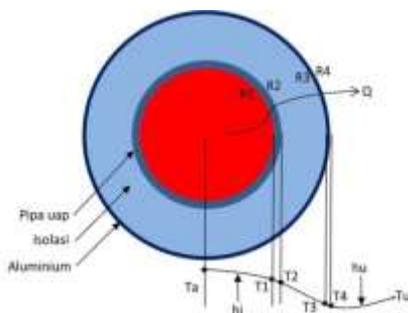
Turbin Uap merupakan mesin yang digunakan untuk mengubah energi termal uap untuk menjadi energi mekanik untuk kemudian dapat digunakan dalam menghasilkan listrik. *Turbin uap* bekerja dengan mengubah energi kinetik uap yang melewati sudu-sudu turbin menjadi energi mekanik yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan generator listrik. Di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) turbin uap digunakan untuk menggerakkan generator listrik dengan menggunakan uap yang dihasilkan dari pemanasan air pada *boiler* yang menggunakan bahan bakar dari *fibre* dan cangkang kelapa sawit (Rismawati et al., 2021).



Gambar 4. *Back Pressure Vessel* di pabrik kelapa sawit

Back Pressure Vessel (BPV) adalah alat yang berfungsi sebagai bejana dimana alat ini yang bertujuan untuk proses menyimpan dan mendistribusikan uap, dimana pada proses pengolahan kelapa sawit BPV berfungsi mendistribusikan uap pada beberapa stasiun yang membutuhkan antara lain stasiun perebusan, stasiun pengepresan, stasiun klarifikasi dan stasiun pengolahan benih, pada proses pengolahan kelapa sawit (BPV) *back pressure vessel* berfungsi untuk mendistribusikan uap rendah dengan tekanan maksimal $3,5 \text{ kg/cm}^3$ (Wisnu & Supriyanto, 2023)

Panas



Gambar 5. Perpindahan panas secara konduksi pada Pipa *steam* Turbin ke *Back Pressure Vessel* (BPV) di Pabrik Kelapa Sawit

Panas adalah energi yang dapat berpindah dari satu benda ke benda lainnya, yang dapat mengakibatkan kenaikan suhu pada suatu benda.

Sistem distribusi uap merupakan suatu sistem yang sangat berpengaruh pada proses pengolahan di pabrik kelapa sawit sehingga bisa untuk mengetahui kapasitas uap yang akan digunakan untuk suatu proses pengolahan pada pabrik kelapa sawit tersebut. Maka upaya yang harus dilakukan untuk meminimalisir kehilangan panas pada pipa uap dari turbin ke *Back pressure vessel* yaitu dengan melakukan pengisolasian saluran pipa uap ini untuk meminimalisir kehilangan energi panas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerugian kehilangan energi panas secara konduksi pada pipa distribusi uap dari turbin ke (BPV) *back pressure vessel* yang berjudul “Analisa Kehilangan Panas Secara Konduksi Pada Saluran *Steam* (Pipa) Dari Turbin Ke BPV (*Back Pressure Vessel*) Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kapasitas 45 Ton/Jam” (Effendi et al., 2021)

Ket :

d1: Diameter Pipa

d2: Ketebalan Pipa

d3: Ketebalan Isolator 1 (Rockwool)

d4: Ketebalan Isolator 2 (Aluminium Foil)

K1: Konduktifitas Thermal Pipa

K2: Konduktifitas Thermal Isolasi 1

K3: Konduktifitas Thermal Isolasi 2

K4: Konduktifitas Thermal Isolasi 3

Panas selalu bergerak dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin, panas juga dapat diartikan bentuk energi kinetik dari

partikel-partikel yang bergerak didalam suatu benda, seperti atom atau molekul yang dapat mempengaruhi benda tersebut. Panas juga merupakan faktor ekstensif yang bergantung pada jumlah zat, sedangkan suhu atau temperatur merupakan faktor intensif yang tidak tergantung pada jumlah zat. Jumlah besar panas biasanya dilambangkan dengan Q dan tergantung pada jumlah, jenis, dan jumlah zat. Ketiga faktor tersebut ini digabungkan menjadi kapasitas panas. Satuan standar untuk panas adalah *Joule* dalam sistem metrik. Namun, satuan kalori juga digunakan untuk mengukur panas ($1 \text{ Joule} = 0,239 \text{ kalori}$) (Trivena & Hakpantria, 2020). Berdasarkan gambar 5 dilakukan perhitungan besarnya perpindahan panas secara konduksi dengan menginput data yang diperoleh.

Perpindahan Panas

Proses Perpindahan panas adalah transfer energi termal dari suatu sistem maupun benda yang memiliki suhu yang lebih tinggi ke suatu sistem atau benda yang memiliki suhu yang lebih rendah. Dalam perpindahan panas ada istilah yang mengacu pada laju aliran panas, pada aliran energi yang terjadi dalam waktu tertentu, yang sering diukur dalam watt (W).

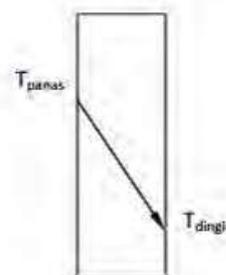


Gambar 6. Proses perpindahan panas

Tingkat perpindahan panas juga dapat diukur dengan persatuan luas, yang dikenal sebagai fluks panas atau aliran panas spesifik, yang dinyatakan dalam notasi titik q . Q dot dan q dot diekspresikan dalam bentuk vektor yang menunjukkan arah perpindahan panas (Aisyah et al., 2021)

Perpindahan Panas Konduksi (Hantaran)

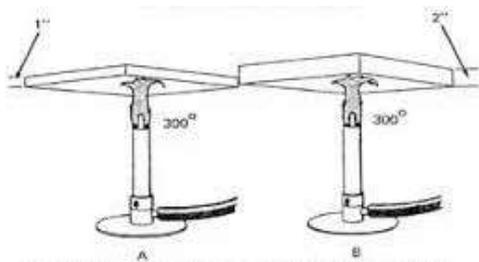
Perpindahan panas secara konduksi terjadi ketika energi termal (panas) bergerak dari suatu objek ke objek lainnya yang berada dalam kontak langsung tanpa adanya perpindahan massa. Dalam kasus dinding ketel, panas disebarkan oleh molekul-molekul dinding ketel bagian dalam yang berbatasan dengan api menuju molekul-molekul dinding ketel bagian luar yang berbatasan dengan air. Dan pada turbin ke bpv terjadi perpindahan panas secara konduksi di sepanjang pipa distribusi dari turbin dan bpv, dimana suhu merambat dari dinding pipa distribusi (Pane, 2015)



Gambar 7. Perpindahan suhu secara konduksi melalui dinding datar

Perpindahan panas secara konduksi dari satu dimensi melalui padatan sudah diatur dalam hukum Fourier, hukum fourier menyatakan

bahwasannya tingkat rate perpindahan panas melalui sebuah material adalah berbanding lurus dengan gradien negatif pada suhu dan luas. melalui laju panas mengalir dalam satu dimensi bisa dinyatakan dalam hukum kedua termodinamika, dinyatakan dalam hukum perpindahan panas bisa diketahui bahwasanya kalor dapat mengalir dari tempat yang suhu tinggi ketempat suhu yang rendah dalam skala suhu.

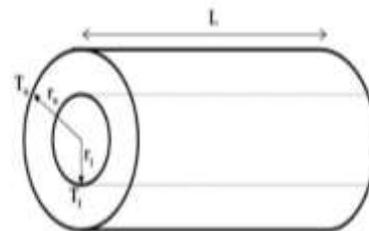


Gambar 8. Proses perpindahan panas konduksi pada bahan dengan ketebalan berbeda

Pada konduksi termal pada gas cukup sederhana dimana energi kinetik pada molekul dapat diketahui dari suhu, dimana suhu yang temperatur tertinggi pada molekul-molekul memiliki kecepatan tinggi dibandingkan suhu yang memiliki temperatur lebih rendah. Dan bisa diketahui bahwasannya jika suatu molekul yang bergerak pada daerah yang bersuhu tinggi kesuhu lebih rendah, maka dari molekul yang mengangkut energi kinetik dari suhu tertinggi kesuhu yang lebih rendah. Adapun pada konduksi termal memiliki nilai konduktivitas sehingga pada suatu bahan dapat menunjukkan laju perpindahan panas yang mengalir pada suatu bahan. Pada konduktivitas termal dari kebanyakan bahan yang digunakan merupakan fungsi suhu dan suhu akan

mengalami sedikit kenaikan, dan apabila nilai konduktivitas termal pada bahan makin besar maka akan makin besar juga panas yang akan mengalir pada benda tersebut.

Perpindahan panas konduksi pada bidang silinder



Gambar 9. Proses perpindahan panas secara konduksi pada dinding Lapis Berbentuk Silinder.

Perpindahan panas pada bidang silinder merupakan suatu proses perpindahan panas yang terjadi dengan cara konduksi yaitu dengan penghantaran panas melalui kontak molekul-molekul dimana pada permukaan silinder maupun tabung. Proses ini terjadi dikarenakan sering terjadi dalam berbagai aplikasi maupun seperti teknik dan alam, bisa seperti pada pipa distribusi, pada distribusi suhu permukaan silinder akan berubah seiring dengan antara jarak dari pusat silinder, jika silinder yang panjangnya lebih besar dibandingkan dengan diameter maka suhu akan mengalami lebih tinggi dipusat dan akan lebih rendah di bagian permukaan. Bisa diketahui bahwasannya perpindahan panas konduksi pada bidang silinder merupakan salah satu bagian aspek penting dalam desain suatu peralatan termal dan sistem pemanas. Dalam pengoptimalan efisiensi perpindahan panas, diperhatikan dalam mempertimbangkan

pemilihan bahan material, ukuran silinder, dan pengaturan suhu. Hal ini harus diperhatikan supaya untuk menjaga dan menghindari masalah seperti overhead maupun underheat dalam pengoprasian (Rivaldi, 2014)

Bisa dilihat dari gambar 9 bahwasannya suatu silinder yang berongga dan memiliki jari – jari dalam silinder r_1 , dan jari – jari luar r_o ,

dengan panjang yang dinyatakan dengan L dialiri dengan suhu panas q . Dan pada suhu permukaan luar dinyatakan dengan T_o . Proses perpindahan panas secara konduksi pada bidang silinder merupakan perpindahan melalui Proses perambatan ini terjadi dalam jarak terpendek dan dapat dihitung menggunakan rumus berikut (A. Yani, 2017).

$$q = -KA \frac{dt}{dx}$$

$$Q_{kond} = \frac{2\pi L (T^1 - T^4)}{\sum_{i=1}^n \frac{dn1}{k1 dn2}}$$

$$\sum i = 1 k1 \ln d1$$

Mencari T1

$$\frac{Q_{kond}}{L} = \frac{2\pi(T^1 - T^4)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{k1} \ln \frac{dn1}{dn2}} \quad (1)$$

Mencari T2

$$T^2 = T^1 - \frac{Q_{kon}}{L} \times \frac{1}{k1} \ln \frac{d2}{d1} \quad (2)$$

Mencari T3

$$T^3 = T^2 - \frac{Q_{kon}}{L} \times \frac{1}{k2} \ln \frac{d3}{d2} \quad (3)$$

Mencari T4

$$T^4 = T^3 - \frac{Q_{kon}}{L} \times \frac{1}{k3} \ln \frac{d4}{d3} \quad (4)$$

Dimana:

q = Laju perpindahan panas (watt)

k = Konduktivitas termal ($w/m^{\circ}C$)

A = Luas permukaan terletak pada aliran panas (m^2)

dT = Beda temperatur permukaan ($k/^{\circ}C$) Dimana (K) adalah konduktivitas termal tanda negatif (-) menyatakan bahwa makin tebal makin turun temperatur di balik dinding tersebut.

Tabel 1. Tabel data saluran pipa distribusi *steam* dari *turbin* ke BPV

Bahan Logam	k(W/m°C)
Perak	410
Tembaga	385
Aluminium	202
Nikel	93
Besi	73
Baja karbon	43
Timbal	35
Baja Krom nikel	16,3
Emas	314

Analisa Penyebab Kehilangan Panas

Agar dapat memperoleh hasil analisa yang sesuai dengan tujuan penelitian ini maka diperlukannya tools yang relevan dengan data yang telah didapatkan dalam penelitian dan perhitungan yang telah dilaksanakan, dan agar dapat memudahkan mengetahui masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan, peneliti sudah mengelompokkan masalah tersebut dalam 4 kategori yang dapat menyebabkan masalah pada kehilangan panas pada pipa distribusi yaitu terdiri dari manusia, metode, material dan maintenance yang sudah dianalisa menggunakan analisa fish bone sebagai berikut :



Gambar 10. Identifikasi Kehilangan Panas Secara Konduksi

Manusia

Guna untuk mencapai kualitas kerja yang maksimal pada setiap proses, maka diperlukannya pengawasan yang optimal hal dikarenakan pengawasan memiliki peran sentral yang sangat penting. Bukan saja fungsi pengawasan sebagai untuk mengevaluasi suatu kegiatan dan kemampuan yang dilakukan oleh pekerja. Dalam hal ini, perlu diketahui bahwasannya pengawasan ini menunjukkan ada kekurangan dalam sistem pengawasan yang diterapkan dalam sistem pengawasan dilakukan oleh perusahaan (Hakim & Ayanti, 2021).

Dalam meningkatkan kualitas keterampilan pada pekerja maka perusahaan harus sering melakukan pelatihan kepada para operator mesin dan lainnya. Dengan dilakukannya pelatihan ini diharapkan karyawan maupun operator mesin dapat memperoleh pengetahuan yang mendalam dan menambah keterampilan yang lebih baik dari sebelumnya, terutama dalam mengatasi permasalahan maupun pada kerusakan mesin yang di oprasikannya (Rinawati & Dewi, 2014)

Mesin

Preventive Maintenance (PM) suatu strategi perawatan yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan, kegagalan, atau maupun penurunan kinerja mesin atau suatu tindakan pencegahan sebelum terjadinya kerusakan pada mesin. Tujuan utama dari *Preventive maintenance* adalah mempertahankan peralatan dalam kondisi yang

optimal supaya dapat berfungsi dengan baik dan meminimalkan downtime (Mulawarman, 2016)

Selain itu penggunaan kembali material yang telah mencapai masa pakainya, maupun tindakan penambalan yang dilakukan pada logam atau besi yang sudah rapuh akan berdampak negatif pada kinerja mesin. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya kinerja bahkan bisa merugikan keberlangsungan operasional perusahaan, dalam praktiknya penggunaan kembali material yang mencapai masa pakainya sering dilakukan, terutama jika material itu masih dalam keadaan yang cukup baik dan memenuhi persyaratan keamanan maupun kualitas yang relevan. Namun, sebelum melakukan tindakan tersebut harus dipertimbangkan terlebih dahulu supaya bisa memastikan material yang akan digunakan kembali akan berdampak positif atau sebaliknya akan berdampak negatif.

Metode

Penentuan waktu pemasangan yang optimal dalam proses produksi merupakan elemen yang sangat penting dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi dan hasil sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Penetapan standar waktu pengerjaan merupakan hal yang tidak bisa diabaikan, dengan adanya standar waktu yang telah ditetapkan maka perusahaan dapat mengarahkan karyawan untuk mencapai target sesuai waktu yang telah ditetapkan (Kristanti & Pangastuti, 2019)

Lingkungan

Dalam konteks pengolahan di pabrik kelapa sawit, keberlangsungan operasional alat

dan perlengkapan menjadi faktor kunci dalam mencapai hasil yang optimal. Oleh sebab itu maka perawatan yang teratur dapat mencegah terjadinya gangguan pada mesin produksi yang disebabkan dengan adanya kerusakan maupun kegagalan di peralatan, hal ini bisa dapat menghemat waktu dan biaya yang diperlukan untuk memperbaiki masalah tersebut.

dengan melakukan penerapan seperti yang sudah dijelaskan bahwasanya kedepannya dapat membuat kesadaran pekerja maupun operator terkait dengan pengecekan alat dan kebersihan ditempat kerja sebelum dan setelah operasi. Tindakan itu merupakan langkah penting dalam menjaga keselamatan dan kualitas pekerja, dalam meningkatkan kesadaran ada peran penting pabrik maupun tim manajemen dalam memberikan pelatihan, panduan, inspeksi rutin, dan mendorong komunikasi terbuka antara pekerja dan pihak manajemen perusahaan, dengan demikian, risiko kecelakaan kerja, kesalahan operasional dapat diminimalkan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di pabrik kelapa sawit yang berkapasitas 45 ton/jam. Dan untuk waktu penelitian dimulai pada tanggal 17 – 22 Juli 2023

Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode pertama melakukan studi literatur dengan mempelajari dari berbagai sumber referensi yang ada dan referensi yang relevan sesuai dengan keperluan penelitian.

Penelitian ini juga menggunakan metode analisa deskriptif kuantitatif berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di pabrik kelapa sawit, untuk pengambilan data peneliti langsung melakukan pengukuran temperatur suhu pada pipa distribusi antara *turbin* dan *back pressure vessel*, adapun untuk melakukan pengolahan data peneliti menggunakan metode kehilangan panas (*indirect*).

Bahan dan Peralatan

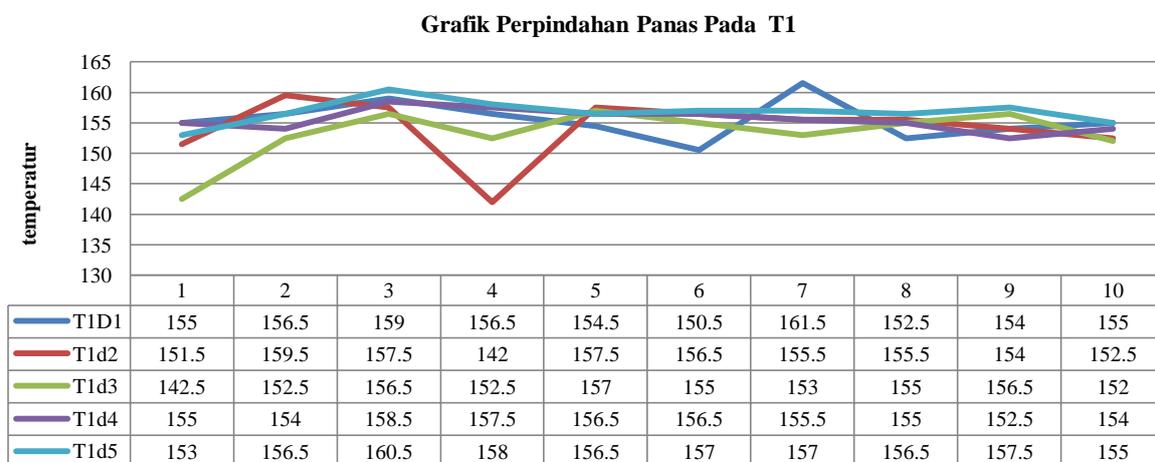
Alat yang digunakan yaitu Thermo Gun, Meteran Gulung, Pipa Line *Steam Turbin* ke *Back Pressure Vessel*, Sarung Tangan. Adapun bahan yang digunakan yaitu *steam* yang diperoleh dari uap hasil pemanasan air di dalam boiler pabrik kelapa sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh peneliti pada saat pabrik sedang operasional saluran pipa dari *Turbin* menuju ke *BPV* (*Back Pressure Vessel*) yang telah dilakukan penelitian, maka peneliti dapat

menjelaskan hasil penelien dalam rekapitulasi grafik dengan menggunakan rumus sebagai berikut : Perhitungan kehilangan panas secara konduksi pada T1 dapat dilihat di rumus (1); Rumus perhitungan kehilangan panas secara konduksi pada T2 dapat dilihat di rumus (2); Rumus perhitungan kehilangan panas secara konduksi pada T3 dapat dilihat di rumus (3); Rumus perhitungan kehilangan panas secara konduksi pada T4 dapat dilihat di rumus (4).

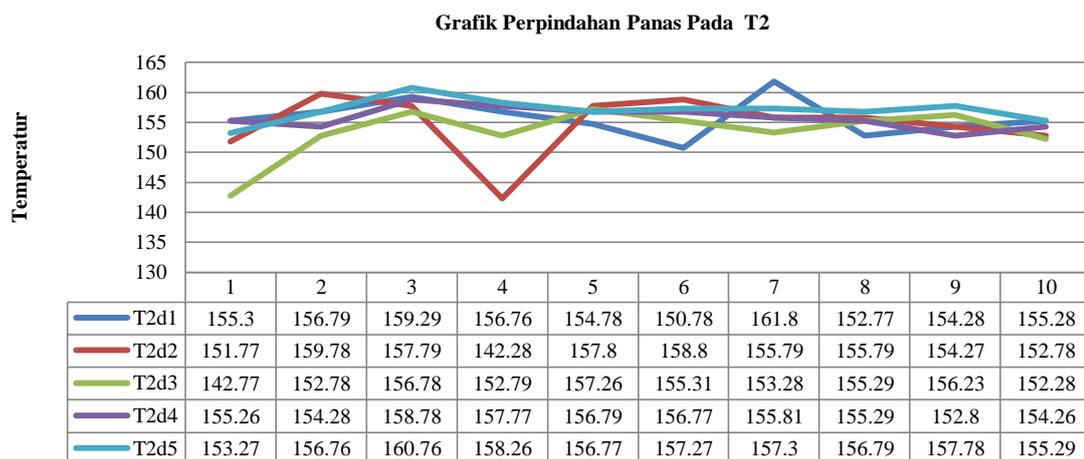
Setelah dapat mengetahui perhitungan T1,T2,T3, dan T4 yang sudah dilaksanakan penelitian selama lima hari yang dilaksanakan pada tanggal 17 Juli 2023 sampai dengan 22 Juli 2023. Pada waktu penelitian peneliti melakukan pengukuran dan perhitungan suhu pada lapisan pipa distribusi disetiap satu jamnya, setelah mengetahui suhu peneliti melakukan analisa dan melakukan perhitungan pada data kehilangan panas T1, T2, T3, dan T4 , berikut hasil perhitungan yang disajikan dalam bentuk diagram grafik.



Gambar 11. Grafik perpindahan panas secara konduksi pada T1 di pipa distribusi antara *Turbin* dan *Back Pressure Vessel*. Ket : T = Temperatur; d1= diameter pipa; d2 = ketebalan pipa; d3 = ketebalan isolator 1 (Rockwol); d4 = ketebalan isolator 2 (Aluminium Foil).

Berdasarkan grafik 11 yaitu grafik T1°C kehilangan panas secara konduksi secara keseluruhan diatas bisa dilihat bahwasanya temperatur pada hari kedua di jam keempat mengalami penurunan temperatur yang cukup rendah yaitu di suhu 142°C, dan pada hari pertama di jam ketujuh adalah puncak tertinggi pada T1 yaitu berada di temperatur 161,5°C. Kenaikan suhu pada hari pertama dan ketujuh ini disebabkan oleh pabrik sedang mengolah dengan baik dan mendapatkan suplai bahan bakar yang bagus serta tidak terjadinya kerusakan pada mesin pengolahan.

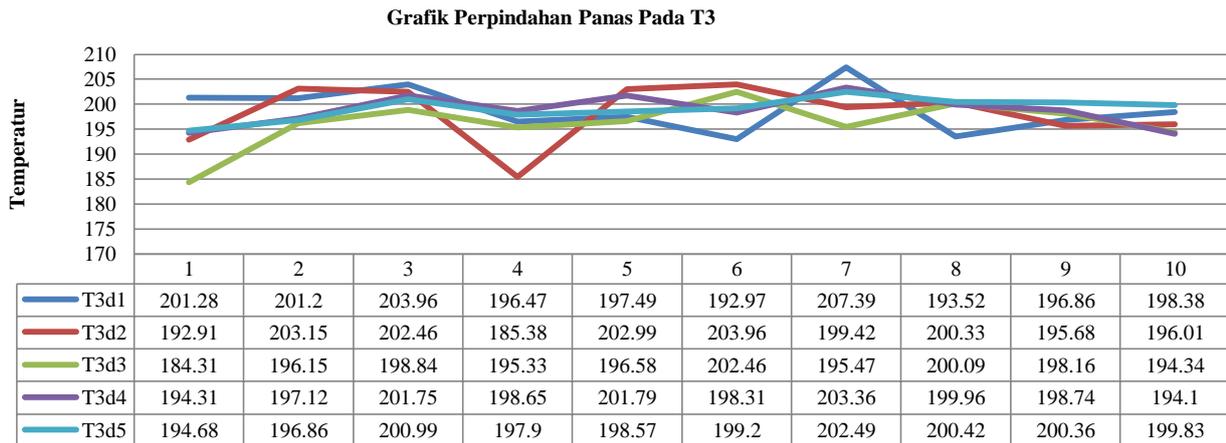
Hal ini bisa mempengaruhi efisiensi operasional dan kinerja pabrik tersebut. Karena itu, hal ini dapat disebabkan karena di jam keempat dihari kedua tersebut pabrik sedang mengalami kerusakan pada *conveyor* pengangkut tandan kosong ke tempat penampungan. Sehingga pengolahan tandan buah segar harus di berhentikan terlebih dahulu dan secara tidak langsung tekanan pada *boiler* juga dikurangi, sehingga untuk suplay ke turbin tidak terpenuhi dan menyebabkan penurunan suhu sebesar $\pm 12,5^{\circ}\text{C}$ dari total rata-rata T1 dihari kedua tersebut.



Gambar 12. Grafik perpindahan panas secara konduksi pada T2 di pipa distribusi antara *Turbin* dan *Back Pressure Vessel*. Ket : T = Temperatur; d1= diameter pipa; d2 = ketebalan pipa; d3 = ketebalan isolator 1 (Rockwol); d4 = ketebalan isolator 2 (Aluminium Foil).

Berdasarkan pada grafik 12 Kehilangan panas pada T2 secara konduksi merupakan kehilangan panas yang dimana proses itu terjadi karena disebabkan oleh lingkungan sekitarnya yang mengalami kehilangan panas melalui konduksi termal. Sehingga hal ini bisa terjadi karena pipa distribusi memiliki perbedaan suhu antara uap basah yang keluar dari *turbin* dan lingkungan di

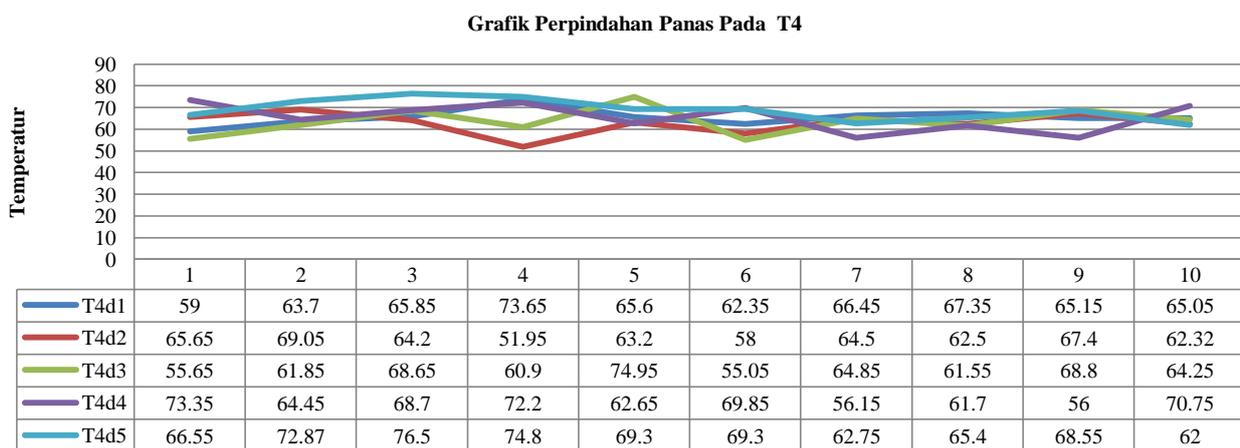
sekitarnya memiliki yang lebih rendah atau dingin, sehingga perpindahan panas konduksi terjadi melewati kontak langsung dengan pipa distribusi. Proses ini terjadi karena disebabkan perbedaan suhu pada pipa distribusi yang biasanya memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada suhu disekitarnya.



Gambar 13. Grafik perpindahan panas secara konduksi pada T3 di pipa distribusi antara *Turbin* dan *Back Pressure Vessel*.
Ket : T = Temperatur; d1= diameter pipa; d2 = ketebalan pipa; d3 = ketebalan isolator 1 (Rockwol); d4 = ketebalan isolator 2 (Aluminium Foil).

Berdasarkan pada gambar 13 menunjukkan data T3 secara keseluruhan yang dimana terjadinya proses kehilangan panas secara konduksi, bisa dilihat bahwasannya terjadi penurunan temperatur pada hari kedua dan ketiga. Yang dimana pada hari kedua terjadi penurunan suhu $\pm 12,25^{\circ}\text{C}$ dari jam ketiga dan pada hari ketiga yang dimana suhu di jam pertama cukup rendah yang bertemperatur

185,38°C, suhu pada jam satu ini dikarenakan tekanan boiler masih dalam proses menaikkan tekanan sehingga padaa jam kedua temperatur sudah menunjukkan kestabilan yang dimana bertemperatur 184,31°C, yang dimana suhu mengalami kenaikan temperatur sebanyak 11,84°C.



Gambar 14. Grafik perpindahan panas secara konduksi pada T2 di pipa distribusi antara *Turbin* dan *Back Pressure Vessel*.
Ket : T = Temperatur; d1= diameter pipa; d2 = ketebalan pipa; d3 = ketebalan isolator 1 (Rockwol); d4 = ketebalan isolator 2 (Aluminium Foil).

Berdasarkan pada gambar grafik 14 pada T4 diatas bisa kita lihat bahwasannya grafik menunjukkan ada penurunan dan kenaikan

temperatur suhu, yang dimana titik terendah pada hari kedua temperatur bersuhu 51,95°C. Penurunan temperatur suhu ini terjadi karena

disebabkan oleh kerusakan pada alat di pabrik sehingga tekanan pada boiler diturunkan dan sehingga berdampak di T1 sampai T4 pada pipa distribusi.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan:

1. Pada saluran pipa distribusi antara turbin ke back pressure vessel bahwasanya kehilangan panas terjadi dikarenakan pengaruh antara lapisan pelindung panas yang masih kurang optimal.
2. Penurunan suhu mencapai 142°C disebabkan oleh rusaknya mesin pengolahan pada pabrik, sehingga tekanan pada boiler harus diturunkan dan menyebabkan suplai uap pada turbin menurun.
3. Semakin besar suplai *steam* pada pipa distribusi maka akan semakin besar juga kehilangan panas secara konduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Yani, R. (2017). *Analisa Kehilangan Steam dan Penurunan Temperatur*. 6(2), 123–135.
- Aisyah, S., Effendi, Z., & Pratama, W. Y. (2021). Analisa Head Losses pada Diameter Pipa terhadap Terbentuknya Kavitasasi Pompa. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*, 9(1), 17–22.
- Effendi, Z., Aisyah, S., & Pratama, S. (2021). Analisa Kavitasasi Terhadap Pompa Thorishima Berdasarkan Variasi Temperatur Dan Ketinggian Instalasi Dearator. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(1), 6. <https://doi.org/10.25077/jtpa.25.1.6-15.2021>
- Hakim, F., & Ayanti, M. (2021). Pengaruh Total Quality Management Dan Pengawasan Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Victory Chingluh. *Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin (SinaMu)*, 2, 183–189. <https://doi.org/10.31000/sinamu.v2i0.3379>
- Hidayat, L., Surawan, F. E. D., & Raja, A. H. L. (2017). Kajian Sumber Energi Pada Pengolahan Kelapa Sawit Menjadi Crude Palm Oil (Cpo) Di Pt. Alno Agro Utama Sumindo Oil Mill, Bengkulu Utara. *Agrointek*, 11(2), 75. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v11i2.3175>
- Kristanti, D., & Pangastuti, R. L. (2019). Kia-kiat Merangsang Kinerja Karyawan Bagian Produksi. In *Journal Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Manusia* (Vol. 24, Issue 4).
- Kunarto, K. (2018). Analisa Efisien Boiler Pabrik Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Bahan Bakar Fibre Dan Cangkang. *Penelitian Mandiri Universitas Bandar Lampung*, 1–28.
- Mulawarman, F. A. (2016). Perencanaan Perawatan Mesin Injection Molding dengan Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance di PT. Victory Plastic. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(3), 99–110.
- Pane, A. H. (2015). Perpindahan panas konduksi Steady State - One Dimensional. *Perpindahan Panas*, 7–8.
- Rahardja, I. B., Mahfud, A., & Bawana, P. D. (2021). Pengaruh Penggunaan Boiler 20 Ton Uap / Jam Terhadap Kenaikan Kapasitas Pabrik 40 Ton / Jam Pabrik Minyak Kelapa Sawit (Pmks) Xyz. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(2), 227–236.
- Rinawati, D. I., & Dewi, N. C. (2014). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Efectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec Di PT. Essentra

Surabaya. *Prosiding SNATIF*, 1, 21–26.

- Rismawati, D., Ibrahim, H., Sutrisno, J., Bahri, N., Teknik, J., Program, M., Teknik, S., Energi, K., Medan, P. N., Teknik, J., Program, M., Teknik, S., Medan, P. N., Bulan, P., & Medan, K. (2021). Analisis Sistem Distribusi Uap Dari Water Tube Boiler Dengan Kapasitas 45 Ton / Jam Analysis Of Steam Distribution System From Water Tube Boiler With A Capacity Of 45 Tons / Hour. *Journal of Physics: Conference Series*, 2(2).
- Rivaldi, M. (2014). Analisa Perpindahan Panas Pada Marcet Boiler Kapasitas Tekanan Uap 5 Bar. *Skripsi Perpindahan Panas Pada Marcet Boiler*.
- Trivena, T., & Hakpantria, H. (2020). PCK (Pedagogical Content Knowledge) Awal Guru Sekolah Dasar dalam Mengajarkan Konsep Kalor: A Case Study. *Elementary Journal*, 3(1), 1–13. <http://ukitoraja.ac.id/journals/index.php/ej/article/view/877>
- Wisnu, M., & Supriyanto, G. (2023). Analisis Kebutuhan Uap pada Perebusan Tiga Puncak. 1, 685–692.