



© 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 *FLAME-OUT* PADA SISTEM
PEMBAKARAN TURBIN GAS *DRY LOW EMISSION*
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE
ANALYSIS (RCA)***

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Faizi Nabil Mustafavi
NIM 2202421032**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

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 *FLAME-OUT* PADA SISTEM PEMBAKARAN
TURBIN GAS DRY LOW EMISSIONS MENGGUNAKAN METODE
ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan
Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Faizi Nabil Mustafavi
NIM. 2202421032**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© 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

“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”





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

**ANALISIS PENYEBAB *FLAME-OUT* PADA SISTEM PEMBAKARAN
TURBIN GAS *DRY LOW EMISSIONS* MENGGUNAKAN
METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)**

Oleh:

Faizi Nabil Mustafavi

NIM. 2202421032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng.

NIP. 198901312019031009

Pembimbing 2

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

NIP. 196605191990031002

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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

NIP. 196605191990031002



© 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

SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB *FLAME-OUT* PADA SISTEM PEMBAKARAN TURBIN GAS *DRY LOW EMISSION* MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)

Oleh:

Faizi Nabil Mustafavi

NIM. 2202421032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 8 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Arifia Ekayuliana S.T, M.T NIP. 199107212018032001	Ketua		29/07-2026
2	Adi Syuriadi M.T NIP. 197611102008011011	Penguji 1		29/7-2026
3	Budi Yuwono S.T M.T NIP. 196306191990031002	Penguji 2		29/7/2026

Depok, 8 Juli 2026
Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zamuri, 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 : Faizi Nabil Mustafavi

NIM : 2202421032

Program Studi: Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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

Depok, 8 Juli 2026



Faizi Nabil Mustafavi
NIM. 2202421032



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 *FLAME-OUT* PADA SISTEM PEMBAKARAN TURBIN GAS *DRY LOW EMISSION* MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)*

Faizi Nabil Mustafavi¹⁾, Pribadi Mumpuni Adhi¹⁾, Cecep Slamet Abadi¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: faizi.nabil.mustafavi.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini di latar belakang terjadinya *flame-out* pada turbin gas *Dry Low Emissions* dengan tipe GPB-80D di PT.X yang menyebabkan *flame-out* atau padamnya api pada combustion dan berakhir trip pada turbin yang mengganggu operasional. Tujuan penelitian ini mencakup apa saja penyebab *flame-out*, akar penyebab masalah terjadinya *flame-out*, dan bagaimana mengevaluasi agar tidak terjadinya *flame-out* secara terulang yang dapat mengganggu operasional. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Root Cause Analysis menggunakan Fishbone diagram untuk memetakan faktor machine dan material. Setelah dipetakan faktor-faktor itu ditemukan beberapa penyebab masalah yaitu kerusakan pada combustor liner, nozzle bahan bakar tersumbat dan terdapat oli di bahan-bakar. Lalu dilakukan 5whys untuk mencari akar penyebab masalah dengan menanyakan mengapa secara berulang. Hasil analisis menunjukan akar penyebab masalah ada pada *oil separator* yang digunakan kurang efektif memisahkan gas dengan oli yang menyebabkan oli terbawa (*carry over*), kesimpulan dan sarannya mengganti *oil separator* dengan kualitas dan material yang lebih tinggi, pembersihan nozzle dengan ultrasonic, dan mengganti combustor liner untuk mencegah terjadinya *flame-out* secara berulang dalam waktu singkat.

Kata Kunci : *Oil separator*, Fishbone Diagram, 5 whys, *Flame-out*



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

ABSTRACT

This research is based on the occurrence of flame-out in Dry Low Emission gas turbines of the GPB-80D type at PT.X, which causes flame extinguishment in the combustion process and trips the turbine, disrupting operation. The purpose of this research is to identify the causes of flame-out, determine the root cause of the flame-out problem, and evaluate methods to prevent flame-out from recurring, which can disrupt operations. The method used in this research is Root Cause Analysis using a Fishbone diagram to map machine and material factors. After mapping the factors, several causes of the problem were found, namely damage to the combustor liner, clogged fuel nozzle and oil in the fuel. Then 5 whys were conducted to identify the problem's root cause by repeatedly asking 'why'. The analysis showed that the root cause was the oil separator, which was less effective at separating gas from oil, leading to oil being carried over. The conclusion and suggestion were to replace the oil separator with higher-quality materials, clean the nozzle ultrasonically and replace the combustor liner to prevent a recurrence of flame-out in the near future.

Keywords: Oil separator, Fishbone Diagram, 5 whys, Flame-out

**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

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telamelimphakan rahmat dan karunianya, sehingga dapat terselesaikan Skripsi yang berjudul “ANALISIS PENYEBAB *FLAME-OUT* PADA SISTEM PEMBAKARAN TURBIN GAS *DRY LOW EMISSION* MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Ade Mohamad dan Ibu Dian. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun material serta doa yang tulus selama proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng, Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan secara intensif selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua sekaligus Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
5. Seluruh teknisi PT.X, atas bantuan teknis dan bimbingannya yang telah diberikan.
6. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, dan inspirasi selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
7. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak yang tidak bisa di sebutkan namanya yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama proses perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini selesai.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca khusus nya dalam bidang pembangkit energi. Penulis juga sadar masih dapat kekurangan dalam skripsi ini yang dapat dijadikan lebih sempurna.



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 SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas	7
2.1.2 Simple Cycle	7
2.1.3 Gas Turbin <i>Dry Low Emission</i>	8
2.1.4 Combustion <i>Dry Low Emission</i>	9
2.1.5 Pembakaran Lean-Premixed	12
2.1.6 Bahan Bakar	13
2.1.8 Flame Out.....	15
2.1.9 <i>Trip</i> Turbin Gas	17
2.1.10 Root Cause Analysis	18
2.2 Kajian Literatur	20
2.3 Kerangka Berpikir.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian.....	25
3.2 Objek Penelitian	25
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	26



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

3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	26
3.5 Metode Penelitian.....	27
3.6 Metode Analisis Data	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Root Cause Analysis pada <i>Flame-out</i>	31
4.1.1 Temuan Kerusakan	31
4.1.2 Diagram Fishbone (<i>Ishikawa</i>)	34
4.1.3 Tabel 5 Why	36
4.1.4 Table 5 Why Nozzle Bahan-bakar tersumbat.....	36
4.1.5 Tabel 5 <i>whys</i> Kerusakan Pada Combustor Liner.....	37
4.1.6 Tabel 5 <i>whys</i> Bahan Bakar Terkontaminasi	38
4.2 Akar Penyebab Masalah	40
4.3 Validasi Penyebab Masalah.....	42
4.4 Tindakan perbaikan	42
4.4.1 Hasil Sesudah Perbaikan	43
4.4.2 Rekomendasi Perbaikan	44
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	54
Daftar Riwayat Hidup	65



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 2. 1 Simple Cycle	8
Gambar 2. 2 Combustion <i>Dry Low Emission</i>	10
Gambar 2. 3 DLE Combustion Method	11
Gambar 2. 5 Gas Fuel System.....	14
Gambar 3 . 1 Objek Penelitian sumber	26
Gambar 4 . 1 Nozzle Tersumbat.....	31
Gambar 4 . 2 Kerusakan Combustor.....	32
Gambar 4 . 3 Coalescer Tank	33
Gambar 4 . 4 Diagram Fishbone	35
Gambar 4 . 5 <i>Oil separator</i> Baru	41
Gambar 4 . 6 Separator Lama	41
Gambar 4 . 7 Alarm 2023	43
Gambar 4 . 8 Alarm 2024	44

**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

Tabel 4. 1 5 <i>Whys</i> Nozzle Bahan-bakar Tersumbat.....	37
Tabel 4. 2 5 <i>Whys</i> Kerusakan Combustor Liner.....	38
Tabel 4. 3 5 <i>Whys</i> Bahan Bakar terkontaminasi.....	39
Tabel 4. 4 Tindakan Perbaikan	42





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

Gas turbin merupakan salah satu mesin utama yang digunakan dalam pembangkit listrik dan industri untuk menghasilkan energi mekanik maupun listrik. Sistem pembakaran pada gas turbin memainkan peran sangat penting dalam menentukan efisiensi, emisi, dan keandalan operasi secara keseluruhan. Dalam upaya memenuhi standar emisi yang semakin ketat, khususnya untuk emisi nitrogen oksida (NO_x), banyak gas turbin modern menggunakan teknologi *Dry Low Emission (DLE)* yang mengimplementasikan *lean premixed combustion*. Teknologi DLE ini bertujuan untuk mengurangi NO_x dengan cara mencampurkan udara dan bahan bakar secara merata sebelum pembakaran sehingga temperatur pembakaran turun dan emisi juga lebih rendah. Namun, penerapan *lean burn* ini bukannya tanpa tantangan. Sistem DLE bekerja pada rasio bahan bakar udara yang sangat lean (sangat sedikit bahan bakar dibanding udara), sehingga membuat flame (nyala api) berada dekat dengan batas kestabilan flame, yang dikenal sebagai *Lean Blow-Out (LBO)*, di mana flame dapat padam secara tiba-tiba jika berada di luar *operating range* yang sempit. Pemadaman flame semacam ini dikenal sebagai *flame-out* atau LBO dan merupakan salah satu fault utama pada DLE yang sering menyebabkan trip protektif pada gas turbin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut (Wibowo, 2022).

Flame-out atau *lean blow-out* merupakan fenomena kritis pada turbin gas DLE karena ketika flame tidak dapat dipertahankan selama proses pembakaran lean, turbin akan kehilangan daya dan terjadi trip untuk mencegah kerusakan pada mesin. LBO terjadi karena sistem DLE beroperasi pada *equivalence ratio* yang rendah suatu kondisi di mana proporsi bahan bakar terhadap udara sangat kecil sehingga kestabilan flame menjadi sangat rapuh dan mudah terganggu oleh fluktuasi beban, tekanan, atau rasio udara-bahan bakar. Kondisi ini membuat DLE lebih rentan terhadap *combustion instability* dibandingkan sistem pembakaran



© 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

konvensional. Gangguan seperti osilasi tekanan, fluktuasi beban, atau kondisi operasi yang mendekati batas LBO dapat memicu pemadaman flame dan kemudian memicu trip protektif pada gas turbin (Faqih et al., 2022).

Selain faktor rasio bahan bakar–udara yang sangat lean, literatur juga menunjukkan bahwa penyebab *flame-out* pada sistem DLE dapat dipicu oleh gangguan lain seperti *auto-ignition* dan *flashback*. *Auto-ignition* terjadi ketika campuran bahan bakar dan udara mencapai kondisi temperatur dan tekanan tertentu sehingga menyala tanpa bantuan sumber pengapian eksternal, yang dapat menghasilkan kondisi pembakaran yang tidak stabil dan berkontribusi pada trip protektif ketika kontrol sistem mendeteksi fault. Sedangkan *flashback* merupakan kondisi di mana flame bergerak kembali ke arah upstream dari premixer, yang tidak hanya mengurangi stabilitas pembakaran tetapi juga menimbulkan risiko kerusakan komponen combustor dan pengontrol, sehingga protokol proteksi gas turbin akan melakukan trip untuk menghindari kerusakan yang lebih serius.

Permasalahan *flame-out* dan kegagalan operasi DLE ini memiliki dampak signifikan terhadap *reliability* (keandalan) dan *availability* (ketersediaan operasi) gas turbin. Trip yang sering terjadi karena *flame-out* akan menyebabkan downtime operasional yang tidak direncanakan, biaya pemeliharaan yang meningkat, serta risiko kerusakan komponen yang lebih tinggi. Dalam konteks industri pembangkit listrik, hal ini merupakan masalah operasional yang serius karena turbin gas yang trip berarti kehilangan daya produksi dan menurunkan kemampuan plant dalam memenuhi kebutuhan beban. Untuk itu, perlu dilakukan analisis yang mendalam terhadap faktor-faktor penyebab *flame-out* sehingga solusi pencegahan dan mitigasi kegagalan dapat diusulkan secara sistematis (M. Rahman et al., 2018).

Salah satu pendekatan yang efektif digunakan untuk mengidentifikasi dan menginvestigasi penyebab kegagalan yang kompleks seperti *flame-out* adalah Root Cause Analysis (RCA). RCA adalah metode sistematis yang digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah dengan menganalisis urutan kejadian, kondisi operasi, dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan. Dengan menerapkan RCA pada kasus *flame-out* pada DLE gas turbin, peneliti dapat mengidentifikasi semua penyebab yang berkontribusi baik faktor teknis,



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

operasional, maupun desain dan kemudian mengembangkan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk mengurangi kejadian trip di masa depan. Metode RCA biasanya melibatkan teknik seperti *5 whys*, *fishbone diagram*, dan *fault tree analysis* untuk mengurai setiap kemungkinan akar penyebab sampai ke tingkat paling mendasar (Perwana et al., 2024).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis penyebab *flame-out* pada gas turbin *Dry Low Emission* (DLE) menggunakan pendekatan Root Cause Analysis (RCA). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bentuk identifikasi faktor penyebab utama *flame-out*, serta rekomendasi pencegahan yang dapat meningkatkan performa dan keandalan operasional DLE gas turbin. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi insinyur lapangan dan tim maintenance dalam mengurangi frekuensi trip akibat flame failure dan meningkatkan *operational availability* gas turbin.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang tersebut, Penelitian ini berfokus pada analisis mendalam terhadap fenomena *flame-out* pada sistem *Dry Low Emission* (DLE) turbin gas dengan mengidentifikasi berbagai pemicu teknis maupun operasional. Melalui pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA), setiap faktor akan dibedah secara sistematis untuk menemukan akar permasalahan yang menyebabkan kegagalan pembakaran hingga memicu *trip* pada turbin gas. Hasil dari analisis ini nantinya akan dirumuskan menjadi strategi perbaikan dan langkah pencegahan yang konkret guna memperkuat keandalan sistem DLE serta memastikan operasional turbin tetap stabil dan efisien dalam jangka panjang.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, ada beberapa pertanyaan penelitian yaitu :

1. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya *flame-out* pada sistem *Dry Low Emission* (DLE) gas turbin?
2. Faktor apa yang menjadi akar penyebab utama (*root cause*) terjadinya *flame-out* berdasarkan metode Root Cause Analysis (RCA)?



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

3. Bagaimana rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya *flame-out* dan mengurangi risiko trip pada gas turbin DLE?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah serta ruang lingkup penelitian yang telah ditetapkan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya *flame-out* pada sistem *Dry Low Emission* (DLE) gas turbin berdasarkan data operasi dan kejadian trip.
2. Menentukan akar penyebab utama (*root cause*) dari kejadian *flame-out* menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) secara sistematis dan terstruktur.
3. Merumuskan rekomendasi perbaikan dan langkah pencegahan yang realistis serta aplikatif guna mengurangi frekuensi *flame-out* dan meningkatkan keandalan operasi gas turbin.

Penelitian ini juga memiliki batasan masalah yaitu:

1. Penelitian difokuskan pada gas turbin yang menggunakan sistem pembakaran *Dry Low Emission* (DLE).
2. Analisis hanya mencakup kejadian *flame-out* yang menyebabkan trip turbin, dan tidak membahas jenis gangguan lainnya seperti *overtemperature* atau *mechanical failure*.
3. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Root Cause Analysis* (RCA), tanpa melakukan perancangan ulang sistem atau modifikasi desain combustor.
4. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi secara mendalam, melainkan berfokus pada analisis teknis penyebab dan upaya pencegahan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini untuk perusahaan:



© 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

1. Memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya *flame-out* pada sistem *Dry Low Emission* (DLE), sehingga perusahaan dapat memahami pola gangguan yang sering memicu trip pada gas turbin.
2. Menjadi dasar dalam pengambilan keputusan teknis terkait perbaikan sistem operasi, pengaturan parameter, maupun strategi pemeliharaan guna mengurangi frekuensi trip dan meningkatkan keandalan unit.
3. Membantu meningkatkan *reliability* dan *availability* gas turbin, sehingga dapat meminimalkan *downtime*, mengurangi potensi kerugian produksi, dan menjaga stabilitas operasional pembangkit.

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini untuk perguruan tinggi:

1. Menambah referensi akademik terkait analisis kegagalan pembakaran (*flame-out*) pada sistem *Dry Low Emission* (DLE) gas turbin, khususnya dengan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA).
2. Memberikan kontribusi metodologis dalam penerapan metode RCA pada sistem turbin gas, yang dapat menjadi rujukan bagi penelitian serupa di bidang teknik mesin dan pembangkit energi.
3. Menjadi bahan pengembangan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan peningkatan stabilitas pembakaran, pengendalian operasi, dan pencegahan kegagalan pada sistem turbin gas berbasis teknologi rendah emisi.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.



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 II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang relevan dengan topik penelitian serta kajian literatur yang mendukung pelaksanaan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan jenis dan objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data, alur penelitian, teknik pengumpulan data, serta metode pengolahan dan analisis data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh, disertai dengan pembahasan yang mendalam terkait analisis data dan pencapaian tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang disusun berdasarkan hasil analisis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

**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 V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada penyebab *flame-out* pada sistem pembakaran turbin gas *Dry Low Emissions* pada turbin gas milik kawasaki GPB-80D di PT.X dapat di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan analisis Fishbone Diagram, ditemukan tiga faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya *flame-out*, yaitu nozzle bahan bakar yang tersumbat, kerusakan pada combustor liner, serta kontaminasi oli pada bahan bakar akibat terjadinya oil carry over. Ketiga faktor tersebut menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak stabil hingga akhirnya terjadi *flame-out*. pada *combustor liner*, Jika komponen ini mengalami retak, korosi, atau deformasi, maka kestabilan api bisa terganggu hingga akhirnya padam. Selain itu, penyumbatan pada nozzle bahan bakar juga menjadi penyebab penting. Nozzle yang tersumbat akan menghambat aliran bahan bakar dan mengganggu proses atomisasi, sehingga campuran udara dan bahan bakar tidak terbentuk secara optimal. Akibatnya, pembakaran menjadi tidak sempurna dan api mudah mati. Faktor lainnya adalah kerusakan pada filter *oil separator*. Komponen ini berfungsi menyaring dan memisahkan kotoran atau partikel dari sistem pelumasan. Jika filter mengalami kerusakan atau tidak bekerja dengan baik, kontaminasi dapat masuk ke sistem dan mempengaruhi kinerja komponen lain, termasuk yang berkaitan dengan proses pembakaran. Kondisi ini pada akhirnya dapat memicu terjadinya *flame-out*.
2. Penyebab utama yang menjadi akar masalah terjadinya *flame-out* adalah penggunaan filter *oil separator* yang kualitasnya lebih rendah dan tidak sesuai dengan spesifikasi yang digunakan. Perbedaan kualitas ini dapat memengaruhi kemampuan filter dalam menyaring kotoran atau partikel



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

dari sistem pelumasan. Akibatnya, kontaminan dapat lolos dan masuk ke dalam sistem, sehingga mengganggu kinerja komponen lain, termasuk yang berperan dalam proses pembakaran. Jika kondisi ini dibiarkan, performa sistem akan menurun secara bertahap karena komponen menjadi lebih cepat aus atau tidak bekerja secara optimal. Pada akhirnya, gangguan tersebut dapat menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak stabil hingga memicu terjadinya *flame-out*.

3. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah mengganti oil separator dengan spesifikasi yang sesuai rekomendasi pabrikan agar proses pemisahan gas dan oli lebih efektif, melakukan pembersihan fuel nozzle menggunakan metode ultrasonic cleaning, mengganti combustor liner yang mengalami kerusakan, serta meningkatkan inspeksi dan preventive maintenance pada sistem bahan bakar dan oil separator untuk mencegah terulangnya *flame-out*.

5.2 Saran

Menggunakan oil separator yang memiliki spesifikasi dan kualitas sesuai dengan rekomendasi pabrikan dengan ISO / FDIS 8573-4. Penggunaan komponen yang tidak sesuai spesifikasi berpotensi menurunkan efektivitas pemisahan gas dan oli sehingga meningkatkan risiko *oil carry over* yang dapat memicu terjadinya *flame-out*.



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

- Ahmed, E., & Huang, Y. (2017). Flame volume prediction and validation for lean blow-out of gas turbine combustor. *The Aeronautical Journal*, 121(1236), 237–262. <https://doi.org/10.1017/aer.2016.125>
- Andersen, B., & Fagerhaug, T. (2002). Root cause analysis: Simplified tools and techniques. *The Journal for Healthcare Quality (JHQ)*, 24(3), 46–47.
- Ardiansyah, A. R., Anindita, G., & Dhani, M. R. (2025). Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, 3(1), 66–73. <https://doi.org/10.35991/jshee.v3i1.51>
- Askari, O., Wang, Z., Vien, K., Sirio, M., & Metghalchi, H. (2017). On the flame stability and laminar burning speeds of syngas/O₂/He premixed flame. *Fuel*, 190, 90–103.
- Bahashwan, A. A., Ibrahim, R. B., Omar, M. B., & Faqih, M. (2022). The Lean Blowout Prediction Techniques in Lean Premixed Gas Turbine: An Overview. *Energies*, 15(22), 8343. <https://doi.org/10.3390/en15228343>
- Boyce, M. P. (2002). *Gas turbine engineering handbook* (2nd ed). Gulf Professional Pub.
- Cecere, D., Giacomazzi, E., Di Nardo, A., & Calchetti, G. (2023). Gas Turbine Combustion Technologies for Hydrogen Blends. *Energies*, 16(19), 6829. <https://doi.org/10.3390/en16196829>



© 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

- Dennis, R., Long III, H. A., & Jesionowski, G. (2024). A literature review of NO_x emissions in current and future state-of-the-art gas turbines. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 146(3), 030801.
- Doggett, A. M. (2006). Root cause analysis: A framework for tool selection. *Quality Control and Applied Statistics*, 51(3), 279–280.
- Esclapez, L., Ma, P. C., Mayhew, E., Xu, R., Stouffer, S., Lee, T., Wang, H., & Ihme, M. (2017). Fuel effects on lean blow-out in a realistic gas turbine combustor. *Combustion and Flame*, 181, 82–99.
- Faqih, M., Omar, M. B., Ibrahim, R., & Omar, B. A. A. (2022). Dry-Low Emission Gas Turbine Technology: Recent Trends and Challenges. *Applied Sciences*, 12(21), 10922. <https://doi.org/10.3390/app122110922>
- Fauziah, S. (2023). Analisis Penyebab Trip Gas Turbine Generator Menggunakan Metode FTA di PT. Pertamina EP Doggi Matindok. *Jambura Industrial Review (JIREV)*, 3(2), 72–81.
- Genuine Saturday, E., & Yahaya, E. M. (2025). Thermodynamic and Economic Evaluation of a Simple Cycle Gas Turbine Plant Conversion to a Combined Cycle Plant. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 7(2), 754–769. <https://doi.org/10.35629/5252-0702754769>
- Glassman, I., Yetter, R. A., & Glumac, N. G. (2014). *Combustion*. Academic press.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.
- Khalil, H. M., Eldrainy, Y. A., Abdelghaffar, W. A., & Abdel-Rahman, A. A. (2019). Increased heat transfer to sustain flameless combustion under elevated



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

pressure conditions—a numerical study. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 13(1), 782–803.

Kim, D.-J., Moon, Y.-H., Choi, B.-S., Ryu, H.-S., & Nam, H.-K. (2017). Impact of a heavy-duty gas turbine operating under temperature control on system stability. *IEEE Transactions on Power Systems*, 33(4), 4543–4552.

Kumah, A., Nwogu, C. N., Issah, A.-R., Obot, E., Kanamitie, D. T., Sifa, J. S., & Aidoo, L. A. (2024). Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 7(2), 85–87.
<https://doi.org/10.36401/JQSH-23-42>

Lefebvre, A. H., & Ballal, D. R. (2010). *Gas turbine combustion: Alternative fuels and emissions*. CRC press.

Li, L., Tan, K., Xiong, X., Li, F., & Wan, J. (2025). Lean premixed combustion and thermal performances of a burner with a heat-conducting perforated plate. *International Journal of Thermal Sciences*, 208, 109453.
<https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2024.109453>

Lieuwen, T., Torres, H., Johnson, C., & Zinn, B. T. (2000). A Mechanism of Combustion Instability in Lean Premixed Gas Turbine Combustors. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 123(1), 182–189.
<https://doi.org/10.1115/1.1339002>

Maslan, M., Lateko, A. A. H., & Hasanuddin, Z. B. (2025). Studi Perubahan Beban Listrik Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) PT. PLN



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

Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Tello. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1), 28–36. <https://doi.org/10.57250/ajst.v3i1.1098>

Muyassar, M. R., Hamzah, N., & Mulyadi, M. (2026). Pengaruh Beban Puncak dan Beban Minimum Terhadap Kinerja Turbin Gas pada GT 2.2 PLTGU Sengkang. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 24(1), 116–121. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v24i1.5892>

Nasution, M. (2022). Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi Yang Sangat Diperlukan Dalam Kehidupan Sehari Hari. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 7(1), 29–33. <https://doi.org/10.30743/jet.v7i1.5392>

Nemitallah, M. A., Rashwan, S. S., Mansir, I. B., Abdelhafez, A. A., & Habib, M. A. (2018). Review of novel combustion techniques for clean power production in gas turbines. *Energy & Fuels*, 32(2), 979–1004.

Okes, D. (2019). *Root cause analysis: The core of problem solving and corrective action*. Quality Press.

Perwana, P. Y. A., Sulardjaka, S., & Hadiyanto, H. (2024). Analisis Kegagalan Start Up pada Turbin Gas General Electric Frame 6 Akibat High Exhaust Temperature. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2(5), 334–338. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24593>

Rahman, F., & Ratnasari, A. V. (2022). Analisis Penyebab Trip Gas Turbine Generator Menggunakan Metode FTA di PT. Pertamina EP Doggi Matindok. *Jambura Industrial Review (JIREV)*, 2(2), 83–88.



© 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

Rahman, M., Zaccaria, V., Zhao, X., & Kyprianidis, K. (2018). Diagnostics-oriented modelling of micro gas turbines for fleet monitoring and maintenance optimization. *Processes*, 6(11), 216.

Rodrigues, N. S., Busari, T., Senior, W. C., Chen, Y., North, A., Portillo, J. E., Meyer, S. E., & Lucht, R. P. (2018). Development and Performance of a Perforated Plate Burner under Relevant Gas Turbine Engine Conditions. *2018 Joint Propulsion Conference*, 4475.

Rooney, J. J., & Heuvel, L. V. (2004). Root cause analysis for beginners. *Quality Progress*, 37(7), 45–56.

Stefanizzi, M., Capurso, T., Filomeno, G., Torresi, M., & Pascasio, G. (2021). Recent combustion strategies in gas turbines for propulsion and power generation toward a zero-emissions future: Fuels, burners, and combustion techniques. *Energies*, 14(20), 6694.

Wibowo, B. A. (2022). Analisis kinerja turbin gas (GT 3.1) PLTGU Muarakarang setelah masa konstruksi sesuai ISO 2314: 2009. *Journal of New Energies and Manufacturing*, 1(1), 8–20.

Xie, X. (谢向东), Wang, Y. (王晔春), Wang, J. (王进芝), Li, Y. (李彦熹), Wang, J. (王江), Zhou, Y. (周煜), Pan, Y. (潘盈秀), & Guo, L. (郭烈锦). (2023).

Investigation on the formation mechanism and flow characteristics of liquid carry-over in gas–liquid cyclone separator. *Physics of Fluids*, 35(12), 123317. <https://doi.org/10.1063/5.0172615>



© 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

Zuhdi, M. S., & Suef, M. (2019). Risk Analysis of Combustion Failure in Gas Turbine Start Process in PLTGU Unit PT.X. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (5), 245–247. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2019i5.6331>





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

TECHNICAL DATA INFORMATION KR1100-025P			
BOX SIZE:	B125 (10.3 X 36 IN.) (262 X 914 MM)		
CASE QUANTITY:	1 PER BOX		
WEIGHT:	32.00 LBS.		
ELEMENT TYPE:	GAS/OIL SEPARATOR		
UNIT TYPE:	OPEN/CLOSED STEEL CAPS		
MEDIA TYPE:	FIBERGLASS/MICROGLASS		
SEAL TYPE:	NEOPRENE O-RING		
END SEAL:	PLASTISOL-REFRIGERATION		
FLOW DIRECTION:	INSIDE/OUTSIDE		
MICRON RATING:	0.1μ		
UNIT:	IN.	MM	
O.D. LARGEST:	9.41	239	
BODY O.D. DIA:	9.41	239	
INSIDE DIAMETER:	6.12	155	
BODY HEIGHT:	34.00	864	
DIA. HOLE ON RETAINER:	0.00	0.00	
BOLT PATTERN:	IN.	MM	
DIA. HOLES:	0.00	0.00	
BCD HOLES:	0.00	0.00	
QTY. OF HOLES:	0		
UNIT:	FT ²	M ²	
SURFACE AREA:	16.88	1.57	
CAPACITY PER UNIT @ 29 BARG:	CFM	M ³ /H	
NATURAL GAS 19.76 MOL. WT:	185.7	315.4	
UNIT:			
OPERATING TEMPERATURE:	-35°F /300°F		
CLEAN DELTA P:	1-2 PSI (0.069-0.14 bar)		
EFFICIENCY:	2-3 PPM		
MAX. OPER. PRESSURE:	Designed for a Delta P. not to exceed 3.5 Bar		

Gambar 1 Standar OEM



Gambar 3 . 1 Objek Penelitian



© 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



Gambar 4 . 1 Nozzle Tersumbat



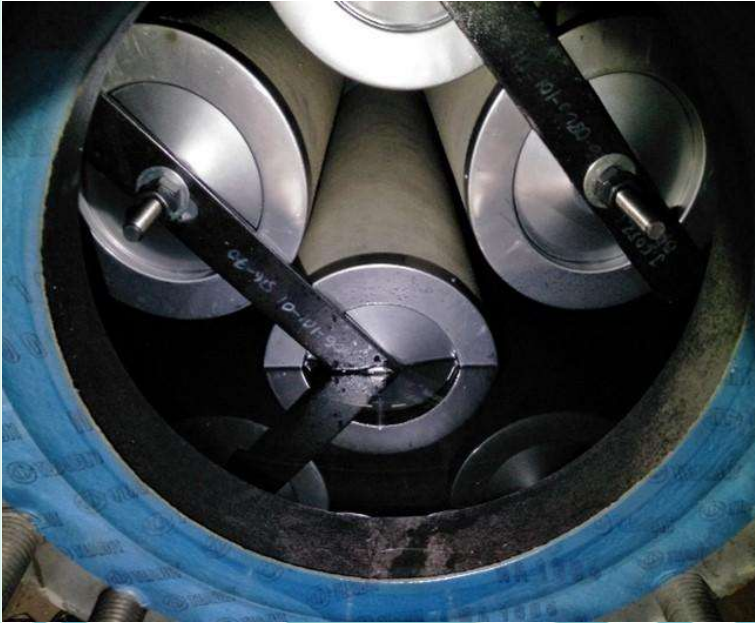
Gambar 4 . 2 Kerusakan Combustor



© 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



Gambar 4 . 2 Kerusakan Combustor



Gambar 4 . 6 Separator Lama



© 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



Gambar 4 . 5 Oil separator Baru



Gambar Nozzle Tidak Tersumbat



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

Show Alarm By Group		ALARM HISTORY	
GT		2023-05-22 12:43:02.8170FF	1 GT_ALARM AL3066 GAS FUEL FILTER DIFF. PRESS HI
GCCP		2023-05-22 12:43:02.8160FF	1 GT_ALARM AL3066 HRSG MINOR FAULT
PMCP		2023-05-22 12:43:02.8160FF	1 GT_ALARM AL3089 COOLING WATER PRESSURE Lo
BMS		2023-05-22 16:40:10.6530N	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI
SUPV		2023-05-22 16:41:27.4190FF	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI
DISPLAY ALL		2023-05-22 21:16:27.4670N	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2023-05-22 21:16:27.4670N	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2023-05-22 21:39:04.6640FF	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2023-05-22 21:39:04.6640FF	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2023-05-22 21:46:11.1030FF	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2023-05-22 21:46:11.1030FF	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2023-05-22 21:46:11.1030FF	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI

Gambar 4 . 7 Alarm 2023

Show Alarm By Group		ALARM HISTORY	
GT		2024-01-16 07:40:54.7370FF	1 GT_ALARM AL3066 GAS FUEL FILTER DIFF. PRESS HI
GCCP		2024-01-16 07:40:54.7360FF	1 GT_ALARM AL3066 HRSG MINOR FAULT
PMCP		2024-01-16 07:40:54.7360FF	1 GT_ALARM AL3089 COOLING WATER PRESSURE Lo
BMS		2024-01-16 11:37:02.5930N	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI
SUPV		2024-01-16 11:38:52.2160FF	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI
DISPLAY ALL		2024-01-16 16:13:19.3840N	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2024-01-16 16:13:19.3840N	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2024-01-16 16:36:56.1560FF	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2024-01-16 16:36:56.1560FF	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2024-01-16 16:43:16.0000FF	1 GT_ALARM AL3025 EXHAUST GAS TEMP DEVIATION HI
		2024-01-16 16:43:16.0000FF	1 GT_ALARM AL3009 FLAME OUT
		2024-01-16 16:43:16.0000FF	1 GT_ALARM AL3024 EXHAUST GAS TEMPERATURE HI

Gambar 4 . 8 Alarm 2024

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

LEMBAR WAWANCARA

Identitas Responden

Nama

: Bayu Prasetyo

Departemen

: Maintenance

Petunjuk Pengisian

1. Bacalah setiap pernyataan dengan saksama.
2. Berikan tanda centang (✓) pada kolom Ya atau Tidak sesuai kondisi aktual *Flame-out* berdasarkan pengalaman dan pengamatan Saudara di lapangan.
3. Pilihan Ya menunjukkan bahwa pernyataan tersebut sesuai/terkonfirmasi pada kondisi aktual.
4. Pilihan Tidak menunjukkan bahwa pernyataan tersebut tidak sesuai/tidak terkonfirmasi pada kondisi aktual.
5. Apabila diperlukan, responden dapat menambahkan catatan singkat pada bagian akhir kuesioner.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
Manusia			
1	Apakah terdapat keterlambatan dalam pelaksanaan maintenance?		✓
2	Apakah prosedur start-up dan shutdown telah dilakukan sesuai SOP?	✓	
3	Apakah operator telah mendapatkan pelatihan terkait sistem DLE?	✓	
Metode			
1	Apakah terdapat perubahan prosedur maintenance sebelum kejadian flame-out?		✓
2	Apakah metode inspeksi nozzle dan combustor telah mengikuti manual OEM?	✓	
3	Apakah preventive maintenance fuel system dilakukan sesuai jadwal?	✓	

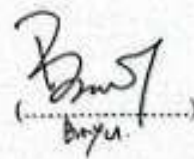


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lingkungan			
1	Bagaimana kondisi temperatur lingkungan saat flame-out terjadi Normal?	✓	
2	Apakah terjadi hujan lebat atau kelembaban tinggi saat kejadian?		✓
3	Apakah terdapat gangguan pada sistem udara masuk (<i>air intake</i>)?		✓
4	Apakah kondisi lingkungan kerja memengaruhi operasi turbin?		✓
Machine			
1	Apakah nozzle bahan bakar tersumbat?	✓	
2	Apakah terjadi kerusakan pada combustor liner?	✓	
3	Apakah sistem distribusi bahan bakar yang tidak seimbang?		✓
Material			
1	Apakah kualitas bahan-bakar sesuai?	✓	
2	Apakah terjadi fluktuasi pada supply bahan-bakar?		✓
3	Apakah bahan-bakar terkontaminasi oli?	✓	


 (.....)
 Bayu



© 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

Catatan Tambahan

No	Faktor	Deskripsi
1	Mesin (comb Rusak)	Terdapat Hot-spot Pada combustor karna teradinya pembakaran yang tidak Merata, karena Penyumbatan Pada Nozzle. karena oli yang Mengendap pada Fuel Nozzle dan terkena Panas Sehingga Menjadi karbon yang Menumpuk. Karena gas yang di supply oleh gas kompressor ke gas turbin banyak Mengandung oli. karena oil Separator Stage I tidak bekerja sempurna dalam Pemisahan. Terdapat perbedaan merk oil Separator

Bayu
(..Bayu.....)



© 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 WAWANCARA

Identitas Responden

Nama

: MARYANTO

Departemen

: Utility

Petunjuk Pengisian

1. Bacalah setiap pernyataan dengan saksama.
2. Berikan tanda centang (✓) pada kolom Ya atau Tidak sesuai kondisi aktual *Flame-out* berdasarkan pengalaman dan pengamatan Saudara di lapangan.
3. Pilihan Ya menunjukkan bahwa pernyataan tersebut sesuai/terkonfirmasi pada kondisi aktual.
4. Pilihan Tidak menunjukkan bahwa pernyataan tersebut tidak sesuai/tidak terkonfirmasi pada kondisi aktual.
5. Apabila diperlukan, responden dapat menambahkan catatan singkat pada bagian akhir kuesioner.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
Manusia			
1	Apakah terdapat keterlambatan dalam pelaksanaan maintenance?		✓
2	Apakah prosedur start-up dan shutdown telah dilakukan sesuai SOP?	✓	
3	Apakah operator telah mendapatkan pelatihan terkait sistem DLE?	✓	
Metode			
1	Apakah terdapat perubahan prosedur maintenance sebelum kejadian <i>flame-out</i> ?		✓
2	Apakah metode inspeksi nozzle dan combustor telah mengikuti manual OEM?	✓	
3	Apakah preventive maintenance fuel system dilakukan sesuai jadwal?	✓	



© 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

Lingkungan			
1	Bagaimana kondisi temperatur lingkungan saat flame-out terjadi Normal?	✓	
2	Apakah terjadi hujan lebat atau kelembaban tinggi saat kejadian?		✓
3	Apakah terdapat gangguan pada sistem udara masuk (<i>air intake</i>)?		✓
4	Apakah kondisi lingkungan kerja memengaruhi operasi turbin?		✓
Machine			
1	Apakah nozzle bahan bakar tersumbat?	✓	
2	Apakah terjadi kerusakan pada combustor liner?	✓	
3	Apakah sistem distribusi bahan bakar yang tidak seimbang?		✓
Material			
1	Apakah kualitas bahan-bakar sesuai?	✓	
2	Apakah terjadi fluktuasi pada supply bahan-bakar?		✓
3	Apakah bahan-bakar terkontaminasi oli?	✓	

(Marsanda)



© 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

Catatan Tambahan

No	Faktor	Deskripsi
1	Material	karena Peleumas gas Compressor ikut terbawa. Oli Separator yang digunakan tidak efektif Memisahkan gas dan oli Terdapat Perbedaan Material Pada Oli Separator Merk yang di gunakan berbeda dengan


(M. Nuryanto)



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 Riwayat Hidup

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Nama | : Faizi Nabil Mustafavi |
| 2. NIM | : 2202421032 |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Bogor, 12 September 2004 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 5. Alamat | : Lingkungan 04 Kranji Barat Rt03/Rw11,
Ciriung, Cibinong, Kab.Bogor |
| 6. Email | : faizinabil123@gmail.com |
| 7. Pendidikan | |
| SD | : SDN KERANJI 01 |
| SMP | : SMP GENERASI MADANI |
| SMK | : SMK GENERASI MADANI |
| 8. Program Studi | : D4 – Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**