



© 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



Badak LNG

**RANCANG BANGUN WASTE BURNER HYBRID STEAM
GENERATOR DENGAN TEKNOLOGI STEAM EJECT
BERBAHAN BAKAR BIODIESEL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Raden Mirza Gading Kandiawan

NIM. 1902322001

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

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



“Tuhan tidak hanya menciptakan sains untuk hambanya yang siap”

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN WASTE BURNER HYBRID STEAM GENERATOR DENGAN TEKNOLOGI STEAM EJECTOR BERBAHAN BAKAR BIODIESEL

Naskah Tugas Akhir ini dinyatakan siap untuk melaksanakan ujian Tugas
Akhir

Oleh:

Raden Mirza Gading Kandiawan

NIM. 1902322001

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

DocuSigned by:

1E0CA6C7F4D7410...

Ir. I Wayan Yudha S. ST. MBA. IPP
NIP. 133237

Kepala Program Studi
Teknik Konversi Energi

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd.,M.T.
NIP. 199403092019031013



© 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

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN WASTE BURNER HYBRID STEAM GENERATOR DENGAN TEKNOLOGI STEAM EJECTOR BERBAHAN BAKAR BIODIESEL

Oleh:

Raden Mirza Gading K

NIM. 1902322001

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 29 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd.,M.T.	PNJ		31 Agustus 2022
2	Ir. Andy Arief Saputra, S.T.,IPM.	Badak LNG		31 Agustus 2022
3	Ir. Ferri Yohannes, S.T.,IPM,MBA.	Badak LNG		31 Agustus 2022

Bontang, 31 Agustus 2022

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raden Mirza Gading Kandiawan
NIM : 1902322001
Program Studi : Teknik Konversi Energi

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, 29 Agustus 2022



Raden Mirza Gading Kandiawan
NIM. 1902322001

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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

RANCANG BANGUN WASTE BURNER HYBRID STEAM GENERATOR DENGAN TEKNOLOGI STEAM EJECTOR BERBAHAN BAKAR BIODIESEL

**Raden Mirza Gading Kandiawan¹⁾, Muslimin¹⁾, I Wayan Yudha
Semardipta²⁾**

- 1)Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424
2)PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: mirzagading@gmail.com

ABSTRAKS

Penelitian ini berangkat dari kesulitan penanganan sampah di pulau Maratua, Kalimantan Timur yang merupakan pulau terpencil berpenghuni dengan potensi masalah penumpukan sampah. Penelitian ini merupakan kerjasama Badak LNG dengan mahasiswa LNG Academy melalui program CSR pembuatan *Incinerator non-Industrial*. Penelitian ini menggunakan pembakaran sampah homogen yaitu dokumen yang harus dimusnahkan. *Incinerator non-Industrial* tersebut merupakan *Waste Burner Hybrid Steam Generator* berbahan bakar biodiesel hasil pengolahan limbah minyak goreng di *Nursery* Badak LNG. Pemanfaatan teknologi *steam ejector* dengan jenis *constant pressure mixing (CPM)* dipilih sebagai tipe dari *steam ejector*. Setelah dilakukan perancangan dan fabrikasi alat, percobaan operasi pembakaran dapat menghasilkan api dengan temperatur mencapai 1100 [°C] dengan tekanan mencapai 1,65 [kg/m²]. Operasi tersebut dapat mencapai target operasional pembakaran dengan laju pembakaran sampah sebesar 15 [kg/jam] sampah.

Kata Kunci: Incinerator, waste burner, steam ejector, hybrid



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

DESIGN AND CONSTRUCTION OF WASTE BURNER HYBRID STEAM GENERATOR WITH STEAM EJECTOR TECHNOLOGY FROM BIODIESEL FUEL

Raden Mirza Gading Kandiawan¹⁾, Muslimin¹⁾, I Wayan Yudha
Semardipta²⁾

1) Energy Conversion Engineering Study Program, Mechanical Engineering
Department, Jakarta State Polytechnic, UI, Depok, 16424

2) PT Badak NGL, Bontang, East Kalimantan, 75324

Email: mirzagading@gmail.com

ABSTRACT

This research departs from the difficulty of handling waste on the island of Maratua, East Kalimantan, which is a remote inhabited island with the potential for waste accumulation problems. This research is a collaboration between Badak LNG and LNG Academy students through the CSR program for the manufacture of non-industrial incinerators. This study uses homogeneous waste burning, namely documents that must be destroyed. The non-industrial incinerator is a Waste Burner Hybrid Steam Generator with biodiesel fuel from cooking oil waste processing at the Badak Nursery. Utilization of steam ejector technology with the type of constant pressure mixing (CPM) was chosen as the type of steam ejector. After designing and fabricating the tool, the combustion operation experiment can produce a fire with a temperature of up to 1100 [°C] with an internal pressure of 1.65 [kg/m²]. The operation can achieve the operational target of burning with a waste burning rate of 15 [kg/hour] of waste.

Keywords: Incinerator, waste burner, steam ejector, hybrid



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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**Rancang Bangun Waste Burner Hybrid Steam Generator dengan Teknologi Steam Ejector Berbahan Bakar Biodiesel**”. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma III Teknik Mesin LNG Academy kerja sama Politeknik Negeri Jakarta dan PT. Badak NGL.

Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Sehingga, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta sekaligus menjadi Pembimbing I dari Politeknik Negeri Jakarta;
2. Bapak Johan Anindito Indriawan selaku Direktur LNG Academy;
3. Bapak Kusumo Adhi Putranto yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir;
4. Bapak I Wayan Yudha Semaradipta selaku Pembimbing II tugas akhir dari PT Badak NGL.
5. Bapak Putra Peni Luhur, selaku Ketua Jurusan konsentrasi peminatan Mekanikal dan Rotating;
6. Pak Bahtiar Setiawan, Pak Dimas, Pak Dani Arifin, Pak Joko Suprpto, Pak Lalu Jumawal, Pak Rivon Tridesman, Pak Dadang, Pak Sugianto, Pak Beni, Pak Syarifudin, Bu Zila, dan Bu Syukrini yang telah banyak membantu proses Fabrikasi kegiatan Tugas Akhir ini;
7. Rekan-rekan LNG Academy batch 9 yang telah menemani masa perkuliahan di LNG Academy;
8. Seluruh pihak yang berasal dari Politeknik Negeri Jakarta dan PT Badak NGL yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang turut membantu



© 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

dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis akan dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca apabila masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Bontang, 29 Agustus 2022

Raden Mirza Gading Kandiawan
NIM. 1902322001



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAKS	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I: PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Manfaat	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Incinerator</i>	5
2.2. <i>Boiler</i>	10
2.3. Biodiesel	13
2.4. Sampah	16
2.5. <i>Steam Ejector</i>	18
2.6. Bejana Tekan	21
2.7. Pemilihan Material	26
2.8. Pengelasan	27
2.9. Jenis Elektroda	29
BAB III: METODE PENELITIAN	32
3.1. Diagram Alir Pengerjaan	32
3.2. Penjelasan Langkah Kerja	33
3.3. Deskripsi Proses	34
3.4. Metode Pemecahan Masalah	35
BAB IV: PEMBAHASAN	38
4.1. Perhitungan Dimensi	38
4.2. Visualisasi Desain	52



© 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

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57



© 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



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Alat Pembakar Sampah Tipe Kontinyu [2].....	6
Gambar 2.2	: Gambar Piktorial <i>Incinerator</i> Tipe <i>Batch</i> [2].....	6
Gambar 2.3	: <i>Incinerator Rotary Kiln</i> [3].....	7
Gambar 2.4	: <i>Multiple Hearth Incinerator</i> [4].....	8
Gambar 2.5	: <i>Fluidized Bed Incinerator</i> [2].....	10
Gambar 2.6	: Diagram Sederhana <i>Fire Tube Boiler</i> dan <i>Fire Tube Boiler</i> [6].....	12
Gambar 2.7	: Diagram Sederhana <i>Water Tube Boiler</i> (kiri) dan <i>Water tube boiler</i> dengan <i>two drum bent tube</i> (kanan) [6].....	13
Gambar 2.8	: <i>Flow chart</i> esterifikasi biodiesel.....	14
Gambar 2.9	: Nilai Kalor pada Berbagai Jenis Sampah [12].....	18
Gambar 2.10	: Diagram Penampang <i>Steam Ejector</i> [14].....	19
Gambar 2.11	: (a) CMA (b) CPM [14].....	19
Gambar 2.12	: Pengaruh <i>Nozzle Exit Position (NXP)</i> dengan Em pada beberapa jenis <i>steam ejector</i> pada kondisi operasi yang berbeda [15].....	20
Gambar 2.13	: Macam-macam <i>Head</i> Bejana Tekan.....	23
Gambar 2.14	: Grafik <i>thermal conductivity</i> dari beberapa jenis material <i>engineering</i> [17].....	27
Gambar 2.15	: Grafik <i>conductivity – diffusivity</i> dari material [17].....	27
Gambar 2.16	: Kategori <i>Joint Efficiency</i> pada <i>ASME Sect. 8 Div. 1 UW-3</i>	28
Gambar 2.17	: Jenis Sambungan Pengelasan.....	29
Gambar 2.18	: Elektroda Pengelasan.....	30
Gambar 3.1	: <i>Flow Chart</i> metodologi penelitian.....	32
Gambar 3.2	: Penampang Samping <i>Burner</i>	37
Gambar 4.1	: Diagram bagian dari <i>Steam Ejector</i>	38
Gambar 4.2	: Diagram Penampang Las.....	51
Gambar 4.3	: <i>Burner</i>	52
Gambar 4.4	: Area <i>Steam Ejector</i>	52



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Badak LNG sebagai perusahaan *center of excellence* turut membangun masyarakat utamanya masyarakat di Kalimantan Timur dan Kota Bontang. Melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR), Badak LNG telah turut serta berperan aktif dalam pengembangan masyarakat dan pembangunan di Kalimantan Timur. *Corporate Social Responsibility* (CSR) Badak LNG berfokus pada empat pilar: Program Pemberdayaan, Program Peningkatan Kapasitas, Program Amal dan Program Infrastruktur. Fokus utama Badak LNG adalah pada program pemberdayaan atau pemberdayaan masyarakat dengan fokus utama diharapkan dapat terwujud di masyarakat sekitar *ring 1*, *ring 2*, dan *ring 3* serta di luar ring yang berpartisipasi sebagai mitra Badak LNG menjadi masyarakat yang mandiri.

Ditemukannya potensi masalah penanganan sampah di pulau Maratua, Kalimantan Timur yang apabila tidak segera ditangani dapat berkembang menjadi masalah berkelanjutan, Badak LNG melalui program CSR-nya bekerja sama dengan mahasiswa LNG Academy dalam membantu melakukan pengembangan alat pembakar sampah atau *incinerator non-industrial* yang dapat mengolah sampah.

Pada awalnya ide pembuatan waste burner hadir melalui usulan dari *President Director & CEO* Badak LNG Gema Iriandus Pahalawan untuk memanfaatkan oli bekas yang melimpah di masyarakat dan tergolong murah untuk dijadikan sebagai bahan bakar untuk mengatasi masalah sampah rumah tangga. Namun, seiring berjalannya waktu dan dilakukan diskusi dalam pelaksanaan pengembangannya.

Dari survey yang dilakukan Badak LNG ditemukan bahwa *waste burner* ini dapat diaplikasikan dan digunakan di kepulauan Derawan, di Pulau Maratua. Selain itu, pemanfaatan alat ini sebagai alat pemusnah dokumen *confidential* juga dapat dilakukan untuk digunakan di area perkantoran



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

yang membutuhkan *demolishing document*.

Pada kesempatan lain pun mengingat kebijakan Badak LNG terkait limbah domestik seperti limbah *waste cooking oil* (WCO) yang diproses menjadi biodiesel oleh *Nursery* Badak LNG, mendorong untuk mengangkat topik pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar *waste burner* ini, selain karena ketersediaannya yang dapat digunakan untuk masyarakat di kota Bontang, biodiesel juga menghasilkan emisi yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan oli bekas.

Umumnya pembakar sampah dengan kapasitas tinggi membutuhkan *blower* sebagai pemasok udara untuk bahan bakarnya, sedangkan pembakar sampah yang akan ditempatkan di area terpencil dengan keterbatasan sumber listrik tentu akan kesulitan apabila membutuhkan sumber listrik untuk *blower* dari insinerator konvensional. Oleh karena itu pengembangan ide dengan pemanfaatan *steam* menggunakan teknologi *steam ejector* menjadi salah satu opsi pada desain dari *waste burner* ini sebagai pendorong dari api dan untuk menarik uap bahan bakar yang berada pada *reservoir* bahan bakar.

Selain sebagai pendorong dari api, *steam* yang disalurkan menuju *stack* pada hilir dari aliran *flue gas* juga berperan sebagai *scrubber* untuk menangkap *fly ash* dari hasil pembakaran sampah yang dapat keluar ke lingkungan.

1.2. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan:

- 1) Melakukan perancangan *steam ejector* dan *pressure vessel* serta komponen insulasi pada unit *waste burner*.
- 2) Melakukan fabrikasi unit *waste burner hybrid steam generator*.
- 3) Melakukan rancang bangun unit *Waste Burner Hybrid Steam Generator* non-industrial dengan kapasitas 15 [kg/jam].



© 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

1.3. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai media pembelajaran alat *waste burner hybrid generator* berteknologi *steam ejector*.
- 2) Penelitian ini mengkaji metode desain ideal dari *steam ejector*.
- 3) Menambah wawasan dan pengalaman dalam rancang bangun alat industri maupun non-industri.
- 4) Menjadi media aplikasi keilmuan selama kegiatan belajar di Politeknik Negeri Jakarta dan PT. Badak NGL.

1.4. Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, lokasi objek Tugas Akhir, garis besar metode penyelesaian masalah, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan Tugas Akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

BAB II berisi studi pustaka/literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam Tugas Akhir.

BAB III Metode Penelitian

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

BAB IV Pembahasan

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

BAB V Kesimpulan dan Saran

BAB V berisi kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan/penelitian. Isi kesimpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam Tugas Akhir / Skripsi. Serta berisi



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

saran-saran atau opini yang berkaitan dengan Tugas Akhir / Skripsi

Daftar Pustaka

Daftar pustaka adalah suatu susunan tulisan di akhir sebuah karya ilmiah yang isinya berupa nama penulis, judul tulisan, penerbit, identitas penerbit, dan tahun terbit. Daftar pustaka ini digunakan sebagai sumber atau rujukan seorang penulis dalam berkarya.

Lampiran

Lampiran merupakan dokumen tambahan yang ditambahkan ke dokumen utama. Lampiran dapat ditemukan dalam surat maupun dalam buku. Lampiran surat dapat berupa teks, seperti dokumen pendukung.

1.5. Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian ini meliputi:

- 1) Penelitian ini berfokus pada perancangan dan fabrikasi pembakar sampah dengan teknologi *steam ejector*.
- 2) Perancangan tidak meliputi perhitungan *creep* pada material.
- 3) Penelitian ini tidak meliputi pengujian emisi hasil pembakaran.
- 4) Penelitian ini tidak meliputi pembahasan bagian elektrikal, pemilihan prime mover baterai, instrumentasi dan perhitungan proses.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 1) Hasil rancangan yang digunakan merupakan alat pembakar sampah non-industri dengan bantuan pendorong api menggunakan teknologi *steam ejector*. Tipe *Steam Ejector* yang digunakan ialah *constant pressure mixing (CPM)*. Perancangan bejana tekan penghasil uap mengacu kepada standar *ASME Section 8 Division 1* yang kemudian diinsulasi menggunakan insulasi panas *calcium silicate*.
- 2) Komponen vessel:
 - a. *Steam ejector* pada unit ini menggunakan material *pipe reducer 2x3 [in]* dengan panjang *mixing chamber 11,4 [in]*.
 - b. Bejana tekan menggunakan material *Pipe Stainless Steel 304 sch 40* dengan volume air yang dapat dimasukkan mencapai 6, 17 [liter].
 - c. Insulasi menggunakan *calcium silicate* dengan ketebalan 2,5 [in] dengan *jacketing* berupa *aluminium sheet*.

Pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan *electrode E308, E309, dan RD7018* menghasilkan ketebalan las lasan 3 – 5,6 [mm] bervariasi tergantung pada *welding traveling speed*.
- 3) Hasil dan Pembahasan:
 - a. Setelah dilakukan uji tekanan menggunakan kompresor udara, ditemukan kebocoran pada salah satu sisi pengelasan, tindakan yang dilakukan ialah dilakukan penggerindaan dan pengelasan ulang pada area kebocoran.
 - b. Burner dapat beroperasi secara baik dan aman sesuai desain dengan temperatur api mencapai 1100 [°C] dan tekanan operasi 1,65 [kg/m²] untuk pembakaran sampah 15 [kg/jam].



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

5.2.Saran

- 1) Pada *boiler* umumnya ditambahkan *economizer* agar efisiensi *boiler* meningkat dan kapasitas *boiler* meningkat.
- 2) Ditambahkan *chamber* khusus aliran bahan bakar dengan *valve* yang dapat mengatur laju alir bahan bakar.
- 3) Penambahan komponen *Pressure Safety Valve (PSV)* pada bejana tekan sebagai pengaman sekunder.



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UNIMAR, “Repository UNIMAR,” 2019. [Online]. Available: <http://repository.unimar-amni.ac.id/1654/2/10.BAB%20II.pdf>.
- [2] P. Pujia, “Rancang Bangun Alat Incinerator Tipe Batch (Pengaruh Tekanan Udara Masuk Terhadap Panas Reaksi Pembakaran di Secondary Chamber pada Proses Pembakaran Limbah Medis Infeksius),” Repositody Polsri, Palembang, 2014.
- [3] B. Williams, “(<https://www.briangwilliams.us/>),” August 2022. [Online]. Available: <https://www.briangwilliams.us/pollution-guide-2/types-of-incinerators.html>.
- [4] D. A. V. Trevor M. Letcher, Waste (Secon Edition), 2019.
- [5] Asmudi, “Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap Penurunan Daya Pada PLTU PT. Indonesia Power UBP Perak,” 2009. [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9765-Paper.pdf>.
- [6] PT. Badak NGL, “Boiler,” dalam *Boiler*, Bontang, Technical Department Badak LNG, 2009.
- [7] Humas EBTKE, “FAQ : Program Mandatori Biodiesel 30% (B30),” 2019. [Online]. Available: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/19/2434/faq.program.mandatori.biodiesel.30.b30>.
- [8] E. D. Cahyati, “Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH,” Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [9] Badan Standarisasi Nasional (BSN), *Biodiesel (SNI 7182:2015)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2015.
- [10] Azhari, “Analisa Sifat Fisika-Kimia Bahan Bakar Campuran (Biodiesel dan Solar),” *Jurnal Energi Elektrik*, vol. III, pp. 1-4, 2014.
- [11] World Health Organization, “Health-care waste,” 8 2 2018. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste#:~:text=Non%2Dhazardous%20or%20general%20waste,chemical%2C%20radioactive%20or%20physical%20hazard..>



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

- [12] E. D. Dian Marya Novita, "Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia Dalam Konsep Waste To Energy," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 16, pp. 103-114, 2010.
- [13] H. Prabowo, "Pengaruh Variasi Kecepatan Nozel dan Jarak Spacing Nozel terhadap Entrainment Ratio Ejector Urada pada Suatu Sistem Aliran Udara Balik," Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok, 2010.
- [14] K. A. M. F. a. M. B. Zine Aidoun, "Current Advances in Ejector Modeling, Experimentation and Applications for Refrigeration and Heat Pumps. Part 1: Single-Phase Ejectors," *Invention*, pp. 1-73, 2019.
- [15] W. S. M. B. T. S. S. A. K. Pianthong, "Investigation and improvement of ejector refrigeration system using computational fluid dynamics technique," *Energy Conversion and Management*, vol. 48, p. 2556–2564, 2007.
- [16] E. Cahyono, "Perancangan Bejana Tekan Vertikal Berisi Udara untuk Peralatan Pneumatik Kapasitas 8,25 m³ dengan Tekanan Kerja 5,7 kg/cm²," Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2004.
- [17] M. F. Ashby, *Material Selection in Mechanical Design 2nd Edition*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 1999.
- [18] I. R. H. s. Gita Anggaretno, "Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5LGradeX65 dengan Media Korosi FeCl₃," *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1*, pp. 124-128, 2012.
- [19] W. Kaddihani, "Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi," 12 5 2017. [Online]. Available: <https://btbrd.bppt.go.id/news/28-articles/197-nilai-kalor-menentukan-harga-batubara>.

LAMPIRAN

No.	Keterangan
1	NSN – 308
2	NSB – 309 MoL
3	RD – 718
4	C – 10
5	TRA
6	Spesifikasi SS304
7	Tabel A-5
8	Diagram Potong Carbon Steel
9	Diagram Potong Stainless Steel
10	Waste Burner Hybrid Steam Generator
11	Vessel Bagian Atas
12	Vessel Bagian Bawah

**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





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



MANUFACTURERS OF A DIVERSE RANGE OF
ADVANCED WELDING CONSUMABLES

WI-0304 DS60 NSN-308 Rev. 3, Date 20.10.2018

SECTION
6

NSN-308	FOR WELDING AUSTENITIC STAINLESS STEELS CONTAINING A NOMINAL 19Cr and 10Ni					DATA SHEET NO. 60																																					
						SPECIFICATION		EN ISO 3581-A		JIS Z 3221																																	
CLASSIFICATION	E308-16		E 19 9 R		D308-16																																						
PRODUCT DESCRIPTION	<p>A metallurgically advanced rutile based flux formulated with balanced additions of chemically basic, amphoteric and acid minerals, together with small alloy additions to compensate for arc losses.</p> <p>The flux is concentrically extruded onto a fully alloyed core wire and bound by a blend of silicates that assures both coating strength and resistance to subsequent moisture absorption.</p>																																										
WELDING FEATURES OF THE ELECTRODE	<p>This unique flux formulation ensures excellent arc stability, ease of initial arc strike and re-strike minimal spatter on AC and virtually none on DC+. The resultant weld seams are smooth, evenly rippled and free from undercut while slag detachability is excellent. Metal recovery is some 103% with respect to core wire weight.</p>																																										
APPLICATIONS AND MATERIALS TO BE WELDED	<p>Applications for the electrode are to be found in the Chemical, Petro-Chemical and Cryogenic Processing and Storage Industries as well as the Food, Brewery and Pharmaceutical Industries using the following materials:</p> <table border="0"> <tr> <td>ASTM</td> <td>304</td> <td>CF3</td> <td>CF8</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>UNS</td> <td>S30403</td> <td>S30400</td> <td>S30453</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td>Plus ASTM</td> <td colspan="3">301, 302 and 303</td> <td colspan="7"></td> </tr> </table>										ASTM	304	CF3	CF8								UNS	S30403	S30400	S30453								Plus ASTM	301, 302 and 303									
ASTM	304	CF3	CF8																																								
UNS	S30403	S30400	S30453																																								
Plus ASTM	301, 302 and 303																																										
WELD METAL ANALYSIS COMPOSITION % BY Wt.		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe	FN																															
Min.		-	0.5	-	-	-	18	9.0	-	-	-	3																															
Max.		0.08	2.5	1.0	0.03	0.04	21	11	0.75	0.75	-	10																															
Typical		0.05	1.3	0.6	0.01	0.03	19	10.5	0.20	0.34	Bal.	6																															
WELD METAL PROPERTIES (ALL WELD METAL)	<u>PROPERTY</u>		<u>UNITS</u>		<u>MINIMUM</u>		<u>TYPICAL</u>		<u>OTHERS</u>																																		
	Tensile strength		N/mm ²		550		600																																				
	0.2% Proof stress		N/mm ²		-		400																																				
	Elongation on 4d		%		30		45																																				
	Reduction of Area (RA)		%		-		43																																				
Impact energy 20 °C		J		-		80																																					
WELDING AMPERAGE AC or DC+	Ø x Length (mm)	2.0 x 300	2.6 x 300	3.2 x 350	4.0 x 350	5.0 x 350																																					
		Min.	40	60	75	120						160																															
	Max.	60	90	125	170	220																																					
OTHER DATA	Electrodes that have become damp should be re-dried at 150°C for 1 hour																																										
RELATED PRODUCTS	Please contact our Technical Department for detail.																																										



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



MANUFACTURERS OF A DIVERSE RANGE OF
ADVANCED WELDING CONSUMABLES

WI-0304 DS66 NSB-309MoL Rev. 1, Date 02.01.2009

SECTION
6

NSB-309MoL	FOR WELDING LOW CARBON AUSTENITIC STAINLESS STEELS CONTAINING A NOMINAL 23Cr-12Ni- 3Mo USED FOR DISSIMILAR WELDS BETWEEN STAINLESS AND C-Mn STEELS				DATA SHEET NO. 66							
SPECIFICATION	AWS A5.4	BS EN 1600		JIS Z 3221								
CLASSIFICATION	E309LMo-16	E 23 12 2 L R		D309MoL-16								
PRODUCT DESCRIPTION	<p>A metallurgically advanced rutile based flux formulated with balanced additions of chemically basic, amphoteric and acid minerals, together with small alloy additions to compensate for arc losses.</p> <p>The flux is concentrically extruded onto a fully alloyed core wire and bound by a blend of silicates that assures both coating strength and resistance to subsequent moisture absorption.</p>											
WELDING FEATURES OF THE ELECTRODE	<p>This unique flux formulation ensures excellent arc stability, ease of initial arc strike and re-strike minimal spatter on AC and virtually none on DC+. The resultant weld seams are smooth, evenly rippled and free from undercut while slag detachability is excellent. Metal recovery is some 103% with respect to core wire weight.</p>											
APPLICATIONS AND MATERIALS TO BE WELDED	<p>Applications for the electrode are to be found in the Chemical, Petro-Chemical and Cryogenic Processing and Storage Industries as well as the Food, Brewery and Pharmaceutical Industries.</p> <p>Transition welds between stainless steel and ferritic steel welding clad plate or as a buffer layer on ferritic steel before completing with a more conventional low carbon austenitic stainless steel containing Mo, such as 316 and 316L.</p>											
WELD METAL ANALYSIS COMPOSITION % BY WL		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe	FN
	MIN	-	0.5	-	-	-	22	12	2.0	-	-	10
	MAX	0.04	2.5	1.0	0.03	0.04	25	14	3.0	0.75	-	25
	TYPICAL	0.02	1.3	0.8	0.01	0.02	23.5	13.5	2.5	0.25	Bal.	23
WELD METAL PROPERTIES (ALL WELD METAL)	PROPERTY	UNITS		MINIMUM	TYPICAL		OTHERS					
	Tensile strength	N/mm ²		520	720							
	0.2% Proof stress	N/mm ²		-	520							
	Elongation on 4d	%		30	42		H.V. 220					
	Reduction of Area (RA)	%		-	40							
Impact energy 20°C	J		-	50								
WELDING AMPERAGE AC or DC+	Ø (mm)	2.0	2.6	3.2	4.0	5.0						
	MIN	35	65	80	120	160						
	MAX	80	100	125	170	210						
OTHER DATA	Electrodes that have become damp should be re-dried at 150°C for 1 hour.											
RELATED PRODUCTS	Please contact our Technical Department for detail.											



© 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



MANUFACTURERS OF A DIVERSE RANGE OF
ADVANCED WELDING CONSUMABLES

WI-0304 D523 RD-718 Rev. 3, Date 01.07.2013

SECTION
4

RD-718	LOW HYDROGEN - IRON POWDER ELECTRODE WITH OPTIMUM WELDABILITY FOR WORKSHOP AND SITE FABRICATIONAL WORK				DATA SHEET NO. 23						
SPECIFICATION	AWS A5.1		BS EN ISO 2560-B		JIS Z 3212						
CLASSIFICATION	E7018		E4918		D5016						
PRODUCT DESCRIPTION	<p>The design emphasis of the chemically basic flux is engineered to ensure the optimum weld metal properties demanded by the specification are fully met.</p> <p>The basic flux containing the appropriate alloying elements with a controlled balanced addition of iron powder, is extruded onto a high purity ferritic core wire with a blend of silicates that ensures both coating strength and a coating resistant to subsequent moisture absorption.</p>										
WELDING FEATURES OF THE ELECTRODE	<p>The chemical nature of the flux together with a significant proportion of iron powder ensures maximum deposition efficiency without detracting from its ability to be used in all positions except vertical down.</p> <p>Overall the arc is very stable, slag detachability is good and metal recovery is some 120% with respect to the core wire.</p>										
APPLICATIONS AND MATERIALS TO BE WELDED	<p>Medium and high tensile carbon-manganese steels with UTS of up to 510 N/mm² max. Typical grades :</p> <p>BS 1449 plate and sheet BS 4360 grades 43A and 43C Lloyds A & D ship steel BS 4360 grade 50B, Lloyds grades AH and DH BS 3059 and BS 3601 grade 320-410 API 5L A-B and X42. BS 4360-50B-50C-50D, BS 1501-151 430-490, BS 3602-410-460.</p> <p>Such steels are used in ship construction, bridge building and pressure vessel work as well as general construction work.</p>										
WELD METAL ANALYSIS COMPOSITION % BY WT.	MIN	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe
MAX	0.15	1.6	0.75	0.035	0.035	0.2	0.3	0.3	0.08	Bal.	
TYPICAL	0.1	1.0	0.35	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.02	0.02	Bal.
WELD METAL PROPERTIES (ALL WELD METAL)	PROPERTY	UNITS	MINIMUM		TYPICAL		OTHERS				
	Tensile strength	N/mm ²	490		600						
	0.2% Proof stress	N/mm ²	400		550						
	Elongation on 4d	%	22		28						
	Reduction of Area (RA)	%	-		70						
	Impact energy -30°C	J	27		80						
WELDING AMPERAGE AC or DC+	Ø (mm)	2.6	3.2	4.0	5.0						
	MIN	50	90	130	170						
	MAX	100	140	180	220						
OTHER DATA	Electrodes that have become damp should be re-dried at 150°C for 1 hour										
APPROVED BY	LR; ABS; GL – Grade 3Y										



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



MANUFACTURERS OF A DIVERSE RANGE OF
ADVANCED WELDING CONSUMABLES

WI-0304 DS1 C-10 Rev. 2, Date 15.11.2018

SECTION
3


C-10	CELLULOSE COATED ELECTRODE FOR ROOT RUN WELDING IN LARGE DIAMETER CROSS-COUNTRY PIPELINES				DATA SHEET NO. 1																																												
SPECIFICATION	AWS A5.1		EN ISO 2560-A																																														
CLASSIFICATION	E6010		E 35 AC																																														
PRODUCT DESCRIPTION	The electrode contains some 35% of organic materials which in the arc transform into a shielding gas and contributes to a concentrated deep penetrating arc with a fast-freezing slag. The flux is extruded onto a mild steel core wire using only sodium silicates which ensures coating strength.																																																
WELDING FEATURES OF THE ELECTRODE	The electrode is ideal for full penetration root runs using a controlled root gap and root face and a stringer bead technique. Slight grinding of the stringer bead with wire brushes prevents lateral inclusions followed by a hot pass that particularly on high stressed and or high carbon steels promotes hydrogen diffusion and thus reduces the probability of hydrogen cracking.																																																
APPLICATIONS AND MATERIALS TO BE WELDED	UNCONTROLLED																																																
WELD METAL ANALYSIS COMPOSITION % BY Wt.	<p>Cross country pipelines, on-site mild steel storage tanks, galvanized plates, boilers in following materials - mainly for root pass :</p> <p>Mild Steels : St 360, C-St 510 C, St 34.2, St 37.2, St 46.2, St 37.3, St 46.3, St 52.3. Pressure vessel steels : H1, H11, St 35 KKW, St 41 KKW. High strength steels : St52, St35.4, St45.4, St 52.4, StE210.7-StE415.7, StE290.7, TM-StE415.7TM, St35.8, St45.8. API 5LX Grade X42, X46, X52, X56, X60. May also be used in root runs for higher tensile steels in heavy equipment and building structures.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>Si</th> <th>S</th> <th>P</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Mo</th> <th>V</th> <th>Fe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Min.</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>0.2</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Typical</td> <td>0.1</td> <td>0.6</td> <td>0.2</td> <td>0.03</td> <td>0.02</td> <td>0.04</td> <td>0.05</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>Bal.</td> </tr> </tbody> </table>						C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Max.	0.2	1.2	1.0	-	-	0.2	0.3	0.3	0.08		Typical	0.1	0.6	0.2	0.03	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	Bal.
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe																																							
Min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																							
Max.	0.2	1.2	1.0	-	-	0.2	0.3	0.3	0.08																																								
Typical	0.1	0.6	0.2	0.03	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	Bal.																																							
WELD METAL PROPERTIES (ALL WELD METAL)	PROPERTY	UNITS	MINIMUM	TYPICAL	OTHERS																																												
	Tensile strength	N/mm ²	430	520																																													
	0.2% Proof stress	N/mm ²	330	430																																													
	Elongation on 4d	%	22	25																																													
	Reduction of Area (RA)	%	-	70																																													
Impact energy -30 °C	J	27	50																																														
WELDING AMPERAGE (DC+ or DC-)	Ø x Length (mm)	2.6 x 350	3.2 x 350	4.0 x 400																																													
	Min.	60	70	130																																													
	Max.	90	120	170																																													
OTHER DATA	Electrodes that have become damp should be re-dried at 60°C for 30 minutes																																																
APPROVED BY	LR - Grade 1p																																																



© 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

 PENILAIAN RESIKO TUGAS TASK RISK ASSESSMENT															
NO	Task/Activity	Dura tion	Freq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Cate gory	Consequency/ Impacts	Initial Risk			Control Measures, Precautions& Mitigation	Action by	Residual Risk		
								P	S	R			P	S	R
Activity : Mengoperasikan Waste Burner Steam Generator Berbahan bakar Biodiesel															
Location/Installation/Plant		Badak Learning Center		Type		Fluida / Materials		Capacity/Quantity							
Area Custodian		Training Section		Hvac Condensate Water, Biodiesel		1 – 5 litter									
Work/ Job Executor		Mahasiswa LNG Academy													
Legislation & Related Document :															
1. Kepmen Kesehatan 14/05/2002, Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran & Industri.															
2. Kepmenakertrans 15/2008, PSK di tempat kerja.															
3. ULU No.1 tahun 1970 Keselamatan Kerja.															
4. PP no. 74 tahun 2001, Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.															
5. ULU no 32 Tahun 2009, Perfindungan & Pengelolaan Lingkungan Hidup.															
1.	Mempersiapkan APAR, peralatan kerja, unit waste burner, biodiesel, water container	-	-	Memegang/mengangkat peralatan.	Tangan terjepit /tergores. - Terbantur	S	Cidera ringan	4	1	4	- Yakinkan bahwa tutup pelindung tabung acetylene dan tabung oksigen dalam keadaan baik dan tertutup rapat - Gunakan sarung tangan.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
2.	Membuka/Menuutup Penutup Waste Burner	-	-	Pintu bergera.	Tangan terjepit / jatuh dari ketinggian	S	Cidera ringan	2	1	2	Gunakan sarung tangan kain.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
3.	Membuka & menutup baut reservoir air waste burner	-	-	Memegang/Menggunakan Handtools	Tangan terjepit	S	Cidera ringan	2	1	2	Gunakan sarung tangan kain.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
4.	Menuangkan air AC ke dalam water reservoir	-	-	Memegang/Mengangkat Water Container	Tangan terjepit, Mengangkat Beban, Spill	S	Cidera ringan	2	1	2	- Gunakan sarung tangan kain. - Gunakan corong	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
5.	Menuangkan Biodiesel ke dalam fuel reservoir	-	-	Memegang/Mengangkat Biodiesel Jerrycan	Tangan terjepit, Mengangkat Beban, Spill	S	Cidera ringan	2	1	2	- Gunakan sarung tangan kain. Gunakan corong	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
6.	Menyalakan APAR atau air diletakkan didekat area kerja.	-	-	Membawa APAR	Tangan terbentur	S	Cidera ringan.	2	1	2	Gunakan sarung tangan.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
7.	Menyalakan api Waste burner dengan cara membuka reservoir burner kemudian didekatkan dengan pemantik dilanjutkan dengan menunggu pemanasan.	15 menit	-	Biodiesel yang mudah terbakar dan gas berbahaya hasil pembakaran	- Percikan api - Menghirup asap	S, H	Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kaca mata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	4	1	4
8.	Menunggu Pemanasan berlangsung (Start Up)	-	-	Bekerja di paparan radiasi	Terpapar radiasi Panas	S, H	- Pusing dan dehidrasi.	6	4	24	Operator menaga jarak min. 5 m dari alat sampai diperlukan untuk	Mahasiswa, PTB,	1	1	1



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

NO	Task/Activity	Duration	Freq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Category	Consequence/Impacts	Initial Risk			Control Measures, Precautions & Mitigation	Action by	Residual Risk		
								P	S	R			P	S	R
	hingga air mendidih dan steam terbentuk hingga api membesar			panas.			- luka bakar				memasukkan sampah	/Kontraktor			
				Kebocoran pada sistem, valve, tubing	- Terkena semburan uap.	S, H	- Mual dan pusing. - Luka bakar	6	4	24	- Gunakan masker yang sesuai. - Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Menjaga Jarak min. 5 m dari alat	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
				Sampah yang diangkat berserakan dan berat	Mengotori Lingkungan	L, S	Melakukan Pembersihan sampah yang terjatuh	2	1	2	Memastikan mengangkat sampah secukupnya sesuai kemampuan atau dibantu dengan alat seperti collector sampah	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
				Pintu waste burner tersenggol	Terjepit pintu	S	Cidera ringan.	2	1	2	- Gunakan sarung tangan. - Berhati-hati	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
9.	Memasukkan sampah untuk dibakar ke dalam unit waste burner			Terpapar radiasi panas dan gas pembakaran saat memasukkan sampah	- Percikan api - Menghirup asap	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	4	1	4
				Terdapat sampah yang tajam, berbahaya, atau beracun	Tergores sampah berbahaya	S, H	- Luka Infeksi - Iritasi.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai. - Lakukan Pemilihan sampah	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
10.	Mematikan alat waste burner saat sampah sudah habis terbakar dengan menarik fuel keluar dan memadamkan dengan kain basah bila diperlukan (fuel belum habis)			Memegang menarik, benda panas	- Tangan terkena radiasi panas	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1



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

NO	Task/Activity	Duration	Freq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Category	Consequence/Impacts	Initial Risk			Control Measures, Precautions & Mitigation	Action by	Residual Risk					
								P	S	R			P	S	R			
11.	Melakukan coolingdown unit waste burner hybrid steam generator	15 min.	-	Masih terdapat hembusan asap dari unit waste burner	- Tangan terkena radiasi panas	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kaca mata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
12.	Mengcollect Fly Ash Bottom Ash dan membersihkan alat	-	-	Dinding metal yang masih panas Terhirup residual ash hasil pembakaran	Area tubuh terkena radiasi panas Terhirup FABA	S, H S	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu. Pusing & Mual	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kaca mata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
								6	4	24	Gunakan sarung tangan & Masker yang sesuai dengan benar	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
Highest Initial Risk								8	4	32	Highest Residual Risk					4	1	4
Assessment Team																		
No	Name	Position	Role	Signature														
1.	Raden Mirza G.K	Mahasiswa	Leader		1. Executor Manager													
2.	Mpu Alit	Mahasiswa	Member/Executor		2. Area Custodian Manager													
3.	Jerry Farhan	Mahasiswa	Member/ Executor															
4.																		
5.																		
6.					Name : _____													
7.					Position : _____													
8.					Date : _____													



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

Specification Sheet: Alloy 304/304L (UNS S30400, S30403) W. Nr. 1.4301, 1.4307

Most Widely Used Austenitic Stainless Steel, a Versatile Corrosion Resistant Alloy for General Purpose Applications

Alloy 304/304L (UNS S30400/S30403) is the most widely utilized "18-8" chromium-nickel austenitic stainless steel. It is an economical and versatile corrosion resistant alloy suitable for a wide range of general purpose applications.

It is common practice for 304L to be dual certified as 304 and 304L. The low carbon chemistry of 304L combined with an addition of nitrogen enables 304L to meet the mechanical properties of 304.

Alloy 304/304L resists atmospheric corrosion, as well as, moderately oxidizing and reducing environments. The alloy has excellent resistance to intergranular corrosion in the as-welded condition. Alloy 304/304L has excellent strength and toughness at cryogenic temperatures.

Alloy 304/304L is non-magnetic in the annealed condition, but can become slightly magnetic as a result of cold working or welding. It can be easily welded and processed by standard shop fabrication practices.

Applications

- Chemical and Petrochemical Processing—pressure vessels, tanks, heat exchangers, piping systems, flanges, fittings, valves and pumps
- Food and Beverage Processing
- Medical
- Mining
- Petroleum Refining
- Pharmaceutical Processing
- Power Generation—nuclear
- Pulp and Paper

Standards

ASTM A 240
ASME SA 240
AMS 5511/5513
QQ-S 766

Chemical Analysis

Weight % (all values are maximum unless a range is otherwise indicated)

Element	304	304L
Chromium	18.0 min.–20.0 max.	18.0 min.–20.0 max.
Nickel	8.0 min.–10.5 max.	8.0 min.–12.0 max.
Carbon	0.08	0.030
Manganese	2.00	2.00
Phosphorus	0.045	0.045
Sulfur	0.030	0.030
Silicon	0.75	0.75
Nitrogen	0.10	0.10
Iron	Balance	Balance

Physical Properties

Density 0.285 lbs./in ³ 7.90 g/cm ³	Specific Heat 0.12 BTU/lb-°F (32–212°F) 500 J/kg-°K (0–100°C)
Modulus of Elasticity 29.0 x 10 ⁶ psi 200 GPa	Thermal Conductivity 212°F (100°C) 9.4 BTU/hr/ft ² /ft/°F 16.3 W/m ² °K
Melting Range 2550–2590°F 1398–1421°C	Electrical Resistivity 29.1 Microhm-in at 68°F 74 Microhm-cm at 20°C

Mean Coefficient of Thermal Expansion

Temperature Range			
°F	°C	in/in/°F	cm/cm °C
68–212	20–100	9.2 x 10 ⁻⁶	16.6 x 10 ⁻⁶
68–932	20–500	10.6 x 10 ⁻⁶	18.2 x 10 ⁻⁶
68–1600	20–870	11.0 x 10 ⁻⁶	19.8 x 10 ⁻⁶

Mechanical Properties

	ASTM		
	Typical*	Type 304	Type 304L
0.2% Offset Yield Strength, ksi	42	30 min.	25 min.
Ultimate Tensile Strength, ksi	87	75 min.	70 min.
Elongation in 2 inches, %	58	40 min.	40 min.
Reduction in Area, %	70	—	—
Hardness, Rockwell B	82	92 max.	92 max.

*0.375 inch plate



SANDEMEYER STEEL COMPANY

ONE SANDEMEYER LANE • PHILADELPHIA, PA 19116-3598
800-523-3663 • +1-215-464-7100 • FAX +1-215-677-1430

www.SandmeyerSteel.com

Providing Solutions, With Materials and Value Added Products, for Process Industries

Alloy 304-304L 060214



© 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

918 | Thermodynamics

TABLE A-5

Saturated water—Pressure table

Press., <i>P</i> kPa	Sat. temp., <i>T</i> _{sat} °C	Specific volume, <i>m</i> ³ /kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg · K		
		Sat. liquid, <i>v</i> _f	Sat. vapor, <i>v</i> _g	Sat. liquid, <i>u</i> _f	Evap., <i>u</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>u</i> _g	Sat. liquid, <i>h</i> _f	Evap., <i>h</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>h</i> _g	Sat. liquid, <i>s</i> _f	Evap., <i>s</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>s</i> _g
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837

TABLE A-5

Saturated water—Pressure table (Continued)

Press., P kPa	Sat. temp., T_{sat} °C	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg · K		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
800	170.41	0.001115	0.24035	719.97	1856.1	2576.0	720.87	2047.5	2768.3	2.0457	4.6150	6.6616
850	172.94	0.001118	0.22690	731.00	1846.9	2577.9	731.95	2038.8	2770.8	2.0705	4.5705	6.6409
900	175.35	0.001121	0.21489	741.55	1838.1	2579.6	742.56	2030.5	2773.0	2.0941	4.5273	6.6213
950	177.66	0.001124	0.20411	751.67	1829.6	2581.3	752.74	2022.4	2775.2	2.1166	4.4852	6.6027
1000	179.88	0.001127	0.19436	761.39	1821.4	2582.8	762.51	2014.6	2777.1	2.1381	4.4470	6.5850
1100	184.06	0.001133	0.17745	779.78	1805.7	2585.5	781.03	1999.6	2780.7	2.1785	4.3735	6.5520
1200	187.96	0.001138	0.16326	796.96	1790.9	2587.8	798.33	1985.4	2783.8	2.2159	4.3058	6.5217
1300	191.60	0.001144	0.15119	813.10	1776.8	2589.9	814.59	1971.9	2786.5	2.2508	4.2428	6.4936
1400	195.04	0.001149	0.14078	828.35	1763.4	2591.8	829.96	1958.9	2788.9	2.2835	4.1840	6.4675
1500	198.29	0.001154	0.13171	842.82	1750.6	2593.4	844.55	1946.4	2791.0	2.3143	4.1237	6.4430
1750	205.72	0.001166	0.11344	876.12	1720.6	2596.7	878.16	1917.1	2795.2	2.3844	4.0033	6.3877
2000	212.38	0.001177	0.099587	906.12	1693.0	2599.1	908.47	1889.8	2798.3	2.4467	3.8923	6.3390
2250	218.41	0.001187	0.088717	933.54	1667.3	2600.9	936.21	1864.3	2800.5	2.5029	3.7926	6.2954
2500	223.95	0.001197	0.079952	958.87	1643.2	2602.1	961.87	1840.1	2801.9	2.5542	3.7016	6.2558
3000	233.85	0.001217	0.066667	1004.6	1598.5	2603.2	1008.3	1794.9	2803.2	2.6454	3.5402	6.1856
3500	242.56	0.001235	0.057061	1045.4	1557.6	2603.0	1049.7	1753.0	2802.7	2.7253	3.3991	6.1244
4000	250.35	0.001252	0.049779	1082.4	1519.3	2601.7	1087.4	1713.5	2800.8	2.7966	3.2731	6.0696
5000	263.94	0.001286	0.039448	1148.1	1448.9	2597.0	1154.5	1639.7	2794.2	2.9207	3.0530	5.9737
6000	275.59	0.001319	0.032449	1205.8	1384.1	2589.9	1213.8	1570.9	2784.6	3.0275	2.8627	5.8902
7000	285.83	0.001352	0.027378	1258.0	1323.0	2581.0	1267.5	1505.2	2772.6	3.1220	2.6927	5.8148
8000	295.01	0.001384	0.023525	1306.0	1264.5	2570.5	1317.1	1441.6	2758.7	3.2077	2.5373	5.7450
9000	303.35	0.001418	0.020489	1350.9	1207.6	2558.5	1363.7	1379.3	2742.9	3.2866	2.3925	5.6791
10,000	311.00	0.001452	0.018028	1393.3	1151.8	2545.2	1407.8	1317.6	2725.5	3.3603	2.2556	5.6159
11,000	318.08	0.001488	0.015988	1433.9	1096.6	2530.4	1450.2	1256.1	2706.3	3.4299	2.1245	5.5544
12,000	324.68	0.001526	0.014264	1473.0	1041.3	2514.3	1491.3	1194.1	2685.4	3.4964	1.9975	5.4939
13,000	330.85	0.001566	0.012781	1511.0	985.5	2496.6	1531.4	1131.3	2662.7	3.5606	1.8730	5.4336
14,000	336.67	0.001610	0.011487	1548.4	928.7	2477.1	1571.0	1067.0	2637.9	3.6232	1.7497	5.3728
15,000	342.16	0.001657	0.010341	1585.5	870.3	2455.7	1610.3	1000.5	2610.8	3.6848	1.6251	5.3108
16,000	347.36	0.001710	0.009312	1622.6	809.4	2432.0	1649.9	931.1	2581.0	3.7461	1.5005	5.2466
17,000	352.29	0.001770	0.008374	1660.2	745.1	2405.4	1690.3	857.4	2547.7	3.8082	1.3709	5.1791
18,000	356.99	0.001840	0.007504	1699.1	675.9	2375.0	1732.2	777.8	2510.0	3.8720	1.2343	5.1064
19,000	361.47	0.001926	0.006677	1740.3	598.9	2339.2	1776.8	689.2	2466.0	3.9396	1.0850	5.0256
20,000	365.75	0.002038	0.005862	1785.8	509.0	2294.8	1826.6	585.5	2412.1	4.0146	0.9154	4.9310
21,000	369.83	0.002207	0.004994	1841.6	391.9	2233.5	1888.0	450.4	2338.4	4.1071	0.7005	4.8076
22,000	373.71	0.002703	0.003644	1951.7	140.8	2092.4	2011.1	161.5	2172.6	4.2942	0.2496	4.5439
22,064	373.95	0.003106	0.003106	2015.7	0	2015.7	2084.3	0	2084.3	4.4070	0	4.4070


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :

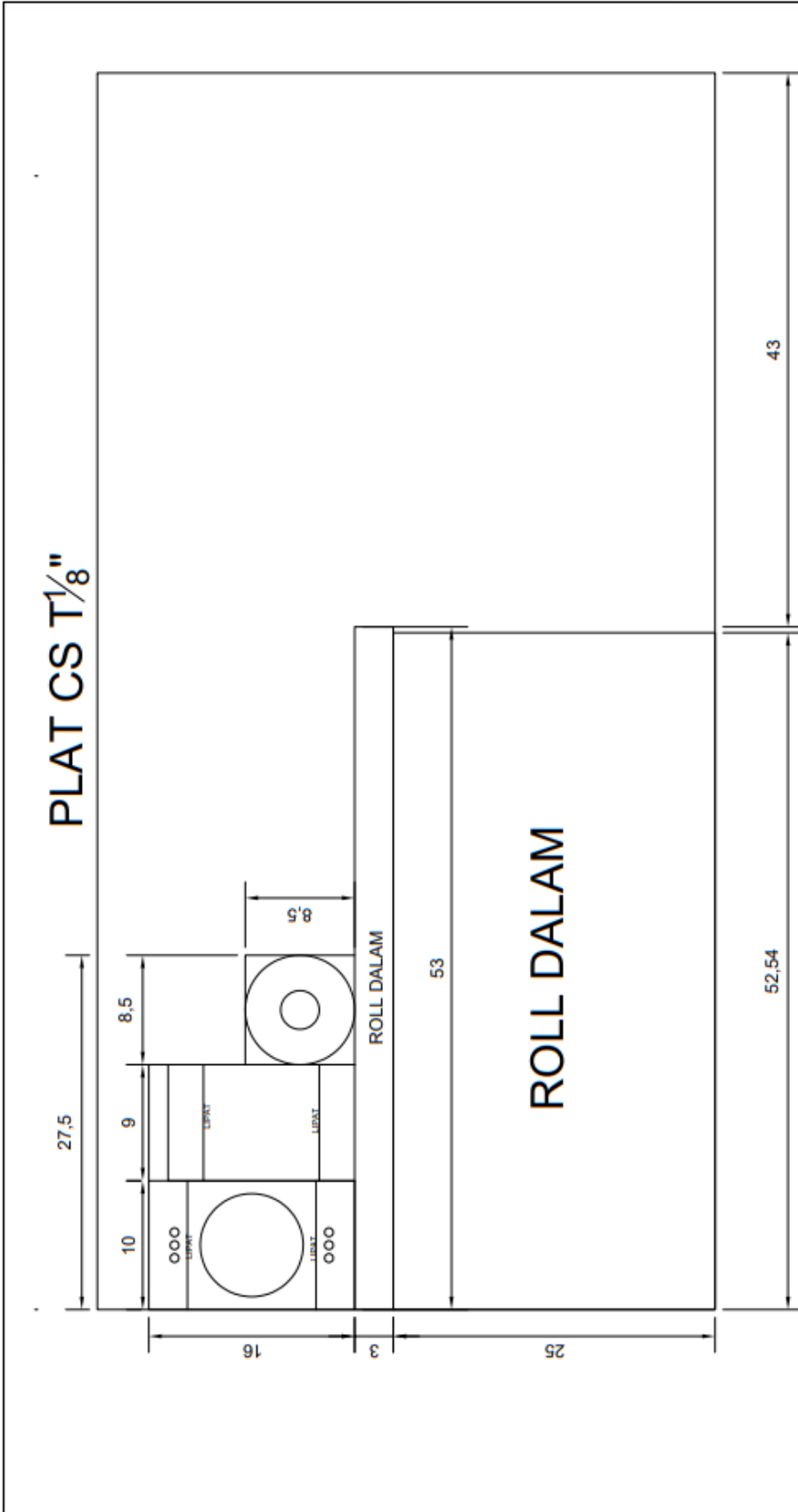
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



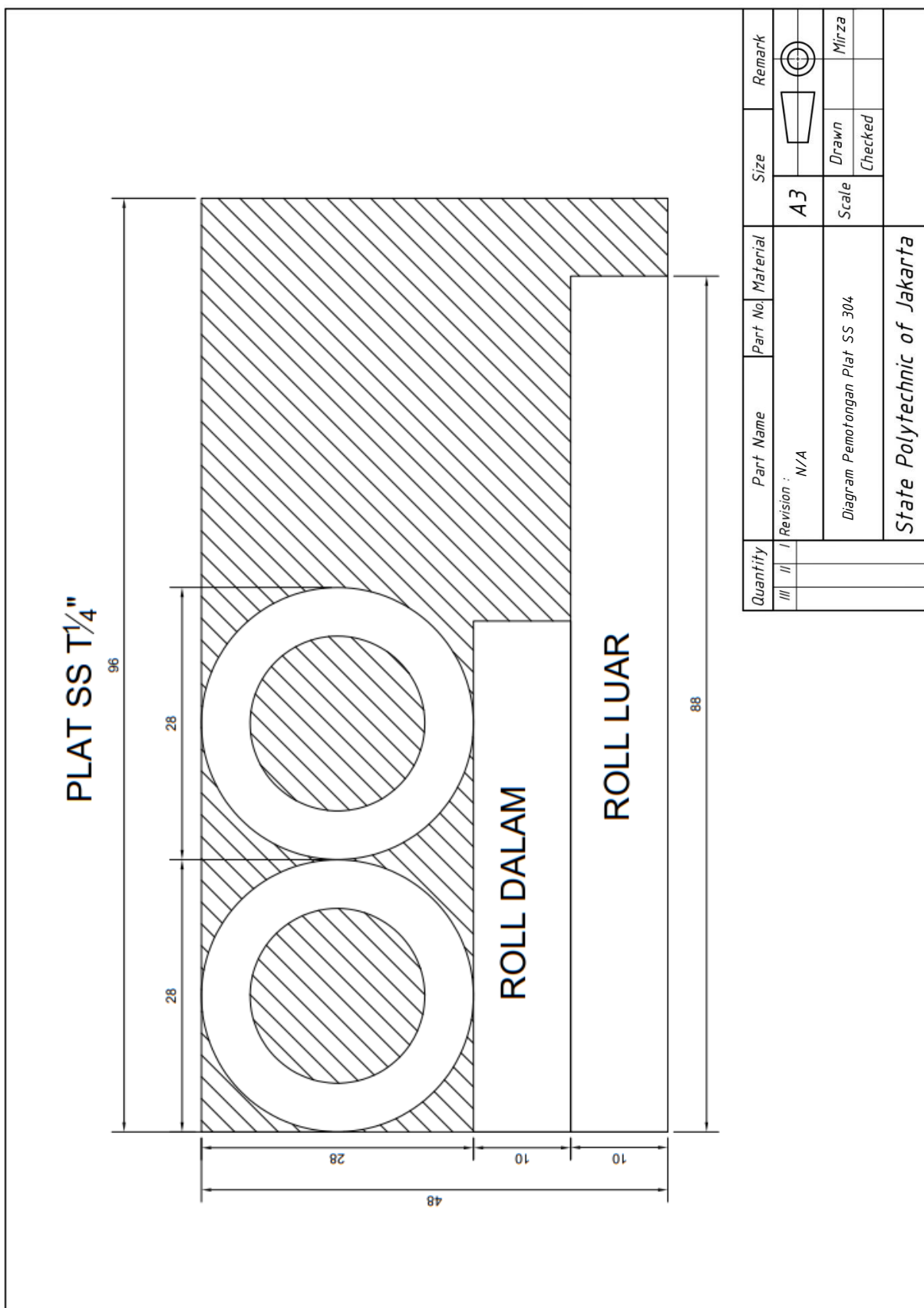
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Size	Remark
I	Revision : N/A			A3	
II				Scale	Drawn
III				Checked	Mirza
Diagram Pemotongan Plat CS A36					
State Polytechnic of Jakarta					



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

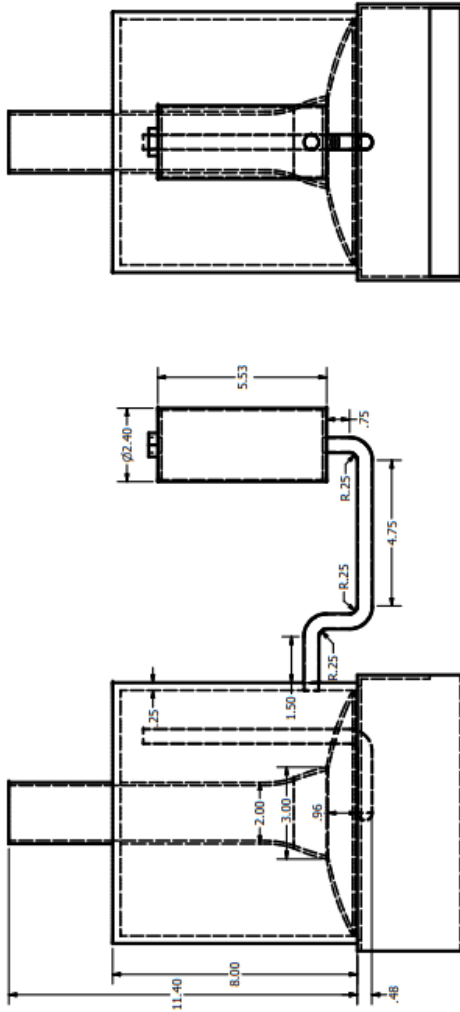
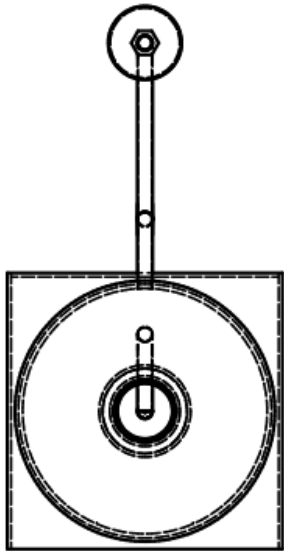




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



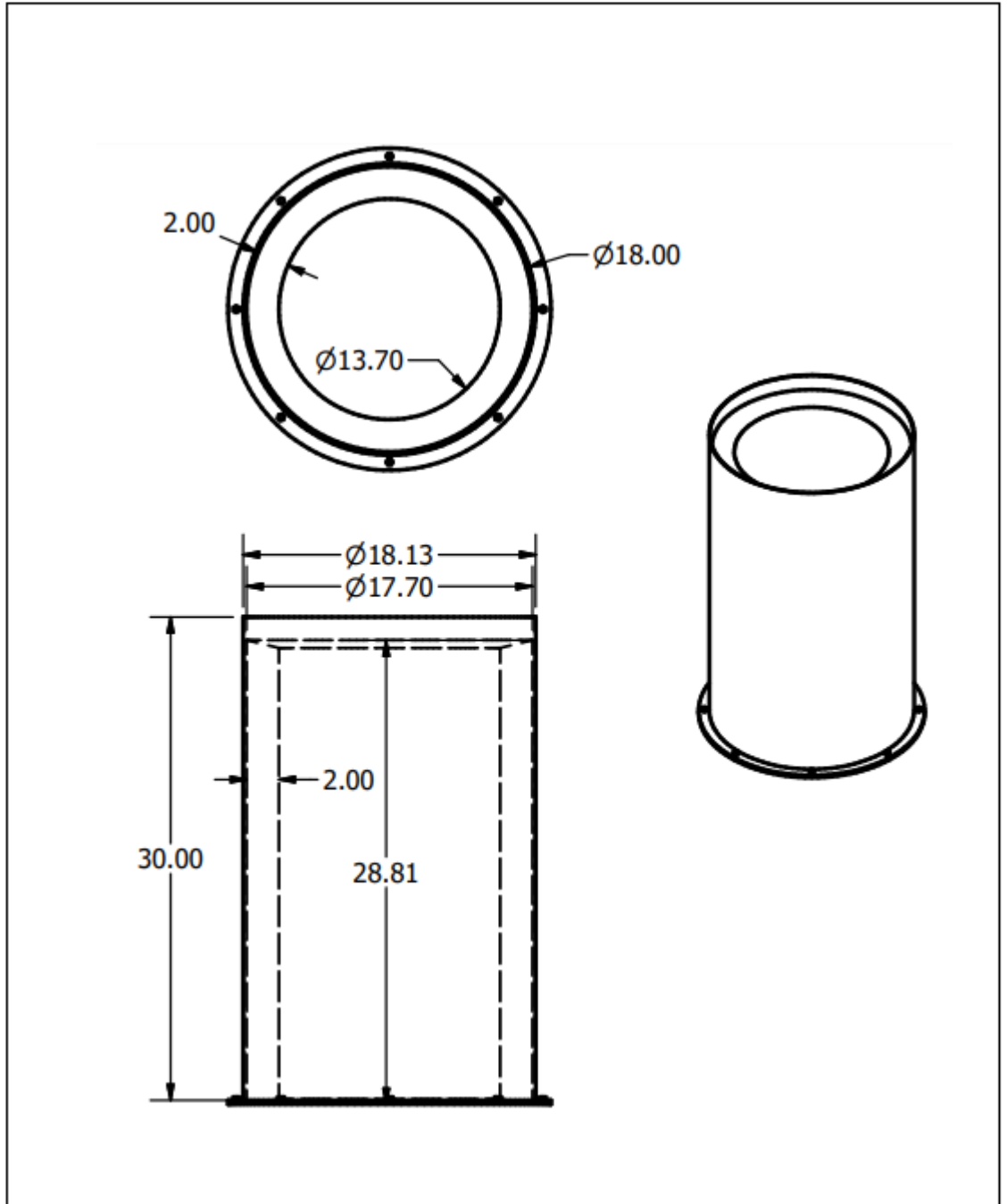
Quantity	Part Name	Part No.	Material	Size	Remark
I	Revision : N/A			A3	
II				Scale	Drawn Mirza
III				Checked	
Waste Burner Hybrid Steam Generator					
State Polytechnic of Jakarta					



© 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



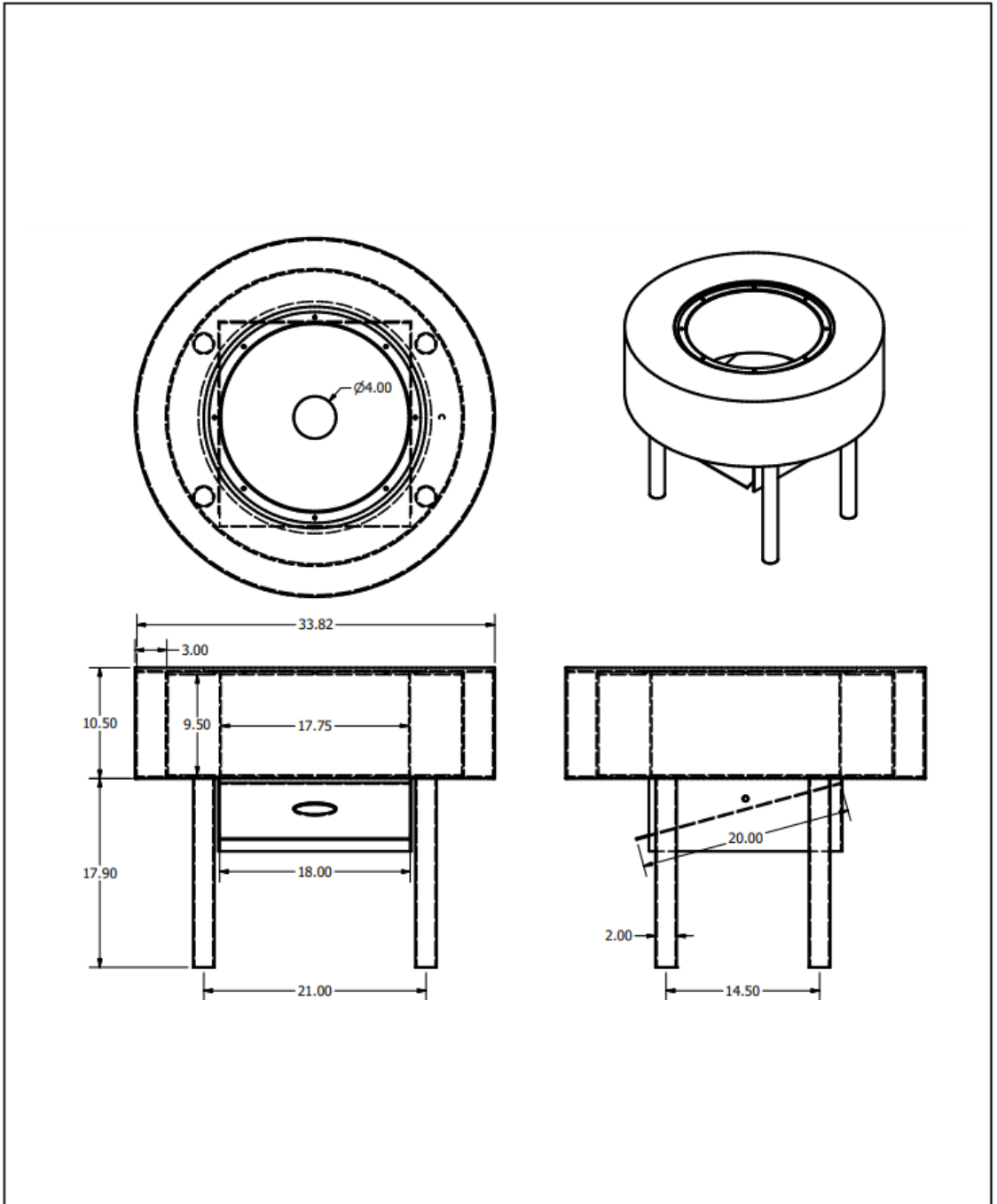
Quantity			Part Name	Part No.	Material	Size	Remark			
iii	ii	i	Revision: N/A				A4			
			Vessel Bagian Atas					Scale 1 : 1	Drawn	Date
			STATE POLYTECHNIC OF JAKARTA				Checked			



© 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



Quantity			Part Name	Part No.	Material	Size	Remark			
iii	ii	i	Revision : N/A				A4			
Vessel Bagian Bawah						Scale 1 : 1		Drawn	Date	Name
STATE POLYTECHNIC OF JAKARTA						Checked				