



© 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



**PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA AIR  
INTAKE KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA  
TURBIN GAS**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Daniel Ricardo Marulitua Tambun**  
**NIM. 1902421028**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS 2023**



© 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



**PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA AIR  
INTAKE KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA  
TURBIN GAS**

**SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Daniel Ricardo Marulitua Tambun**

**NIM. 1902421028**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS 2023**



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  
SKRIPSI**

PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA *AIR INTAKE*  
KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA TURBIN GAS

Oleh :

Daniel Ricardo Marulitua Tambun

NIM. 1902421028

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons)  
NIP. 196301161993031001

Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.  
NIP. 197312282008121001

Kepala Program Studi  
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.  
NIP. 196605191990031002



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  
SKRIPSI

PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA *AIR INTAKE*  
KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA TURBIN GAS

Oleh :

Daniel Ricardo Marulitua Tambun

NIM. 1902421028

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal ..... 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons) NIP. 196301161993031001	Ketua sidang		01/09/23
2.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Penguji 1		28/08/23
3.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP. 196605191990031002	Penguji 2		01/09/23

Depok, .... Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, 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 menggunakan 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 : Daniel Ricardo Marulitua Tambun  
NIM : 1902421028  
Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 31 Agustus 2023



Daniel Ricardo Marulitua  
Tambun  
NIM.1902421028



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

## PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA AIR INTAKE KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA TURBIN GAS

Daniel Ricardo Marulitua Tambun<sup>1)</sup>, Belyamin<sup>2)</sup>, Dianta Mustofa Kamal<sup>3)</sup>

- 1) Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
- 2) Program Studi Magister Terapan Teknologi Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
- 3) Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

*email:* daniel.rmt7@gmail.com

### ABSTRAK

Kondisi operasi turbin gas menurut standar ISO 3977-2 berada di suhu 15°C dan kelembaban 60% pada tekanan permukaan laut di 101,325 kPa. Banyak dari kondisi turbin gas yang tidak sesuai dengan standar ISO 3977-2, salah satunya adalah turbin gas pada penelitian ini yang dikarenakan keadaan lingkungan sekitarnya. Salah satu cara untuk mencapai atau mendekati kondisi dari standar ISO 3977-2 adalah dengan metode pendinginan *Fog Inlet*. Pendinginan *Fog Inlet* pada penelitian ini akan mendinginkan suhu *ambient* yang masuk ke *air intake* dari 30,8°C menjadi 27,383°C saat masuk ke kompresor, sehingga dapat meningkatkan performa turbin gas. Kenaikan performa daya turbin gas yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 20158,062 kW dengan menggunakan perhitungan siklus Brayton. Performa turbin gas juga dilihat dari *heat rate* dan efisiensi termalnya. *Heat rate* pada penelitian ini menurun dari 2490,031 kcal/kWh menjadi 2273,986 kcal/kWh dan efisiensi termal mengalami kenaikan sebesar 3,28% dengan adanya pendinginan *Fog Inlet* ini. Dengan demikian pendinginan *Fog Inlet* dapat direncanakan dengan menghitung laju alir air demineralisasi sebagai pendingin, ukuran dan kapasitas aliran dari *nozzle*, serta besar kebutuhan aliran dan tekanan pompa dalam memenuhi kondisi pendinginan *Fog Inlet*.

**Kata kunci:** ISO 3977-2, turbin gas, *Fog Inlet*, performa, *nozzle*, pompa



# PLANNING *FOG INLET* COOLING SYSTEM IN COMPRESSOR AIR INTAKE FOR IMPROVED GAS TURBINE PERFORMANCE

Daniel Ricardo Marulitua Tambun<sup>1)</sup>, Belyamin<sup>2)</sup>, Dianta Mustofa Kamal<sup>3)</sup>

- 1) Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
- 2) Program Studi Magister Terapan Teknologi Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
- 3) Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424  
*email: daniel.rmt7@gmail.com*

## ABSTRACT

Gas turbine operating conditions according to ISO 3977-2 standards are at a temperature of 15°C and 60% humidity at sea level pressure at 101.325 kPa. Many of the gas turbine conditions are not same with ISO 3977-2 standards, one of which is the gas turbine in this study due to the surrounding environment. One way to achieve or approach the conditions of the ISO 3977-2 standard is the Fog Inlet cooling method. The Fog Inlet cooling in this study will cool the ambient temperature entering the air intake from 30.8°C to 27.383°C when it enters the compressor, so the performance of the gas turbine can be improve. The gas turbine performance by power increased in this study for 20158.062 kW by using the Brayton cycle calculation. Gas turbine performance is also seen from its heat rate and thermal efficiency. The heat rate in this study decreased from 2490.031 kcal/kWh to 2273.986 kcal/kWh and the thermal efficiency increased by 3.28% with this Fog Inlet cooling. Thus cooling of the Fog Inlet can be planned by calculating the flow rate of demineralized water as a coolant, the size and flow capacity of the nozzle, as well as the magnitude of the flow requirement and pump pressure to meet the Fog Inlet cooling conditions.

**Keywords:** ISO 3977-2, gas turbine, *Fog Inlet*, performance, *nozzle*, pump

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



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa serta Maha Pengasih atas segala berkat dan karunia-Nya yang melimpah dan karena atas pertolongan Nya, penulis dapat dimampukan untuk menyelesaikan skripsi ini yang judul **“PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA *AIR INTAKE* KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA TURBIN GAS”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi D4 - Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan tulus yang telah diberikan terhingga kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran
2. Kedua orang tua dan kakak saya yang telah memberikan dukungan dan semangat yang tiada ada henti.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng.(Hons) selaku Dosen Pembimbing Pertama yang sudah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Pembangkit Tenaga Listrik.
7. Bapak Suwardi selaku mentor dan pembimbing serta penanggung jawab lapangan.
8. Bapak J. Ari Janugroho selaku pembimbing dan pengajar lapangan.
9. Seluruh tim HAR Mekanik, tim BOP (Balance Of Plant), tim BU (Bengkel Umum), tim PDM (Predictive Maintenance) dan tim Operator.

### 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

10. Kepada teman – teman Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik angkatan tahun 2019, sebagai tempat hahahihi yang memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.

11. Kepada SANBROK selama di Davinci semester akhir

12. Kepada seluruh teman-teman ENPO untuk KBK nya.

13. Tak lupa penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, untuk jasa dan bantuannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi industri dalam meningkatkan potensi performa turbin gas.

Depok, 31 Agustus 2023

Daniel Ricardo Marulitua Tambun

NIM.1902421028

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 ISI**

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Batasan Penelitian (Pertanyaan Penelitian).....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Pengertian Turbin Gas.....	7
2.1.2 Komponen Utama Turbin.....	10
2.1.3 Siklus Brayton dan Perhitungannya Pada Turbin Gas.....	15
2.1.4 Perhitungan Siklus Brayton Pada Turbin Gas.....	18



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

2.1.5 Pendinginan <i>Fog Inlet</i> Pada Turbin Gas .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	32
3.1.1 Diagram Alir .....	33
3.2 Objek Penelitian .....	34
3.3 Metode Pengambilan Sampel .....	34
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian .....	35
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian .....	35
3.6 Metode Analisis Data .....	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	37
4.1.1 Data Operasi Turbin Gas .....	37
4.1.2 Perhitungan Performa Dengan Siklus Brayton Pada Kondisi <i>Ambient</i> ....	39
4.1.3 Perhitungan Suhu Pendinginan <i>Fog Inlet</i> .....	48
4.1.4 Perhitungan Performa Turbin Gas Dengan Siklus Brayton Setelah Pendinginan <i>Fog Inlet</i> .....	51
4.1.5 Perencanaan Sistem Pendinginan <i>Fog Inlet</i> Pada Turbin Gas .....	58
4.2 Pembahasan .....	60
4.2.1 Analisis Temperatur dan Relative Humidity .....	60
4.2.2 Analisis Performa Turbin Gas .....	61
4.2.3 Sistem Pendinginan <i>Fog Inlet</i> Pada Air <i>Inlet</i> Turbin Gas .....	66
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
5.1 Simpulan .....	68
5.2 Saran .....	68

DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN .....	72



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

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Gas .....	7
Gambar 2.2 Open Cycle Turbin Gas .....	8
Gambar 2.3 Closed Cycle Turbin Gas .....	8
Gambar 2.4 Combine Cycle Turbin Gas .....	10
Gambar 2.5 Air intake Turbin Gas .....	11
Gambar 2.6 Kompresor Turbin Gas .....	11
Gambar 2.7 Combustor Turbin Gas .....	13
Gambar 2.8 Turbin Gas .....	14
Gambar 2.9 Exhaust Section Turbin Gas .....	15
Gambar 2.10 Diagram P-V dan T-s Siklus Brayton Ideal .....	16
Gambar 2.11 Diagram T-s Siklus Brayton Aktual .....	17
Gambar 2.12 Pendinginan Fogging .....	25
Gambar 2.16 Sistem Downstream Fogging .....	28
Gambar 2.13 Kurva dari Centrifugal dan Positive displacement Pump .....	30
Gambar 2.14 (a) Swirl Jet Nozzle, (b) Impaction Pin Nozzle .....	31
Gambar 2.15 Downstream dan Upstream Fogging .....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan .....	33
Gambar 4.1 Diagram Blok Kondisi Ambient Turbin Gas .....	39
Gambar 4.2 Diagram Blok Kondisi Cooling Turbin Gas .....	48
Gambar 4.3 Kondisi Pendinginan Fogging Sederhana .....	48
Gambar 4.4 Psychrometric Chart .....	49



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

Gambar 4.5 Impaction Pin Nozzle dan Diagram Ukuran Droplet dari Fogging .....	59
Gambar 4.6 Grafik Suhu dan Relative Humidity .....	60
Gambar 4.7 Diagram T-s Siklus Brayon Ideal Pada Suhu Ambient dan Cooling .....	62
Gambar 4.8 Grafik Daya .....	63
Gambar 4.9 Grafik Heat rate .....	64
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Termal .....	65
Gambar 4.11 Inlet Air Turbin Gas dengan Fog Inlet .....	66





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

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Data Kandungan Air Demineralisasi .....	31
Tabel 3.1 Spesifikasi Turbin Gas PT X.....	34
Tabel 4.1 Data Operasi Turbin Gas PT X .....	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Pompa .....	58
Tabel 4.3 <i>Flow rate</i> Berdasarkan Tekanan Pada <i>Nozzle</i> .....	59
Tabel 4.4 Performa Turbin Gas Dengan Perhitungan Siklus Brayton .....	61





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 Penelitian

Turbin gas merupakan sebuah mesin yang mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik. Turbin gas biasanya digunakan untuk menghasilkan listrik dalam pembangkit listrik tenaga gas, juga digabungkan menjadi CCPP (*combine cycle power plant*), serta digunakan dalam mesin pesawat terbang, kapal, dan mesin-mesin industri lainnya. Cara kerja turbin gas ialah dengan masuknya udara yang dihisap kompresor melalui *air intake*, kemudian dikompresi dan dipakai untuk pembakaran pada ruang bakar. Ekspansi pada ruang bakar akan menggerakkan sudu turbin dan memutar poros serta dapat menghasilkan listrik dengan generator.

Menurut ISO 3977-2 (Gas Turbine – Procurement – Part 2: Standard Reference Conditions and Rating) menjelaskan standar rating pada operasional gas turbin dalam tiga kondisi: suhu udara masuk 15°C, kelembapan 60%, dan pada tekanan permukaan laut (101,325 kPa)[1]. Berdasarkan standar ISO 3977-2 tersebut, masih banyak turbin gas khususnya di Indonesia yang merupakan negara tropis yang kondisi lingkungannya mempengaruhi performa dari turbin gas itu sendiri. Seperti kondisi sekitar pada turbin gas di PT X pada saat ini adalah di suhu 30,8°C dan kelembapan 77,1%. Menurut Aditya Hariprasetyo, *et al.*, (2022), suhu dan kelembapan udara lingkungan sangat berpengaruh terhadap efisiensi turbin. Perbedaan suhu sebesar 3,9°C akan membuat perbedaan daya listrik yang dihasilkan sebesar 1,84 MW[2]. Peningkatan temperatur udara lingkungan turbin gas akan mengurangi kepadatan udara sehingga massa aliran udara yang masuk akan berkurang. Selain itu, konsumsi daya kompresor akan meningkat sebanding dengan peningkatan temperatur udara lingkungan disebabkan kapasitas penyerapan turbin gas konstan sehingga tekanan sebelum turbin gas akan berkurang[3]. Maka dari itu diperlukannya suatu cara agar turbin gas dapat bekerja sesuai atau mendekati dengan standar ISO 3977-2. Pendinginan udara masuk turbin gas pada





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

air *inlet* merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk membuat performa turbin gas sesuai dan atau mendekati dengan standar ISO 3977-2.

Sistem pendinginan pada *inlet* turbin gas memiliki banyak jenis dan tipe yang dapat dibuat serta dirancang sesuai dengan kebutuhan. Tujuan utamanya ialah untuk mendinginkan udara masuk yang akan berefek pada peningkatan daya keluaran dari turbin gas. Dengan setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  temperatur, maka daya keluaran turbin akan menurun sekitar 0,54% hingga 0,9% [4]. Menurut Dianta Mustofa Kamal dan Nadira Firbarini (2021) suhu masuk kompresor pada turbin gas mempengaruhi kinerja turbin gas dari suhu  $33^{\circ}\text{C}$  menjadi  $16^{\circ}\text{C}$ , efisiensi PLTG meningkat menjadi 37,35%, dan nilai konsumsi bahan bakarnya (SFC) menurun dari 574,6 g/kWh menjadi 204,7 g/kWh [5]. Hal yang serupa juga ditulis oleh Dimas Rianto Utomo, *et al.*, (2020) yang merancang *Mechanical Refrigeration* untuk *inlet* turbin gas diperoleh hasil yaitu penurunan temperatur udara *inlet* kompresor dari  $32^{\circ}\text{C}$  menjadi  $28^{\circ}\text{C}$ , meningkatkan rata-rata kerja bersih siklus turbin gas sebesar 0,496 MW serta penghematan biaya bahan bakar hingga Rp1.554.257.011 per tahun [6]. Dari banyak metode *cooling system* untuk mendinginkan udara masuk dari turbin gas, salah satunya dengan menggunakan system *fogging*.

*Fog Inlet cooling system* adalah salah satu cara untuk mendinginkan udara masuk (*ambient*) yang dihisap oleh kompresor turbin gas. *Fog Inlet* bekerja dengan cara menyemprotkan air yang didemineralisasi dan telah diatomisasi pada aliran udara masuk kompresor. Air tersebut akan menguap dengan cepat dan mendinginkan udara masuk [1]. Ketika pendinginan udara terjadi, maka suhu udara akan menurun dan mengurangi energi yang dikonsumsi oleh kompresor (kerja kompresor), sehingga lebih banyak daya keluaran yang dihasilkan turbin gas. Menurut Cyrus B. Meher-Homji dan Thomas R. Mee III (1999) juga melakukan analisa mengenai peningkatan daya turbin gas dengan menambahkan *fogging* pada *inlet* air sebagai pendingin udara masuk. Dijelaskan mengenai cara kerja *Fog Inlet*, peralatan yang digunakan, kontrol dan lokasi untuk *fogging system*, cara dan waktu pemeliharaan [7]. Ikpe *et al* (2020) melalui penelitiannya tentang *high pressure fogging* melalui simulasi mendapatkan peningkatan daya netto turbin gas sebesar



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

dari 13,54 MW[8]. *Fog Inlet* cooling menjadi salah satu cara yang paling relevan, R. Agbadede dan B. Kainga (2021) mensimulasi dan menganalisis sisi ekonominya hingga didapatkan sekitar \$2.4 juta keuntungan per tahun saat *Fog Inlet* telah digunakan[9].

Dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya, telah dianalisis dan dirancang berbagai *fogging* cooling system untuk peningkatan daya output turbin, namun belum ada penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan serta perhitungannya dengan siklus Brayton untuk meningkatkan performa turbin gas. Jadi pada penelitian ini direncanakan *Fog Inlet* cooling system dengan berdasarkan perhitungan performa turbin gas dengan menggunakan siklus Brayton. Maka, penelitian yang berjudul “PERENCANAAN PENDINGINAN *FOG INLET* PADA *AIR INTAKE* KOMPRESOR UNTUK PENINGKATAN PERFORMA TURBIN GAS” akan menjadi penting untuk peningkatan performa turbin gas sehingga mendekati standar ISO 3977-2, yang dapat menjadi referensi terkhusus pada pembangkit dan industri di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat rumusan masalah yang akan dijawab dalam hasil penelitian ini. Dibawah ini merupakan rumusan masalah penelitian:

1. Apa itu pendinginan *Fog Inlet* dan bagaimana pengaruhnya terhadap standar ISO 3977-2?
2. Bagaimana hasil perhitungan *Fog Inlet cooling system* terhadap performa turbin gas?
3. Berapa banyak peningkatan performa turbin gas dari perencanaan pendinginan *Fog Inlet*?
4. Bagaimana hasil perencanaan pendinginan *Fog Inlet* pada turbin gas Mitsubishi 701F?



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

### 1.3 Batasan Penelitian (Pertanyaan Penelitian)

Batasan masalah penelitian merupakan batas-batas sebuah topik penelitian yang sedang dikaji dan diteliti. Dibawah ini merupakan batasan masalah penelitian:

1. Objek yang diteliti adalah *Fog Inlet* yang dipasang pada *Air Inlet* pada Turbin Gas Mitsubishi 701F.
2. Sistem diasumsikan adiabatik dan mencapai saturasi maksimal.
3. Perhitungan pendinginan oleh *Fog Inlet* hanya untuk mendapatkan suhu sebelum masuk kompresor.
4. Pengaruh dari perencanaan pendinginan *Fog Inlet* hanya terhadap performa turbin gas Mitsubishi 701F.
5. Perencanaan pendinginan *Fog Inlet* disesuaikan dengan turbin gas Mitsubishi 701F dan berdasarkan jurnal dan buku yang ada.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisa perancangan ini adalah sebagai berikut :

- 1 Menghitung performa turbin gas Mitsubishi 701F sebelum dan sesudah perhitungan pendinginan oleh *Fog Inlet* untuk mendekati standar ISO 3977-2.
- 2 Menganalisis pengaruh pendinginan *Fog Inlet* terhadap performa turbin gas.
- 3 Merencanakan pendinginan *Fog Inlet* pada *Air intake* turbin gas.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Pelaksana Skripsi / Penulis
  - Untuk menganalisa performa turbin gas jika sesuai atau semakin mendekati standar ISO 3977-2
  - Untuk menghitung peningkatan performa turbin gas dengan adanya pendinginan *Fog Inlet*
2. Bagi Perusahaan



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

- Sebagai bahan rekomendasi dan inovasi untuk dapat dilakukannya perencanaan dan perancangan pendinginan *Fog Inlet* pada *Air Inlet* di turbin gas untuk peningkatan performa dan daya output dari turbin gas

3. Bagi Pembaca

- Dapat menjadi referensi dan pengetahuan tambahan mengenai *Fog Inlet Cooling System* pada *Air Inlet* turbin gas
- Dapat menjadi rekomendasi untuk merencanakan dan merancang pendinginan *Fog Inlet* pada *Air Inlet* turbin gas

### 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Untuk memudahkan dalam memahami proposal skripsi ini, berikut sistematika penulisannya:

a. BAB I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, pernyataan penelitian, batasan penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian yang di analisa serta sistematika penulisan skripsi.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan/ penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji melalui dasar teori yang berhubungan dengan penelitian dalam skripsi.

c. BAB III Metode Penelitian

Menguraikan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/ penelitian, meliputi diagram alur penelitian, data dalam penelitian, pemilihan metode, serta bagaimana proses penelitian berlangsung.

d. BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini menguraikan tentang hasil penelitian, perhitungan, dan pembahasan. Dalam bab ini juga dijabarkan pengolahan data yang telah didapat.

e. BAB V Penutup

Bab ini berisikan hasil analisis dari Bab IV, yang juga terdapat saran serta kesimpulan yang dibuat penulis terhadap penelitiannya yang direkomendasikan untuk pembaca.



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

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Dari perhitungan performa turbin gas didapatkan hasil berupa peningkatan  $W_{net}$  sebesar 20276,489 kW dengan perhitungan siklus Brayton dari adanya pendinginan *Fog Inlet* yang menurunkan suhu masuk sebesar  $3,417^{\circ}\text{C}$  sehingga mendekati kondisi ISO 3977-2 .
2. Pendinginan *Fog Inlet* menurunkan *Heat rate* dari 2490,031 *kcal/kWh* menjadi 2273,986 *kcal/kWh*.
3. Performa turbin gas melalui efisiensi thermal juga mengalami peningkatan dengan adanya pendinginan *Fog Inlet* yaitu sebesar 3,303%.
4. Perencanaan pendinginan *Fog Inlet* dilakukan dengan memilih *nozzle* dan pompa sesuai dengan  $\dot{m}_{water}$  yang diperlukan untuk pendinginan *Fog Inlet*. Jenis pompa yang direncanakan adalah pompa *positive displacement* tipe *plunger* berdaya 21,45 kW, dengan *nozzle* tipe *impaction-pin* berbahan 316 *stainless steel* dengan ukuran 1/8" NPT (National Pipe Thread) serta ukuran *orifice* sebesar 0.008 inch.

### 5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah agar pendinginan *Fog Inlet* dapat direalisasikan pada turbin gas di PT X atau pada turbin gas dimana saja agar performanya dapat sesuai atau semakin mendekati standar ISO 3977-2, sehingga dapat secara langsung menghitung, menganalisa, dan merasakan peningkatan performa dengan pendinginan *Fog Inlet*.



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

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Ridho and S. P. Fitri, “Desain Sistem Pendingin Absorpsi untuk Inlet Air Turbin Gas pada PLTGU,” pp. 7–8, 2017.
- [2] A. Hariprasetyo, E. Yuniaty, and S. Anwar, “Seminar Nasional TREN Analisis Pengaruh Suhu dan Kelembapan Udara Lingkungan Terhadap Performa Turbin Gas Kapasitas 40 Mw Milik PT . X di Cilegon,” pp. 1–7, 2022.
- [3] M. N. Pangestu, “Analisis Sistem Pendinginan Absorpsi pada Intake Udara PLTGU,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.71832.
- [4] T. M. H. Lameen, “DEVELOPMENT OF A PHOTOVOLTAIC REVERSE OSMOSIS DEMINERALIZATION FOGGING FOR IMPROVED,” no. April, 2018.
- [5] P. Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur and P. G. Negeri Jakarta Jalan Siwabessy, “PENGARUH TEMPERATUR INLET KOMPRESOR TERHADAP KINERJA PERALATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) Dianta Mustofa Kamal\*, Nadira Firbarini,” *Dianta Mustofa Kamal, SNTEM*, vol. 1, no. November, pp. 1734–1739, 2021.
- [6] D. R. Utomo, B. Belyamin, and S. Prasetya, “Perancangan Air Cooler Turbin gas Aeroderivative Lm6000 Jenis Compact Heat Exchanger Untuk Meningkatkan Performa Turbin gas,” *J. Mek. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 61–70, 2020, doi: 10.32722/jmt.v1i1.3333.
- [7] C. B. Meher-Homji and T. R. Mee, “Gas Turbine Power Augmentation By Fogging Of Inlet Air.,” 1999.
- [8] A. E. Ikpe, I. C. Iluobe, and D. I. Imonitie, “Modelling and Simulation of High Pressure Fogging Air Intake Cooling Unit of Omotosho Phase II Gas Turbine Power Plant,” *J. Appl. Res. Ind. Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 121–136, 2020, doi: 10.22105/jarie.2020.216680.1129.
- [9] R. Agbadede and B. Kainga, “Performance and techno-economic analysis of inlet fogging system implementation in heavy duty industrial gas turbines,” *Int. J. Thermodyn.*, vol. 24, no. 2, pp. 75–81, 2021, doi: 10.5541/ijot.782485.
- [10] R. Syammary, “Analisis Efisiensi Turbin Gas Tipe V94 . 2 Sebelum dan



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

- Sesudah Minor Inspection Pada Blok 4 Unit 3 Pltgu Muara Tawar,” vol. 8, no. 2, pp. 71–81, 2020.
- [11] M. P. Boyce, *Engineering Third Edition*.
  - [12] M. N. ANNUR, “PENGARUH VARIASI BEBAN TERHADAP PERFORMA,” 2017.
  - [13] Rahmat Ikrahmadani, “Comparative Analysis of Gas Turbine Performance With Different Load Variation At Pltgu Block Gt 1.3 Pt. Pjb Up Gresik,” 2016.
  - [14] P. Sundari, “ANALISIS TERMOEKONOMI SIKLUS KOMBINASI TURBIN GAS DAN UNIT PLTGU GRATI,” *Proc. 2003 Int. Jt. Power Gener. Conf.*, no. 19, pp. 539–544, 2021.
  - [15] F. T. Industri, “Gas Sebelum Dan Sesudah Turbine Inspection Dengan Variasi Beban Di Pltgu Comparison Analysis of Gas Turbine Performance Before and After Turbine Inspection With Variably Load in Pltgu,” 2015.
  - [16] M. P. Boyce, *Gas turbine engineering handbook*. Elsevier, 2011.
  - [17] R. Volume, “ISSN: 2745-6331 (online) page 161-170,” vol. 2, no. 2, pp. 161–170, 2020.
  - [18] N. Gusnita and K. S. Said, “Analisa Efisiensi dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 Mw,” *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 14, no. 2, pp. 209–218, 2017.
  - [19] T. Zhang, Z. Liu, H. Hao, and L. Chang, “Application Research of Intake-Air Cooling Technologies in Gas-Steam Combined Cycle Power Plants in China,” *J. Power Energy Eng.*, vol. 02, no. 04, pp. 304–311, 2014, doi: 10.4236/jpee.2014.24042.
  - [20] T. R. M. Iii, P. Asia, and K. Lumpur, “Gas Turbine Inlet Air Fogging For Humid Environments Mee Industries Inc . United States of America,” 2014.
  - [21] A. K. Shukla and O. Singh, “Thermodynamic analysis of steam-injected gas turbine cycle power plant with inlet air cooling,” *Int. J. Ambient Energy*, vol. 38, no. 6, pp. 556–566, 2017, doi: 10.1080/01430750.2016.1155495.
  - [22] S. Ali Sakhaei and M. Safari, “Study and Comparison of Inlet Air Cooling Technique of Gas Turbines and Their Effects on Increase of the Efficiency and Outlet Power,” *Int. J. Mater. Mech. Manuf.*, vol. 2, no. 4, pp. 329–334,





2014, doi: 10.7763/ijmmm.2014.v2.151.

- [23] M. Volk, Volk, M. (2014). *Pump characteristics and applications*. CRC Press. [Online]. Available: [www.EngineeringBooksPdf.com](http://www.EngineeringBooksPdf.com)
- [24] T. R. M. Iii, "DESIGN CONSIDERATION OF FOGGING AND WET COMPRESSION SYSTEMS AS FUNCTION OF GAS TURBINE INLET DUCT CONFIGURATIONS," pp. 1–14, 2016.
- [25] I. Sutisna, "Statistika Penelitian: Teknik Analisis Data Penelitian Kuantitatif," *Univ. Negeri Gorontalo*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2020, [Online]. Available: <https://repository.ung.ac.id/get/karyailmiah/4610/Teknik-Analisis-Data-Penelitian-Kuantitatif.pdf>
- [26] "Psychrometric Chart," *Unit Oper. Food Process.*, p. 191, 1983, doi: 10.1016/b978-0-08-025536-1.50026-6.
- [27] P. V. H. Dharmaraj, T. H. Kim, A. Suryan, and H. D. Kim, "Thermo-Fluid Analysis on the Efficiency of Wet Compression Process," *J. Appl. Fluid Mech.*, vol. 15, no. 4, pp. 1061–1071, 2022, doi: 10.47176/jafm.15.04.33094.
- [28] A. Y. Qasim, S. A. Ahmed, W. A. Obaid, and A. K. Jassim, "A Review - Effect of Cooling System on the Efficiency and Output Power Gas Turbine," vol. 4, no. 4, pp. 132–138, 2015.
- [29] N. Temperature, "Ashrae psychrometric chart no.1," no. 1, p. 110, 1992.

**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

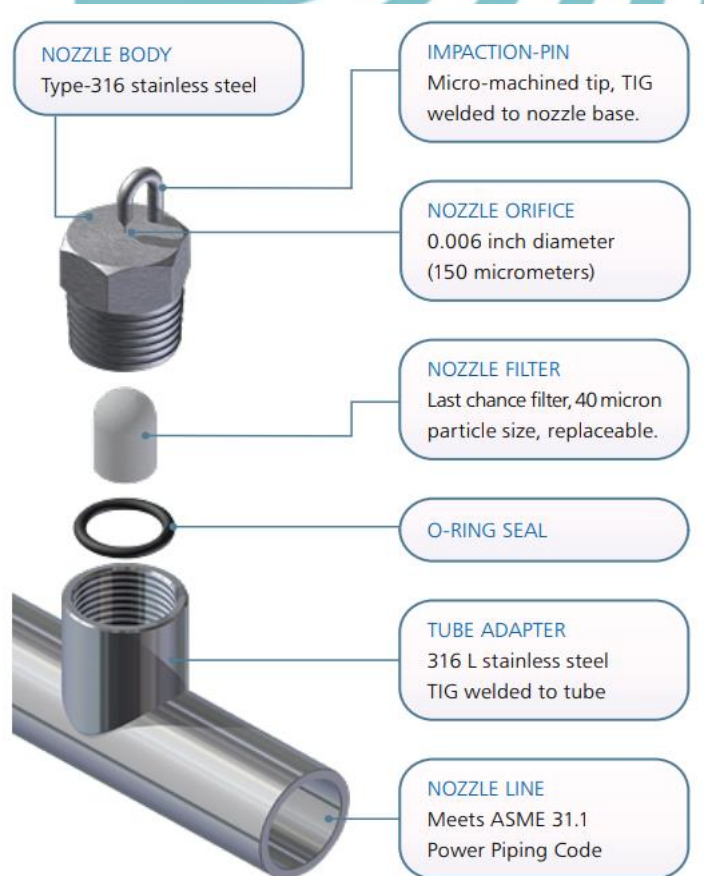
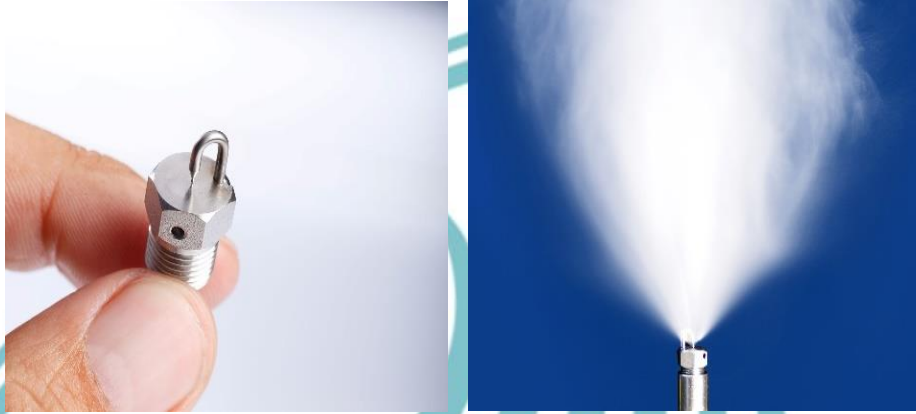


**LAMPIRAN**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Gambar *Impaction-pin Nozzle* dan bagian-bagiannya serta *Plume* yang dihasilkan  
(Sumber : Mee Fog)



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



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Data Suhu dan Relative Humidity (RH )rata-rata dari pukul 08.00-16.00 pada Desember 2022

Tanggal	Jam	Suhu	RH
01/12/2022	08.00-16.00	31,8	76,71%
02/12/2022	08.00-16.00	31,8	75,74%
03/12/2022	08.00-16.00	32,5	71,55%
04/12/2022	08.00-16.00	29,7	79,89%
05/12/2022	08.00-16.00	34,90	66,77%
06/12/2022	08.00-16.00	32,70	68,95%
07/12/2022	08.00-16.00	34,50	65,91%
08/12/2022	08.00-16.00	31,10	79,68%
09/12/2022	08.00-16.00	28,60	87,98%
10/12/2022	08.00-16.00	33,70	68,48%
11/12/2022	08.00-16.00	34,40	70,08%
12/12/2022	08.00-16.00	31,20	76,46%
13/12/2022	08.00-16.00	32,70	73,81%
14/12/2022	08.00-16.00	29,60	85,54%
15/12/2022	08.00-16.00	33,20	71,47%
16/12/2022	08.00-16.00	31,50	77,78%
17/12/2022	08.00-16.00	32,50	71,67%
18/12/2022	08.00-16.00	31,90	75,87%
19/12/2022	08.00-16.00	28,70	82,48%
20/12/2022	08.00-16.00	29,50	79,35%
21/12/2022	08.00-16.00	31,10	74,67%
22/12/2022	08.00-16.00	31,40	70,58%
23/12/2022	08.00-16.00	31,10	70,29%
24/12/2022	08.00-16.00	29,00	79,01%
25/12/2022	08.00-16.00	28,60	83,79%
26/12/2022	08.00-16.00	27,60	85,20%
27/12/2022	08.00-16.00	28,20	83,45%
28/12/2022	08.00-16.00	26,80	87,43%
29/12/2022	08.00-16.00	26,00	88,89%
30/12/2022	08.00-16.00	28,60	81,21%
31/12/2022	08.00-16.00	29,90	79,15%
Rata-rata		30,8	77,091%

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



Table Properties Of Air Ideal Gas

Temp. (K)	$c_v$ (kJ/kg-K)	$c_p$ (kJ/kg-K)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$\int_{T_{ref}}^T \frac{c_p(T)}{T} dT$ (kJ/kg-K)
200	0.7153	1.002	142.7	200.1	5.299
220	0.7155	1.003	157.0	220.2	5.394
240	0.7158	1.003	171.3	240.2	5.481
260	0.7162	1.003	185.6	260.3	5.562
280	0.7168	1.004	200.0	280.3	5.636
300	0.7177	1.005	214.3	300.4	5.705
320	0.7188	1.006	228.7	320.5	5.770
340	0.7202	1.007	243.1	340.7	5.831
360	0.7219	1.009	257.5	360.8	5.889
380	0.7239	1.011	272.0	381.0	5.944
400	0.7262	1.013	286.5	401.3	5.995
420	0.7289	1.016	301.0	421.6	6.045
440	0.7318	1.019	315.6	441.9	6.092
460	0.7350	1.022	330.3	462.3	6.137
480	0.7385	1.026	345.0	482.8	6.181
500	0.7423	1.029	359.8	503.3	6.223
520	0.7462	1.033	374.7	524.0	6.263
540	0.7504	1.037	389.7	544.7	6.302
560	0.7547	1.042	404.7	565.5	6.340
580	0.7592	1.046	419.9	586.3	6.377
600	0.7638	1.051	435.1	607.3	6.412
620	0.7685	1.055	450.4	628.4	6.447
640	0.7732	1.060	465.8	649.5	6.480
660	0.7780	1.065	481.3	670.8	6.513
680	0.7828	1.070	497.0	692.1	6.545
700	0.7876	1.075	512.7	713.6	6.576
720	0.7925	1.079	528.5	735.1	6.606
740	0.7973	1.084	544.4	756.8	6.636
760	0.8020	1.089	560.3	778.5	6.665
780	0.8068	1.094	576.4	800.3	6.693
800	0.8114	1.098	592.6	822.2	6.721
820	0.8160	1.103	608.9	844.3	6.748
840	0.8206	1.108	625.3	866.4	6.775
860	0.8250	1.112	641.7	888.6	6.801
880	0.8294	1.116	658.3	910.8	6.827
900	0.8337	1.121	674.9	933.2	6.852
920	0.8379	1.125	691.6	955.7	6.876
940	0.8420	1.129	708.4	978.2	6.901
960	0.8460	1.133	725.3	1001	6.924
980	0.8500	1.137	742.2	1024	6.948
1000	0.8538	1.141	759.3	1046	6.971
1020	0.8575	1.145	776.4	1069	6.993
1040	0.8612	1.148	793.6	1092	7.016
1060	0.8648	1.152	810.8	1115	7.038
1080	0.8682	1.155	828.2	1138	7.059
1100	0.8716	1.159	845.6	1161	7.080
1120	0.8749	1.162	863.0	1185	7.101
1140	0.8782	1.165	880.6	1208	7.122

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

Temp. (K)	$c_v$ (kJ/kg-K)	$c_p$ (kJ/kg-K)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$\int_{T_{ref}}^T \frac{c_p(T)}{T} dT$ (kJ/kg-K)
1160	0.8813	1.168	898.2	1231	7.142
1180	0.8843	1.171	915.8	1255	7.162
1200	0.8873	1.174	933.5	1278	7.182
1220	0.8902	1.177	951.3	1301	7.201
1240	0.8930	1.180	969.1	1325	7.220
1260	0.8958	1.183	987.0	1349	7.239
1280	0.8985	1.185	1005	1372	7.258
1300	0.9011	1.188	1023	1396	7.276
1320	0.9036	1.191	1041	1420	7.294
1340	0.9061	1.193	1059	1444	7.312
1360	0.9085	1.196	1077	1468	7.330
1380	0.9109	1.198	1095	1492	7.347
1400	0.9132	1.200	1114	1516	7.365
1420	0.9154	1.202	1132	1540	7.382
1440	0.9176	1.205	1150	1564	7.398
1460	0.9197	1.207	1169	1588	7.415
1480	0.9218	1.209	1187	1612	7.432
1500	0.9239	1.211	1206	1636	7.448
1520	0.9259	1.213	1224	1660	7.464
1540	0.9278	1.215	1243	1685	7.480
1560	0.9297	1.217	1261	1709	7.495
1580	0.9316	1.219	1280	1733	7.511
1600	0.9334	1.220	1298	1758	7.526
1620	0.9352	1.222	1317	1782	7.541
1640	0.9369	1.224	1336	1807	7.556
1660	0.9386	1.226	1355	1831	7.571
1680	0.9403	1.227	1373	1856	7.586
1700	0.9419	1.229	1392	1880	7.600
1720	0.9435	1.231	1411	1905	7.615
1740	0.9451	1.232	1430	1929	7.629
1760	0.9466	1.234	1449	1954	7.643
1780	0.9481	1.235	1468	1979	7.657
1800	0.9496	1.237	1487	2003	7.671
1820	0.9511	1.238	1506	2028	7.684
1840	0.9525	1.240	1525	2053	7.698
1860	0.9539	1.241	1544	2078	7.711
1880	0.9553	1.242	1563	2103	7.725
1900	0.9566	1.244	1582	2127	7.738
1920	0.9579	1.245	1601	2152	7.751
1940	0.9592	1.246	1620	2177	7.764
1960	0.9605	1.248	1640	2202	7.776
1980	0.9618	1.249	1659	2227	7.789
2000	0.9630	1.250	1678	2252	7.802
2020	0.9633	1.250	1698	2277	7.814
2040	0.9645	1.252	1717	2303	7.826
2060	0.9656	1.253	1736	2328	7.839
2080	0.9668	1.254	1756	2353	7.851
2100	0.9679	1.255	1775	2378	7.863



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

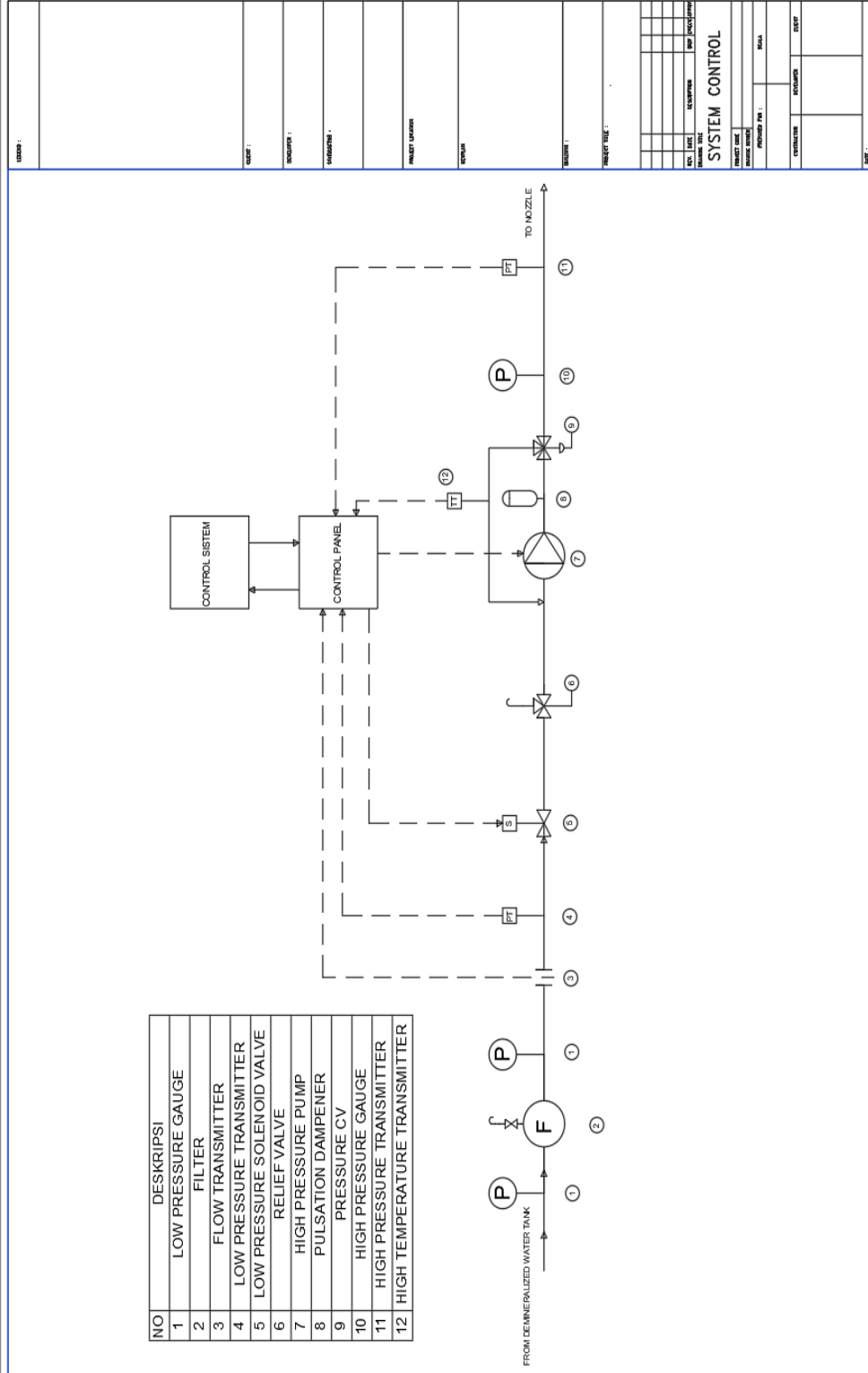
Temp K	h kJ/kg	Pr	u kJ/kg	vr	s° kJ/kg · K	Temp K	h kJ/kg	Pr	u kJ/kg	vr	s° kJ/kg · K
200	199.97	0.3363	142.56	1707.0	1.29559	580	586.04	14.38	419.55	115.7	2.37348
210	209.97	0.3987	149.69	1512.0	1.34444	590	596.52	15.31	427.15	110.6	2.39140
220	219.97	0.4690	156.82	1346.0	1.39105	600	607.02	16.28	434.78	105.8	2.40902
230	230.02	0.5477	164.00	1205.0	1.43557	610	617.53	17.30	442.42	101.2	2.42644
240	240.02	0.6355	171.13	1084.0	1.47824	620	628.07	18.36	450.09	96.92	2.44356
250	250.05	0.7329	178.28	979.0	1.51917	630	638.63	19.84	457.78	92.84	2.46048
260	260.09	0.8405	185.45	887.8	1.55848	640	649.22	20.64	465.50	88.99	2.47716
270	270.11	0.9590	192.60	808.0	1.59634	650	659.84	21.86	473.25	85.34	2.49364
280	280.13	1.0889	199.75	738.0	1.63279	660	670.47	23.13	481.01	81.89	2.50985
285	285.14	1.1584	203.33	706.1	1.65055	670	681.14	24.46	488.81	78.61	2.52589
290	290.16	1.2311	206.91	676.1	1.66802	680	691.82	25.85	496.62	75.50	2.54175
295	295.17	1.3068	210.49	647.9	1.68515	690	702.52	27.29	504.45	72.56	2.55731
298	298.18	1.3543	212.64	631.9	1.69528	700	713.27	28.80	512.33	69.76	2.57277
300	300.19	1.3860	214.07	621.2	1.70203	710	724.04	30.38	520.23	67.07	2.58810
305	305.22	1.4686	217.67	596.0	1.71865	720	734.82	32.02	528.14	64.53	2.60319
310	310.24	1.5546	221.25	572.3	1.73498	730	745.62	33.72	536.07	62.13	2.61803
315	315.27	1.6442	224.85	549.8	1.75106	740	756.44	35.50	544.02	59.82	2.63280
320	320.29	1.7375	228.42	528.6	1.76690	750	767.29	37.35	551.99	57.63	2.64737
325	325.31	1.8345	232.02	508.4	1.78249	760	778.18	39.27	560.01	55.54	2.66176
330	330.34	1.9352	235.61	489.4	1.79783	780	800.03	43.35	576.12	51.64	2.69013
340	340.42	2.149	242.82	454.1	1.82790	800	821.95	47.75	592.30	48.08	2.71787
350	350.49	2.379	250.02	422.2	1.85708	820	843.98	52.59	608.59	44.84	2.74504
360	360.58	2.626	257.24	393.4	1.88543	840	866.08	57.60	624.95	41.85	2.77170
370	370.67	2.892	264.46	367.2	1.91313	860	888.27	63.09	641.40	39.12	2.79783
380	380.77	3.176	271.69	343.4	1.94001	880	910.56	68.98	657.95	36.61	2.82344
390	390.88	3.481	278.93	321.5	1.96633	900	932.93	75.29	674.58	34.31	2.84856
400	400.98	3.806	286.16	301.6	1.99194	920	955.38	82.05	691.28	32.18	2.87324
410	411.12	4.153	293.43	283.3	2.01699	940	977.92	89.28	708.08	30.22	2.89748
420	421.26	4.522	300.69	266.6	2.04142	960	1000.55	97.00	725.02	28.40	2.92128
430	431.43	4.915	307.99	251.1	2.06533	980	1023.25	105.2	741.98	26.73	2.94468
440	441.61	5.332	315.30	236.8	2.08870	1000	1046.04	114.0	758.94	25.17	2.96770
450	451.80	5.775	322.62	223.6	2.11161	1020	1068.89	123.4	776.10	23.72	2.99034
460	462.02	6.245	329.97	211.4	2.13407	1040	1091.85	133.3	793.36	22.39	3.01260
470	472.24	6.742	337.32	200.1	2.15604	1060	1114.86	143.9	810.62	21.14	3.03449
480	482.49	7.268	344.70	189.5	2.17760	1080	1137.89	155.2	827.88	19.98	3.05608
490	492.74	7.824	352.08	179.7	2.19876	1100	1161.07	167.1	845.33	18.896	3.07732
500	503.02	8.411	359.49	170.6	2.21952	1120	1184.28	179.7	862.79	17.886	3.09825
510	513.32	9.031	366.92	162.1	2.23993	1140	1207.57	193.1	880.35	16.946	3.11883
520	523.63	9.684	374.36	154.1	2.25997	1160	1230.92	207.2	897.91	16.064	3.13916
530	533.98	10.37	381.84	146.7	2.27967	1180	1254.34	222.2	915.57	15.241	3.15916
540	544.35	11.10	389.34	139.7	2.29906	1200	1277.79	238.0	933.33	14.470	3.17888
550	555.74	11.86	396.86	133.1	2.31809	1220	1301.31	254.7	951.09	13.747	3.19834
560	565.17	12.66	404.42	127.0	2.33685	1240	1324.93	272.3	968.95	13.069	3.21751
570	575.59	13.50	411.97	121.2	2.35531						

Temp K	h kJ/kg	Pr	u kJ/kg	vr	s° kJ/kg · K	Temp K	h kJ/kg	Pr	u kJ/kg	vr	s° kJ/kg · K
1260	1348.55	290.8	986.90	12.435	3.23638	1600	1757.57	791.2	1298.30	5.804	3.52364
1280	1372.24	310.4	1004.76	11.835	3.25510	1620	1782.00	834.1	1316.96	5.574	3.53879
1300	1395.97	330.9	1022.82	11.275	3.27345	1640	1806.46	878.9	1335.72	5.355	3.55381
1320	1419.76	352.5	1040.88	10.747	3.29160	1660	1830.96	925.6	1354.48	5.147	3.56867
1340	1443.60	375.3	1058.94	10.247	3.30959	1680	1855.50	974.2	1373.24	4.949	3.58335
1360	1467.49	399.1	1077.10	9.780	3.32724	1700	1880.1	1025	1392.7	4.761	3.5979
1380	1491.44	424.2	1095.26	9.337	3.34474	1750	1941.6	1161	1439.8	4.328	3.6336
1400	1515.42	450.5	1113.52	8.919	3.36200	1800	2003.3	1310	1487.2	3.994	3.6684
1420	1539.44	478.0	1131.77	8.526	3.37901	1850	2065.3	1475	1534.9	3.601	3.7023
1440	1563.51	506.9	1150.13	8.153	3.39586	1900	2127.4	1655	1582.6	3.295	3.7354
1460	1587.63	537.1	1168.49	7.801	3.41247	1950	2189.7	1852	1630.6	3.022	3.7677
1480	1611.79	568.8	1186.95	7.468	3.42892	2000	2252.1	2068	1678.7	2.776	3.7994
1500	1635.97	601.9	1205.41	7.152	3.44516	2050	2314.6	2303	1726.8	2.555	3.8303
1520	1660.23	636.5	1223.87	6.854	3.46120	2100	2377.7	2559	1775.3	2.356	3.8605
1540	1684.51	672.8	1242.43	6.569	3.47712	2150	2440.3	2837	1823.8	2.175	3.8901
1560	1708.82	710.5	1260.99	6.301	3.49276	2200	2503.2	3138	1872.4	2.012	3.9191
1580	1733.17	750.0	1279.65	6.046	3.50829	2250	2566.4	3464	1921.3	1.864	3.9474





Gambar sistem kontrol untuk pendinginan *Fog Inlet*

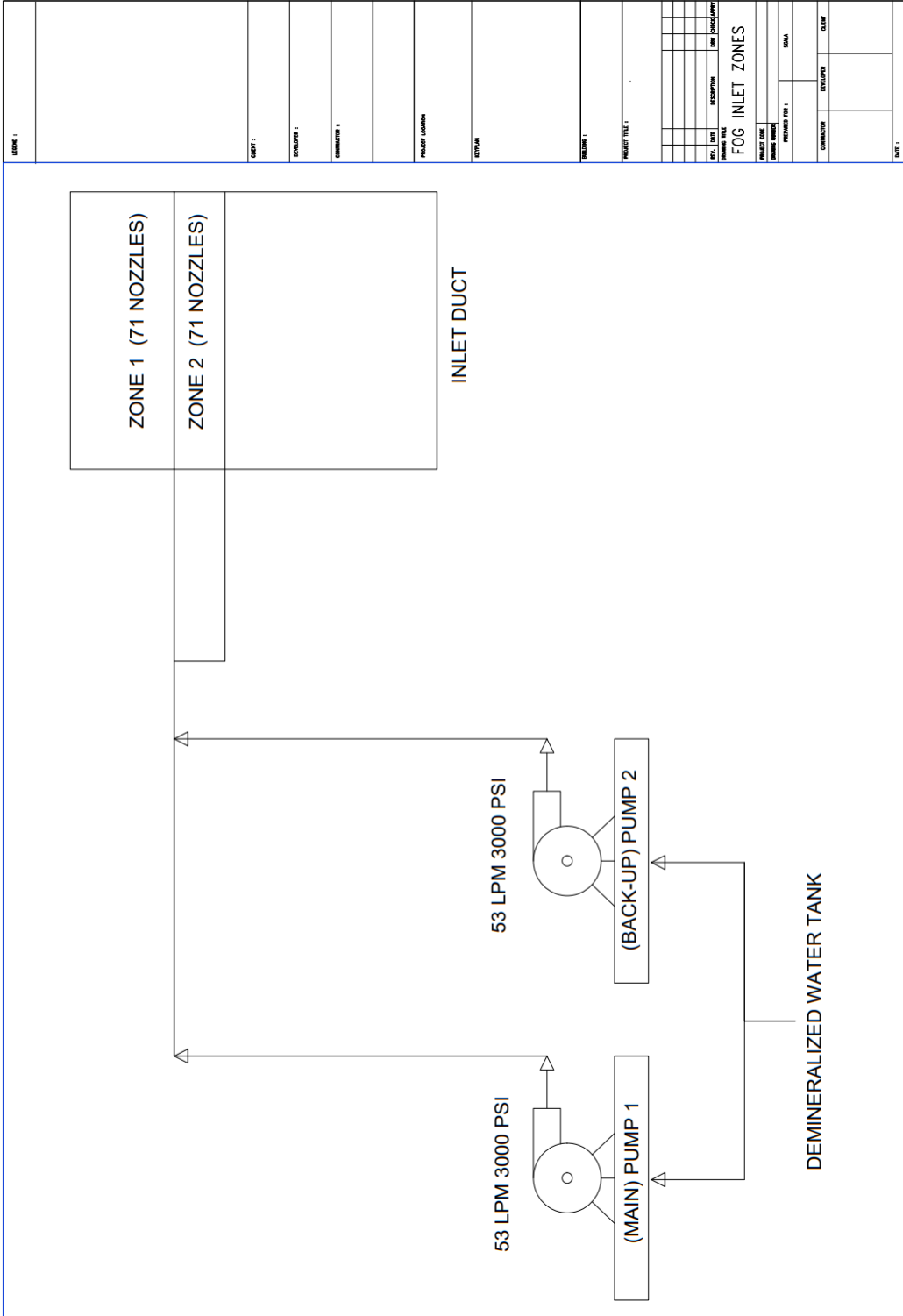


Hak Cipta :

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



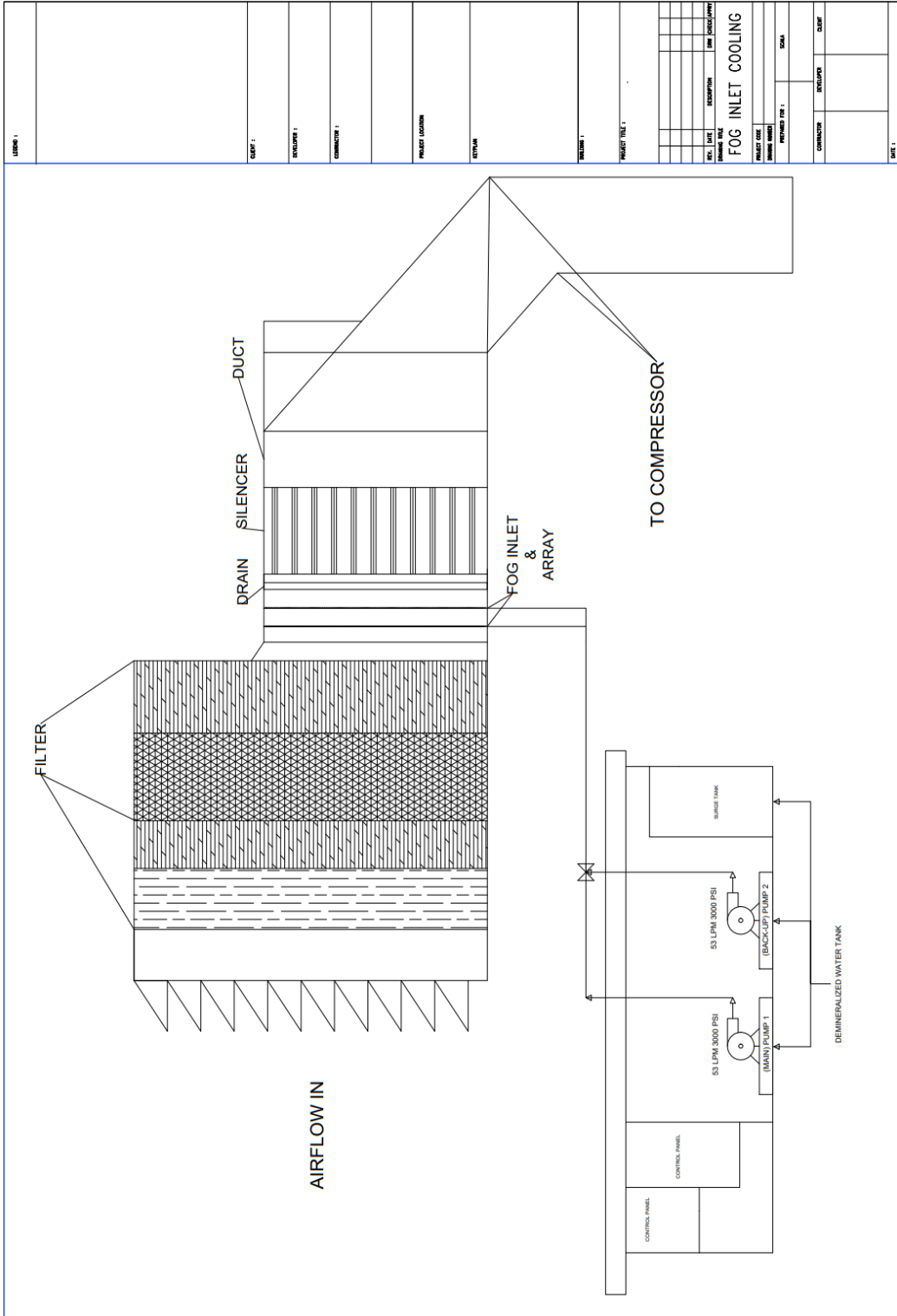
Gambar pembagian zona dari *nozzle* oleh pompa 53 lpm untuk pendinginan *Fog Inlet*



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

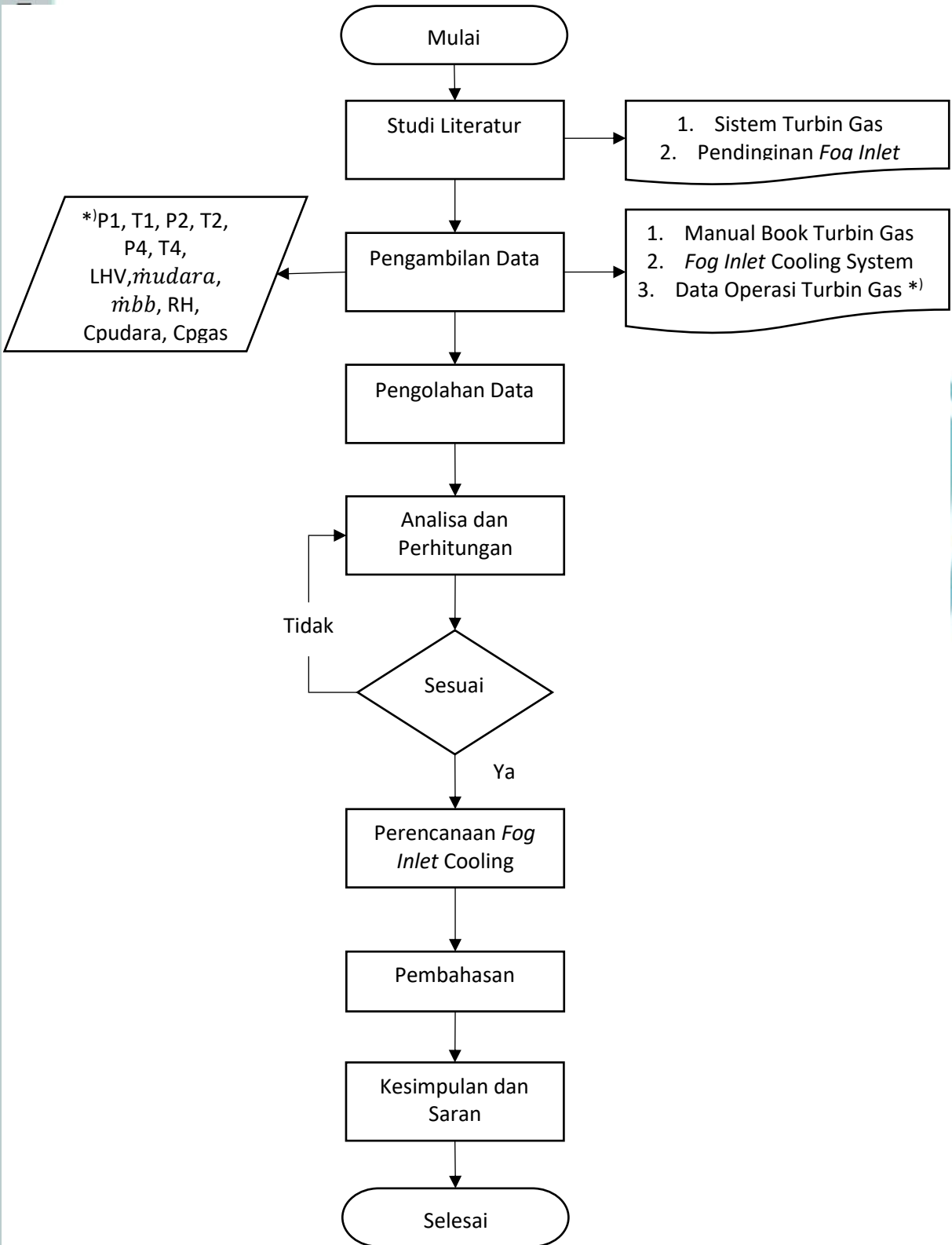
Gambar Pendinginan *Fog Inlet*



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

Diagram Alir Penelitian



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

Diagram Turbin Gas pada kondisi *ambient*

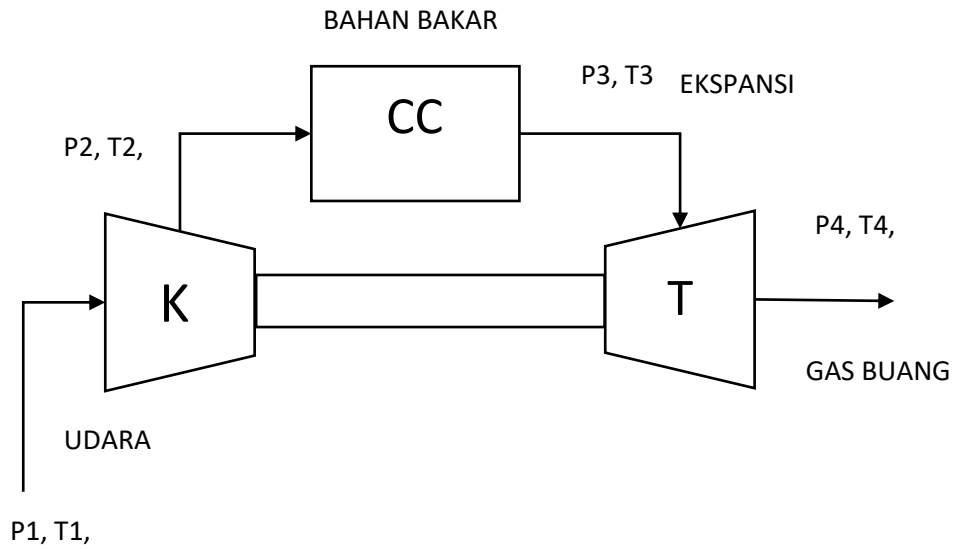


Diagram Turbin Gas dengan *Fog Inlet Cooling System*

