



© 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

RANCANG BANGUN UNIT PEMBERSIH ASAP *WET SCRUBBER* PADA TUNGKU PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM “*TELIHAN RECYCLE*”

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:
Audina Putri Rahmina
NIM. 2202319016

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



Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN UNIT PEMBERSIH ASAP *WET SCRUBBER* PADA
TUNGKU PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM “*TELIHAN RECYCLE*”**

Oleh:
Audina Putri Rahmina
NIM. 2202319016
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir
Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005

Pembimbing Tugas Akhir
PT Badak NGL

Ir. Bagus Kusuma Ruswandiri, S.T., IPP
No. Pck. 133081

Kepala Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta

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**

**RANCANG BANGUN UNIT PEMBERSIH ASAP *WET SCRUBBER* PADA
TUNGKU PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM “*TELIHAN RECYCLE*”**

Oleh:
Audina Putri Rahmina
NIM. 2202319016
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 16 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	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Ketua Penguji		16 Juli 2025
2	Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T. NIP. 199403092019031013	Penguji 1		16 Juli 2025
3	Ir. Erlangga Yudha Pratama ST, MBA No. Pek. 133016	Penguji 2		16 July 2025

Bontang, 16 Juli 2025
Disahkan Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

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

NIM : 2202319016

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, 16 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Audina Putri Rahmina

NIM. 2202319016



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

RANCANG BANGUN UNIT PEMBERSIH ASAP *WET SCRUBBER* PADA TUNGKU PELEBURAN LIMBAH ALUMINIUM “*TELIHAN RECYCLE*”

Audina Putri Rahmina¹⁾, Muslimin²⁾, dan Bagus Kusuma Ruswandiri³⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia, 75324

Email: adnpr010@gmail.com

ABSTRAK

Untuk mendukung pengurangan limbah aluminium, Badak LNG melalui program Corporate Social Responsibility (CSR) bekerja sama dengan mitra binaannya, Telihan Recycle, dalam mengolah limbah menjadi produk bernilai, seperti baling-baling kapal. Proses produksi ini melibatkan peleburan aluminium menggunakan panas dari pembakaran oli bekas sebagai bahan bakar. Meskipun suhu tinggi dapat meningkatkan kualitas peleburan, proses ini juga menghasilkan asap pembakaran yang berdampak buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang dan dibuat alat pembersih asap berbasis *wet scrubber* tipe *vertical spray chamber* yang hemat energi, efisien, dan minim perawatan. Sistem ini menggunakan empat buah *nozzle spray* 360° untuk menyemprotkan air kabut ke arah aliran asap, sehingga partikel polutan dapat terjerap sebelum dilepaskan ke udara bebas. *Wet scrubber* ini dibuat menggunakan material *stainless steel* 316, dilengkapi pompa Shimizu PS-135 E dan diuji secara fungsional. Hasil pengujian menunjukkan penurunan kadar CO₂ sebesar 20% hingga 27%. Alat ini terbukti mampu mengurangi emisi polutan gas buang dari proses peleburan limbah aluminium secara efektif.

Kata kunci: Aluminium, *wet scrubber*, CO₂, *nozzle spray*

ABSTRACT

To support aluminum waste reduction, Badak LNG, through its Corporate Social Responsibility (CSR) program, has collaborated with its partner Telihan Recycle to process waste into valuable products, such as ship propellers. The production process involves melting aluminum using heat generated from burning used oil as fuel. Although high temperatures improve the melting quality, they also produce combustion smoke that negatively impacts the environment. Therefore, this final project focuses on designing and fabricating an air purification device based on a vertical spray chamber wet scrubber, which is energy-efficient, low-maintenance, and effective. The system utilizes four 360° misting nozzles to spray fine water droplets directly into the gas stream, allowing airborne pollutants to be captured before the air is released. The wet scrubber is constructed from stainless steel 316 and equipped with a Shimizu PS-135 E pump. Functional testing demonstrated a reduction in CO₂ concentration ranging from 20% to 27%. This device has proven effective in lowering pollutant emissions from the aluminum melting process.

Keywords: Aluminum, wet scrubber, CO₂, nozzle spray



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

Segala puji dan syukur dipanjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Unit Pembersih Asap *Wet Scrubber* Pada Tungku Peleburan Limbah Aluminium “Telihan Recycle”**”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bagus Kusuma Ruswandiri, S.T., IPP selaku dosen pembimbing dari LNG Academy yang senantiasa memberikan dukungan, arahan, saran, serta motivasi selama tugas akhir ini.
3. Bapak-bapak pekerja bengkel induk Badak LNG yang telah memberikan bantuan dan arahan selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Seluruh Pengurus LNG Academy yang telah memberikan dukungan serta arahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan moril maupun materil.
6. Teman-teman seperjuangan LNG Academy yang telah memberikan bantuan dan kebersamaan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak



© 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

sangat dibutuhkan untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, serta memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bontang, 16 Juli 2025

Audina Putri Rahmina

NIM. 2202319016





Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta.....	3
1.5.3 Bagi Badak LNG.....	4
1.5.4 Bagi Masyarakat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6.1 BAB I Pendahuluan.....	4
1.6.2 BAB II Tinjauan Pustaka.....	4
1.6.3 BAB III Metode Penelitian	4
1.6.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan	4
1.6.5 BAB V Penutup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Aluminium	5
2.1.2 Tungku Peleburan.....	7



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

2.1.3	<i>Wet Scrubber</i>	10
2.1.4	Pompa Sentrifugal	14
2.1.5	Komponen Sistem Perpipaan	18
2.1.6	<i>Wire Mesh</i>	25
2.1.7	API 650	26
2.1.8	Pengelasan.....	27
2.1.9	Metode Pengujian.....	28
2.2	Kajian Literatur	29
2.3	Kerangka Pemikiran	31
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Diagram Alir Pengerjaan	34
3.2	Penjelasan Langkah Kerja	35
3.2.1	Studi, Konsultasi, dan Survei	35
3.2.2	Perancangan Alat.....	36
3.2.3	Fabrikasi Alat	39
3.2.4	<i>Troubleshooting</i> dan Analisa	42
3.3	Metode Pemecahan Masalah	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Pemilihan Material	44
4.2	Desain Alat	45
4.3	Fabrikasi Alat	48
4.3.1	Pemotongan Material	48
4.3.2	Pengeboran.....	50
4.3.3	Pengelasan.....	50
4.3.4	Instalasi Perpipaan	51
4.4	Hasil Pengujian	51
4.4.1	<i>Visual Test</i>	51
4.4.2	<i>Dye Penetrant Test</i>	51
4.4.3	<i>Initial Service Leak Test</i>	52
4.5	Hasil Operasi Alat	53
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 62



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Aluminium sebagai Jacketing	6
Gambar 2. 2 Tungku Peleburan Kupola.....	7
Gambar 2. 3 Jenis-jenis Tungku Krusibel.....	8
Gambar 2. 4 Tungku Peleburan Busur Listrik	9
Gambar 2. 5 Tungku Peleburan Induksi.....	10
Gambar 2. 6 Jenis-jenis <i>Scrubber</i>	10
Gambar 2. 7 Jenis-jenis Wet Scrubber Tipe Spray Chamber.....	12
Gambar 2. 8 <i>Cyclone Spray Chamber</i>	13
Gambar 2. 9 Venturi Scrubber.....	14
Gambar 2. 10 Pompa Sentrifugal.....	15
Gambar 2. 11 Jenis-jenis Pipa.....	18
Gambar 2. 12 <i>Ball Valve</i>	20
Gambar 2. 13 <i>Gate Valve</i>	21
Gambar 2. 14 <i>Globe Valve</i>	22
Gambar 2. 15 <i>Solenoid Valve</i>	22
Gambar 2. 16 Jenis <i>Elbow Fitting</i>	23
Gambar 2. 17 <i>Tee Fitting</i>	24
Gambar 2. 18 Jenis <i>Fourway Tee Fitting</i>	24
Gambar 2. 19 Jenis <i>Reducer Fitting</i>	25
Gambar 2. 20 <i>Threaded Socket</i>	25
Gambar 2. 21 Tipe-tipe Sambungan Las Vertikal	28
Gambar 2. 22 Kerangka Pemikiran.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	34
Gambar 3. 2 Tampak Tiga Dimensi Perancangan Alat	37
Gambar 4. 1 Pemotongan <i>Shell</i> dengan <i>Saw Cutter Machine</i>	48
Gambar 4. 2 Proses Pemotongan Plat	49
Gambar 4. 3 Proses Gerinda	50
Gambar 4. 4 <i>Dye Penetrant Test</i> pada sambungan <i>Shell-Bottom</i>	52
Gambar 4. 5 <i>Dye Penetrant Test</i> pada Sambungan <i>Shell-Nozzle</i>	52



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 Data Karakteristik Aluminium	5
Tabel 2. 2 Koefisien Hazen-Williams	17
Tabel 3. 1 Tabel Perhitungan <i>Shell</i>	38
Tabel 3. 2 Perbandingan Material	39
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi <i>Nozzle Spray</i>	41
Tabel 3. 4 Data Aliran Fluida	41
Tabel 4. 1 Data Desain Alat	45
Tabel 4. 2 Hasil Uji <i>Dye Penetrant Test</i>	51
Tabel 4. 3 Hasil Operasi Alat	53
Tabel 4. 4 Data Spesifikasi Pompa	54
Tabel 5. 1 Data Hasil Rancangan Wet Scrubber	55

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Badak NGL merupakan industri pengolahan gas alam yang aktif dalam kegiatan sosial khususnya di Kota Bontang. Melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR), Badak LNG senantiasa berkomitmen untuk mengembangkan dan memberdayakan masyarakat sekitar yang dikenal sebagai COMDEV (*Community Development*). Program-program CSR Badak LNG berfokus pada empat pilar, yaitu Pembangunan Infrastruktur (*infrastructure*), Peningkatan Kapasitas (*capacity improvement*), Pemberdayaan Masyarakat (*empowerment*), dan Donasi (*charity*) [1].

Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat) merupakan salah satu program masyarakat dari CSR Badak LNG yang berfokus pada pengelolaan sampah melalui kegiatan bank sampah. Program ini dikelola secara langsung oleh kelompok pemuda kota Bontang yang tergabung dalam Komunitas Peduli Sampah yang menghasilkan program baru, yaitu Telihan *Recycle*. Salah satu kegiatan yang telah dilaksanakan oleh Telihan *Recycle* adalah pembuatan produk baling-baling kapal dari peleburan limbah aluminium atau *jacketing* dari Badak LNG. Dari mitra binaan ini, dihasilkan ratusan baling-baling yang telah terjual dengan harga Rp15.000/baling-baling [2]. Sejak tahun 2022, PT Badak NGL turut serta memberikan dukungan berupa limbah aluminium bekas dari penggunaan *insulation* yang sudah tidak terpakai milik PT Badak NGL [3].

Proses peleburan pada inovasi ini memanfaatkan limbah oli bekas yang diperoleh dari bengkel-bengkel sekitar sebagai bahan bakar. Dalam proses peleburannya sendiri, aluminium akan melebur pada temperatur 650°C [4]. Semakin tinggi suhunya, maka kalor yang dihasilkan juga semakin tinggi sehingga kualitas dari hasil peleburan aluminium (ingot) yang diperoleh juga akan semakin baik. Menurut pekerja Telihan *Recycle*, peningkatan suhu ini menyebabkan



© 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

semakin banyak asap pembakaran yang dihasilkan. Sehingga memicu kekhawatiran masyarakat sekitar akibat dari pencemaran udara yang terjadi. Keluhan ini dapat berakibat buruk terhadap keberlangsungan kegiatan dari Telihan *Recycle* sebagai mitra binaan Badak LNG. Pelaksanaan peleburan yang dilakukan setiap satu hingga dua minggu sekali merupakan solusi yang diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut. Namun, solusi ini hanya bersifat sementara dan tidak mengurangi jumlah asap hitam yang dihasilkan selama proses peleburan. Oleh karena itu, diperlukan solusi berupa alat filtrasi asap yang mampu menurunkan jumlah emisi partikel selama proses peleburan berlangsung, guna meminimalkan dampak pencemaran udara dan menjaga kenyamanan serta kesehatan lingkungan sekitar.

Meskipun berbagai teknologi pengendalian polusi udara telah tersedia, sebagian besar penerapannya masih terfokus pada metode filtrasi kering seperti *dry scrubber* dan *electrostatic precipitator* (ESP), yang umumnya digunakan dalam industri berskala besar. Teknologi tersebut memang efektif untuk menyaring partikel padat, tetapi memiliki keterbatasan dalam menangani gas-gas larut air dan senyawa kimia reaktif, seperti yang umum dihasilkan dari pembakaran oli bekas dan proses peleburan aluminium. Selain itu, metode filtrasi kering memerlukan biaya instalasi dan perawatan yang tinggi, serta tidak cukup fleksibel untuk diterapkan pada skala industri kecil. Sebaliknya, *wet scrubber* menawarkan pendekatan yang lebih efisien dan aplikatif, dengan kemampuan menangkap partikel halus serta gas-gas asam melalui mekanisme pencucian menggunakan cairan penjerap [5]. Solusi ini dipilih karena *wet scrubber* efektif dalam menangkap partikel halus serta senyawa residu hasil pembakaran oli bekas dan peleburan aluminium seperti yang terjadi di Telihan *Recycle* [6].

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat yang dibuat berfokus pada solusi atas masalah asap hasil peleburan aluminium.
2. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah oli bekas.



© 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

3. Limbah air dari *wet scrubber* bukan bagian dari penelitian ini.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Mengembangkan sistem *wet scrubber* sebagai alat filtrasi pada unit peleburan limbah aluminium guna meminimalkan emisi polutan dan meningkatkan efisiensi pengolahan limbah secara ramah lingkungan di Telihan *Recycle*.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mendapatkan rancangan *wet scrubber* pada unit peleburan limbah aluminium.
2. Mendapatkan metode fabrikasi *wet scrubber* sebagai sistem filtrasi unit peleburan limbah aluminium.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

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

1.5.2 Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai media pembelajaran dan penelitian sistem filtrasi *wet scrubber* pada unit peleburan limbah aluminium.



© 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

1.5.3 Bagi Badak LNG

Berkontribusi dalam program CSR Badak LNG.

1.5.4 Bagi Masyarakat

Menjadi solusi peleburan limbah aluminium minim asap dibandingkan pembakaran terbuka secara konvensional yang menghasilkan banyak polutan.

1.5 Sistematika Penulisan

1.6.1 BAB I Pendahuluan

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, manfaat yang didapat, ruang lingkup dari penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

1.6.2 BAB II Tinjauan Pustaka

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

1.6.3 BAB III Metode Penelitian

BAB III menguraikan tentang bagaimana metodologi, yakni metode yang akan digunakan untuk penyelesaian masalah atau penelitian, yang meliputi prosedur, pengambilan sampel, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknik perancangan.

1.6.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan

BAB IV berisi hasil dan analisis data, perhitungan-perhitungan analisis perancangan, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan

1.6.5 BAB V Penutup

Bab ini memaparkan kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang akan menjawab permasalahan dan tujuan serta memaparkan saran untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa atau berkaitan.

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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tabel 5.1 menampilkan hasil akhir dari rancangan *wet scrubber*.

Tabel 5. 1 Data Hasil Rancangan Wet Scrubber

Fungsi	Menyaring asap hasil peleburan aluminium berbahan bakar oli bekas
Tekanan Operasi	1 atm
Kapasitas	164 liter
Volume	164 liter
Roof	
Material	<i>Stainless Steel Plate 304</i>
Diameter	455 mm
Jari-jari	227,5 mm
Ketebalan	¼ inci
Shell	
Material	<i>Stainless Steel Pipe Gr 316 18"</i>
Tinggi	1000 mm
Jari-jari dalam	222,5 mm
Diameter nominal	445 mm
Ketebalan minimum	1,0014453 mm
Ketebalan aktual	10 mm
Desain gravitasi spesifik	1
Bottom	
Material	<i>Stainless Steel Plate 304</i>
Diameter	455 mm
Jari-jari	227,5 mm
Ketebalan	¼ inci
Leg Support	
Tinggi	540 mm
Jumlah	3



Hak Cipta :

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

2. Proses fabrikasi *wet scrubber* dilakukan berdasarkan dimensi desain yang telah dirancang dengan mempertimbangkan ketersediaan material, kemudahan pemasangan, serta efisiensi waktu dan biaya. Tahapan fabrikasi meliputi pemotongan pipa dan plat *stainless steel*, penggerindaan, pengeboran, pengetapan, serta pengelasan untuk merakit seluruh komponen. Namun, pada tahap pengujian ditemukan kebocoran pada bagian *hand hole*. Setelah dilakukan pengencangan ulang pada baut, kebocoran tersebut berhasil diatasi dan alat dapat beroperasi dengan baik tanpa kebocoran.

5.2 Saran

Setelah melakukan tahap perancangan dan fabrikasi, *wet scrubber* ini masih memiliki kekurangan. Adapun saran yang dapat penulis berikan agar alat bekerja dengan lebih optimal antara lain:

1. Diperlukan perhatian lebih pada saat mengencangkan baut pada *hand hole*, untuk menghindari potensi kebocoran saat alat mulai dioperasikan.
2. Disarankan untuk menggunakan tangki penampung air dengan kapasitas yang lebih besar, mengingat ukuran unit *wet scrubber* yang cukup besar dan kebutuhan air yang terus-menerus selama proses penyaringan berlangsung.
3. Untuk meningkatkan efisiensi penurunan kadar CO_2 , disarankan menggunakan tipe *wet scrubber* berisi media isian (*packed bed*), yang dapat memperluas area kontak antara gas dan cairan serta meningkatkan penyerapan gas yang sulit larut seperti CO_2 .



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] “CSR Badak LNG.” Diakses: 11 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://csrbadaklng.com/about>
- [2] redaksi2, “Telihan Recycle Olah Sampah Jadi Baling-Baling Kapal.” Diakses: 11 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://mediakaltim.com/teliha-recycle-olah-sampah-jadi-baling-baling-kapal/>
- [3] F. Yuniarto dan B. Situmorang, “UMKM binaan Badak NGL Bontang olah sampah jadi baling-baling kapal.” Diakses: 11 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.antaranews.com/berita/3279983/umkm-binaan-badak-ngl-bontang-olah-sampah-jadi-baling-baling-kapal>
- [4] A. Lubi, I. W. Sugita, J. W. Tanton, D. A. M. Rizq, dan F. B. Susetyo, “Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar LPG,” vol. 1, no. 2, hlm. 81–86, Sep 2022.
- [5] V. C. Dwinanda, “PERANCANGAN WET SCRUBBER SEBAGAI UNIT PENGURANG KADAR H₂S PADA PRODUKSI BIOGAS DI PT ENERO MOJOKERTO.”
- [6] C. D. Cooper dan F. C. Alley, *Air Pollution Control A Design Approach*, 4 ed.
- [7] E. Nugroho dan Y. Utomo, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR PELEBURAN ALUMINIUM BERBAHAN BAKAR GAS (LPG),” vol. 6, no. 2, 2017.
- [8] Rusmanto, A. U. Ryadin, dan A. Masakim, “PERANCANGAN TUNGKU PELEBURAN ALUMINIUM KAPASITAS 3 KG BAHAN BAKAR GAS LPG,” vol. 5, no. 2, hlm. 361–371, Nov 2022.



© 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

- [9] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems 5th Edition*. 2014.
- [10] N. A. Firdaus, B. M. Wulandari, dan R. Novembrianto, “ANALISA EFISIENSI UNIT BAG FILTER DAN WET SCRUBBER TERHADAP PARAMETER PARTIKULAT, SO₂, NO₂, DAN OPASITAS PADA INDUSTRI BESI DAN BAJA DI SURABAYA,” vol. 3, no. 1, Feb 2023.
- [11] Arijanto, E. Yohana, dan F. T. H. Sinaga, “ANALISIS PENGARUH KEKENTALAN FLUIDA AIR DAN MINYAK KELAPA PADA PERFORMANSI POMPA SENTRIFUGAL,” vol. 3, no. 2, hlm. 212–219, 2015.
- [12] A. Yani, “Analisis Karakteristik Pompa Air Type Sentrifugal Kapasitas 34 Liter/Menit Dengan Daya Pompa 125 Watt,” vol. 5, no. 1, 2022.
- [13] Tukiman, P. Santoso, dan A. Satmoko, “PERHITUNGAN DAN PEMILIHAN POMPA PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BEBAS MINERAL IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 KCi,” Nov 2013.
- [14] I. J. Karassik, J. P. Messina, P. Cooper, dan C. C. Heald, *PUMP HANDBOOK*, Third. McGraw-Hill, 2001.
- [15] The Engineering ToolBox, “Hazen-Williams Friction Loss Coefficients: Data & Reference Guide,” 2004. Diakses: 13 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://www.engineeringtoolbox.com/hazen-williams-coefficients-d_798.html
- [16] A. Afdil, “ANALISA TEGANGAN SISTEM PERPIPAAN MINYAK DARI SUMUR A KE MANIFOLD SUMUR PADA PT. SARANA PEMBANGUNAN RIAU (SPR) LANGGAK MENGGUNAKAN SOFTWARE CAESAR II 2019,” 2021.
- [17] *ASME B31.3 Process Piping Guide*. 2020.
- [18] R. Arman, Y. Mahyoedin, Kaidir, dan N. Desilpa, “STUDI ALIRAN AIR PADA BALL VALVE DAN BUTTERFLY VALVE MENGGUNAKAN



© 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

METODE SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS,” *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, 2019.

- [19] B. Herlambang dan T. Mulyanto, “ANALISIS KEKUATAN GATE VALVE 2 9/16 3.000 PSI AKIBAT TEKANAN FLUIDA MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALYSIS SOLIDWORKS 2018,” *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, vol. 5, no. 1, hlm. 21–27, 2020.
- [20] A. Saiful, G. Soebiyakto, N. Finahari, dan P. Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang Jl Taman Borobudur Indah, “Analisis Kavitas dan Karakteristik Aliran Bukaan Katup Globe Valve Menggunakan Simulasi Solidworks,” vol. 9, no. 1, hlm. 19–28, 2024.
- [21] A. Wibowo, “RANCANG BANGUN AKTUATOR SOLENOID VALVE PADA PENGENDALIAN PRESSURE REAKTOR OAW (OXYGENACETYLENE WELDING) DI BENGKEL LAS DIRAL MENUR SURABAYA,” 2017.
- [22] A. K. Dey, “Types of Pipe Fittings and Components for Piping, Pipeline, and Plumbing Industry.”
- [23] PT Karya Prima Suplindo, “Ketahui Berbagai Macam Reducer Pipa Beserta Fungsinya.” Diakses: 14 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.karyaprimasuplindo.co.id/ketahui-berbagai-macam-reducer-pipa-beserta-fungsinya>
- [24] Crop Life Indonesia, “Jenis Nozzle yang Digunakan Dalam Bidang Pertanian.” Diakses: 13 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://croplifeindonesia.or.id/jenis-nozzle-yang-digunakan-dalam-bidang-pertanian/>
- [25] R. H. Perry dan D. W. Green, *Perry’s Chemical Engineers’ Handbook*.
- [26] T. Budi Santoso, Solichin, dan P. Tri Hutomo, “PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN



© 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

STRUKTUR MIKRO LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E7016,” vol. 23, no. 1, 2015.

- [27] F. M. A. Antaqiya, U. Budiarto, dan S. Jokosisworo, “Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60,” vol. 7, no. 4, 2019.
- [28] D. A. Maulana, H. Yudo, dan U. Budiarto, “Tarik Aluminium 6061 Dengan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C Pada Pengelasan GTAW,” vol. 9, no. 1, 2021.
- [29] Irwansyah, “DETEKSI CACAT PADA MATERIAL DENGAN TEKNIK PENGUJIAN TIDAK MERUSAK,” vol. 2, Sep 2019.
- [30] M. N. Gumilang, M. I. Noverly, dan A. Walzthy, “Laporan Hasil Pengujian Visual Cacat Las,” Semarang, Sep 2019.
- [31] P. J. H. Siagian, N. L. Arifin, dan N. Ulfah, “INSPEKSI LIQUID PENETRANT SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW PADA FABRIKASI FRAME ACID SKID,” *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, vol. 4, no. 1, Jun 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>, <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>
- [32] D. N. I. Prahesti, I. M. Arsana, dan Yunus, “Pengujian Hydrotest untuk Mencegah Kebocoran pada Tube Bundle Pertamina RU III Plaju Palembang di PT. PAL Indonesia,” *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 6, no. 1, Jul 2023, doi: 10.29407/jmn.v6i1.18217.
- [33] T. Suhartono, D. Rahmalina, dan E. Maulana, “RANCANG BANGUN CYCLONE DAN WET SCRUBBER PADA INCINERATOR UNTUK MENEGAH TERJADINYA PENCEMARAN UDARA,” Nov 2020.
- [34] S. Supriyadi, A. Androva, dan A. D. Prasetyo, “RANCANG BANGUN FILTER WET SCRUBBER UNTUK PENURUNAN TEMPERATUR 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

PENGURANGAN KANDUNGAN TAR TERHADAP HASIL SYNGAS PROSES GASIFIKASI,” *Journal of Automotive Technology*, vol. 02, no. 1, Apr 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.upy.ac.id/index.php/jatve/index>

- [35] J. D. Purba, “RANCANG BANGUN TANGKI PEMBILASAN INSINERATOR SAMPAH RAMAH LINGKUNGAN TERHADAP EFEKTIFITAS KADAR PARTIKULAT GAS BUANG,” 2015.



Lampiran

Lampiran 1 (*Allowable Stresses* untuk *Shell* Tangki)

Table S.2a—Allowable Stresses for Tank Shells (SI)

Type	Min. Yield MPa	Min. Tensile MPa	Allowable Stress (S_d) (in MPa) for Maximum Design Temperature Not Exceeding				
			40 °C	90 °C	150 °C	200 °C	260 °C
201-1	260	515	155	136	125	121	—
201LN	310	655	197	172	153	145	143
304	205	515	155	155	140	128	121
304L	170	485	145	132	119	109	101
316	205	515	155	155	145	133	123
316L	170	485	145	131	117	107	99
317	205	515	155	155	145	133	123
317L	205	515	155	155	145	133	123

NOTE 1 S_d may be interpolated between temperatures.

NOTE 2 The design stress shall be the lesser of 0.3 of the minimum tensile strength or 0.9 of the minimum yield strength. The factor of 0.9 of yield corresponds to a permanent strain of 0.10 %. When a lower level of permanent strain is desired, the Purchaser shall specify a reduced yield factor in accordance with Table Y-2 of ASME Section II, Part D. The yield values at the different maximum design temperatures can be obtained from Table S.5a.

NOTE 3 For dual-certified materials (e.g. ASTM A182M/A182 Type 304L/304), use the allowable stress of the grade specified by the Purchaser.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

Lampiran 2 (Nilai *Joint Efficiency* API 650)

Table S.4—Joint Efficiencies

Joint Efficiency	Radiograph Requirements
1.0	Radiograph per 8.1.2
0.85	Radiograph per A.5.3
0.70	No radiography required





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

Lampiran 3 (Welding Procedure-Specification SMAW)

		Welding Procedure-Specification P8-A Revision 2 Date 7/13/72	
Authorized for use only when signed by the Inspection Section Head This welding procedure specification must be used in conjunction with the General Welding Standard(s) GWS-SN.			
Scope : Manual shielded metal-arc welding of austenitic steel plate and piping materials using the open butt technique.			
Base Metal: <u>Austenitic Stainless Steel</u>		Typical Joint Design 	
Welded to <u>Itself</u>			
ASME Sect. IX : P# <u>8</u> to P# <u>8</u>			
Welding Process: <u>Shielded Metal Arc (SMA)</u>			
Filler Material <u>Refer to GWS-SN</u>			
ASME Sect. IX : F# <u>5</u> A# <u>7</u>			
Position(s) Qualified: <u>All positions</u>			
Thickness Range and Diameter Qualified :			
As-welded up to 3" O.D. min. <u>3/16"</u> max. <u>None</u> 3" O.D. and Over min. <u>3/16"</u> max. <u>3 7/8"</u>			
Postweld Heat Treated: up to 3" O.D. min. <u>---</u> max. <u>---</u> 3" O.D. and Over min. <u>---</u> max. <u>---</u>			
Backing Material <u>None</u>			
Min. Preheat Temp. <u>60° F. Maximum interpass</u> temperature shall be 350°F.			
Postweld Heat Treat : <u>None</u>			
Applicable Procedure Qualification Record(s) PQR- 46 and PQR-47			
Procedure Qualified to : ASME Code Section IX			
Welding Process	SMA	SMA	SMA
Layer Number	1, 2 & 3	2 & Rem	Remainder
Travel Speed (in./min.)	---	---	---
Amperage Range	70 - 110	90 -160	130 -190
AC/DC Polarity	DCRP	DCRP	DCRP
Voltage	---	---	---
Torch Gas - cfh	---	---	---
Backing Gas -cfh	---	---	---
Electrode Diameter	1/8"	5/32"	3/16"
Tungsten Type	---	---	---
Filler Wire Diameter	---	---	---
Additional Instructions No. 628 105 10/8/2004 18 MAY 2004			



© 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 4 (Welding Procedure-Specification GTAW)

Welding Procedure-Specification P8-AT-Ag Revision 2 Date 10/30/75																																																																			
Authorized for use only when signed by the Inspection Section Head																																																																			
This welding procedure specification must be used in conjunction with the General Welding Standard(s) GWS-SN																																																																			
Scope : Combination manual gas tungsten-arc and shielded metal arc welding of austenitic stainless steel piping using the open butt method and an internal argon purge.																																																																			
Base Metal : <u>Austenitic Stainless Steel</u> Welded to : <u>Itself</u> ASME Sect. IX : P# <u>8</u> to P# <u>8</u> Welding Process : <u>Gas tungsten-Arc (GTA)</u> and Shielded Metal Arc (SMA) Filler Material : <u>Refer to GWS-SN</u>	Typical Joint Design THICKNESS 3/16" THROUGH 3/8"																																																																		
ASME Sect. IX : F# <u>5 & 6</u> A# <u>8</u> Position(s) Qualified : <u>All Positions</u> Thickness Range Qualified : As-welded : min. <u>3/16"</u> max. <u>4"</u> Postweld Heat Treated: min. <u>---</u> max. <u>---</u> Backing Material : <u>None</u> Min. Preheat Temp. : <u>60° F. Maximum interpass</u> temperature shall be 350° F																																																																			
Postweld Heat Treat : <u>None</u> Applicable Procedure Qualification Record(s) : <u>PQR-47</u> Procedure Qualified to : <u>ASME Code Section IX</u>																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Welding Process</th> <th>GTA</th> <th>GTA</th> <th>SMA</th> <th>SMA</th> <th>SMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Layer Number</td> <td>1</td> <td>2 (Note 2)</td> <td>2, 3 & 4</td> <td>4 & Rem.</td> <td>4 & Rem</td> </tr> <tr> <td>Travel Speed (in./min.)</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Amperage Range</td> <td>60-110</td> <td>70-140</td> <td>60 - 90</td> <td>90 -120</td> <td>120 -160</td> </tr> <tr> <td>AC/DC Polarity</td> <td>DCSP</td> <td>DCSP</td> <td>DCRP</td> <td>DCRP</td> <td>DCRP</td> </tr> <tr> <td>Voltage</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Torch Gas - cfh</td> <td>Argon 18 - 40</td> <td>Argon 18 - 40</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Backing Gas -cfh</td> <td>Argon 10 - 25</td> <td>Argon 10 - 25</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Electrode Diameter</td> <td>3/32" or 1/8"</td> <td>3/32" or 1/8"</td> <td>3/32"</td> <td>1/8"</td> <td>5/32"</td> </tr> <tr> <td>Tungsten Type</td> <td>1 or 2% Thor.</td> <td>1 or 2% Thor.</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Filler Wire Diameter</td> <td>3/32" or 1/8"</td> <td>3/32" or 1/8"</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>		Welding Process	GTA	GTA	SMA	SMA	SMA	Layer Number	1	2 (Note 2)	2, 3 & 4	4 & Rem.	4 & Rem	Travel Speed (in./min.)	---	---	---	---	---	Amperage Range	60-110	70-140	60 - 90	90 -120	120 -160	AC/DC Polarity	DCSP	DCSP	DCRP	DCRP	DCRP	Voltage	---	---	---	---	---	Torch Gas - cfh	Argon 18 - 40	Argon 18 - 40	---	---	---	Backing Gas -cfh	Argon 10 - 25	Argon 10 - 25	---	---	---	Electrode Diameter	3/32" or 1/8"	3/32" or 1/8"	3/32"	1/8"	5/32"	Tungsten Type	1 or 2% Thor.	1 or 2% Thor.	---	---	---	Filler Wire Diameter	3/32" or 1/8"	3/32" or 1/8"	---	---	---
Welding Process	GTA	GTA	SMA	SMA	SMA																																																														
Layer Number	1	2 (Note 2)	2, 3 & 4	4 & Rem.	4 & Rem																																																														
Travel Speed (in./min.)	---	---	---	---	---																																																														
Amperage Range	60-110	70-140	60 - 90	90 -120	120 -160																																																														
AC/DC Polarity	DCSP	DCSP	DCRP	DCRP	DCRP																																																														
Voltage	---	---	---	---	---																																																														
Torch Gas - cfh	Argon 18 - 40	Argon 18 - 40	---	---	---																																																														
Backing Gas -cfh	Argon 10 - 25	Argon 10 - 25	---	---	---																																																														
Electrode Diameter	3/32" or 1/8"	3/32" or 1/8"	3/32"	1/8"	5/32"																																																														
Tungsten Type	1 or 2% Thor.	1 or 2% Thor.	---	---	---																																																														
Filler Wire Diameter	3/32" or 1/8"	3/32" or 1/8"	---	---	---																																																														
Additional Instructions Note 1: Purge back side of joint with approximately 35 cfh of argon for at least 10 minutes prior to welding. Note 2: GTAW must be used unless first layer is thick enough to prevent burn through.																																																																			



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 (P&ID Sistem)



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 (Rangkaian Alat)



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