



Research Article

Menurunkan *Lead Time Test Bench Engine* dengan Meningkatkan Kualitas *Cooling System* pada *Test Bench*

Wilarso^{*1}, Asep Saepudin¹, Bayu Idianto¹, Aswin Domodite¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Indonesia

Corresponding author: wilarso@sttcileungsi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 19 August 2022

Revised : 19 December 2022

Accepted : 30 January 2023

Available online : 3 February 2023

Keywords: Horse power, temperature, heat exchanger cooling tower

Kata Kunci: Horsepower, temperatur, heat exchanger cooling tower

ABSTRACT

The engine is currently overheating because the cooling system's temperature increased by 80 °C after the overhaul. A "bench engine test," often referred to as a "assembly engine performance test," must be performed to measure the temperature rise before the engine is given to the customer. The test findings indicate that the PRC PT X standard engine is suitable for supplying SITE clients with high-quality components. In order to be corrected or prevented through engineering, the proposal identifies the root cause of the cooling system dyno test engine issue. The dyno test engine at PRC PT X is being tested in this investigation using the flow method. After the repairs, the cooling tower's output has cooled down and is now ready to be injected into the engine system at a temperature between 35 and 40 °C. This takes place as a result of the heat exchanger's ability to operate at peak efficiency. When executing a Komatsu engine performance test, all systems, starting with the fuel, oil, water, and electrical sensors, must be in working order and comply with manufacturer-required standard indicators. This will eventually lead to the testing process evolving into a quality method. Therefore, a quality process will result in a quality output.

ABSTRAK

Sistem pendingin pada engine setelah dilakukan overhaul mengalami peningkatan 80°C, dimana engine mengalami overheating. Untuk mengetahui peningkatan temperatur tersebut, sebelum engine dikirim ke pelanggan harus dilakukan *Test Bench Engine* adalah "uji unjuk kerja engine hasil *assembly*". Dari hasil pengujian untuk mengetahui kesesuaian dari *standard engine* PRC PT X agar memenuhi kebutuhan komponen berkualitas kepada pelanggan di SITE. Usulan menentukan akar penyebab masalah pada *cooling system dynotest engine* sehingga dapat dieliminasi atau



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

dilakukan rekayasa *engineering*. Adapun metode dalam penelitian ini pengujian *dyno test engine* di PRC PT X dengan menggunakan metode alir. Dari perbaikan yang telah dilaksanakan output dari *cooling tower* menjadi dingin dengan temperatur 35-40°C dan siap untuk disirkulasikan ke dalam *engine* sistem. Hal ini dikarenakan efektifitas dari *heat exchanger* berfungsi maksimal. Di dalam melakukan *test performa engine* komatsu, semua sistem haruslah berjalan baik dan sesuai dengan indikator standar dan manufaktur mulai dari *fuel, oil, water, air* dan elektrik sensor. Hal ini agar proses pengetesan sampai proses selesai pengetesan menjadi proses yang berkualitas. Sehingga dengan proses yang berkualitas akan menghasilkan produk yang berkualitas

1. PENDAHULUAN

Dalam proses *overhaul engine* terdapat beberapa proses mulai dari tahap *receiving* atau penerimaan *component engine* dari SITE, *disassembly* atau pembongkaran *component engine, inspection and measurement* atau proses pengukuran dan analisis kerusakan, setelah itu dilakukan proses *assembly* atau perakitan komponen *engine*, dan demi menjaga kebutuhan komponen *engine* yang berkualitas dan sesuai standar *manufacture*, maka sebelum *component engine* di kirim ke *jobsite, engine* harus melewati tahap *dyno test* atau test performa pada *engine*, hal ini dilakukan agar kualitas hasil produksi *component engine* sesuai dengan standar manufaktur atau perusahaan pembuat *engine* tersebut [2].

PRC (*Plant Rebuild Center*) adalah salah satu cabang perusahaan kontraktor pertambangan batubara yang bertugas menyediakan komponen *engine overhaul* Komatsu untuk unit alat berat [1]. Adapun beberapa tipe *engine* yang diproduksi adalah: 1) Type engine SAA12V140E-3 diaplikasikan untuk unit model: HD 785-7. 2) Type engine SA12V140-1 diaplikasikan untuk unit model: HD785-5 dan WA800-3. 3) Type engine SAA6D170E-5 diaplikasikan untuk unit model: HD465-7RPC1250-8 dan D375-6. 4) Type engine SA6D170E-3 diaplikasikan untuk unit model: D375-5. 5) Type engine SAA6D140E-5 diaplikasikan untuk unit model: D155-6. 6) Type engine SA6D140-2 diaplikasikan untuk unit model: GD825-2.

Tujuan dilakukan *Test Bench Engine* adalah “uji unjuk kerja *engine* hasil *assembly*, untuk mendapatkan dan mengetahui kesesuaian dari standar *engine* PRC PT X agar memenuhi kebutuhan komponen berkualitas kepada pelanggan di site, oleh karena itu semua sistem kerja pada *engine* akan diperiksa mulai dari HP (*Horse Power*/maksimal tenaga yang dikeluarkan *engine*) [3]. *Torque Max* (Maksimal daya puntir). Sistem pembakaran pada *engine*, sistem pendinginan, sistem pelumasan, sistem udara dan sistem elektrik pada *engine*. Semua alat komponen yang terdapat pada *dyno test engine* Komatsu seperti berada pada unit tempat *engine* tersebut terpasang. Hal ini agar performa *engine* secara *actual* akan bekerja sesuai *standard manufacture* [4]. Gap analisis waktu pengetesan *engine* secara keseluruhan membutuhkan waktu maksimal 11 hari kerja. Sehingga batasan masalah mencakup pengujian *dyno test engine* terhadap sistem pendingin *engine* [5] [6].

2. METODE PENELITIAN

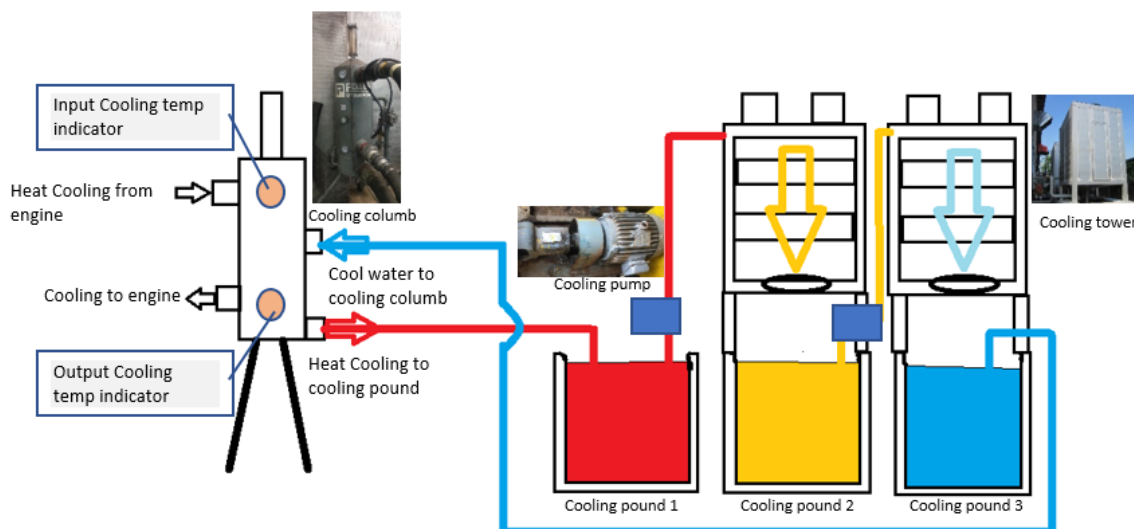
Dengan menggunakan metode alir dan mencari akar penyebab masalah pada *cooling system dynotest engine* sehingga dapat dieliminasi atau dilakukan rekayasa *engineering* [7]. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk mengetahui akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. 1) Identifikasi masalah yang terjadi pada kegagalan *cooling system dynotest*. 2) Studi literatur yang ada keterkaitan dengan penelitian, untuk mengetahui gap analisis. 3) Pengumpulan data terhadap kerusakan dan kendala yang terjadi. 4) Hasil uji perbaikan untuk mengetahui keandalan suatu komponen yang telah diperbaiki. 5) Jika terjadi kegagalan harus dilakukan identifikasi masalah, supaya mengetahui kendala dalam pengujian. 6) Analisis dan pembahasan terhadap hasil pengujian pada *cooling system dynotest*.

Proses perakitan riset lapangan. Pada *cooling system* di *engine test bench* ini menggunakan *system heat exchanger air to air* penukar panas udara ke udara termasuk struktur inti yang menentukan dua jalur udara dan sepasang kipas untuk mengalirkan udara melalui inti di jalur tersebut dibentuk oleh struktur rangka yang ditentukan oleh elemen rangka tabung yang saling mengunci dan panel yang menutup permukaan yang ditentukan oleh elemen tersebut [8]. Elemen bingkai panel terdiri dari berbagai jenis yang menyediakan panel penutup sederhana, *baffle*, saluran masuk dan keluar, panel pendukung kipas, dan lain-lain, pada dasarnya berbentuk bujur sangkar untuk ditempatkan pada permukaan yang ditentukan oleh elemen bingkai sehingga konstruksi penukar panas dapat disesuaikan. Dengan memposisikan berbagai jenis panel jika diperlukan.

Pada *cooling system engine test bench* terdapat beberapa komponen yaitu:

- A. Kolom Pendingin (*cooling coulomb*) bertindak sebagai komponen di mana suhu mesin dapat di atur di area pengujian terbatas, tanpa radiator yang rapuh dan kipas yang berbahaya. Jadi fungsi komponen kolom pendingin di sini terdapat regulator *valve* yang digunakan sebagai pengatur tekanan air dalam sistem dan pengatur utama arah aliran air pendingin di saat air dalam sistem harus disalurkan ke alat pendingin untuk didinginkan atau tetap disirkulasikan di *engine* agar suhu kerja *engine* cepat tercapai. Simulasi seperti

Gambar 1.



Gambar 1. Alur cooling system pada test bench engine.

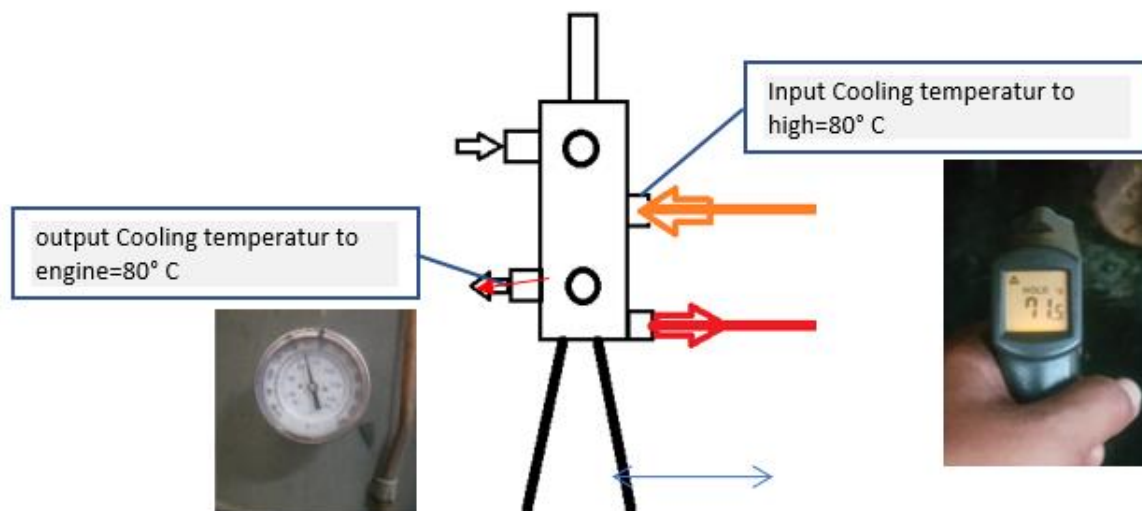
- B. Kolam penampung (*cooling pound*), *cooling pound* dipisah menjadi tiga bagian *cooling pound 1* untuk menampung air dari *engine* dan *dynamometer* dengan temperatur 60-80°C, *cooling pound 2* untuk menampung air yang sudah di didinginkan oleh *cooling tower* dengan temperatur 50°C dan *cooling pound 3* menampung air yang sudah di didinginkan oleh *cooling tower* dengan *temperature* 30-40°C.
- C. *Cooling pump* berfungsi sebagai pendorong air dari *pound 1* ke atas *cooling tower* untuk melalui proses pendinginan oleh *cooling tower* [9].
- D. *Cooling tower* atau disebut sebagai *heat exchanger* air to air atau media pendinginan melalui udara.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisa dan perbaikan.

Case leadtime pengerjaan *engine test bench* yang paling banyak terdapat pada *cooling system*. Hal ini dikarenakan ECU *engine* (*Engine Control Unit*) membaca adanya *problem* pada *engine* itu sendiri yaitu *engine overheat*, di saat temperatur mencapai 107°C, sensor akan mengeluarkan *voltage* sebesar 4,2 V dan di tangkap ECU dan ECU akan melakukan *derate* atau menurunkan *output power* dan RPM *engine* itu sendiri [10].

Menurut analisa di lapangan penyebab *engine overheat* dikarenakan *coolant* yang di *supply* ke *cooling coulomb* dari *pound* (kolom) terlampau tinggi mencapai 80°C [11]. Hal ini yang menyebabkan *coolant* yang sirkulasi pada *engine* sudah terlalu tinggi, dan tidak ada proses pendinginan di dalam *engine* itu sendiri seperti **Gambar 2**.



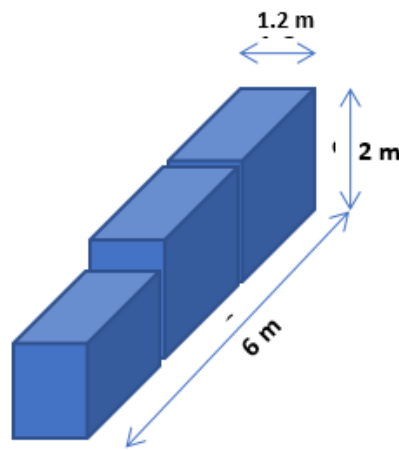
Gambar 2. Alur *problem temperature input cooling coulomb to high*.

Hal ini terjadi dikarenakan air di *cooling pond 3* temperatur masih tinggi, penyebabnya adalah kurang efektifnya proses perpindahan panas (*Heat Exchanger*) di dalam *cooling tower* sehingga perlu dilakukan analisa [12].

3.2 Analisa heat exchanger (cooling tower).

Spesifikasi 1 Cooling tower:

- Tinggi = 2000 mm
- Lebar = 1500 mm
- Panjang = 1750 mm
- Diameter cooling fan = 2 x 300mm = luas motor fin = 2 x 70650 = 141.300 mm
- Flow rate = 700 l/menit
- Diameter output silogate = 800 mm
- Kapasitas kolam = 8 x 2 x 1,2 = 19,2 m = 19200 liter (Standar manual power test = 4000-20000 liter) (**Gambar. 3**).



Gambar 3. Design cooling pound.

Laju perpindahan panas dihitung menggunakan rumus:

$$(mC_p\Delta T)_{Rad} = (mC_p\Delta T)_c - (mC_p\Delta T)_a \quad (1)$$

$$(mC_p\Delta T)_c = \varepsilon C_{min}(AT)_{max} \quad (2)$$

Koefisien perpindahan panas keseluruhan diberikan oleh:

$$UA = \frac{1}{\frac{1}{h_c i A_i} + \frac{\delta_p}{k_p A_m} + \frac{1}{\eta_o h_o A_o}} \quad (3)$$

Sehingga kurang maksimalnya efektivitas heat exchanger pada cooling tower dikarenakan:

- Aliran fluida pendingin (Udara) lebih kecil dibanding aliran fluida panas (Air). Hal ini dikarenakan ukuran diameter *fan* kecil yang dijelaskan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. *Fan cooling* sebelum dilakukan perbaikan.

- b. Laju Kecepatan aliran fluida panas (air) terlalu besar sehingga efektifitas proses perpindahan panas dari fluida panas ke fluida dingin tidak maksimal. Hal ini terjadi dikarenakan diameter *output heat exchanger* atau *silogate* terlalu besar, yang dijelaskan pada **Gambar 5** [13].

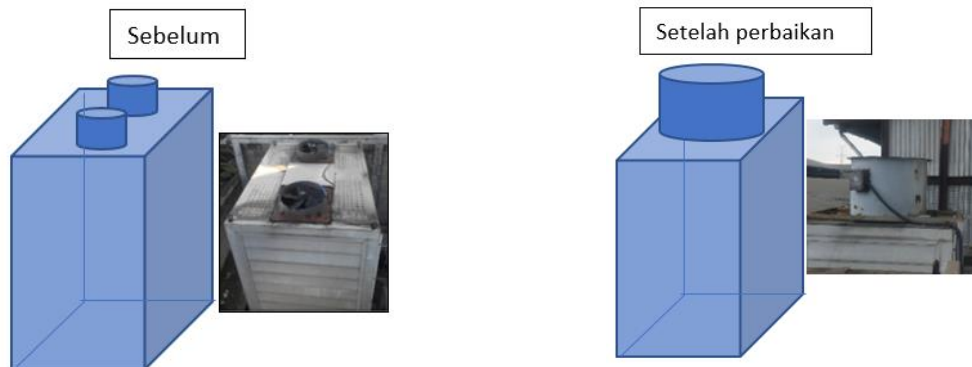


Gambar 5. *Silogate* sebelum dilakukan perbaikan.

3.3 Perbaikan.

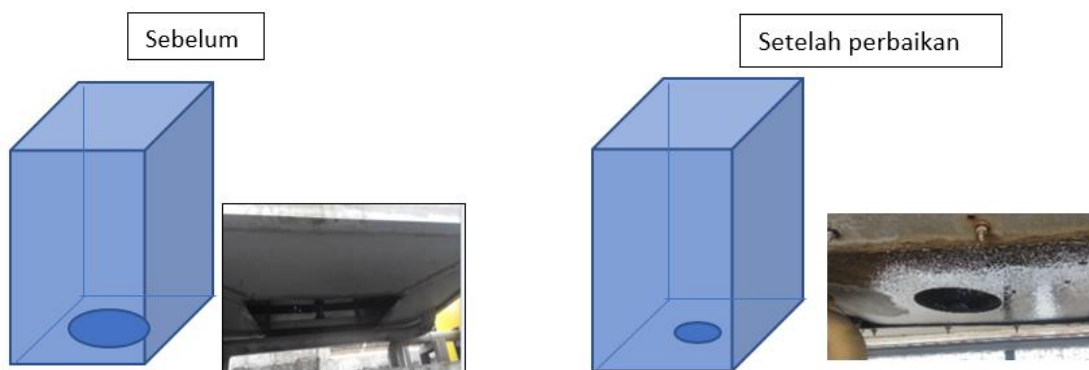
Adapun perbaikan yang dilakukan sebagai berikut:

- a. **Gambar 6** merubah *cooling fan* dari luas *cooling fan* 141.300 mm menjadi 785.000 mm. *Cooling fan* diperbesar agar aliran fluida dingin (udara) sama dengan aliran fluida panas (air) [14].



Gambar 6. Proses perbaikan 1.

- b. **Gambar 7** melakukan modifikasi pada *output heat exchanger* dari diameter 800 mm menjadi 200 mm.



Gambar 7. Hasil perbaikan 2.

Sehingga dari hasil perbaikan dapat dilihat dikarenakan efektifitas perpindahan panas di kedua fluida sangat baik sehingga saat *input heat exchanger* di *temperature* 80°C, *output fluida* panas (air) bisa mencapai 35°C.

3.4 Uji hasil perbaikan

Dari perbaikan yang telah dilaksanakan *output* dari *cooling tower* menjadi dingin dengan temperatur 35-40°C dan siap untuk disirkulasikan ke dalam *engine system* [15]. Hal ini dikarenakan efektifitas dari *heat exchanger* berfungsi maksimal sesuai dengan pengujian pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Pengetesan engine dengan temperatur input 40°C.

4. KESIMPULAN

Di dalam melakukan test performa *engine* komatsu, semua sistem haruslah berjalan baik dan sesuai dengan *indicator standard* dari *manufacture* mulai dari *fuel*, *oil*, *water*, air dan *electric sensor*. Hal ini agar proses pengetesan, sampai proses selesai pengetesan menjadi proses yang berkualitas. Sehingga dengan proses yang berkualitas akan menghasilkan produk yang berkualitas. Seperti contoh permasalahan diatas, dikarenakan terdapat masalah pada *cooling system* sehingga *lead time* pengetesan menjadi lama dan juga menjadi tidak standar. Hasil dari perhitungan *heat exchanger* pada *cooling tower* memberikan nuansa efek kualitatif dari karakteristik komponen pada kinerja *cooling fan*, *cooling pump*, *cooling pound* dan aliran dari *cooling tower*. Dari hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa pada sistem perpindahan panas, antara antara kuantitas dari fluida 1 dan fluida 2 harus seimbang dan percepatan laju alir dari setiap fluida harus diatur agar perpindahan panas menjadi efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Martin, S. Anwar, and N. Zein, "Analisa Perbandingan Bahan Bakar Solar dengan Biodiesel B-20 Minyak Kelapa Sawit terhadap Performance Engine Komatsu Saa12V140E-3," *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 02, no. 02, pp. 48–56, 2020.
- [2] I. D. Gede, A. Suwira, and I. G. B. W. Kusuma, "Unjuk Kerja Mobil Bertransmisi Manual Menggunakan Bahan Bakar Liquefied Gas For Vehicle (LGV)," *J. METTEK*, vol. 2, no. 2, pp. 75–82, 2016.
- [3] H. Susanto *et al.*, "Proses Desain untuk Mengurangi Downtime Test," vol. XI, no. 1, 2021.
- [4] H. Purwono, "Pengujian Dan Perhitungan Performa Mesin Komatsu Sa12V140-1 Setelah Proses Remanufacturing," *J. Mesin Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 6–11, 2016.
- [5] G. Aditya and D. Darlis, "Perancangan Dynotest Portable untuk Sepeda Motor dengan Sistem Monitoring Menggunakan Modul Ism Frekuensi 2 . 4 Ghz Dynotest Potable Design For Motorcycle With Monitoring System Using Ism Module Frequency 2 . 4 Ghz," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 1231–1238, 2015.
- [6] H. Purwono and Rasma, "Analisis Terjadinya Panas Berlebih pada Mesin Dump Truck HD785-7," *Toab-004*, pp. 1–10, 2019.
- [7] F. Faisyal, D. Aviva, and M. Mustafa, "Analisa Penyebab Kerusakan Komponen Heat Exchanger Pada Sistem Pendingin Engine Marine 3306 Caterpillar," *Pros. SENIATI*, p. E24.1-11, 2017.
- [8] S. Nissan and S. Ga, "Analisis Sistem Pendingin Engine Pada Pembuatan Life Engine Stand Nissan Sunny Ga15," *Torsi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2016.
- [9] M. Awwaluddin, P. Santosa, and Suwardiyono, "Perhitungan Kebutuhan Cooling Tower Pada

- Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset,” *Prima*, vol. 9, no. 1, pp. 34–41, 2012.
- [10] A. Mohammad *et al.*, “Rancang Bangun Trainer Sistem Bahan Bakar pada Engine Stand Daihatsu Menggunakan Ecu,” vol. 06, pp. 21–28, 2020.
- [11] H. Purwono, “Analisa Engine Overheat pada Unit Komatsu Bulldozer,” no. November 2017, pp. 1–2, 1846.
- [12] I. K. G. Sastrawan and R. Subagyo, “Analisa Perpindahan Panas Cooling Tower (Induced Draft) Pltu I Pulang Pisau (2 X 60 Mw),” *Jtam Rotary*, vol. 2, no. 2, p. 171, 2020.
- [13] E. A. Handoyo, “Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Efektivitas Shell-and-Tube Heat Exchanger,” *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 86–90, 2000.
- [14] N. Nugraha *et al.*, “Ventilation Air Conditioning Design,” no. November, pp. 21–22, 2018.
- [15] Y. Handoyo, “Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 Pada P.T. XYZ, Tambun Bekasi,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 38–52, 2015.