



© 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



Badak LNG

**PERANCANGAN SISTEM *WET SCRUBBER* PADA
PROSES PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM
TELIHAN RECYCLE GUNA MENGURANGI EMISI
CO₂ DAN WARNA ASAP**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Nanda Zahirah Putri
NIM. 2202319017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© 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



Badak LNG

**PERANCANGAN SISTEM *WET SCRUBBER* PADA
PROSES PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM
TELIHAN *RECYCLE* GUNA MENGURANGI EMISI
CO₂ DAN WARNA ASAP**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Nanda Zahirah Putri
NIM. 2202319017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© 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





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

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM *WET SCRUBBER* PADA PROSES
PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM TELIHAN *RECYCLE* GUNA
MENGURANGI EMISI CO₂ DAN WARNA ASAP**

Oleh:

Nanda Zahirah Putri
NIM. 2202319017

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

Zaki Arif, S.T.
NIP. 132116

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T
NIP. 196306191990031002



Hak Cipta :

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

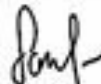
**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM *WET SCRUBBER* PADA PROSES PELEBURAN LIMBAH
ALUMINIUM TELIHAN *RECYCLE* GUNA MENGURANGI EMISI CO₂ DAN
WARNA ASAP**

Oleh:
Nanda Zahirah Putri
NIM. 2202319017
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 17 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Prasha Risfi Silitonga, S.Si, M.T. NIP. 199403192022031006	Ketua Penguji		17 Juli 2025
2.	Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc NIP. 19752222008121003	Penguji 1		17 Juli 2025
3.	Ir. Anto Yamashita Saputra, S.T., M.K.K.K., IPM No. Pekerja. 133163	Penguji 2		17 Juli 2025

Bontang, 17 Juli 2025

Disahkan Oleh:



Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nanda Zahirah Putri
NIM : 2202319017
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

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

Bontang, 17 Juli 2025

Nanda Zahirah Putri
NIM 2202319017

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



PERANCANGAN SISTEM *WET SCRUBBER* PADA PROSES PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM TELIHAN *RECYCLE* GUNA MENGURANGI EMISI CO₂ DAN WARNA ASAP

Nanda Zahirah Putri¹⁾, Muhammad Prasha Risfi Silitonga²⁾, Zaki Arif³⁾

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

²⁾Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³⁾LNG Academy Bidang Akademik, Kalimantan Timur, 75324

Email : nanda.zahirah.putri.tn22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Telihan *Recycle* adalah program CSR PT Badak NGL yang mengolah limbah aluminium menjadi baling-baling kapal dengan proses peleburan. Proses ini menghasilkan emisi seperti Al₂O₃, CO, CO₂, VOC, dan SO₂. Peningkatan konsentrasi CO₂ berdampak pada pemanasan global sehingga diperlukan teknologi pengendali emisi yang efektif. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah *wet scrubber* karena desain yang sederhana dan dapat menangani dua bentuk polutan sekaligus. Penelitian ini merancang dan menguji *wet scrubber* tipe *spray tower* dengan konfigurasi *counter current* dan media penyerap air. Variabel yang diuji meliputi pH larutan, jenis *nozzle*, dan debit air. Hasil menunjukkan perubahan visual asap dari pekat menjadi lebih terang serta efisiensi penurunan CO₂ berkisar 21%–31,7%, dengan nilai tertinggi pada kombinasi larutan pH netral–basa, *nozzle* tipe *hollow cone*, dan debit tertinggi, memenuhi target 30%. Penelitian membuktikan bahwa *spray tower wet scrubber* dapat dioptimalkan untuk mengurangi emisi CO₂ pada proses peleburan aluminium skala komunitas.

Kata Kunci: Wet Scrubber, Asap, Gas Buang, Aluminium

ABSTRACT

Telihan *Recycle* is a CSR program of PT Badak NGL that processes aluminum waste into ship propellers through a smelting process. This process produces emissions such as Al₂O₃, CO, CO₂, VOC, and SO₂. Increased CO₂ concentrations contribute to global warming, necessitating effective emission control technology. One widely used technology is the wet scrubber, which features a simple design and can handle two types of pollutants simultaneously. This study designed and tested a spray tower-type wet scrubber with a counter-current configuration and water-absorbing media. The variables tested included solution pH, nozzle type, and water flow rate. The results showed a visual change in smoke from dense to lighter, with CO₂ reduction efficiency ranging from 21% to 31.7%, with the highest value achieved at the combination of neutral-to-basic pH solution, hollow cone nozzle type, and highest flow rate, meeting the 30% target. The study demonstrated that the spray tower wet scrubber can be optimized to reduce CO₂ emissions in community-scale aluminum smelting processes.

Keywords: Wet Scrubber, Smoke, Flue Gas, Aluminum

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas karunia Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan kegiatan dan penulisan Laporan Tugas Akhir dengan tepat waktu. Tugas akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin.

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membimbing, memberikan dukungan dan bantuan, diantaranya:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
 2. Bapak Ir. Anas Malik Abdillah, S.T., MBA., IPM., selaku Direktur LNG Academy.
 3. Bapak Zaki Arif, S.T., selaku dosen pembimbing industri dan Ketua Jurusan Pengolahan Gas LNG Academy.
 4. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T., selaku dosen pembimbing kampus Politeknik Negeri Jakarta.
 5. Orang tua, keluarga, serta teman-teman LNG Academy Angkatan 12.
- Semua pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan, baik berupa kritik ataupun saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat.

Bontang, 17 Juli 2025

Nanda Zahirah Putri
NIM. 2202319017



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Telihan <i>Recycle</i>	6
2.2 Aluminium	6
2.2.1 Peleburan Aluminium	7
2.3 Emisi	8
2.3.1 Emisi dari Proses Peleburan Aluminium	8
2.4 Teknologi Pengendali Emisi	9
2.4.1 Metode Kering (<i>Dry Scrubber</i>).....	9
2.4.2 Metode Basah (<i>Wet Scrubber</i>)	10
2.4.3 Metode Mekanik dan Elektrostatik	10
2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Pengendalian Polusi Udara .	10
2.5 <i>Wet Scrubber</i>	12
2.5.1 Jenis Jenis <i>Wet Scrubber</i>	13
2.5.2 Mekanisme Penghilangan Polutan	16
2.6 <i>Spray Tower Wet Scrubber</i>	17

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 kritis 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

2.6.1	Prinsip Kerja.....	17
2.6.2	Kelebihan dan Kekurangan dibanding Teknologi Lain	17
2.7	Desain dan Parameter Operasi <i>Spray Tower</i>	18
2.5.1	Parameter Utama.....	18
2.8	Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Diagram Alir Pengerjaan.....	21
3.2	Penjelasan Langkah Kerja.....	22
3.2.1	Studi Literatur	22
3.2.2	Perancangan Proses dan Desain Alat	22
3.2.3	Fabrikasi dan Pengujian Alat	23
3.2.4	Eksperimen Menggunakan Beberapa Variabel.....	23
3.2.5	Analisa Hasil Eksperimen.....	24
3.3	Skema Alur Penelitian.....	25
3.4	Metode Pemecahan Masalah.....	26
3.3.1	Identifikasi Masalah	26
3.3.2	Penetapan Tujuan.....	26
3.3.3	Rancang Solusi Teknis.....	26
3.3.4	Penetapan Variabel Penelitian.....	27
3.3.5	Kriteria Keberhasilan dan Evaluasi Efektivitas	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Perancangan Sistem <i>Wet Scrubber</i>	29
4.2	Perhitungan Kadar CO ₂ Berdasarkan Variasi pH.....	31
4.3	Perhitungan Kadar CO ₂ Berdasarkan Variasi <i>Nozzle</i>	32
4.4	Perhitungan Kadar CO ₂ Berdasarkan Variasi Debit Air	33
4.5	Pemantauan Perubahan Warna pada Asap Setelah <i>Scrubbing</i>	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN.....		42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Produk Hasil Peleburan Aluminium	6
Gambar 2. 2 Aluminium sebagai <i>Jacketing</i>	7
Gambar 2. 3 Tungku Peleburan Aluminium di Telihan <i>Recycle</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Wet Scrubber</i> Jenis <i>Spray Tower</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Wet Scrubber</i> Jenis <i>Packed Tower</i>	14
Gambar 2. 6 <i>Wet Scrubber</i> Jenis <i>Venturi Scrubber</i>	15
Gambar 2. 7 <i>Wet Scrubber</i> Jenis <i>Tray Tower</i>	16
Gambar 2. 8 Impaksi	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	21
Gambar 3. 2 Desain <i>Wet Scrubber Spray tower</i>	23
Gambar 3. 3 Skema Penelitian	25
Gambar 3. 4 Variasi <i>Nozzle</i> yang Digunakan	27
Gambar 3. 5 Perbedaan Pola Persebaran Air	28
Gambar 4. 1 P&ID Sistem <i>Wet Scrubber</i>	29
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh pH terhadap Efisiensi Penurunan CO ₂	32
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh <i>Nozzle</i> terhadap Efisiensi Penurunan CO ₂	33
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Debit terhadap Efisiensi Penurunan CO ₂	34
Gambar 4. 5 Warna Air Sebelum Proses <i>Scrubbing</i>	35
Gambar 4. 6 Warna Asap Setelah Proses <i>Scrubbing</i>	35

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Pengendalian Polusi Udara	11
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>Wet scrubber</i>	30
Tabel 4. 2 Variasi pH Terhadap Penurunan CO ₂	31
Tabel 4. 3 Variasi <i>Nozzle</i> Terhadap Penurunan CO ₂	32
Tabel 4. 4 Variasi Debit Air Terhadap Penurunan CO ₂	33



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

Melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR), PT Badak NGL membentuk suatu kelompok Telihan *Recycle* yang merupakan program pemberdayaan masyarakat berupa Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat). Bank Sampah Telihan *Recycle* telah aktif dalam mengolah limbah menjadi produk inovatif dan bernilai, salah satunya adalah baling-baling kapal hasil peleburan limbah aluminium. Program ini melibatkan pemuda lokal yang dilatih peleburan oleh tenaga ahli dari Jawa, serta dukungan peralatan dan suplai limbah aluminium bekas sistem insulasi (*jacketing*) yang sudah tidak digunakan dari PT Badak NGL. Dalam inovasi pengolahan limbah ini, proses peleburan dilakukan dengan bahan bakar oli bekas dari bengkel sekitar. Produk ingot aluminium hasil peleburan memiliki kemurnian tinggi, lalu dicetak menjadi baling-baling *propeller* yang diproduksi hingga 100 unit per hari [1].



Gambar 1. 1 Limbah Aluminium di Telihan *Recycle*

Sumber: Data Diolah

Aluminium meleleh pada suhu sekitar 660° tergantung tingkat kemurniannya. Dalam proses daur ulang aluminium, dilakukan peleburan yang menghasilkan emisi seperti alumina (Al_2O_3), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), volatil organik (VOC) dan sulfur dioksida (SO_2) [2].

Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu



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

dan mempercepat pemanasan global. Gas rumah kaca yang disumbang sekitar 81% oleh CO₂ akan terus terakumulasi di atmosfer. Konsentrasi global CO₂ mencapai 420 ppm pada 2023, dan kenaikan 11.4% terjadi dalam 20 tahun. Peningkatan ini dapat disebabkan berkurangnya kapasitas penyerapan karbon oleh ekosistem seperti hutan, sekaligus tingginya emisi CO₂ bahan bakar fosil dari aktivitas manusia [3].

Untuk mengurangi dampak tersebut, dibutuhkan alat pengendali emisi salah satunya yang banyak digunakan adalah *wet scrubber*. *Wet scrubber* bekerja dengan menyemprotkan cairan dengan *nozzle* sehingga terbentuk *droplet* dan berkontak dengan polutan dalam gas yang alirannya berlawanan arah. Beberapa teknologi alternatif seperti *dry scrubber* ataupun *electrostatic precipitator* (ESP) hanya dapat menangani polutan berbentuk partikulat ataupun berbentuk gas saja, tidak dapat keduanya.

Pada kondisi peleburan aluminium yang menghasilkan partikulat atau abu dan juga gas asam akibat pembakaran bahan bakar fosil. *Wet scrubber* dipilih karena mampu melarutkan gas terlarut dan menjerap partikel tersuspensi. *Wet scrubber* juga dipilih karena penerapannya pada pemukiman warga sehingga membutuhkan teknologi yang mudah dioperasikan dan dipelihara, serta memiliki kebutuhan energi yang relatif rendah [4].

Pada penelitian sebelumnya, *wet scrubber* dapat menurunkan kadar CO₂ tertinggi hingga 96% dengan menggunakan larutan kimia dan terendah yaitu 48.2% tanpa larutan kimia [5]. Penelitian ini menggunakan air karena kemudahannya untuk didapat terutama pada pemukiman warga yang mana peran air penting untuk keberlangsungan hidup [6].

Berdasarkan hal-hal di atas, dilakukan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Sistem *Wet Scrubber* sebagai Pembersih Asap pada Proses Peleburan Limbah Non B3 Telihan *Recycle* Guna Mengurangi Emisi CO₂ dan Warna Asap.”

1.2 Tujuan

Adapun tujuan umum dan tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

**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

- Tujuan Umum:

Tujuan umum dari tugas akhir ini yaitu mengurangi emisi CO₂ dan warna asap pada gas buang dari proses peleburan limbah aluminium di Telihan *Recycle* dengan menggunakan sistem *wet scrubber*.

- Tujuan Khusus:

- a) Merancang sistem *wet scrubber* yang optimal untuk diaplikasikan pada proses peleburan limbah aluminium sehingga menghasilkan produk dengan warna asap seminimal mungkin.
- b) Menentukan parameter-parameter utama dalam desain *spray tower* yang sesuai untuk menangani gas buang hasil peleburan aluminium.
- c) Menguji efektivitas alat dalam menurunkan emisi CO₂ dari asap pembakaran dari proses peleburan aluminium dengan target penurunan sebesar 30%.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada proses peleburan, bahan bakar yang digunakan adalah oli bekas kendaraan yang diambil dari berbagai bengkel di daerah sekitar yang memiliki kualitas yang berbeda beda.
2. Limbah air yang dihasilkan bukan bagian dari penelitian ini.
3. Pengujian kinerja alat dilakukan menggunakan air biasa atau air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yaitu yang berasal dari PDAM tanpa tambahan larutan kimia.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini kepada beberapa pihak terkait adalah sebagai berikut:

- Bagi Penulis
 1. Sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan Tugas Akhir guna mendapatkan gelar Diploma III dari Program Studi Teknik



© 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

Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.

2. Menambah pengalaman dan keterampilan dalam merancang bangun suatu alat industri.
 3. Dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan mempraktikkannya secara nyata.
- Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta
Sebagai media pembelajaran dan penelitian terhadap pengurangan emisi dari peleburan limbah non B3 dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler.
 - Bagi PT Badak NGL dan Dunia Industri
 1. Berkontribusi pada program CSR PT Badak NGL.
 2. Merupakan alternatif upaya untuk menangani permasalahan sampah pada wilayah 3T (Terdepan, Terluar, dan Tertinggal).
 3. Memberikan nilai jual pada limbah non B3 dengan mendaur ulang.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian tugas akhir perancangan sistem *wet scrubber* menggunakan pendekatan eksperimental dengan sumber dan pengumpulan data sebagai berikut:

1. Data primer diperoleh dari hasil percobaan seperti kadar gas dengan menggunakan sensor, pengukuran pH menggunakan pH meter digital, hasil observasi dengan pengamatan objek seperti warna asap ataupun air, dan dokumentasi.
2. Data sekunder diperoleh dari studi literatur meliputi buku, jurnal, karya ilmiah, situs web, ataupun majalah atau koran yang relevan dengan konsep sistem *wet scrubber*.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, tujuan umum 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

husus, batasan masalah, manfaat yang diharapkan dari penelitian, dan sistematika penulisan yang mencakup keseluruhan isi laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II menguraikan studi pustaka atau literatur yang relevan, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB III METODE PELAKSANAAN

BAB III menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.

BAB IV PEMBAHASAN

BAB IV menguraikan tentang pembahasan dari hasil penelitian yang dianalisis berdasarkan tujuan yang telah direncanakan sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V berisi ringkasan dari hasil pembahasan sebagai jawaban atas tujuan penelitian, serta saran atau masukan untuk kemajuan sistem yang lebih optimal berdasarkan analisis selama penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Biodata Mahasiswa

**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 perancangan dan pengujian terhadap alat *wet scrubber* tipe *spray tower* yang dirancang untuk menangani asap hasil proses peleburan aluminium, serta analisa terhadap beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja *wet scrubber*, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Sistem *wet scrubber* jenis *spray tower* berhasil dirancang untuk diaplikasikan pada proses peleburan limbah aluminium di Telihan *Recycle*. Alat dirancang dengan konfigurasi aliran counter current dan menggunakan semprotan air dari *nozzle* sebagai media penyerap polutan. Perancangan sistem *wet scrubber* ini berhasil memberikan perubahan pada warna asap dari gas buang proses peleburan aluminium. Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa warna asap yang keluar dari sistem mengalami perubahan dari pekat menjadi lebih terang. Meski warna asap masih terlihat, tetapi berubah warna telah terjadi ketika gas melalui proses *scrubbing*.
2. Parameter-parameter utama yang mempengaruhi kinerja *wet scrubber* dibuktikan pengaruhnya terhadap efisiensi penurunan kadar gas CO₂ pada saat dilakukan percobaan. Parameter tersebut antara lain adalah
 - pH larutan penyerap. Berdasarkan analisa, semakin basa larutan, maka semakin efektif penyerapan.
 - Jenis *nozzle* yang menghasilkan droplet yang halus, meningkatkan efisiensi penyerapan karena kontak gas dengan air semakin luas.
 - Debit air mempengaruhi waktu kontak gas dan air. Meski semakin tinggi, semakin meningkatkan gas terlarut dalam air, tetapi debit air harus sesuai agar penyerapan gas berjalan optimal.
3. Berdasarkan pengukuran kadar CO₂ sebelum dan sesudah *scrubbing*, alat menunjukkan kemampuan dalam menurunkan emisi CO₂ dengan efisiensi berkisar antara 21% hingga 31.7% tergantung pada perlakuan



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

variabel. Nilai efisiensi tertinggi pada tiap variabel dicapai pada penggunaan *nozzle* dengan jenis *hollow cone* menunjukkan bahwa sistem ini telah memenuhi target efisiensi penurunan CO₂ sebesar 30%. Penggunaan ketiga variasi terpilih yaitu penggunaan larutan dengan pH netral ke basa, *nozzle* dengan jenis *hollow cone*, dan debit tertinggi dalam proses *scrubbing* dapat menurunkan kadar CO₂ secara maksimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian alat terhadap *wet scrubber* tipe *spray tower* yang dirancang untuk menangani asap hasil proses peleburan aluminium, didapatkan beberapa saran untuk memaksimalkan dan meningkatkan efisiensi penggunaan *wet scrubber* terhadap penurunan kadar CO₂.

1. Menggunakan larutan bahan kimia basa untuk menaikkan pH air sebelum dilakukannya proses *scrubbing*, sehingga pelarutan gas CO₂ dan gas asam lainnya dapat optimal.
2. Menggunakan beberapa tingkat *sprayer*. Hal ini bertujuan untuk memperluas kontak antar dua fase sehingga akan meningkatkan proses absorpsi gas terhadap fase cair.
3. Melakukan pengujian gas buang lebih lanjut untuk memantau emisi lain yang berdampak buruk bagi kesehatan maupun lingkungan, seperti pengecekan SO₂, NO₂, ataupun CO.
4. Melakukan pengujian dengan menggunakan 3 variabel sekaligus (pH, debit, dan jenis *nozzle*) untuk membuktikan bahwa variabel terpilih jika digunakan secara bersamaan dapat menghasilkan efisiensi yang paling tinggi.

**Hak Cipta :**

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nidia Zuraya, “Dorong Ekonomi Sirkular, UMKM Binaan Badak NGL Olah Limbah Jadi Baling-Baling dan Perahu,” *Republika*. [Online]. Available: <https://ekonomi.republika.co.id/berita/rm8ygp383/dorong-ekonomi-sirkular-umkm-binaan-badak-ngl-olah-limbah-jadi-baling-baling-dan-perahu>
- [2] G. E. Totten and D. S. MacKenzie, “Handbook of Aluminium - Volume 2 Alloy Production and Materials Manufacturing,” 2003, [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/414566675/George-E-Totten-D-Scott-MacKenzie-Handbook-of-Aluminum-Volume-2-Alloy-Production-and-Materials-Manufacturing-2003-pdf>
- [3] WMO, “Greenhouse gas concentrations surge again to new record in 2023,” *WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION*. [Online]. Available: <https://public.wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-surge-again-new-record-2023>
- [4] U. Environmental Protection Agency, “Section 5.2 Post-Combustion Controls WET SCRUBBERS FOR ACID GAS,” Feb. 1995.
- [5] S. R. Damayanti and N. Hendrasarie, “Efektivitas Absorben Kimia pada *Wet scrubber* untuk Menurunkan Emisi CO dan CO₂,” vol. X, no. 1, 2025.
- [6] M. P. R. Silitonga *et al.*, “Instalasi Sistem Penyiraman Tanaman Untuk Taman Poly Sekar Asri Perumahan Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) Corresponding Author,” 2024, [Online]. Available: <https://jurnalpengabdianmasyarakatbangsa.com/index.php/jpmmba/index>
- [7] CSR Badak LNG, “Bank Sampah Telihan Recycle.” [Online]. Available: <https://csrbadaklng.com/kelompok/bank-sampah-telihan-recycle>
- [8] S. Arianto Leman, Tiwan, and Mujiyono, “TUNGKU KRUSIBEL DENGAN ECONOMIZER UNTUK PRAKTIK PENGECORAN DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN FT UNY,” 2017.
- [9] Owens Corning Insulation, “The role of emittance in the jacketing temperature of an insulated below ambient pipe.”



© 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

- [10] International Aluminium Institute, “Aluminium recycling saves 95% of the energy needed for primary aluminium production.” [Online]. Available: <https://international-aluminium.org/landing/aluminium-recycling-saves-95-of-the-energy-needed-for-primary-aluminium-production/>
- [11] T. Samsel, “Risks associated with exposure to aluminum oxide dust.” [Online]. Available: <https://obera.fr/en/our-tips/aspiration-de-poussiere-doxyde-daluminium/#:~:text=From%20an%20environmental%20point%20of,and%20lead%20to%20environmental%20pollution.>
- [12] American Lung Association, “Karbon Monoksida.” [Online]. Available: <https://www.lung.org/clean-air/indoor-air/indoor-air-pollutants/carbon-monoxide>
- [13] Health and Safety Executive, “General Hazard of Carbon Dioxide.” [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/carboncapture/carbondioxide.htm>
- [14] Gagas Envirotek Indonesia, “Bahaya Dari Volatile Organic Compound,” 2021, [Online]. Available: <https://www.labenviro.co.id/bahaya-dari-volatile-organic-compound/>
- [15] National Park Service, “Sulfur Dioxide Effects on Health,” Oct. 2024.
- [16] Menteri Lingkungan Hidup, “PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR P.17/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019”.
- [17] U. Environmental Protection Agency, “Section 5 - Chapter 1: Wet and Dry Scrubbers for Acid Gas Control,” 2021.
- [18] U. Environmental Protection Agency, “Electrostatic Precipitators,” 1999.
- [19] AGICO CEMENT, “Comparison of Cyclone Dust Collector and Baghouse Dust Collector.” [Online]. Available: <https://cement-plants.com/comparison-of-cyclone-dust-collector-and-baghouse-dust-collector/>
- [20] Environmental Protection Agency Us, “Air Pollution Control Technology Fact Sheet EPA-CICA Fact Sheet Spray-Tower Scrubber,” 2016.
- [21] U. Environmental Protection Agency, “Air Pollution Control Technology



© 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

Fact Sheet,” 2015.

- [22] A. P. C. SLY, “The Important of Wet Scrubber Efficiency.” [Online]. Available: <https://www.slyinc.com/blog/the-importance-of-wet-scrubber-efficiency/>
- [23] A. P. C. ERG, “Tray Towers.” [Online]. Available: <https://www.ergapc.co.uk/tray-towers/>
- [24] P. Khairumizan, “UI,” 2008.
- [25] U. Environmental Protection Agency, “Section 6 Particulate Matter Controls Chapter 2 Wet Scrubbers for Particulate Matter,” 2002.
- [26] J. Dharma Purba, “RANCANG BANGUN TANGKI PEMBILASAN INSINERATOR SAMPAH RAMAH LINGKUNGAN TERHADAP EFEKTIFITAS KADAR PARTIKULAT GAS BUANG,” 2015.
- [27] K. H. Javed, T. Mahmud, and E. Purba, “The CO₂ capture performance of a high-intensity vortex spray scrubber,” *Chemical Engineering Journal*, vol. 162, no. 2, pp. 448–456, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.cej.2010.03.038.
- [28] M. Kencanawati, “Studi Kemampuan *Spray tower* untuk Penyisihan Polutan Gas Sulfur Dioksida dari Pembakaran Bahan Bakar Industri Martheana Kencanawati,” Jun. 2019.
- [29] B. Brown, “Panduan Lengkap Jenis-Jenis Nozzle dan Aplikasinya dalam Industri.” [Online]. Available: <https://www.lorric.com/id/Articles/nozzle/all/various-spray-principle>
- [30] Eastern Technical Associates, “Eastern Technical Associates Visible Emissions Observer Training Manual,” Jun. 2013.



© 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

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan





© 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



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

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Nanda Zahirah Putri
 NIM : 2202319017
 Tempat, Tanggal Lahir : Bontang, 10 September 2004
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat : Jl. Tipalayo RT.35 No.4 Berebas Tengah, Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur
 Kode Pos 75323
 Email : zahirahnanda10@gmail.com
 Pendidikan : SD IT Yabis Bontang
 SMP : SMP IT Daarul Hikmah Boarding School Bontang
 SMA : SMA IT Daarul Hikmah Boarding School Bontang
 Program Studi : Teknik Mesin
 Bidang Peminatan : Pengolahan Gas
 Topik Tugas Akhir : Perancangan Sistem *Wet Scrubber* pada Proses Peleburan Limbah Aluminium Telihan Recycle Guna Mengurangi Emisi CO₂ dan Warna Asap

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**