



© 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

TUGAS AKHIR



Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi

Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X

Pengusul:

Rimon Dito Frans Tua Siagian

NIM. 2202311069

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

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 PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi Suhu
Radiator Mesin Diesel di PT X**

Oleh:

Rimon Dito Frans Tua Siagian

NIM.2202311069

Program Studi DIII Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir disetujui oleh pembimbing

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.si, M.Eng
NIP. 198901312019031009

Ketua Program Studi
DIII Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



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**

**Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi Suhu
Radiator Mesin Diesel di PT X**

Oleh:

Rimon Dito Frans Tua Siagian

NIM.2202311069

Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Eng. Prijadi Mumpuni Adhi, S.si, M.Eng NIP. 198901312019031009	Ketua		21/07/2025
2	Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T. NIP. 199409072024061001	Anggota		21/07/2025
3	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Anggota		21/07/2025

Depok, 21 juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Mushmin, S.T., M.T. IWE

NIP. 197707142008121005



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 bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rimon Dito Frans Tua Siagian

NIM : 2202311069

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa seluruh isi dalam Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil menjiplak karya orang lain, baik secara keseluruhan maupun sebagian. Setiap pendapat, ide, maupun temuan milik orang lain yang digunakan dalam laporan ini telah saya cantumkan dan rujuk sesuai dengan kaidah serta etika penulisan ilmiah yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 21 Juli 2025



Rimon Dito Frans Tua Siagian
NIM. 2202311069



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

Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X

Rimon Dito Frans Tua Siagian¹, Pribadi Mumpuni Adhi²

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : rimon.dito.frans.tua.siagian.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan kinerja radiator kurang optimal mesin diesel di PT X menyebabkan penurunan efisiensi dan keterbatasan durasi operasional. Hasil analisis penyebab utama kinerja radiator dengan menggunakan metode 5why, mengungkapkan bahwa penyebab utamanya adalah suhu lingkungan yang tinggi dan desain awal radiator yang tidak mempertimbangkan paparan panas langsung. Sehingga dibutuhkan sistem cooling spray water sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas melalui pendinginan evaporatif. Penelitian menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD), serta melibatkan Perhitungan dengan menggunakan teori dasar untuk membandingkan hasil perhitungan dengan hasil simulasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan semprotan kabut dengan kecepatan internal hingga 11,904 m/s, sedangkan simulasi solidwork sebesar 13,574 m/s yang menandakan adanya aliran pusaran menyebabkan semprotan menjadi kabut. Hasil Simulasi CFD menggunakan ANSYS untuk aliran air eksternal menghasilkan kecepatan sebesar 29,45 m/s. Sistem ini terbukti efisien secara energi (60 Watt) dan ekonomis (biaya instalasi ±Rp 322.890).

Kata Kunci : Radiator, 5why, cooling spray water, pendinginan evaporatif, CFD



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

Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X

Rimon Dito Frans Tua Siagian¹, Pribadi Mumpuni Adhi²

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : rimon.dito.frans.tua.siagian.tm22@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRACT

The suboptimal performance of the diesel engine radiator at PT X has led to reduced efficiency and limited operational duration. An analysis using the 5 Whys method revealed that the primary causes are high ambient temperatures and an initial radiator design that did not account for direct heat exposure. Therefore, a cooling spray water system is proposed as a solution to enhance heat transfer efficiency through evaporative cooling. The study employed Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations, along with theoretical calculations to compare with the simulation results. The calculations showed that the system can produce a mist spray with an internal velocity of up to 11.904 m/s, while SolidWorks simulations indicated a velocity of 13.574 m/s, suggesting the presence of a swirling flow that contributes to mist formation. The CFD simulation using ANSYS for the external water flow resulted in a velocity of 29,45 m/s. This system has proven to be energy-efficient (60 Watts) and cost-effective (installation cost of approximately IDR ± 322.890).

Keywords: Radiator, 5 Whys, cooling spray water, evaporative cooling, CFD

**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

KATA PENGANTAR

Dengan segala rasa syukur, kami memulai dengan ungkapan puji kepada Tuhan yang maha esa., yang telah memberikan berbagai nikmat, kesehatan, dan petunjuk-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas akhir " Perancangan Sistem Cooling Spray Water Untuk Optimalisasi Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X " ini. Tak habis habis doa serta puji Syukur yang saya panjatkan kepada tuhan yang maha esa., yang telah memberikan petunjuk umatnya, sebagai pedoman hidup bagi keselamatan umat di dunia.

Dalam penulisan laporan yang berjudul “ Perancangan Sistem Cooling Spray Water Untuk Optimalisasi Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X ” yang disiapkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Dalam proses dan penulisan Tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bimbingan, saran, bantuan, arahan serta pengawasan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Kedua Orang Tua/Wali dan Kakak beserta saudara, yang selalu memberikan dukungan dan semangat di mana pun saya berada;
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T, M.T, IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
3. Bapak Budi Yuwono, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
4. Bapak Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.si, M.Eng , selaku dosen pembimbing Tugas akhir
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2022 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.



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

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Cooler Heat Exchanger	4
2.2 Sistem Pendinginan Semprotan air	5
2.3 Komponen-komponen sistem <i>cooling water spray</i>	5
2.3.1 Sumber Air.....	5
2.3.2 Pompa.....	6
2.3.3 <i>Nozzle</i>	6
2.4 <i>Misting Nozzle</i>	6
2.5 Komponen-Komponen <i>Misting Nozzle</i>	7
2.5.1 Bodi Nosel (<i>Nozzle Body</i>)	7
2.5.2 Penutup <i>nozzle</i>	8
2.5.3 Viton Ball	9
2.5.4 Spring	9
2.5.5 Stem/ Push Rod.....	10
2.6 Debit air (<i>water flow rate</i>).....	10
2.7 Tekanan Air (Water Pressure).....	11



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

2.8	Tekanan hidrostatik	11
2.9	Viskositas	11
2.10	<i>Reynold number</i>	12
2.11	<i>Relative roughness number</i>	13
2.12	<i>Friction factor</i>	13
2.13	<i>Pressure drop mayor</i>	14
2.14	Hukum Bernauli	14
2.15	Persamaan Kontinuitas	15
2.16	Simulasi CFD, dan desain menggunakan Solidwork	15
BAB 3	METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir	16
3.1	Diagram alir Pengerjaan	16
3.2	Penjelasan metode pengerjaan	17
3.2.1	Studi Literatur	17
3.2.2	Studi Lapangan	17
3.2.3	Pengumpulan Data	17
3.2.4	Analisis data	18
3.2.5	Perancangan sistem <i>cooling spray water</i>	18
3.2.6	Analisis perhitungan kemampuan <i>spray water</i>	18
3.2.7	Simulasi CFD	18
3.2.8	Analisis pengimplementasian <i>water spray</i>	19
3.2.9	Kesimpulan dan saran	19
3.3	Metode Pemecah Masalah	19
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Identifikasi Masalah Penyebab kurangnya optimal kinerja radiator	20
4.2	Hasil analisis menentukan penyebab akar masalah	21
4.3	Perancangan Desain Sistem <i>Cooling water spray</i>	22
4.3.1	Perancangan skema sistem <i>water cooling spray</i>	23
4.3.2	Analisis perhitungan beban tekanan yang diperlukan pada pompa	23
4.3.3	Analisis perhitungan viton ball	26
4.3.4	Analisis perhitungan spring anti drip	27



© 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

4.3.5	Analisis yang terjadi pada <i>stem / push rod</i>	28
4.4	Simulasi CFD Pada <i>Mist Nozzle</i>	30
4.5	Pengimplementasian Water spray	35
4.5.1	Analisis Konsumsi Energi Sistem.....	35
4.5.2	Analisis <i>Cost-Benefit</i> Sistem Water Spray.....	35
4.5.3	Keunggulan Desain	37
BAB 5	PENUTUP.....	38
5.1	KESIMPULAN.....	38
5.2	SARAN	39
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN.....	41

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

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1 Speksifikasi Mist Nozzle</i>	<i>7</i>
<i>Tabel 2. 2 Rougness Absolute</i>	<i>13</i>
<i>Tabel 4. 1 Kekuatan beban listrik Mesin Diesel di PT X.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabel 4. 2 Hasil Analisis</i>	<i>21</i>
<i>Tabel 4. 3 Perhitungan biaya instalasi</i>	<i>35</i>
<i>Tabel 4. 4 Target beban operasi</i>	<i>36</i>





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

<i>Gambar 2. 1 Air Cooled Heat Exchanger</i>	4
<i>Gambar 2. 2 Sistem Pendingin Nosel</i>	5
<i>Gambar 2. 3 Body Nozzle</i>	8
<i>Gambar 2. 4 Penutup Nozzle</i>	8
<i>Gambar 2. 5 Viton Ball</i>	9
<i>Gambar 2. 6 Spring</i>	10
<i>Gambar 2. 7 Stem/ Push Rod</i>	10
<i>Gambar 2. 8 Viskositas Dinamis (Absolut) Beberapa Fluida Umum sebagai Fungsi Suhu</i>	12
<i>Gambar 2. 9 Diagram Moody Calculator</i>	13
<i>Gambar 2. 10 Penampang A , dan B pada nozel</i>	14
<i>Gambar 3. 1 Diagram alir penyusunan laporan tugas akhir</i>	16
<i>Gambar 4. 1 Struktur Desain Air Cooler Heat exchanger (ACHE) di PT X</i>	20
<i>Gambar 4. 2 Perancangan pemasangan Selang dan bentuk mist nozzle</i>	23
<i>Gambar 4. 3 Analisis perhitungan pressure drop pada selang</i>	24
<i>Gambar 4. 4 Analisis gaya dorong yang terjadi pada viton ball</i>	26
<i>Gambar 4. 5 Ketinggian selimut viton ball yang masih di area luar</i>	27
<i>Gambar 4. 6 Analisis yang terjadi pada spring</i>	27
<i>Gambar 4. 7 Keliling lingkaran penutup nosel</i>	28
<i>Gambar 4. 8 Analisis perhitungan yang terjadi pada stem</i>	29
<i>Gambar 4. 9 Memasukan Bondary Condition</i>	31
<i>Gambar 4. 10 Simulasi CFD Kecepatan</i>	31
<i>Gambar 4. 11 Simulasi CFD Tekanan</i>	32
<i>Gambar 4. 12 Simulasi Aliran CFD</i>	33
<i>Gambar 4. 13 Aliran eksternal nosel</i>	34

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 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem kerja mesin diesel pembangkit listrik, stabilitas suhu operasional merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi efisiensi dan keandalan kinerja mesin. Radiator sebagai sistem pendingin utama berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu mesin diesel. Jika kinerja radiator tidak berfungsi secara optimal, suhu mesin dapat meningkat secara drastis hingga menyebabkan kerusakan total pada mesin diesel.

Namun, efektivitas pendinginan ini sangat bergantung pada suhu udara lingkungan atau *ambient temperature*. Indonesia sebagai wilayah tropis yang hanya memiliki dua musim, suhu pada musim kemarau dapat meningkat signifikan dan berdampak langsung pada berkurangnya efisiensi pendinginan oleh kipas [1]. Ketika udara sekitar sudah panas, maka udara yang ditarik kipas menjadi tidak cukup dingin untuk menyerap panas dari radiator secara maksimal. Hal ini menyebabkan peningkatan risiko *overheating*.

Untuk mengatasi kondisi tersebut, diperlukan inovasi tambahan dalam sistem pendinginan, yaitu melalui sistem *cooling water spray*. Sistem ini bekerja dengan menyemprotkan air secara langsung ke area radiator, sehingga terjadi pendinginan tambahan melalui proses evaporasi [2]. Penelitian oleh Zhou et al, menunjukkan bahwa sistem water *spray* secara signifikan meningkatkan laju pelepasan panas dari radiator, terutama pada suhu tinggi dan kondisi beban kerja berat [3]. Efek pendinginan ini membuat *suhu air coolant* menurun lebih cepat, sehingga menjaga kestabilan kerja mesin diesel.

Eksperimen yang dilakukan oleh Su et al, [4] juga menunjukkan bahwa penerapan sistem spray cooling pada radiator kendaraan menghasilkan pendinginan lebih efektif dibanding sistem konvensional, terutama dalam kondisi suhu ekstrem. Oleh karena itu, sistem ini sangat relevan 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

diterapkan pada PLTD yang menggunakan mesin diesel dengan waktu operasional panjang dan beban konstan.

Di PT X, mesin diesel telah beroperasi dalam jangka waktu lama, sehingga efisiensi sistem pendingin sangat krusial untuk menjaga performa mesin. Mengingat pentingnya menjaga suhu optimal untuk mencegah kerusakan mesin dan penurunan efisiensi, maka dalam tugas akhir ini dirancang sebuah sistem *cooling water spray* sebagai solusi untuk mengoptimalkan pendinginan radiator, khususnya saat menghadapi cuaca panas ekstrem di musim kemarau.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Apa penyebab kurang optimalnya kinerja radiator mesin diesel ?
2. Bagaimana merancang dan menentukan spesifikasi water spray ?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui penyebab kurangnya optimal kinerja Radiator Mesin Diesel
2. Merancang dan menentukan spesifikasi water spray

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Sistem yang dirancang yaitu sistem bantuan eksternal pendinginan , dan ukuran nosel yang sebenarnya hanya terdapat pada orifice yaitu 0,4 mm.
2. Analisis kinerja akan didasarkan pada perhitungan teoritis dasar dan referensi yang relevan, serta simulasi menggunakan software tanpa melakukan pengujian fisik langsung.
3. Saat Simulasi CFD Solidwork, menggunakan mesh automatic level 4



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

4. Tidak melibatkan perhitungan suhu yang terjadi pada efek evaporasi.
5. Menggunakan Selang dengan panjang 6150 mm, tanpa mempertimbangkan kemungkinan perubahan konfigurasi jalur selang di lapangan.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab Cepat Panasnya Radiator
2. Memberikan pengetahuan dalam perancangan *water spray*

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan :

JUDUL : Perancangan Sistem *Cooling Spray Water* Untuk Optimalisasi Suhu Radiator Mesin Diesel di PT X

BAB I : PENDAHULUAN, Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA, Bab ini berisi tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan sistem pendingin, komponen-komponen misting nozzle, dan prinsip-prinsip fisika fluida.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN, Bab ini berisi cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis sampel.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN, Bab ini menjelaskan tentang hasil analisis penyebab kinerja radiator yang kurang optimal, perancangan sistem cooling spray water, analisis perhitungan teknis, hasil simulasi CFD, serta evaluasi dari sisi efisiensi energi dan biaya.

BAB V : Kesimpulan, dan Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

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 5

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan dalam laporan tugas akhir ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab utama kurang optimalnya kinerja radiator mesin diesel di PT X dengan menggunakan metode *5why* adalah tingginya suhu lingkungan (ambient temperature) terutama saat musim kemarau. Suhu udara yang panas mengakibatkan efisiensi perpindahan panas menurun, ditambah dengan masa penggunaan mesin yang sudah berlangsung lebih dari dua puluh tahun, sehingga performa pendinginan menurun dan menyebabkan mesin hanya mampu menerima beban listrik sekitar 4000 kW dari sebelumnya 4900 kW.
2. Hasil perancangan sistem *cooling spray water* berbasis *mist nozzle* dengan tekanan 4 bar, dan orifice 0,4 mm. Hasil perhitungan teoritis menunjukkan kecepatan semprotan air di internal nosel sebesar 11,904 m/s, sementara simulasi CFD solidwork menunjukkan kecepatan sebesar 13,574 m/s dan terjadi aliran pusaran yang menyebabkan penyemprotan menjadi kabut. Selain itu, semprotan aliran eksternal menggunakan simulasi ANSYS menghasilkan kecepatan maksimal sebesar 29,45 m/s. Sistem ini juga dirancang dengan memperhitungkan kebutuhan tekanan pompa sebesar 4,58 bar . Hasil perhitungan tekanan tersebut, ditentukan pompa DC 12V 100 *psi*. Sistem ini terbukti efisien secara energi dengan konsumsi daya 60 Watt dan ekonomis dengan biaya instalasi sebesar ±Rp 322.890.



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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian perancangan water spray, adapun saran yang dapat penulis ajukan :

1. Menambahkan sistem otomasi water spray. Sistem ini dapat digunakan untuk menyesuaikan jumlah air yang disemprotkan, mengingat efisiensi pendinginan evaporatif sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.



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

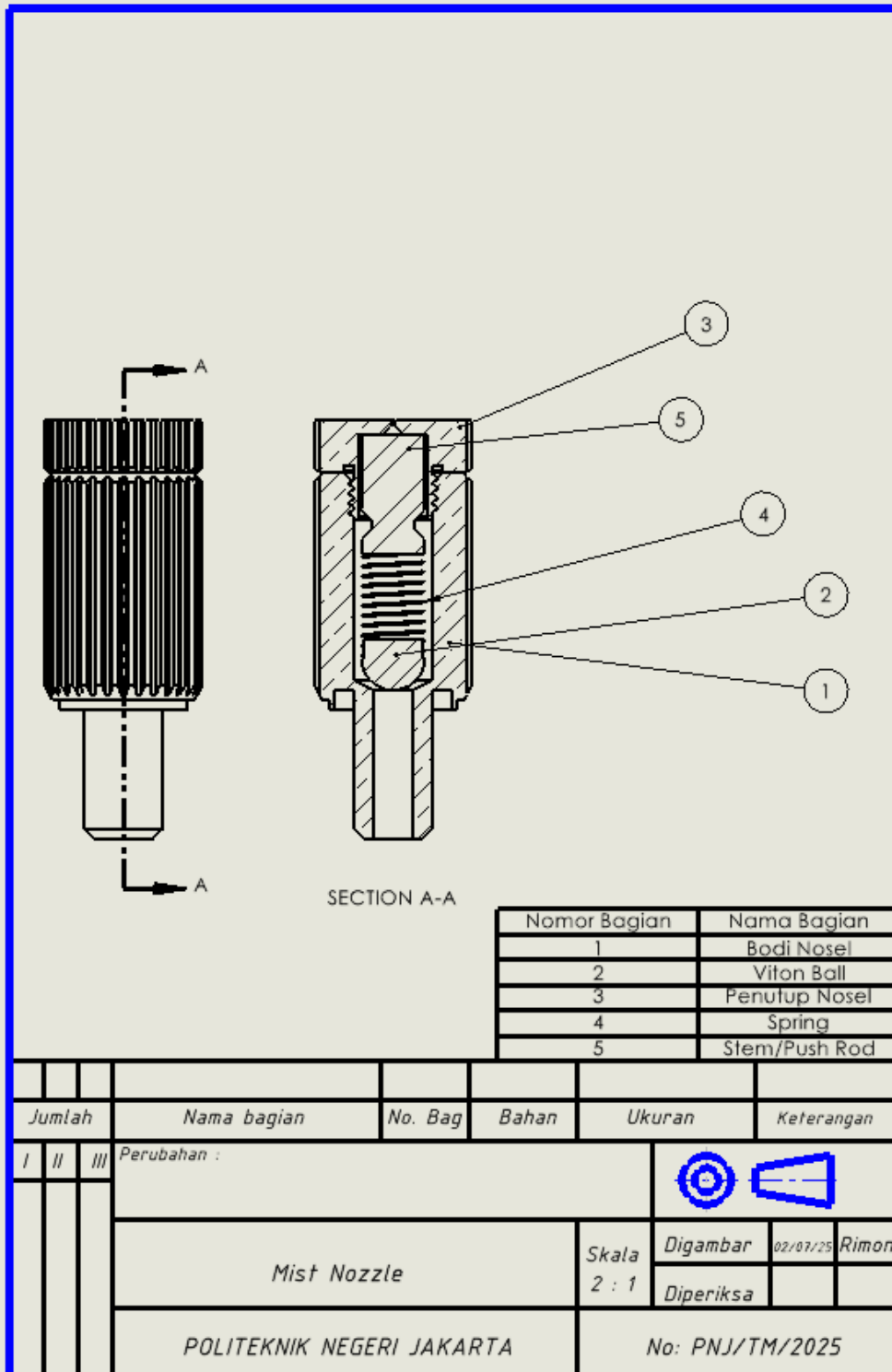
- [1] M. Sawaludin, H. Maksum, and W. Wagino, "The Comparison of Water Cooling Media Against Radiator Heat Dissipation Rate in Diesel Engines," *MOTIVATION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 19–26, 2021, doi: 10.46574/motivaction.v3i1.80.
- [2] R. H. Chen, L. C. Chow, and J. E. Navedo, "Optimal spray characteristics in water spray cooling," *Int J Heat Mass Transf*, vol. 47, no. 23, pp. 5095–5099, 2004, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2004.05.033.
- [3] N. Zhou, F. Chen, Y. Cao, M. Chen, and Y. Wang, "Experimental investigation on the performance of a water spray cooling system," *Appl Therm Eng*, vol. 112, pp. 1117–1128, 2017, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2016.10.191.
- [4] C. Q. Su, S. Wang, X. Liu, Q. Tao, and Y. P. Wang, "Experimental and numerical investigation on spray cooling of radiator in fuel cell vehicle," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 1283–1294, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2021.11.174.
- [5] M. Ikhsan Kamil and D. Agustina Sari, "Komparasi Desain Alat Penukar Panas Tipe Air-Cooled," *J Teknol*, vol. 16, no. 2, pp. 180–186, 2023, doi: 10.34151/jurtek.v16i2.4512.
- [6] N. Riskawati, "Fisika Dasar," *Buku*, vol. 83, no. 4, pp. 1–241, 2018, doi: 10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022.
- [7] Asrori, S. H. Susilo, E. Yudiyanto, and Gumono, "Mekanika Fluida Dasar," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., no. Mi, pp. 15–18, 2021.
- [8] PNR-Nozzles, "Spray Engineering Handbook," p. 81, 2017, [Online]. Available: www.pnr-nozzles.com
- [9] N. M. Damastu, "Studi Eksperimen dan Kajian Numerik Aliran Fluida Pada Nosel Diameter 0,3 mm," p. 93, 2016, [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/12936%0A>
- [10] Firman Manahan Panjaitan and I. Z. Putra, "Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Kinerja Cooling Tower Unit 2 Berdasarkan Evaluasi Range dan Approach pada PLTGU PT Mitra Energi Batam," *Jurnal Integrasi*, vol. 17, no. 1, pp. 32–39, 2025, doi: 10.30871/ji.v17i1.9344.

Hak Cipta :

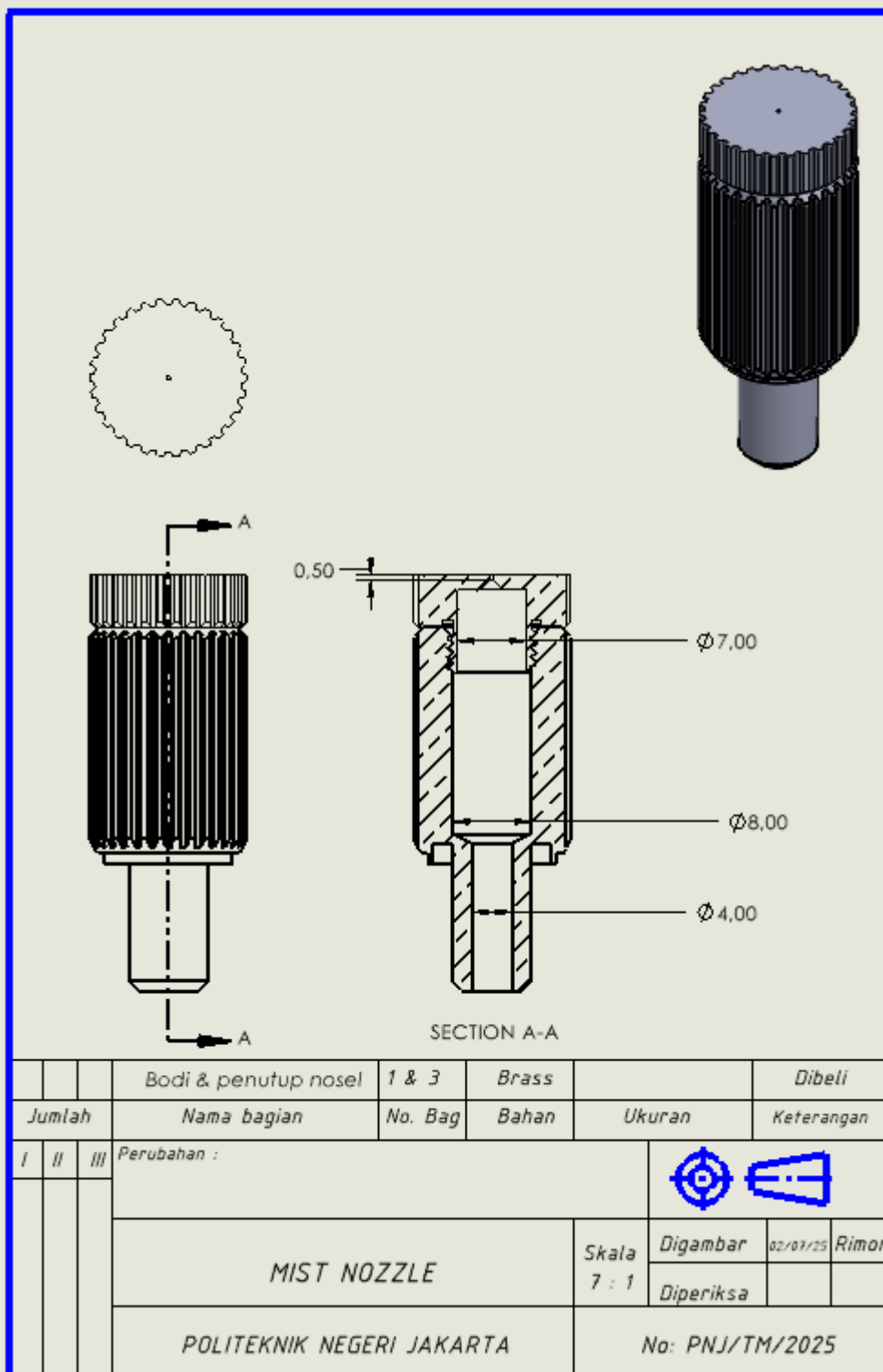
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

Lampiran 1, Desain 2D *Mist Nozzle*



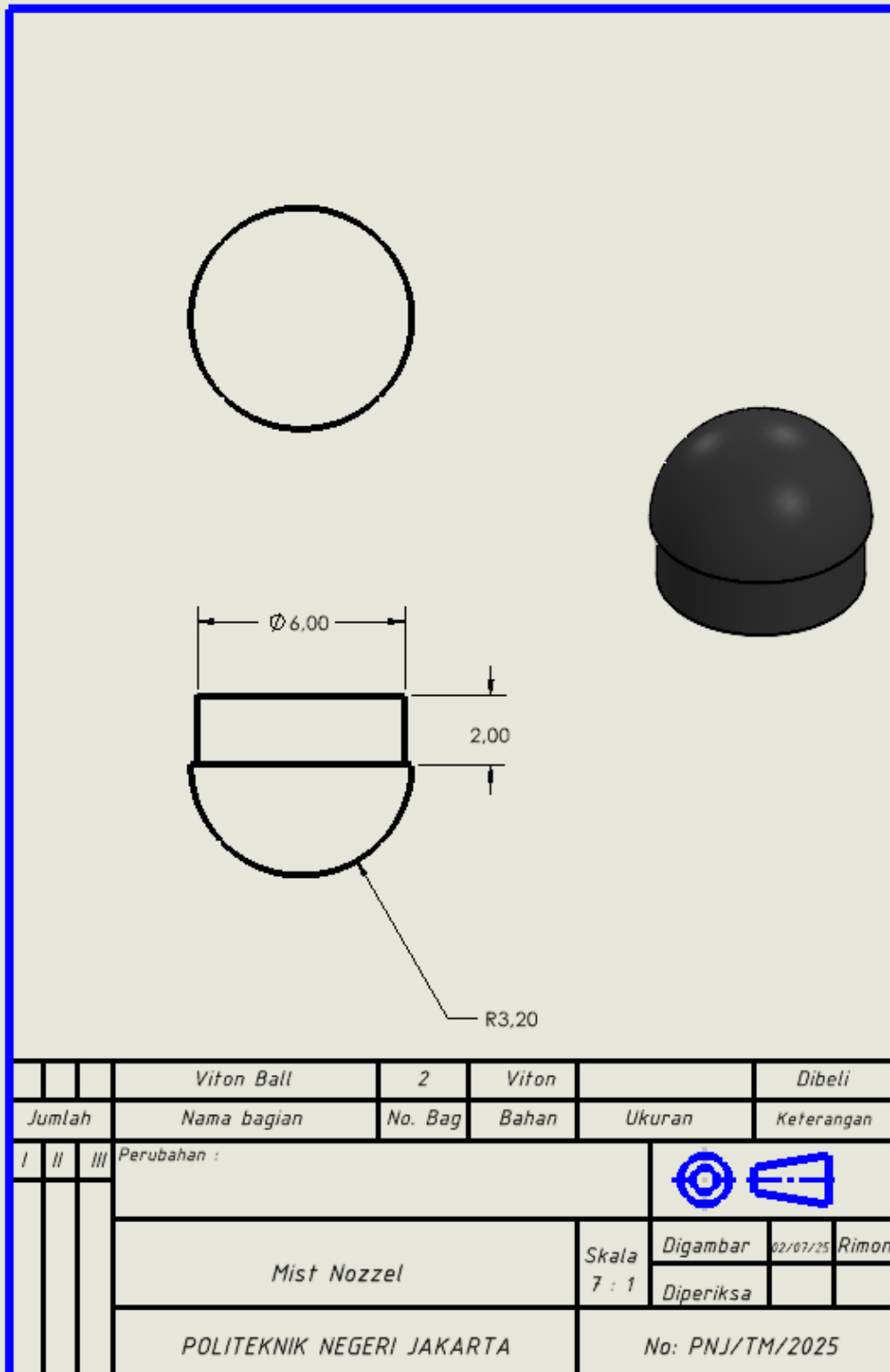
Lampiran 2, Komponen bodi dan Penutup nosel



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 3, Komponen Viton Ball

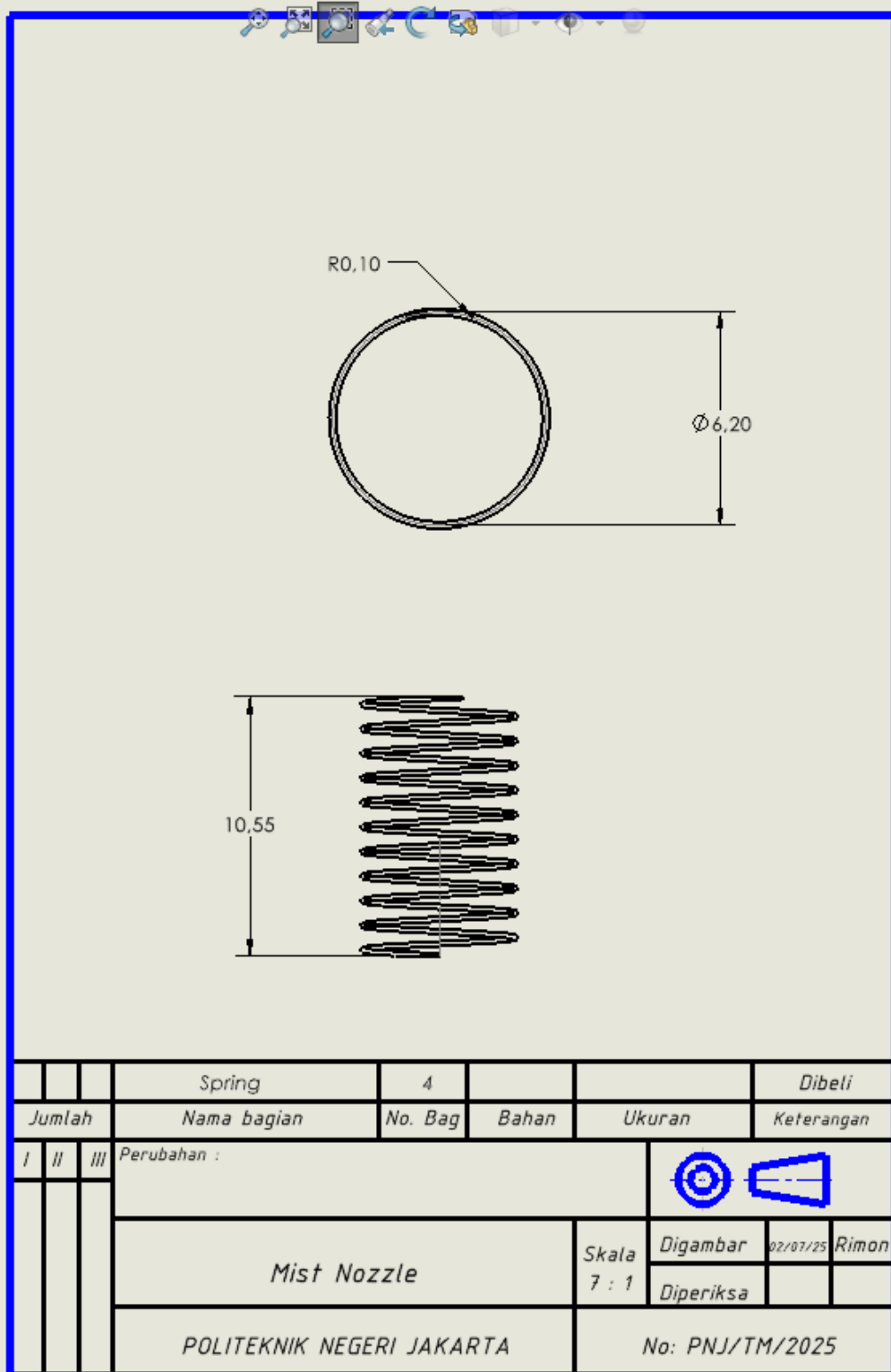


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

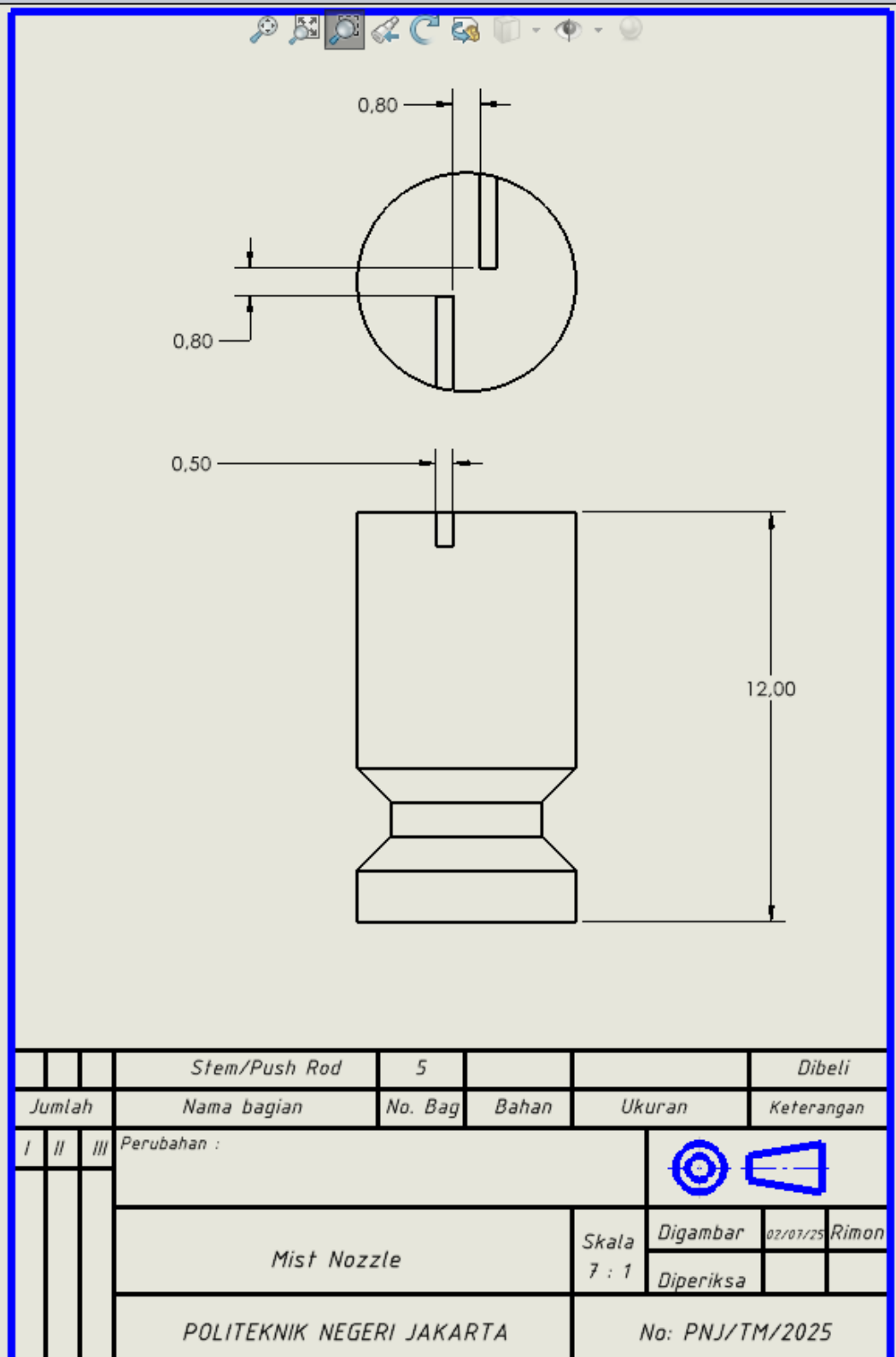
Lampiran 4, Komponen Spring



Lampiran 5, Komponen Stem

Hak Cipta :

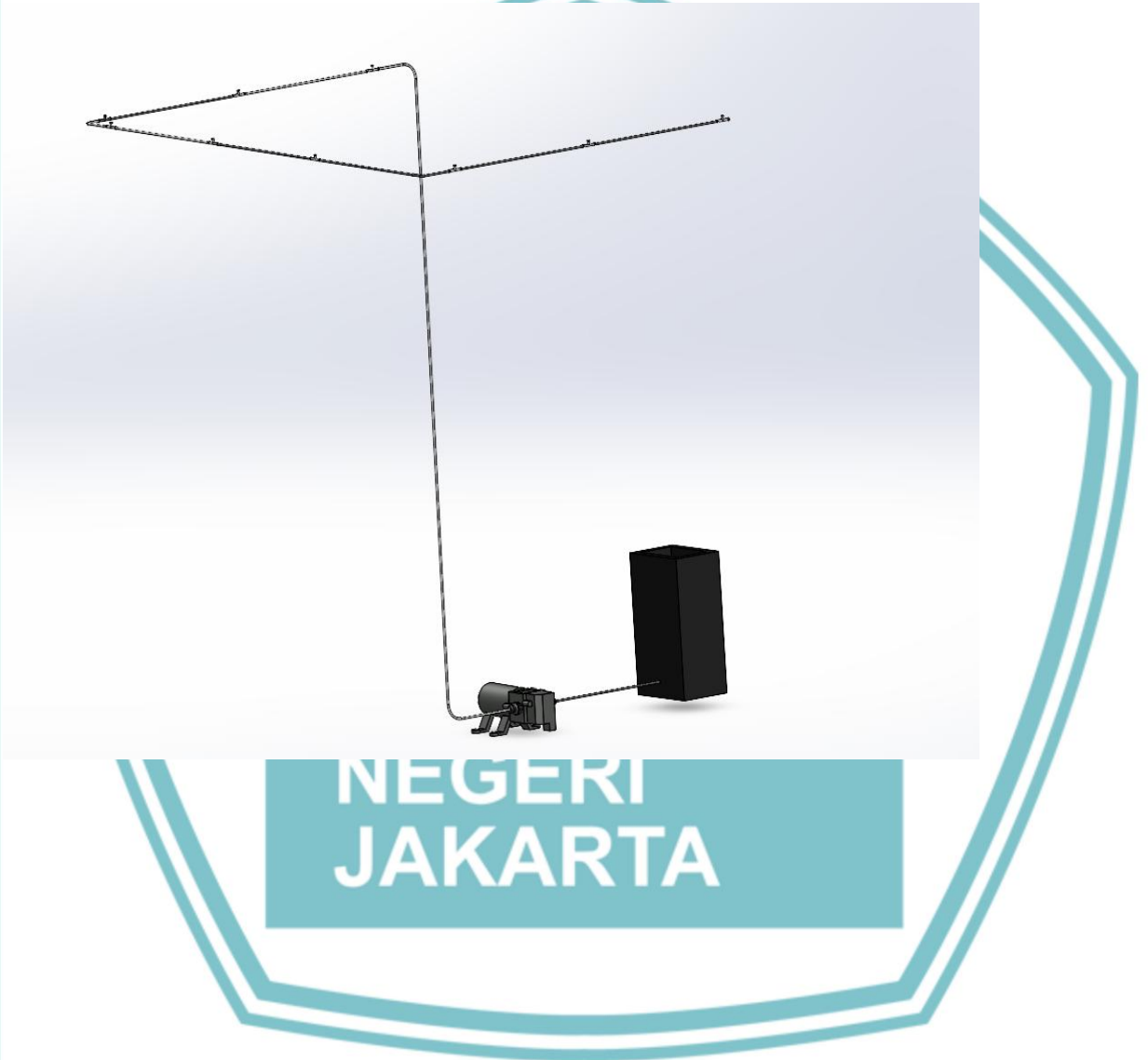
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

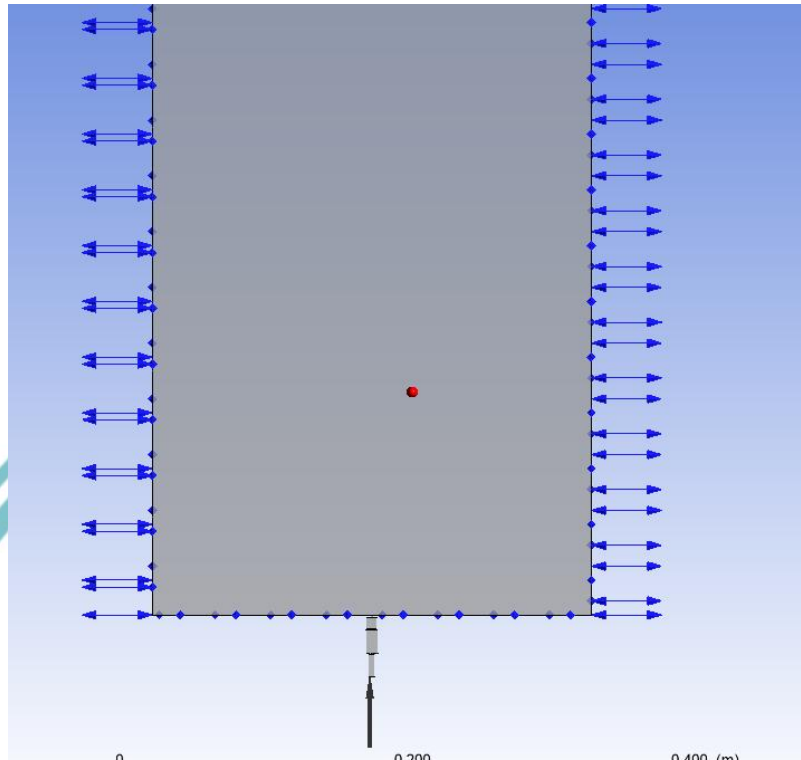
Lampiran 6, Desain Skema pemasangan Selang 3D (*isometric*)



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 7, *Setup CFD ANSYS Nosel*



Lampiran 8, Input nilai boundary inlet (a) dan opening (b) untuk aplikasi ANSYS

