



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL*
ENGINE CUMMINS MODEL NT-855 DI UNIT
BULLDOZER CLGB230**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Ananda Esa Satria
NIM. 2302311032**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Juli, 2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL* *ENGINE* CUMMINS MODEL NT-855 DI UNIT *BULLDOZER* CLGB230

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Ananda Esa Satria
NIM. 2302311032**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Juli, 2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL ENGINE* CUMMINS
MODEL NT-855 DI UNIT BULLDOZER CLGB230**

Oleh:
Ananda Esa Satria
NIM. 2302311032
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir Telah Disetujui Oleh Pembimbing

Pembimbing 1

Muhammad Prasha Risfi
Silitonga, M.T.
NIP. 199403192022031006

Pembimbing 2

Ahmad Bustomi, S.T., M.Tr.T.
NIP. 199107252024061001

Kepala Program Studi Diploma III

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL ENGINE* CUMMINS MODEL NT-855 DI UNIT *BULLDOZER* CLGB230

Oleh:

Ananda Esa Satria

NIM. 2302311032

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 30 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

Dewan Penguji

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Penguji 1		
2.	Asep Yana Yusyama, S. Pd., M. Pd. NIP. 199001112019031016	Penguji 2		
3.	Nabila Yudisha, S.T., M. T. NIP. 199311302023212045	Moderator		

Depok, 21 Agustus 2026

Disahkan Oleh:



Dr., Fuad Zaimuri, S.T., M.Si
NIP. 197602252000121002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Esa Satria

NIM : 2302311032

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Merauke, 21 Agustus 2026



Ananda Esa Satria

NIM. 2302311032



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL ENGINE* CUMMINS MODEL NT-855 DI UNIT *BULLDOZER* CLGB230

Ananda Esa Satria¹⁾ Muhammad Prasha Risfi Silitonga¹⁾, Ahmad Bustomi²⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ PT. GPA, Sermayam Indah, Merauke, South Papua, 99632

Email: ananda.esa.satria.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya *overheat*, menentukan faktor yang paling dominan, serta menghasilkan solusi untuk mengurangi risiko *overheat* pada *diesel engine* Cummins NT855 di unit *Bulldozer* CLGB230. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, studi pustaka, dan inspeksi komponen sistem pendingin. Analisis data dilakukan menggunakan *fishbone diagram* untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *overheat*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan *overheat* meliputi *low level coolant*, radiator yang tertutup debu dan kotoran, kerusakan pada sirip (*fins*) radiator, kerusakan atau kebocoran pada *water pump* dan *hose*, serta kerusakan pada *cooling fan*. Berdasarkan hasil analisis, faktor yang paling dominan adalah penumpukan debu dan kotoran pada sirip radiator yang menghambat proses pelepasan panas. Solusi yang diusulkan yaitu meningkatkan kegiatan *preventive maintenance* melalui pembersihan radiator secara berkala sesuai prosedur pada *Troubleshooting and Repair Manual* Cummins NT855, sehingga kinerja sistem pendingin tetap optimal dan risiko terjadinya *overheat* dapat diminimalkan.

Kata kunci: *overheat*, *diesel engine* Cummins NT855, sistem pendingin, radiator, *fishbone diagram*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENYEBAB *OVERHEAT* PADA *DIESEL ENGINE* CUMMINS MODEL NT-855 DI UNIT *BULLDOZER* CLGB230

Ananda Esa Satria¹⁾ Muhammad Prasha Risfi Silitonga¹⁾, Ahmad Bustomi²⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ PT. GPA, Sermayam Indah, Merauke, South Papua, 99632

Email: ananda.esa.satria.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to identify the factors causing overheating, determine the most dominant factor, and propose solutions to reduce the risk of overheating in the Cummins NT855 diesel engine used in the CLGB230 bulldozer. The research employed a descriptive qualitative method with data collected through observation, interviews, documentation, literature review, and inspection of the engine cooling system components. Data were analyzed using a fishbone diagram to identify the root cause of the overheating problem. The results indicate that the potential causes of overheating include low coolant level, a radiator clogged with dust and debris, damaged radiator fins, leakage or damage to the water pump and hose, and cooling fan failure. The analysis revealed that the most dominant factor was the accumulation of dust and debris on the radiator fins, which reduced heat dissipation efficiency. The proposed solution is to improve preventive maintenance by performing routine radiator cleaning in accordance with the Cummins NT855 Troubleshooting and Repair Manual, thereby maintaining optimal cooling system performance and minimizing the risk of overheating.

Keywords: overheating, Cummins NT855 diesel engine, cooling system, radiator, fishbone diagram.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “**Analisis Penyebab *Overheat* Pada *Diesel Engine Cummins* Model NT-855 Di Unit *Bulldozer CLGB230*”**. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr., Fuad Zainuri , S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini
2. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini
3. Bapak Ahmad Bustomi, S.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini
4. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan Laporan Tugas Akhir ini
5. Bapak Abdul Syukur, selaku pembimbing dari instansi Perusahaan
6. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan
7. Rekan-rekan Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir.

Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Teknik Mesin.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Merauke, 21 Agustus 2026

Ananda Esa Satria





Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR GAMBAR	4
BAB I.....	6
PENDAHULUAN.....	6
1.1. Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	6
1.2. Tujuan Penulisan laporan tugas akhir	7
1.3. Manfaat Penulisan laporan tugas akhir	8
1.4. Metode Penulisan laporan tugas akhir	8
1.5. Sistematika penulisan laporan tugas akhir	10
BAB II	12
TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Bulldozer CLGB230	12
2.2. Mesin Diesel Cummins Model NTA855.....	13
2.3. Sistem Pendingin.....	15
2.4. <i>Overheating</i>	23
2.5. Fishbone Diagram	24
BAB III.....	26
METODE Pengerjaan Tugas Akhir.....	26
3.1. Diagram Alir	26
3.2. Penjelasan Langkah Kerja.....	26
3.3. Metode Pemecahan Masalah.....	42
BAB IV	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya overheat pada <i>diesel engine</i> Cummins NT855 di unit <i>Bulldozer CLGB230</i>	43
4.2. Menentukan faktor yang paling dominan menyebabkan overheat pada <i>diesel engine</i> Cummins NT855 di unit <i>Bulldozer CLGB230</i>	45
4.3. Menghasilkan solusi yang tepat untuk mencegah faktor dominan penyebab <i>overheat</i> pada <i>diesel engine</i> Cummins NT855 di unit <i>Bulldozer CLGB230</i>	46
BAB V.....	49
KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3. 1. DIAGRAM ALIR	26
GAMBAR 3. 2. SAFETY HELMET	28
GAMBAR 3. 3. PAKAIAN KERJA	28
GAMBAR 3. 4. GLOVES.....	29
GAMBAR 3. 5. SAFETY SHOES	29
GAMBAR 3. 6. SOCKET	30
GAMBAR 3. 7. HANDLE SOCKET	30
GAMBAR 3. 8. TEMPERATURE COOLANT GAUGE.....	32
GAMBAR 3. 9. RESERVOIR TANK.....	33
GAMBAR 3. 10. RADIATOR KOTOR.....	34
GAMBAR 3. 11. DEBU DAN KOTORAN PADA RADIATOR	34
GAMBAR 3. 12. WATER PUMP.....	35
GAMBAR 3. 13. HOSE	35
GAMBAR 3. 14. FAN	35
GAMBAR 3. 15. LOKASI THERMOSTAT PADA MESIN	36
GAMBAR 3. 16. HOUSING THERMOSTAT	36
GAMBAR 3. 17. HOUSING THERMOSTAT.....	37
GAMBAR 3. 18. HAOUSING THERMOSTAT	37
GAMBAR 3. 19. THERMOSTAT.....	38
GAMBAR 3. 20. PERBANDINGAN KONDISI THERMOSTAT	38
GAMBAR 3. 21. PROSES PEREBUSAN THERMOSTAT	38
GAMBAR 3. 22. PERBANDINGAN JARAK BUKAAN THERMOSTAT SAAT BARU TERBUKA DAN TERBUKA SEPENUHNYA	39
GAMBAR 3. 23. DIAGRAM FISHBONE	40



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistem pendingin merupakan salah satu sistem yang memiliki peranan penting dalam menjaga temperatur kerja diesel engine agar tetap berada pada kondisi normal. Pada alat berat, khususnya bulldozer, sistem pendingin berfungsi untuk menyerap dan membuang panas yang dihasilkan selama proses pembakaran di dalam mesin. Dengan temperatur kerja yang tetap stabil, performa mesin dapat dipertahankan sehingga unit dapat beroperasi secara optimal. Sebaliknya, apabila sistem pendingin tidak bekerja dengan baik, temperatur mesin akan meningkat hingga mengalami overheat. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan performa mesin, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta berpotensi menimbulkan kerusakan pada beberapa komponen mesin, seperti gasket kepala silinder, piston, dan cylinder head.

Pada kondisi normal, diesel engine Cummins NT855 yang digunakan pada unit Bulldozer CLGB230 seharusnya mampu beroperasi dalam waktu yang lama tanpa mengalami kenaikan temperatur yang melebihi batas kerja. Hal tersebut dapat tercapai apabila seluruh komponen sistem pendingin, seperti radiator, water pump, thermostat, cooling fan, dan coolant bekerja sesuai fungsinya. Selain itu, pelaksanaan perawatan secara berkala dan kebersihan radiator juga menjadi faktor penting agar proses pelepasan panas dari coolant ke udara dapat berlangsung dengan baik.

Namun, berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan penelitian di lapangan, ditemukan bahwa unit Bulldozer CLGB230 yang beroperasi di area perkebunan sering mengalami overheat setelah digunakan sekitar 1,5 hingga 2 jam. Setelah unit dihentikan sementara, temperatur mesin kembali normal dan unit dapat dioperasikan kembali. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa setelah radiator dibersihkan, gejala overheat tidak muncul selama beberapa hari. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terdapat faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem pendingin, terutama pada kemampuan radiator dalam melepaskan panas.

Area kerja unit yang berada di lingkungan perkebunan memiliki kondisi yang berdebu dan banyak terdapat serat tanaman. Debu halus dan serat tanaman tersebut mudah menempel pada sirip-sirip radiator sehingga aliran udara yang melewati radiator menjadi terhambat. Akibatnya, proses pelepasan panas dari coolant ke udara menjadi kurang maksimal. Selain itu, belum adanya jadwal pembersihan radiator secara berkala menyebabkan kotoran terus menumpuk pada sirip radiator. Apabila kondisi tersebut dibiarkan, kemungkinan terjadinya overheat akan semakin besar sehingga dapat menurunkan produktivitas unit dan meningkatkan risiko kerusakan pada komponen mesin.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui penyebab terjadinya overheat pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem pendingin menggunakan metode fishbone diagram sehingga penyebab utama terjadinya overheat dapat diketahui. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan langkah perbaikan dan upaya pencegahan agar sistem pendingin dapat bekerja lebih optimal, mengurangi terjadinya overheat, serta meningkatkan keandalan dan produktivitas unit.

1.2. Tujuan Penulisan laporan tugas akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya overheat pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230.
- 1.2.2. Menentukan faktor yang paling dominan menyebabkan overheat pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 1.2.3. Menghasilkan solusi yang tepat untuk mencegah faktor dominan penyebab overheat pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230

1.3. Manfaat Penulisan laporan tugas akhir

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1.3.1. Manfaat Teoritis

1. Menambah pengetahuan mengenai penyebab terjadinya overheat pada diesel engine Cummins NT855, khususnya yang berkaitan dengan sistem pendingin.
2. Menjadi bahan referensi bagi mahasiswa maupun peneliti yang ingin melakukan penelitian tentang sistem pendingin dan penyebab overheat pada diesel engine.
3. Memberikan gambaran mengenai penggunaan metode fishbone diagram untuk menganalisis penyebab terjadinya overheat pada diesel engine.

1.3.2. Manfaat Praktis

1. Memberikan informasi kepada perusahaan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya overheat pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230.
2. Menjadi bahan masukan bagi perusahaan dalam menentukan langkah perbaikan dan pencegahan agar kejadian overheat dapat diminimalkan.
3. Mendukung peningkatan keandalan sistem pendingin sehingga unit dapat beroperasi dengan lebih optimal dan risiko kerusakan akibat overheat dapat dikurangi.

1.4. Metode Penulisan laporan tugas akhir

Metode yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah metode kualitatif deskriptif. Metode ini digunakan untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggambarkan dan menganalisis penyebab terjadinya overhear pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230 berdasarkan kondisi yang ditemukan selama penelitian di lapangan. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya overhear.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap kondisi unit, pemeriksaan komponen sistem pendingin, serta wawancara dengan mekanik dan operator yang terlibat dalam pengoperasian maupun perawatan unit. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari buku manual, data riwayat perawatan unit, dokumen perusahaan, serta berbagai referensi seperti buku dan jurnal yang berkaitan dengan sistem pendingin dan overhear pada diesel engine.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual unit dan komponen sistem pendingin. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai penyebab, riwayat kerusakan, dan proses perawatan unit. Dokumentasi digunakan sebagai data pendukung berupa foto, hasil inspeksi, dan dokumen yang berkaitan dengan penelitian. Selain itu, studi pustaka dilakukan untuk memperoleh teori dan referensi yang mendukung pembahasan.

Metode kajian yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif dengan memanfaatkan fishbone diagram sebagai alat untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya overhear. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan penyebab berdasarkan beberapa faktor, yaitu Man (manusia), Machine (mesin), Method (metode), Material (material), dan Mother Nature (lingkungan). Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya overhear sehingga dapat menjadi dasar dalam memberikan usulan perbaikan dan upaya pencegahan.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5. Sistematika penulisan laporan tugas akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai urutan pembahasan yang terdapat dalam setiap bab, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami isi laporan secara keseluruhan. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan. Pada bab ini dijelaskan alasan dilakukannya penelitian serta gambaran umum mengenai permasalahan overhear pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang menjadi dasar dalam penelitian, meliputi alat berat, bulldozer, diesel engine Cummins NT855, sistem pendingin, komponen-komponen sistem pendingin, overhear, faktor penyebab overhear, serta metode fishbone diagram yang digunakan dalam proses analisis.

BAB III METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, jenis data yang digunakan, teknik pengumpulan data, peralatan yang digunakan, prosedur penelitian, diagram alir penelitian, serta metode analisis data yang digunakan untuk mengkaji penyebab terjadinya overhear.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengamatan dan pemeriksaan yang dilakukan pada unit, kemudian dilanjutkan dengan analisis penyebab overhear menggunakan fishbone diagram serta pembahasan hasil penelitian berdasarkan teori dan data yang diperoleh di lapangan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan sebagai masukan bagi perusahaan maupun sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan pada unit Bulldozer CLGB230 yang menggunakan diesel engine Cummins NT855 untuk menganalisis penyebab terjadinya *overheat* pada sistem pendingin mesin. Berdasarkan hasil observasi, inspeksi, wawancara, serta analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang berpotensi menyebabkan *overheat* pada diesel engine Cummins NT855, yaitu *low level coolant*, radiator yang tertutup debu dan kotoran, kerusakan pada sirip (*fins*) radiator, kerusakan atau kebocoran pada water pump dan hose, serta kerusakan pada cooling fan. Faktor-faktor tersebut dapat mengganggu proses sirkulasi coolant maupun pelepasan panas pada sistem pendingin sehingga temperatur kerja mesin meningkat dan berpotensi menyebabkan *overheat*.
2. Berdasarkan hasil analisis menggunakan fishbone diagram, diketahui bahwa faktor yang paling dominan menyebabkan *overheat* adalah penumpukan debu dan kotoran pada sirip (*fins*) radiator. Penumpukan debu tersebut menghambat aliran udara yang melewati radiator sehingga proses pelepasan panas dari coolant ke udara menjadi kurang optimal. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh lingkungan kerja yang berdebu, banyaknya serat tanaman, serta belum optimalnya pelaksanaan perawatan radiator, seperti belum adanya jadwal pembersihan secara berkala dan metode pembersihan yang belum sesuai dengan prosedur.
3. Solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko *overheat* adalah dengan meningkatkan kegiatan preventive maintenance, khususnya pada perawatan radiator. Upaya yang dapat dilakukan meliputi pembersihan sirip radiator secara rutin sesuai prosedur pada Troubleshooting and Repair Manual Cummins NT855, penerapan jadwal pembersihan secara berkala, serta pemeriksaan kondisi radiator sebagai bagian dari inspeksi rutin.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan pelaksanaan perawatan yang sesuai prosedur, kinerja sistem pendingin diharapkan tetap optimal sehingga kemungkinan terjadinya overhear dapat diminimalkan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya mengurangi risiko terjadinya overhear pada diesel engine Cummins NT855 di unit Bulldozer CLGB230, yaitu sebagai berikut.

1. Perusahaan sebaiknya menetapkan jadwal pembersihan radiator secara rutin sebagai bagian dari kegiatan preventive maintenance. Dengan adanya jadwal yang teratur, penumpukan debu dan kotoran pada sirip (fins) radiator dapat diminimalkan sehingga kinerja sistem pendingin tetap terjaga.
2. Proses pembersihan radiator disarankan mengikuti prosedur yang tercantum dalam Troubleshooting and Repair Manual Cummins NT855, sehingga debu dan kotoran yang menempel pada sela-sela sirip radiator dapat dibersihkan secara maksimal tanpa menimbulkan kerusakan pada radiator.
3. Operator dan mekanik diharapkan melakukan pemeriksaan kondisi radiator secara berkala, terutama sebelum dan setelah unit beroperasi di area yang berdebu. Pemeriksaan tersebut bertujuan untuk mengetahui adanya penumpukan debu atau kotoran sehingga pembersihan dapat segera dilakukan sebelum memengaruhi kinerja sistem pendingin.
4. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian dengan melakukan analisis terhadap komponen sistem pendingin lainnya, seperti thermostat, water pump, dan cooling fan, atau melakukan pengukuran temperatur kerja mesin secara langsung agar hasil penelitian mengenai penyebab overhear dapat diperoleh dengan lebih lengkap dan mendalam.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Özdoğan and H. Özdoğan, "Crawler Bulldozers and Their Use at Quarries, Mines and Construction Sites," *Proceedings of the 26th International Mining Congress and Exhibition of Turkey (IMCET 2022)*, Antalya, Turkey, 2022, pp. 509–526.
- [2] Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd., *Operation and Maintenance Manual: CLGB230C Bulldozer*. Liuzhou, China: Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd., Jul. 27, 2018.
- [3] Cummins Engine Company, *Troubleshooting and Repair Manual: NT 855 Engines*. Columbus, IN, USA: Cummins Engine Company.
- [4] B. Wisely Ziliwu *et al.*, "PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK KAPAL KM. SIDO MULYO SANTOSO DI PPN SIBOLGA OPERATION AND MAINTENANCE OF COOLING SYSTEM ON MAIN ENGINE KM. SIDO MULYO SANTOSO AT PPN SIBOLGA," 2021. [Online]. Available: www.maritimeworld.web.id
- [5] A. Rahman Hakim, W. Wibowo, N. Astriawati, A. Prodi Permesinan Kapal, S. Tinggi Maritim Yogyakarta, and D. Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta Jl, "SISTEM PENDINGIN MESIN DIESEL PADA WHELL LOADER KOMATSU WA120-3CS," *Jurnal Teknovasi*, vol. 07, pp. 76–85, 2020, [Online]. Available: <http://777parts.net/komatsu/WA120-3CS/s414865.html>.
- [6] R. D. Ardika, S. Sudarno, K. Winangun, C. S. Pangesthu, N. R. M. Nuri, and M. Effendy, "The Effect of Using Variations of Radiator Coolant on the Effectiveness of Engine Cooling and the Rate of Corrosion of Radiator Materials in 1300 cc Cars †," *Engineering Proceedings*, vol. 84, no. 1, 2025, doi: 10.3390/engproc2025084011.
- [7] J. Teknologi *et al.*, "PERFORMANCE OF A WATER PUMP IN AN AUTOMOTIVE ENGINE COOLING SYSTEM," 2016. [Online]. Available: www.jurnalteknologi.utm.my.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [8] F. Sulianta, “Diagram Fishbone untuk Berbagai Kebutuhan.”
- [9] D. P. Kesehatan, D. Ilmu, P. Fakultas, and K. Masyarakat, “PERILAKU PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI PADA PEKERJA PT. X
BEHAVIOR OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT USE IN PT.X Chyntiya Permata Dahyar.”
- [10] D. Supriyanto, “SOSIALISASI ALAT PELINDUNG DIRI UNTUK MENJAGA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KEPADA PEKERJA LAPANGAN,” *Ekalaya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 92–99, Jan. 2023, doi: 10.57254/eka.v2i1.21.
- [11] D. Tanadi, R. Alexander, D. Chandra, and T. B. Sitorus, “Rancang Bangun Instrumen Pengujian dan Penentuan Spesifikasi Mesin Diesel,” vol. 10, no. 2, pp. 2022–53, [Online]. Available: <https://talenta.usu.ac.id/jd>
- [12] A. M. Sitompul, Effendi, and D. Adisurya, “Analisis Penurunan Performa Sistem Pendingin Main Engine Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal MT. Medelin Expo,” *Meteor STIP Marunda*, vol. 14, no. 1, pp. 38–45, Jul. 2021, doi: 10.36101/msm.v14i1.179.
- [13] B. Wisely Ziliwu et al., “PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN PADA MESIN INDUK KAPAL KM. SIDO MULYO SANTOSO DI PPN SIBOLGA OPERATION AND MAINTENANCE OF COOLING SYSTEM ON MAIN ENGINE KM. SIDO MULYO SANTOSO AT PPN SIBOLGA,” 2021. [Online]. Available: www.maritimeworld.web.id
- [14] E. Prasetya, “RANCANG BANGUN PENDINGIN HIGH PERFORMANCE PROCESSOR DENGAN LIQUID COOLER.”
- [15] A. Rahman Hakim, W. Wibowo, N. Astriawati, A. Prodi Permesinan Kapal, S. Tinggi Maritim Yogyakarta, and D. Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta Jl, “SISTEM PENDINGIN MESIN DIESEL PADA WHELL LOADER KOMATSU WA120-3CS,” *Jurnal Teknovasi*, vol.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 07, pp. 76–85, 2020, [Online]. Available: <http://777parts.net/komatsu/WA120-3CS/s414865.html>
- [16] R. D. Ardika, S. Sudarno, K. Winangun, C. S. Pangesthu, N. R. M. Nuri, and M. Effendy, "The Effect of Using Variations of Radiator Coolant on the Effectiveness of Engine Cooling and the Rate of Corrosion of Radiator Materials in 1300 cc Cars †," *Engineering Proceedings*, vol. 84, no. 1, 2025, doi: 10.3390/engproc2025084011.
- [17] J. Teknologi et al., "PERFORMANCE OF A WATER PUMP IN AN AUTOMOTIVE ENGINE COOLING SYSTEM," 2016. [Online]. Available: www.jurnalteknologi.utm.my
- [18] "7135-Article Text-21966-1-10-20251208".
- [19] S. K. Nanda, B. Jia, A. Smallbone, and A. P. Roskilly, "Fundamental analysis of thermal overload in diesel engines: Hypothesis and validation," *Energies (Basel)*, vol. 10, no. 3, 2017, doi: 10.3390/en10030329.
- [20] F. Sulianta, "Diagram Fishbone untuk Berbagai Kebutuhan."
- [21] D. P. Kesehatan, D. Ilmu, P. Fakultas, and K. Masyarakat, "PERILAKU PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI PADA PEKERJA PT. X BEHAVIOR OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT USE IN PT.X Chyntiya Permata Dahyar."
- [22] D. Supriyanto, "SOSIALISASI ALAT PELINDUNG DIRI UNTUK MENJAGA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KEPADA PEKERJA LAPANGAN," *Ekalaya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 92–99, Jan. 2023, doi: 10.57254/eka.v2i1.21.
- [23] M. P. R. Silitonga and R. Khoirunnisa, "Evaluasi Kualitas Pendidikan di Jurusan Teknik Mesin pada Masa Pasca Pandemi COVID-19 dengan Metode Eduqual Terintegrasi IPA dan QFD," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 6, no. 1, pp. 888–898, Feb. 2024, doi: 10.31004/edukatif.v6i1.6395.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

