



© 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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

**ANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN* BERBASIS
TWIN-FLUID UNTUK MENGURANGI SUHU BERLEBIH PADA
*KILN 46X-KL 1***

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMMAD VICKY EFENDI

2302315044

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

PROGRAM KERJASAMA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA DENGAN

PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

TUBAN, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN*
BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU
BERLEBIH PADA *KILN 46X-KL 1***

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan

Diploma III Program Studi Teknik Mesin

Di Jurusan Teknik Mesin

**LAPORAN TUGAS AKHIR
MUHAMMAD VICKY EFENDI**

2302315044

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

PROGRAM KERJASAMA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA DENGAN

PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

TUBAN, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



ALHAMDULILLAH

*TUGAS AKHIR INI SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA IBU &
AYAH, SAUDARAKU, PEMBIMBING, SERTA TEMAN- TEMAN
EVE 19*

**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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN*
BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU
BERLEBIH PADA *KILN 46X-KL 1*

Oleh:

MUHAMMAD VICKY EFENDI

NIM. 2302315044

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri
Semen

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Budi Yuwono, S.T..

NIP. 19630619190031002

Ferry Aditya Nur Hidayat

NIK. 62501298

Ketua Program Studi

Diploma Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M. T.

NIP. 199311302023212045



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 SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN* BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU BERLEBIH PADA *KILN* 46X-KL 1

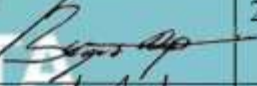
Oleh:

MUHAMMAD VICKY EFENDI

NIM. 2302315044

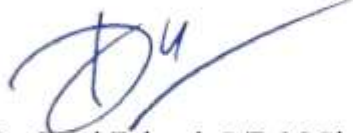
Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Semen telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan penguji pada tanggal 26 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi	Tanda Tangan	Tanggal
1	Budi Yuwono, S.T. NIP. 19630619190031002	Pembimbing 1		26 Juni 2026
2	Ferry Aditya Nur Hidayat NIK. 62501298	Pembimbing 2		26 Juni 2026
3	Asep Apriana, S.T., M.KOM. NIP. 196211101989031004	Penguji 1		26 Juni 2026
4	Bagus Dwi Prasetyo NIK. 62503316	Penguji 2		26 Juni 2026
5	M. Subhan Hariyadi NIK. 62501565	Penguji 3		26 Juni 2026

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si

NIP. 197707142008121005

Manager Program EVE



Gamma Permata Devi

NIK. 6250117



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Vicky Efendi

NIM : 2302315044

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.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tuban, 26 Juni 2025

Muhammad Vicky Efendi

NIM. 2302315044



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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Diploma III Program EVE kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Vicky Efendi
NIM : 2302315044
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Konsentrasi : Rekayasa Industri Semen
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN* BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU BERLEBIH PADA *KILN* 46X-KL 1

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif, EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tuban

Pada tanggal : 26 Juni 2026

Yang menyatakan

Muhammad Vicky Efendi

NIM. 2302315044



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

RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN* BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU BERLEBIH PADA *KILN 46X-KL 1*

Muhammad Vicky Efendi¹; Budi Yuwono²; Ferry Aditya Nur Hidayat³,

¹)Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin,

²)Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

³)PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban *Plant*

Email: vicky.eve19@gmail.com

ABSTRAK

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. *Plant Tuban* mengoperasikan rotary *kiln 46X-KL 1* yang rentan mengalami fenomena *hotspot*, yaitu peningkatan temperatur lokal pada permukaan *shell kiln* yang melebihi batas aman operasi 450°C akibat kerusakan lapisan refractory lining. Sistem pendingin eksisting berbasis fan blower dinilai kurang efektif dalam menangani *hotspot* yang bersifat lokal dan berpindah-pindah. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* menggunakan nozzle DUSTEX tipe 5510 yang bekerja melalui mekanisme konveksi paksa pada permukaan *shell*. Perancangan dilakukan melalui tahapan identifikasi masalah, studi literasi, observasi lapangan, perhitungan perpindahan panas, fabrikasi, dan pengujian. Hasil perhitungan menunjukkan laju perpindahan panas konduksi dari dalam *kiln* sebesar 37,36 kW dan laju konveksi paksa sebesar 93,31 kW, sehingga diperoleh laju perpindahan panas neto sebesar 55,95 kW dengan laju penurunan suhu teoritis sebesar 1,45°C/menit. Pengujian lapangan membuktikan sistem mampu menurunkan temperatur *shell kiln* dari kondisi *hotspot* 412°C menuju kisaran 348–351°C dalam durasi sekitar 4 jam 40 menit secara terkendali tanpa risiko *thermal shock*. Perbandingan dengan nozzle *single-fluid* menunjukkan bahwa sistem *twin-fluid* menghasilkan pendinginan yang lebih stabil dan merata. Total biaya fabrikasi sistem sebesar Rp 5.668.725, jauh lebih terjangkau dibandingkan sistem komersial setara. Sistem dirancang dalam bentuk unit *portable* yang dapat dipindahkan mengikuti posisi *hotspot* tanpa memerlukan instalasi scaffolding tambahan.

Kata kunci: *rotary kiln, shell kiln, hotspot, twin-fluid.*



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

RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN *SHELL KILN* BERBASIS *TWIN-FLUID* UNTUK MENGURANGI SUHU BERLEBIH PADA *KILN 46X-KL 1*

Muhammad Vicky Efendi¹; Budi Yuwono²; Ferry Aditya Nur Hidayat³,

¹D3 Mechanical Engineering Study Program, Department of Mechanical Engineering,

²Jakarta State Polytechnic, UI Depok Campus, 16424

³PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant

Email: vicky.eve19@gmail.com

ABSTRACT

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant operates rotary kiln 46X-KL 1, which is susceptible to hotspot phenomena — localized temperature increases on the shell kiln surface exceeding the safe operating limit of 450°C due to refractory lining degradation. The existing fan blower-based cooling system has proven insufficient in handling localized and migrating hotspots. This study aims to design and construct a twin-fluid shell kiln cooling system utilizing DUSTEX type 5510 nozzles, operating through a forced convection mechanism on the shell surface. The design process encompassed problem identification, literature review, field observation, heat transfer calculations, fabrication, and performance testing. Calculation results indicate a conductive heat flux from the kiln interior of 37.36 kW and a forced convection rate of 93.31 kW, yielding a net heat transfer rate of 55.95 kW with a theoretical temperature reduction rate of 1.45°C/minute. Field trials confirmed that the system successfully reduced shell kiln temperature from a hotspot condition of 412°C to a range of 348–351°C over approximately 4 hours and 40 minutes in a controlled manner without risk of thermal shock. Comparative testing against a single-fluid nozzle demonstrated that the twin-fluid system produces more stable and uniform cooling. The total fabrication cost of the system is Rp 5,668,725, significantly more affordable than equivalent commercial systems. The system is designed as a portable unit that can be repositioned to follow migrating hotspot locations without requiring additional scaffolding installation.

Keywords: kiln, rotary kiln, water spray, twin fluid



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul “rancang bangun sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* untuk mengurangi suhu berlebih pada *kiln* 46X-kl 1” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai Diploma III Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta dan PT Solusi Bangun Indonesia Tbk.

Tidak lupa diucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, disampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, serta doa terbaik selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Ferry Aditya Nur Hidayat pembimbing lapangan yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Budi Yuwono, S.T. dosen pembimbing yang telah memberikan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Gammalia Permata Devi beserta EVE team yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh karyawan produksi RMK TQ1 yang telah menyempatkan waktu serta tenaga untuk membimbing dan memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Medianto, Bapak Asep Saepuloh, beserta tim Maintenance yang membantu proses penyelesaian Tugas Akhir.
7. Seluruh rekan-rekan EVE 19 yang turut dalam memberikan ide dan saran dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
8. Semua sahabat dan orang spesial yang saya sayangi yang selalu memberikan dukungan untuk mengerjakan Tugas Akhir.



© 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

Disadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna, oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca.

Tuban, 26 Juni 2026

Muhammad Vicky Efendi
NIM. 2302315044





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

DAFTAR ISI

PALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
PALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
EMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	19
1.1 Latar Belakang	19
1.2 Rumusan Masalah	23
1.3 Batasan Masalah.....	23
1.4 Tujuan Pembuatan Tugas Akhir.....	23
1.5 Lokasi.....	24
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	24
1.7 Manfaat	24
1.8 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	25
1.8.1 BAB I Pendahuluan	25
1.8.2 BAB II Tinjauan Pustaka	25
1.8.3 BAB III Metodologi.....	25



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

1.8.4	BAB IV Pembahasan dan Hasil	25
1.8.5	BAB V Kesimpulan dan Saran	25
1.8.6	Daftar Pustaka	26
1.8.7	Lampiran	26

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... Error! Bookmark not defined.

2.1	<i>Rotary Kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2	Zona pada <i>kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1	Calcining zone.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2	Transition zone.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.3	Sintering zone/Burning	Error! Bookmark not defined.
2.2.4	Cooling Zone.....	Error! Bookmark not defined.
2.3	<i>Shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.1	Material <i>Shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4	Fenomena <i>Kiln Hotspot & Temperatur Shell</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5	Perpindahan panas pada <i>shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Konduksi	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Konveksi	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Radiasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.4	Model Pendinginan Transien pada <i>Shell Kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6	Metode Pendinginan <i>Kiln / Shell Cooling</i> ...	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Fan blower.....	Error! Bookmark not defined.



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

2.6.2 *Twin-fluid* system..... **Error! Bookmark not defined.**

2.7 Atomisasi Dan Karakteristik Droplet..... **Error! Bookmark not defined.**

2.8 Nozzle *Twin-Fluid* **Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODOLOGI PENELITIAN **Error! Bookmark not defined.**

3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Penjelasan Diagram Alur Pelaksanaan Tugas Akhir **Error! Bookmark not defined.**

3.2.1 Identifikasi Masalah **Error! Bookmark not defined.**

3.2.2 Perumusan Masalah **Error! Bookmark not defined.**

3.2.3 Studi Literasi dan Studi Lapangan **Error! Bookmark not defined.**

3.2.4 Observasi..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.5 Input data..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.6 Proses Perancangan dan Perhitungan.. **Error! Bookmark not defined.**

3.2.7 Proses Fabrikasi **Error! Bookmark not defined.**

3.2.8 Proses *Trial* dan Error **Error! Bookmark not defined.**

3.2.9 Pembuatan Laporan..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan **Error! Bookmark not defined.**

3.3.1 Waktu Pelaksanaan **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2 Tempat Pelaksanaan..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV PEMBAHASAN..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1 Perancangan Sistem Pendingin *Shell Kiln* .. **Error! Bookmark not defined.**

4.1.1 Konsep Sistem Pendingin **Error! Bookmark not defined.**

4.1.2 Layout Sistem Pendingin **Error! Bookmark not defined.**



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

4.1.3	<i>Trial Performa Optimum Dari Nozzle</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	Data dan Spesifikasi Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Data Operasi <i>Shell Kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Sifat Termofisika <i>Fluida</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Spesifikasi Nozzle dan Data Konsumsi <i>Fluida</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Parameter Desain Sistem Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	Luas area pendinginan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.6	Asumsi perhitungan	Error! Bookmark not defined.
4.3	Perhitungan Perpindahan panas Konduksi..	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Data Perhitungan Konduksi	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Perhitungan Tahanan <i>Thermal Refractory</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Perhitungan Tahanan Termal <i>Shell Kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3.4	Perhitungan Tahanan Termal Total.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.5	Perhitungan Laju Perpindahan Panas Konduksi	Error! Bookmark not defined.
4.3.6	Analisis Hasil Perhitungan.....	Error! Bookmark not defined.
4.4	Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi..	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Perhitungan temperature film.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2	Perhitungan bilangan reynolds.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3	Perhitungan Bilangan Nusselt.....	Error! Bookmark not defined.



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

4.4.4	Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi	Error! Bookmark not defined.
4.4.5	Perhitungan Luas Area Pendinginan...	Error! Bookmark not defined.
4.4.6	Perhitungan Laju Perpindahan Panas Konveksi	Error! Bookmark not defined.
4.4.7	Analisis Hasil Perhitungan.....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Perhitungan Penurunan Suhu <i>Shell Kiln</i> Terhadap Waktu	Error! Bookmark not defined.
4.5.1	Perhitungan Massa <i>Shell Kiln</i> pada Area Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
4.5.2	Perhitungan Laju Perpindahan Panas Neto	Error! Bookmark not defined.
4.5.3	Persamaan Penurunan Suhu Terhadap Waktu	Error! Bookmark not defined.
4.6	Analisis Kinerja Sistem pendinginan	Error! Bookmark not defined.
4.6.1	<i>Trial 1-Nozzle Twin-Fluid</i> , 28 Mei, Meter 25	Error! Bookmark not defined.
4.6.2	<i>Trial 2-Nozzle Twin-Fluid</i> , 29 Mei, Meter 5	Error! Bookmark not defined.
4.6.3	<i>Trial 3-Nozzle Single-Fluid</i> , 5 Juni, Meter 5	Error! Bookmark not defined.
4.6.4	Analisis Perbandingan <i>Trial</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7	Rancangan Anggaran Biaya.....	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN		27
4.8	Kesimpulan	27



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

4.9	Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN 1.....		31
LAMPIRAN 2.....		34
LAMPIRAN 3.....		42





Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Stop log <i>kiln</i> 46X-KL 1	20
Gambar 1. 2 Penambahan scaffolding untuk cooling <i>shell kiln</i> tambahan	21
Gambar 1. 3 lokasi tugas akhir.....	24
Gambar 2. 1 Calcining zone.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Burning zone	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 cooling zone	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 <i>Shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 shel <i>kiln</i> mengalami <i>hotspot</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 fan blower pendingin <i>kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 <i>kiln</i> cooling system berbasis <i>twin fluid</i> ..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Droplet air	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Nozzle <i>Twin-Fluid</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 Connector 2 <i>fluida</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Konsep sistem pendingin <i>shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 <i>Frame water spray kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Mekanisme pemasangan <i>frame</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Grafik hasil <i>trial</i> 28 mei 2026	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Hasil <i>Trial</i> 29 Mei 2026	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Hasil <i>Trial</i> 5 Juni 2026.....	Error! Bookmark not defined.



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil <i>Trial</i> Performa Nozzle <i>Twin-Fluid</i> ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 data operasi <i>shell kiln</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Sifat termofisika <i>fluida</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Data Konsumsi Nozzle DUSTEX Tipe 5510	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Parameter desain sistem pendingin	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Data perhitungan konduksi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Rancangan anggaran biaya material	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Rancangan anggaran biaya man power.....	Error! Bookmark not defined.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

DAFTAR BAGAN

Bagan 3. 1 Diagram alur pelaksanaan tugas akhir **Error! Bookmark not defined.**





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

BAB I PENDAHULUAN

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan salah satu perusahaan semen terkemuka di Indonesia yang telah membangun reputasi kuat melalui konsistensi dalam menjaga kualitas dan kuantitas produksi. Perusahaan ini berkomitmen untuk menjadi pemimpin industri semen dan bahan bangunan di Indonesia, dengan menempatkan kinerja optimal sebagai inti dari setiap aktivitas operasionalnya. Dengan kapasitas produksi mencapai 14,5 juta ton semen per tahun, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk memainkan peran strategis dalam mendukung kebutuhan pembangunan nasional yang terus meningkat.

Keberadaan perusahaan ini tersebar di berbagai wilayah strategis Indonesia dengan mengoperasikan empat pabrik besar yang berlokasi di Lhoknga (Aceh), Narogong (Jawa Barat), Cilacap (Jawa Tengah), dan Tuban (Jawa Timur). Dalam struktur operasionalnya, PT Solusi Bangun Indonesia memiliki tujuh area produksi utama, yakni Quarry, Crusher, Reclaimer, Raw Mill, *Kiln*, Finish Mill, dan Pack House.

1.1 Latar Belakang

Kiln merupakan suatu alat yang terdapat pada pabrik semen sebagai alat pembakaran material yang berbentuk tabung silinder. Komponen tersebut terbuat dari plat baja dan memiliki ketebalan yang sudah ditentukan. Bagian dalam tabung silinder tersebut terdapat batu bahan api (*fire brick*) yang berfungsi untuk melindungi dinding agar tahan pada temperature operasi pembakaran di dalam *kiln* yaitu (1450°C).

Batu tahan api dipasang salah satu fungsinya adalah untuk melindungi *shell kiln* agar tidak mengalami panas yang berlebih hingga menyebabkan deformasi plastis atau bahkan menyebabkan kerusakan pada *shell kiln*, suhu pada *shell kiln* dijaga agar tidak lebih dari 450°C. Ketebalan *shell kiln* tersendiri adalah 30-60mm yang terbuat dari material baja khusus yang dibuat untuk proses pembakaran material mentah yang akan menjadi klinker. Dengan adanya

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

pembakaran bersuhu tinggi didalam *kiln* maka sangat penting untuk menjaga suhu *shell kiln* tidak lebih dari 450°C. Sistem pendingin *kiln* yang sudah beroperasi adalah menggunakan *fan blower*. Namun, dengan suhu pembakaran *kiln* yang tidak menentu maka dengan menggunakan *fan blower* masih belum efektif untuk menurunkan suhu pada *shell kiln*.

Kiln adalah equipment yang krusial dalam industri semen, operasional *kiln* harus berjalan dengan lancar hingga waktu overhaul selanjutnya tiba, untuk menjaga kestabilan *kiln* atau memastikan tidak ada *breakdown* yang tidak direncanakan salah satunya adalah dengan menjaga suhu *shell kiln* tetap stabil dibawah 450°C. Jika *kiln* mati, perusahaan akan mengalami production loss yang cukup besar, dikarenakan stop produksi klinker dan biaya *fire on kiln* yang terbilang mahal daripada biaya ketika sudah operasi normal.

	Stopdate	Start date	Duration (h)	Reason 1
461-KL1 patching m22				
	31.08.2025 18:50:00	05.09.2025 03:17:00	104.45	2150 Refractory / Casting Installation
461-KL1 : Kiln shell M22 temp. tinggi >600°C				
	29.08.2025 08:39:00	29.08.2025 12:51:00	4.2	
461-KL1 Patching Brick Kiln.				
	31.08.2025 18:50:00	05.09.2025 03:17:00	104.45	2150 Refractory / Casting Installation
461-KL1 patching brick m25-30, m35-40				
	25.03.2024 13:31:00	01.04.2024 14:24:00	168.88	2070 Planned Maintenance (Prev/Shutdown)
461-KL1 patching karena hot spot m27 dan m35				
	29.03.2023 13:00:00	05.04.2023 01:27:00	156.45	2070 Planned Maintenance (Prev/Shutdown)
461-KL1 patching brick meter 36-42				
	01.10.2022 09:14:00	09.10.2022 04:47:00	187.55	2070 Planned Maintenance (Prev/Shutdown)

Gambar 1. 1 Stop log kiln 46X-KL 1
Sumber : TIS

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

Dapat dilihat pada gambar 1.1 terjadi *shutdown kiln* akibat dari *hotspot* tersebut, serta beberapa kali hingga dilakukan *patching* atau mengganti batu tahan api di area yang terindikasi sudah tidak layak untuk digunakan. *Patching* tidak bisa langsung dilaksanakan ketika batu tahan api ada yang perlu diganti, karena diperlukan untuk mengatur ketersediaan stock dan ketersediaan man power. Jika *hotspot* tidak segera ditangani maka bisa menyebabkan hal yang lebih buruk terjadi pada *kiln*. *Hotspot* adalah daerah terisolasi pada *shell kiln* dengan suhu yang sangat tinggi dan biasanya terjadi suhu tinggi secara memanjang pada area *shell kiln*. Untuk saat ini jika dirasa fan blower masih kurang mampu untuk mengatasi *hotspot* pada *kiln*, masih menggunakan *scaffolding* untuk menambahkan *blower* lagi.



Gambar 1. 2 Penambahan scaffolding untuk cooling shell kiln tambahan

Dapat dilihat pada gambar 1.2 pemakaian *scaffolding* ketika terjadi temperature berlebih memerlukan waktu untuk pemasangan dan tidak efisien ketika posisi *shell kiln* yang mengalami temperature berlebih berpindah.



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

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem pendinginan *shell kiln* yang lebih fleksibel, efektif, dan mudah dipindahkan untuk menangani *hotspot* yang bersifat lokal dan berpindah-pindah, tanpa memerlukan instalasi scaffolding tambahan.

Sebagai solusi yang lebih terstruktur, di pasaran internasional telah tersedia sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* dari produsen khusus, salah satunya adalah produk *KilnCooler Hot Spot* dari KIMA Process Control GmbH, Jerman. Sistem tersebut menggunakan kombinasi air bertekanan dan udara bertekanan yang disemprotkan melalui nozzle yang dikontrol secara otomatis oleh *infrared pyrometer* dan *FUZZY controller*, sehingga temperatur permukaan *shell kiln* dapat dijaga secara presisi pada nilai *set point* yang diinginkan. Sistem *KilnCooler Hot Spot* mampu mencakup area pendinginan sepanjang 2,6 m ($4 \times 0,65$ m per nozzle) dengan laju penurunan suhu yang dapat disesuaikan antara 0,5 hingga 2 Kelvin per menit, serta dilengkapi dengan sistem monitoring tekanan air, laju aliran, dan tekanan udara secara *real-time*. [1]

Meskipun sistem tersebut telah terbukti efektif dalam menangani *hotspot* pada *shell kiln* di berbagai pabrik semen dunia, kompleksitas sistem kontrol otomatis yang dimilikinya menjadikan biaya pengadaan sistem ini sangat tinggi dan tidak sebanding dengan anggaran pemeliharaan rutin yang tersedia. Selain itu, ketergantungan terhadap komponen elektronik seperti *infrared pyrometer*, *FUZZY controller*, dan *PLC interface* memerlukan keahlian teknis khusus dalam operasional dan perawatannya, yang belum tentu tersedia di setiap fasilitas produksi. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* secara mandiri yang memiliki performa memadai dalam menurunkan temperatur *hotspot*, namun dengan desain yang lebih sederhana, biaya fabrikasi yang jauh lebih terjangkau, dan dapat direalisasikan menggunakan sumber daya yang tersedia di *workshop* PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Plant Tuban. [1]



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

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana perancangan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* untuk menurunkan temperatur *hotspot*?
2. Bagaimana kinerja sistem pendinginan *twin-fluid* dalam menurunkan suhu *shell kiln*?
3. Berapa estimasi biaya pembuatan sistem pendinginan *shell kiln* berbasis *twin-fluid*?

Batasan Masalah

Ruang lingkup pengerjaan tugas akhir ini dibatasi pada.

1. Fokus pada proses mechanical perancangan dan pembangunan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid*.
2. Sistem pendinginan dioperasikan secara manual tanpa sensor dan kontrol elektrik.
3. Penulis menggunakan jalur air dan jalur udara existing, tanpa mernacang pompa dan kompressor.
4. Perhitungan mengenai kekuatan frame tidak dihitung.

1.4 Tujuan Pembuatan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir Rancang Bangun sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* ini adalah :

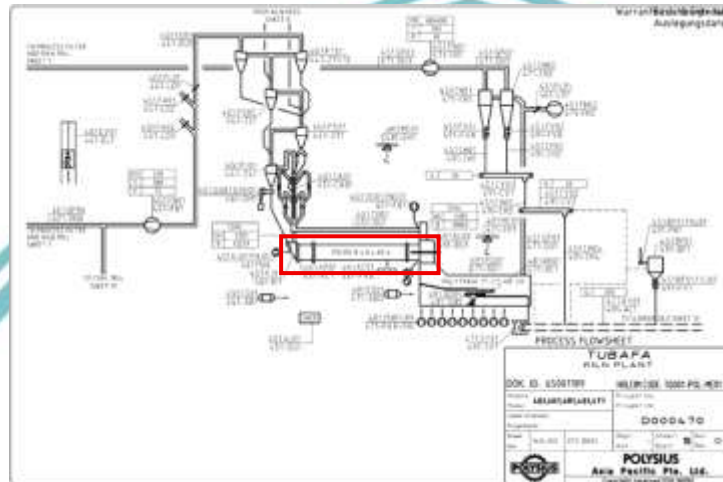
1. Mengetahui proses perancangan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* untuk menurunkan temperatur *hotspot*.
2. Mengetahui kinerja sistem pendinginan *twin-fluid* dalam menurunkan suhu *shell kiln*.
3. Mengetahui estimasi biaya pembuatan sistem pendinginan *shell kiln* berbasis *twin-fluid*.

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

Lokasi

Objek Tugas Akhir ini adalah *shell kiln* yang terdapat pada 46X-KL 1 (dalam kotak merah) yang terletak pada area *kiln* TQ 1 di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Plant Tuban.



Gambar 1. 3 lokasi tugas akhir

1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan yaitu kajian identifikasi masalah, perancangan, pengujian, serta analisis data-data yang berhubungan dengan perancangan maupun masalah yang ada. Dalam proses perancangan menggunakan *software solidworks* dan *autocad* untuk melakukan desain sesuai perhitungan yang optimum serta berfungsi dengan baik.

1.7 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari Perancangan dan Pembangunan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* adalah:

1. Meningkatkan operasional *kiln* dan mencegah terjadinya *kiln off* akibat *hotspot*.
2. Meningkatnya efisien dan efektivitas saat mengatasi terjadinya *hotspot* atau kenaikan suhu tinggi pada *shell kiln* dengan Sistem Pendingin *Shell kiln* Berbasis *Twin-fluid* dibanding dengan penggunaan *blower* diatas *scaffolding*.



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

3. Meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi ketika pemasangan blower manual.

Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut.

1.8.1 BAB I Pendahuluan

Bab ini menjabarkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, lokasi, garis besar metode penyelesaian masalah, manfaat yang akan didapatkan, dan sistematika penulisan keseluruhan tugas akhir.

1.8.2 BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memaparkan/menjabarkan rangkuman kritis atau pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang definisi Sistem Pendingin *Shell kiln* Berbasis *Twin-fluid*, part dari desain rancang, rumus perhitungan yang dibutuhkan dan komponen pendukungnya untuk kelengkapan analisis data.

1.8.3 BAB III Metodologi

Bab ini menjabarkan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknik perancangan dalam merancang sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid*.

1.8.4 BAB IV Pembahasan dan Hasil

Bab ini menjabarkan tentang pembahasan pada proses di Bab III, menjelaskan spesifikasi desain (termasuk dimensi), menginterpretasikan hasil perancangan, serta data hasil dari proses perancangan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* pada *kiln shell*.

1.8.5 BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini, penulis menyajikan ringkasan dari hasil



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

perancangan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid*.

1.8.6 Daftar Pustaka

Penulis menyertakan daftar referensi yang digunakan, mengikuti format penulisan sesuai pedoman (misalnya, APA, IEEE, atau Vancouver).

1.8.7 Lampiran

Pada lampiran, penulis menyajikan rincian data yang digunakan dalam perancangan, serta gambar desain dan data eksperimen.





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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan, fabrikasi, dan pengujian sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* pada *kiln* 46X-KL 1 PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Plant Tuban, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendingin dirancang menggunakan nozzle *twin-fluid* tipe SV980 dengan tekanan udara operasi 4 bar dan tekanan air operasi 2 bar. Berdasarkan hasil perhitungan perpindahan panas, laju perpindahan panas konduksi yang masuk ke permukaan *shell kiln* sebesar 37,36 kW, sedangkan laju perpindahan panas yang dilepaskan melalui mekanisme konveksi paksa sebesar 93,31 kW, sehingga diperoleh laju perpindahan panas neto sebesar 55,95 kW. Nilai perpindahan panas keluar yang lebih besar dibandingkan perpindahan panas masuk menunjukkan bahwa sistem pendingin *twin-fluid* yang dirancang secara teoritis mampu menurunkan temperatur *shell kiln* pada area pendinginan, dengan estimasi laju penurunan sebesar 1,45°C/menit.
2. Berdasarkan hasil *trial* lapangan, sistem pendingin yang telah dirancang dan difabrikasi mampu menurunkan temperatur *shell kiln* dari 412 °C menjadi 351 °C dalam waktu 4 jam 40 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi udara bertekanan dan air bertekanan yang diatomisasi melalui nozzle *twin-fluid* mampu memberikan efek pendinginan yang efektif pada area *shell kiln* yang mengalami *hotspot*.
3. Total biaya yang diperlukan untuk pembuatan sistem pendingin *shell kiln* berbasis *twin-fluid* yang meliputi biaya material dan biaya tenaga kerja adalah sebesar Rp 5,668,725.



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

Saran

Pada penelitian ini, penulis menyarankan beberapa hal berikut untuk pengembangan proyek :

1. Jarak tembak optimum nozzle dipengaruhi oleh kekencangan angin lingkungan, disarankan agar dibuatkan *frame* yang adjustable pada sticknya.
2. Material *frame water spray* menggunakan pipa galvanis sch 40, terlalu berat jika di pindahkan oleh satu orang, melakukan penggantian material *frame* ke yang lebih ringan contohnya material *aluminium alloy* 6061-T6 bisa mempermudah pemindahan alat.
3. Pada beberapa kondisi, *frame water spray* tidak bisa dipasang, perlu pengembangan design lagi untuk efektifitas penggunaan dan pemindahan *water spray*.





DAFTAR PUSTAKA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
2. Dilarang mengutip hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

- a. Pengutipan harus disertai dengan informasi tentang Politeknik Negeri Jakarta
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

- tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- KilnCooler Hot Spot-Technical specification *KilnCooler Hot Spot-Technical.*”
- MOHAMMED, “Numerical simulation of the *shell* cooling of a rotary *kiln*,” *Journal of Thermal Engineering*, pp. 670–679, 2024, doi: 10.14744/thermal.0000821.
- Ridha Mutiara, “Farisa Ridha CETAK,” 2013.
- Audu Seth, M. A. Bawa, A. Tokan, and J. Shekwonudu Jatau, “Protecting The Cement *Kiln* Refractory and *Shell* from High Temperature,” 2025.
- Fundamentals of Heat and Mass Transfer - 6th Edition Incropera ”.
- J. W. Churchill and M. Bernstein, “A Correlating Equation for Forced Convection From Plates and Liquids to a Circular Cylinder in Crossflow,” 1977. [Online]. Available: <http://heattransfer.asmedigitalcollection.asme.org/>
- I. Hariyanto, S. T. Hamdi, M. Kom, and H. Arifandy, “Rancang Bangun Sliding Rail dan *Frame* Blower Pendingin *Kiln* 461-KL 1,” 2024. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- S. Audu Seth, M. A. Bawa, A. Tokan, and J. Shekwonudu Jatau, “Protecting The Cement *Kiln* Refractory and *Shell* from High Temperature,” 2025.
- J. Kim, “Spray cooling heat transfer: The state of the art,” *Int. J. Heat Fluid Flow*, vol. 28, no. 4, pp. 753–767, Aug. 2007, doi: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2006.09.003.
- F. Alnaimat, “Heat transfer analysis of air-mist evaporative cooling in heat sink,” *International Journal of Thermofluids*, vol. 14, May 2022, doi: 10.1016/j.ijft.2022.100145.
- A. L. N. Moreira, A. S. Moita, and M. R. Panão, “Advances and challenges in explaining fuel spray impingement: How much of *single* droplet impact research is useful?,” 2010, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.pecs.2010.01.002.
- A. L. N. Moreira, A. S. Moita, and M. R. Panão, “Advances and challenges in explaining fuel spray impingement: How much of *single* droplet impact research is useful?,” *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 36, no. 5, pp. 554–580, Oct. 2010, doi: 10.1016/J.PECS.2010.01.002.
- A. H. Lefebvre and V. G. McDonell, “Atomization and Sprays.” doi: 10.4324/9781315120911.



[14]

W. Ding, G. X. Li, Y. S. Yu, and H. M. Li, "Numerical Investigation on Primary Atomization Mechanism of Hollow Cone Swirling Sprays," *International Journal of Rotating Machinery*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/1201497.

[15]

D. Sovani, P. E. Sojka, and A. H. Lefebvre, "Effervescent atomization," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 27, no. 4, pp. 483–521, Jan. 2001, doi: 10.1016/S0360-1285(00)00029-

[16]

Jiang, G. A. Siamas, K. Jagus, and T. G. Karayiannis, "Physical modelling and advanced simulations of gas–liquid two-phase jet flows in atomization and sprays," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 36, no. 2, pp. 131–167, Apr. 2010, doi: 10.1016/J.PECS.2009.09.002.

[17]

Kim, "Spray cooling heat transfer: The state of the art," *Int. J. Heat Fluid Flow*, vol. 28, no. 4, pp. 753–767, Aug. 2007, doi: 10.1016/J.IJHEATFLUIDFLOW.2006.09.003.

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

LAMPIRAN 1

Tentang PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.

A. Profil PT Solusi Bangun Indonesia Tbk.

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. merupakan perusahaan publik asal Indonesia yang mayoritas sahamnya, yakni sebesar 80,6%, dimiliki dan dikelola oleh Semen Indonesia Group. Perusahaan ini dikenal sebagai produsen terdepan dalam industri semen, beton siap pakai, dan agregat, serta menawarkan layanan terintegrasi melalui jaringan waralaba yang unik dan berkembang. Layanannya mencakup penyediaan material bangunan hingga perencanaan cepat dan pelaksanaan konstruksi yang aman. PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. juga dikenal sebagai pionir dan inovator dalam industri semen, yang mengalami pertumbuhan signifikan seiring meningkatnya kebutuhan akan perumahan, bangunan publik, dan infrastruktur. Saat ini, perusahaan mengoperasikan tiga pabrik semen yang berlokasi di Narogong (Jawa Barat), Cilacap (Jawa Tengah), dan Tuban (Jawa Timur), serta satu fasilitas penggilingan semen di Ciwandan, Banten, dengan total kapasitas produksi *clinker* mencapai 10,8 juta ton per tahun.

B. Sejarah Berdirinya PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. – Tuban Plant

Sejarah awal yang melatarbelakangi berdirinya PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. dimulai pada tahun 1962, saat Direktorat Geologi Departemen Pertambangan Republik Indonesia memprakarsai survei kelayakan pembangunan pabrik semen di Jawa Barat. Riset tersebut dibiayai oleh *International Finance Corporation* (IFC) dan melibatkan kerja sama Semen Gresik. Survei bahan baku di kawasan Klapanunggal, Bogor ini berjalan dari Juni hingga Desember, dan menjadi fondasi penting bagi pengembangan proyek semen nasional di era awal kemerdekaan.

Beberapa tahun kemudian, pada 1971, dibentuklah PT Semen Tjibinong yang kemudian dikenal sebagai PT Semen Cibinong. Konsultan teknisnya adalah *Kaiser Cement and Gypsum Corporation*, sedangkan konstruksinya dilaksanakan oleh kontraktor Indonesia dan *Mitsubishi Heavy Industries* dari Jepang. Pabrik ini resmi beroperasi dan diresmikan oleh Presiden Soeharto pada Agustus 1975, memproduksi semen *portland* dengan merek dagang “Semen Kujang”, yang



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

menjadi salah satu produk semen modern pertama di Indonesia.

Pada 8 Agustus 1977, PT Semen Cibinong melantai di Bursa Efek Jakarta dengan kode saham SMCB, menawarkan 178.750 lembar saham dengan harga Rp10.000 per lembar. Ini menjadikan Semen Cibinong sebagai salah satu perusahaan publik awal di sektor industri padat modal. Perusahaan ini kemudian mengalami beberapa kali perubahan kepemilikan, termasuk sempat berada di bawah kendali *Hanson* dan kemudian PT Tirtamas Majutama milik Hashim Djojohadikusumo. Namun, pasca krisis moneter 1998, restrukturisasi utang melalui skema BLBI menyebabkan perusahaan ini terseret ke dalam masalah hukum dan keuangan.

Langkah ekspansi berikutnya terjadi saat Semen Cibinong mengakuisisi PT Semen Nusantara di Cilacap pada tahun 1993. Pabrik tersebut didirikan sejak 1974 dan memproduksi semen *portland* tipe I dengan merek dagang “Semen Borobudur”. Akuisisi ini memperluas jangkauan produksi Semen Cibinong ke wilayah Jawa Tengah. Kemudian, pada tahun 1995, Semen Cibinong mengakuisisi Pabrik Semen Dwima Agung di Tuban, Jawa Timur. Lokasi Tuban dipilih karena kedekatannya dengan pelabuhan dan sumber bahan baku seperti batu kapur dan tanah liat, menjadikannya lokasi strategis untuk pabrik semen berskala besar.

Pada 13 Desember 2001, *Holcim Group* asal Swiss mengambil alih mayoritas saham Semen Cibinong. Nama perusahaan diubah menjadi PT Holcim Indonesia Tbk. pada 1 Januari 2006. Perubahan ini membawa angin segar berupa adopsi teknologi dan manajemen global. Pada 2016, PT Holcim Indonesia Tbk. melakukan merger dengan PT Lafarge Cement Indonesia Tbk., menjadikannya salah satu pemain terbesar dalam industri semen nasional. Namun pada 2019, kepemilikan saham mayoritas beralih ke PT Semen Indonesia (Persero) Tbk., dan nama perusahaan diubah menjadi PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Saat itu pula, merek semen “Dynamix” diluncurkan sebagai pengganti merek sebelumnya.

Pabrik Tuban menjadi salah satu unit produksi terbesar di bawah naungan PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik ini memiliki kapasitas produksi mencapai 15 juta ton semen per tahun dan memainkan peran penting dalam suplai semen nasional dan ekspor. Lokasi pabrik yang dekat pelabuhan juga memungkinkan



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

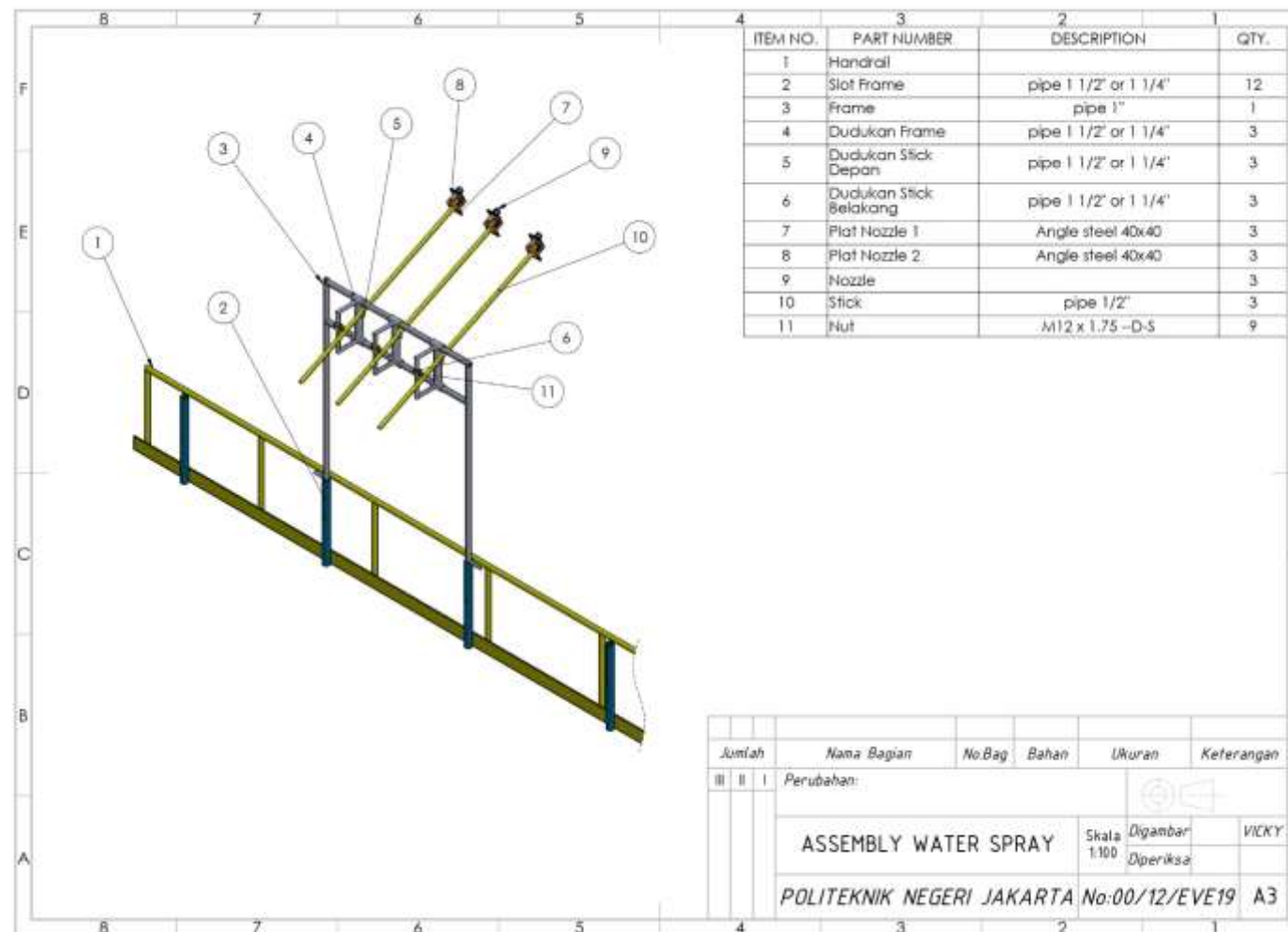
efisiensi tinggi dalam distribusi bahan baku dan produk jadi. Untuk mendukung penguatan pasar ekspor, pada tahun 2022 PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. bersama SIG dan mitra strategis *Taiheiyo Cement Corporation* membangun terminal pelabuhan baru di area pabrik Tuban. Terminal ini mampu melayani kapal hingga 50.000 DWT, dengan infrastruktur yang mencakup *jetty*, *blending silo*, *clinker silo*, dan semen silo dalam skala besar.

Selain terminal, dibangun pula sistem *tube conveyor* otomatis untuk memindahkan semen langsung dari silo ke kapal. Teknologi pengisian menggunakan *ship loader* tipe *screw* dengan kapasitas hingga 1.000 ton per jam. Semua sistem ini mendukung target ekspor semen jenis khusus seperti tipe V ke berbagai negara, termasuk Amerika Serikat. Pabrik Tuban tidak hanya berperan sebagai pusat produksi domestik, tetapi juga sebagai basis ekspor strategis dari jaringan pabrik milik SIG.

Pabrik Tuban juga merupakan contoh nyata komitmen perusahaan terhadap prinsip keberlanjutan. Inisiatif ramah lingkungan mencakup efisiensi energi dan air, penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah industri, serta program pengurangan emisi karbon. Pada 2023, Pabrik Tuban berhasil mengurangi emisi karbon lebih dari 16 ribu ton CO₂e melalui berbagai inovasi proses. Selain itu, sejak tahun 2013, pabrik ini bekerja sama dengan lembaga penelitian dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati di kawasan sekitar pabrik, dengan menjaga lebih dari 100 hektar area sebagai zona hijau konservasi.

Untuk mendukung transisi energi bersih, pada awal 2023 juga dilakukan instalasi solar panel on-grid dengan kapasitas mencapai 7 MWp di area pabrik Tuban. Pembangkit tenaga surya ini digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik operasional, sekaligus sebagai langkah konkret dalam mendukung target dekarbonisasi industri semen nasional. Kombinasi antara kekuatan produksi, infrastruktur pelabuhan modern, adopsi teknologi canggih, dan komitmen terhadap kelestarian lingkungan menjadikan Pabrik Tuban sebagai pilar utama PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. dalam menghadapi tantangan industri masa depan.

LAMPIRAN 2



Cipta milik Politeknik

Hak Cipta :

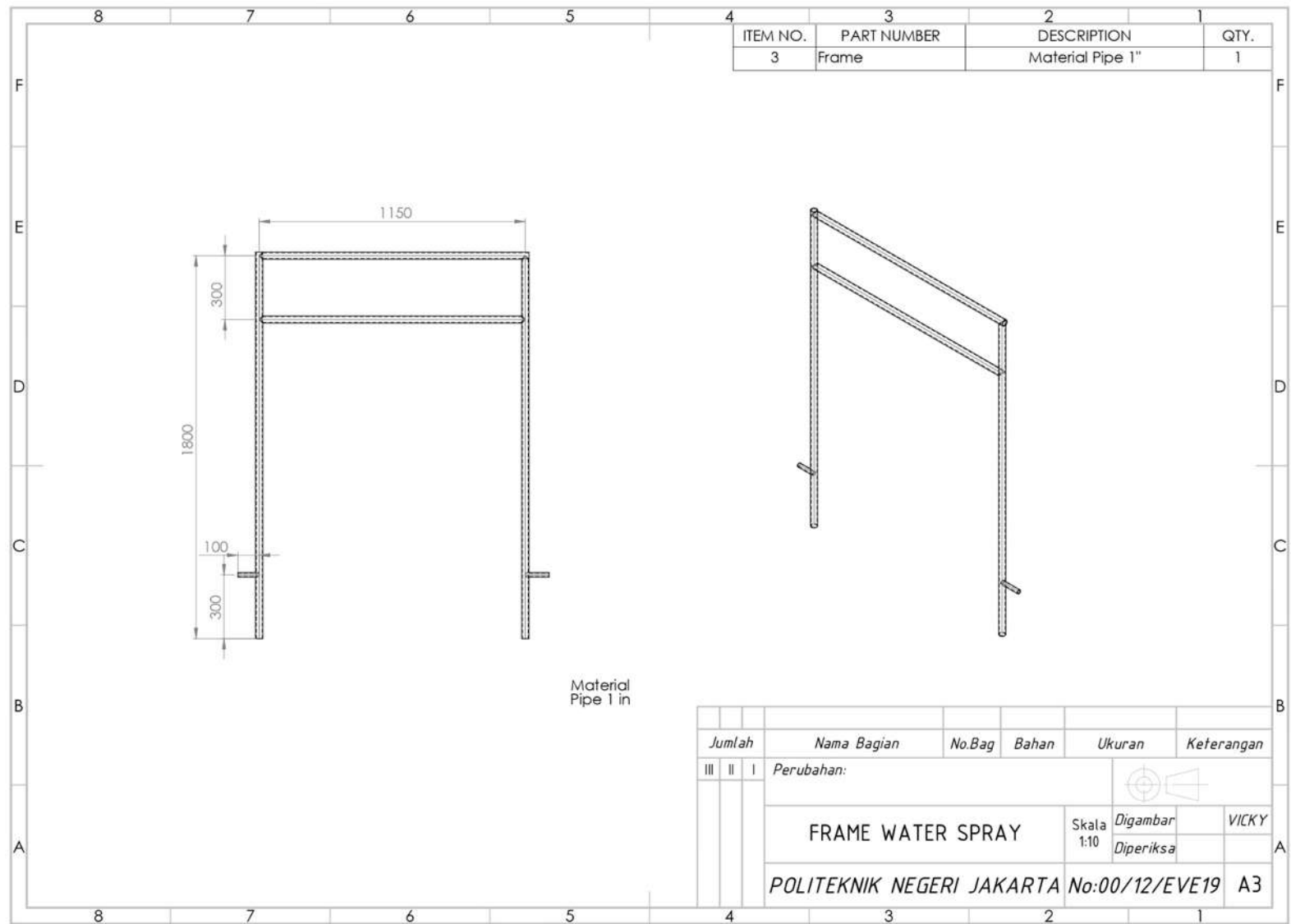
1. Dilarang mengutip sebagai
 - a. Pengutipan hanya untuk
 - b. Pengutipan tidak mer
2. Dilarang mengemukakan tanpa izin Politeknik Ne

k atau tinjauan suatu m

Cipta milik Politeknik

Hak Cipta :

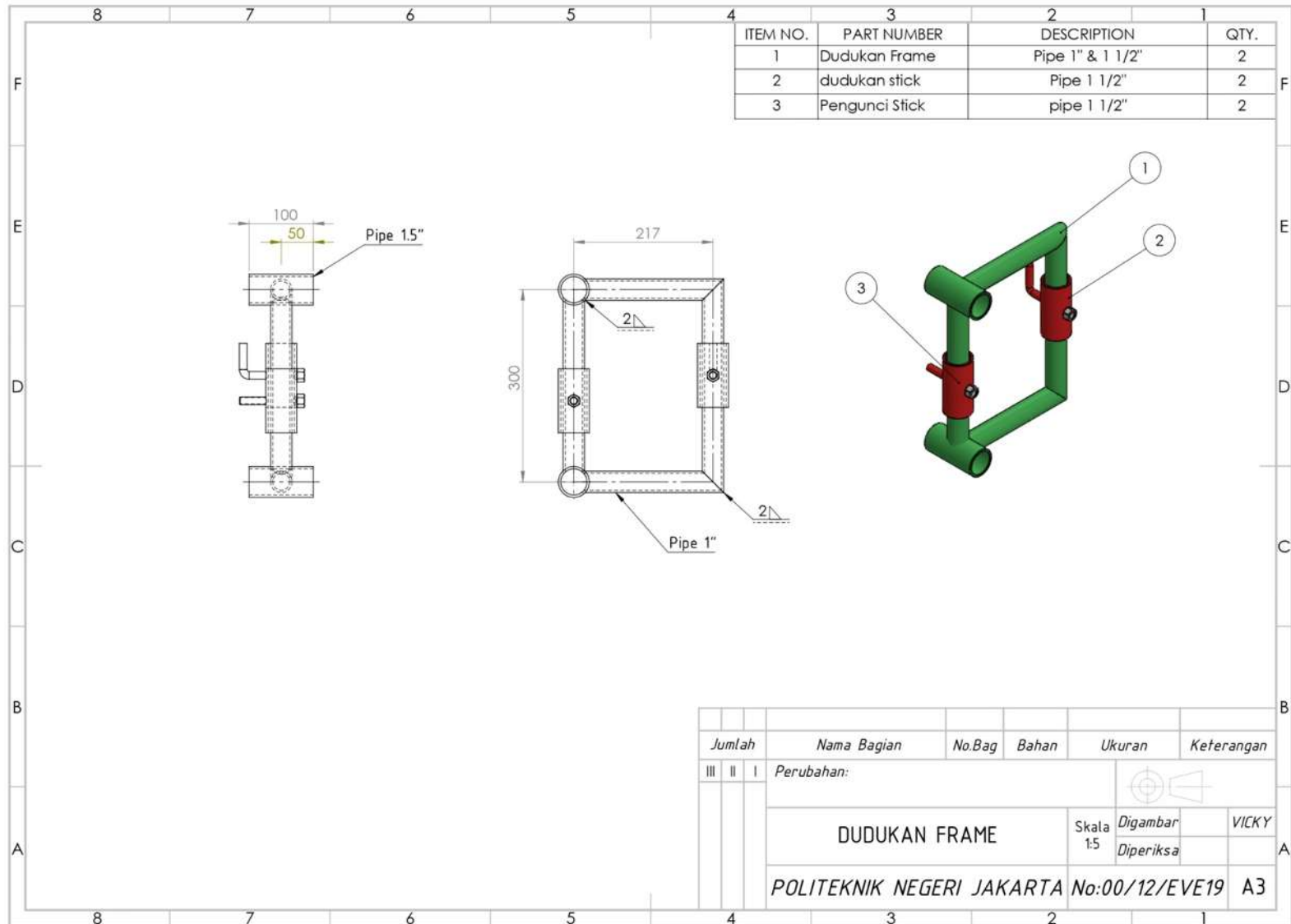
1. Dilarang mengutip
 - a. Pengutipan hanya
 - b. Pengutipan tidak
2. Dilarang mengutip tanpa izin Politeknik

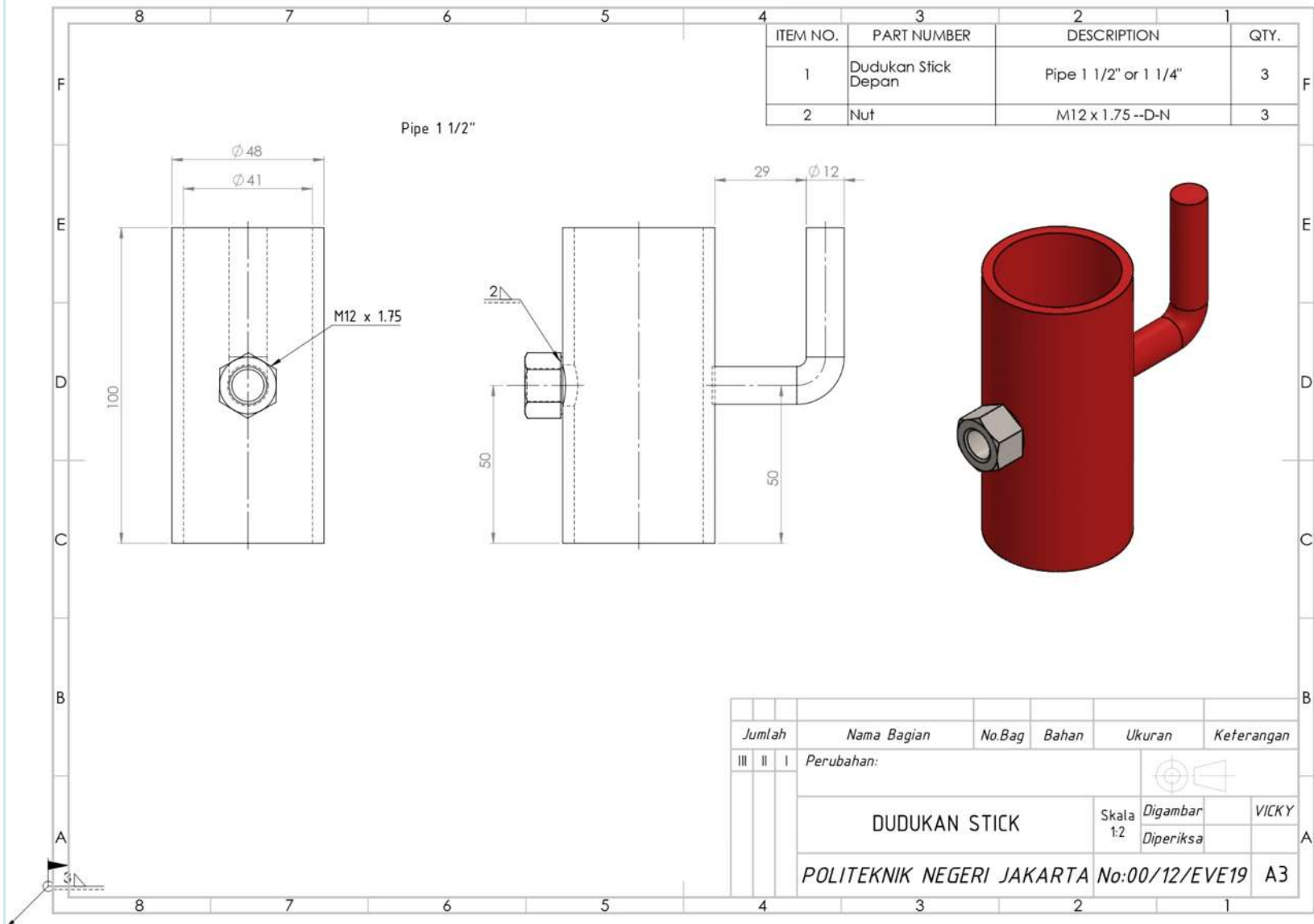


Cipta milik Politeknik

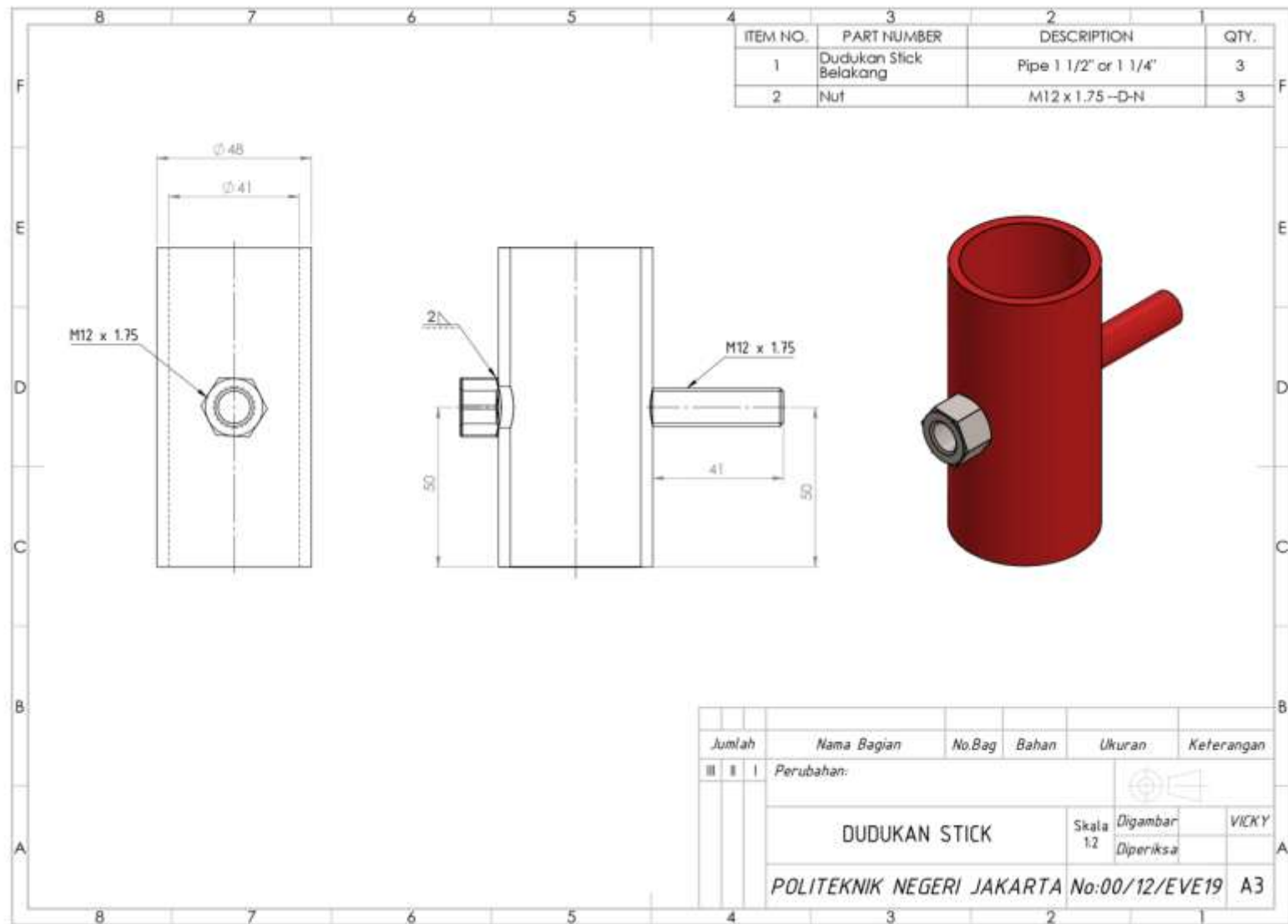
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip
 - a. Pengutipan hanya
 - b. Pengutipan tidak
2. Dilarang mengutip tanpa izin Politeknik





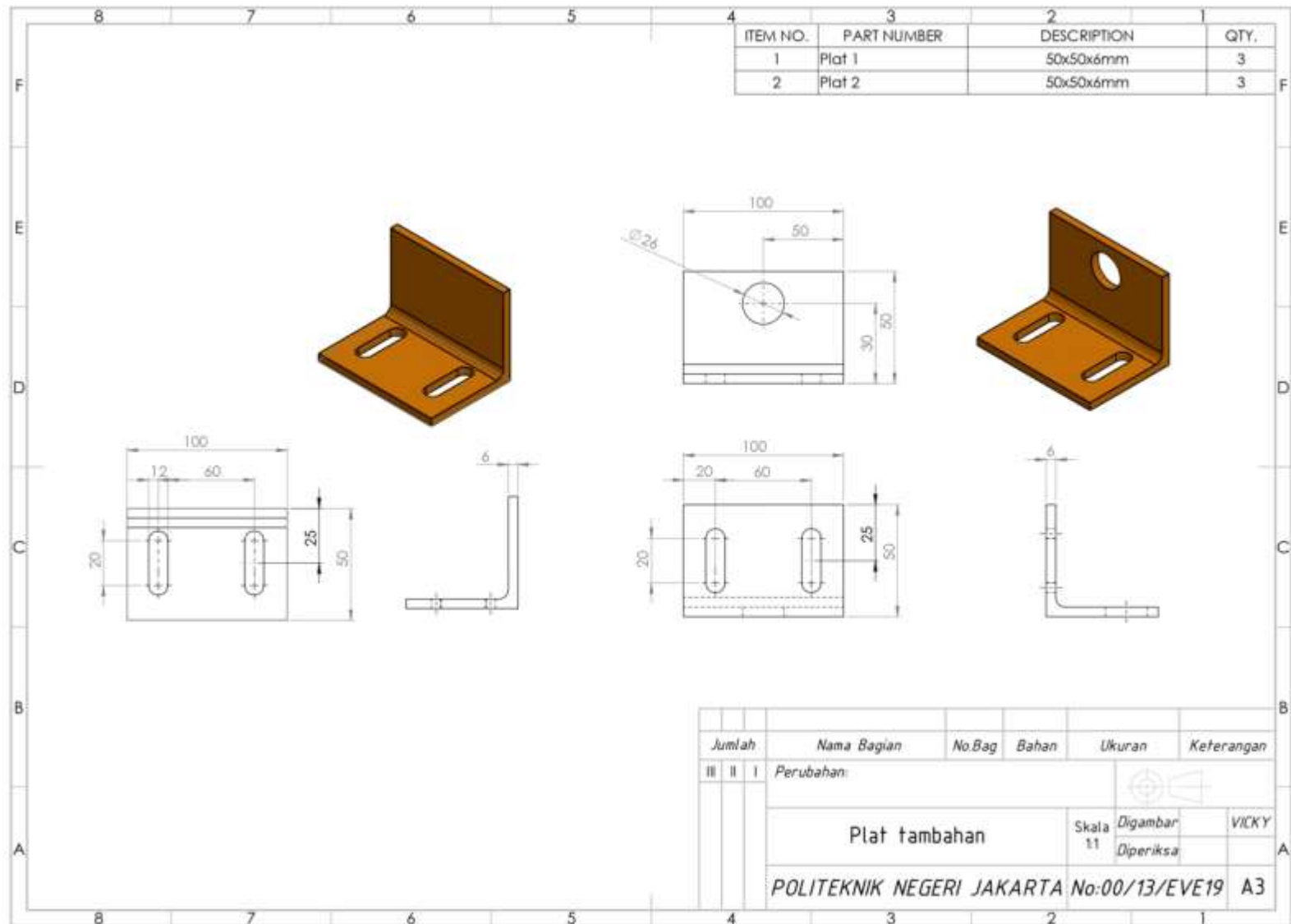
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip
 - a. Pengutipan hanya
 - b. Pengutipan tidak
 2. Dilarang mengutip tanpa izin Politekn

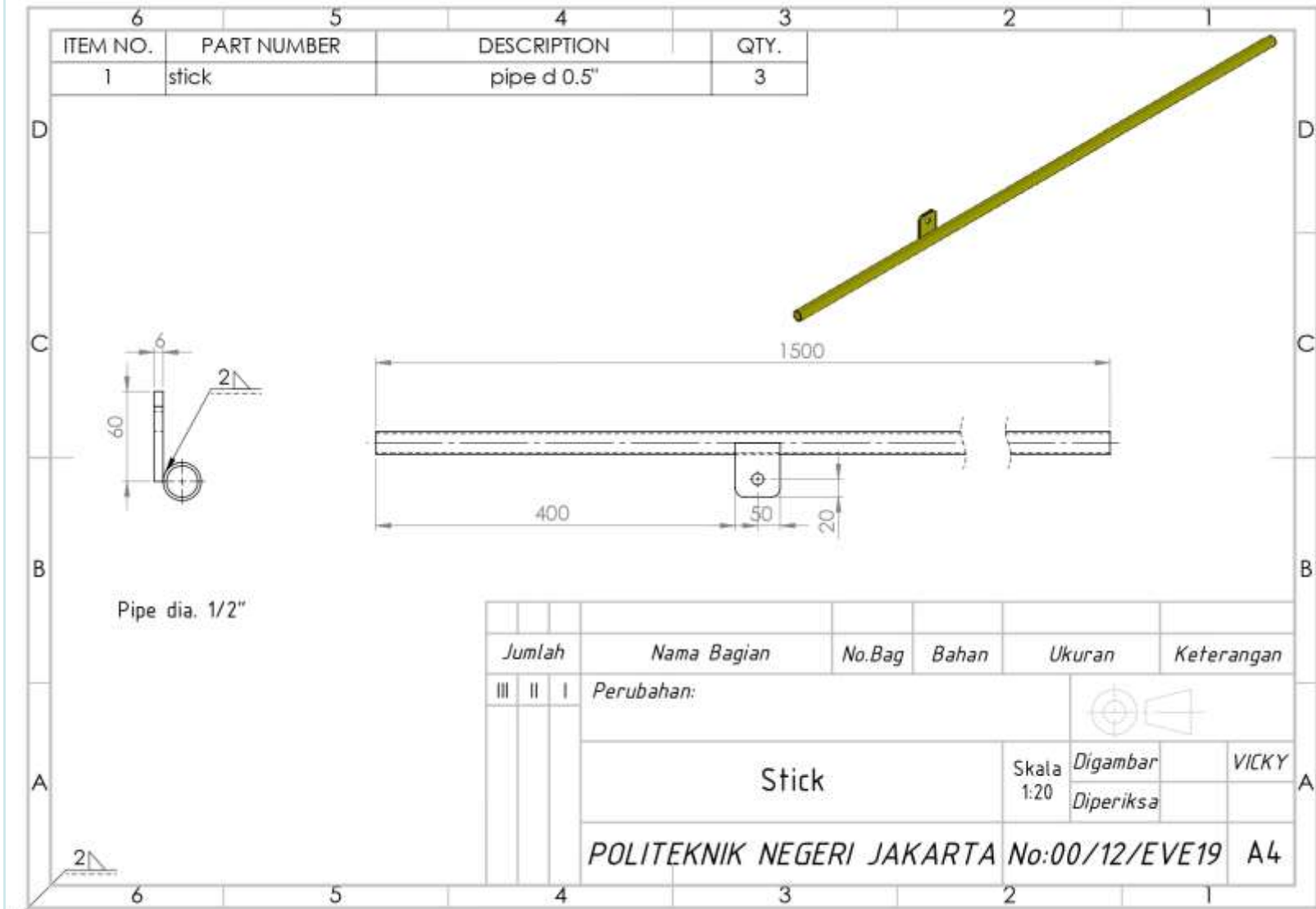


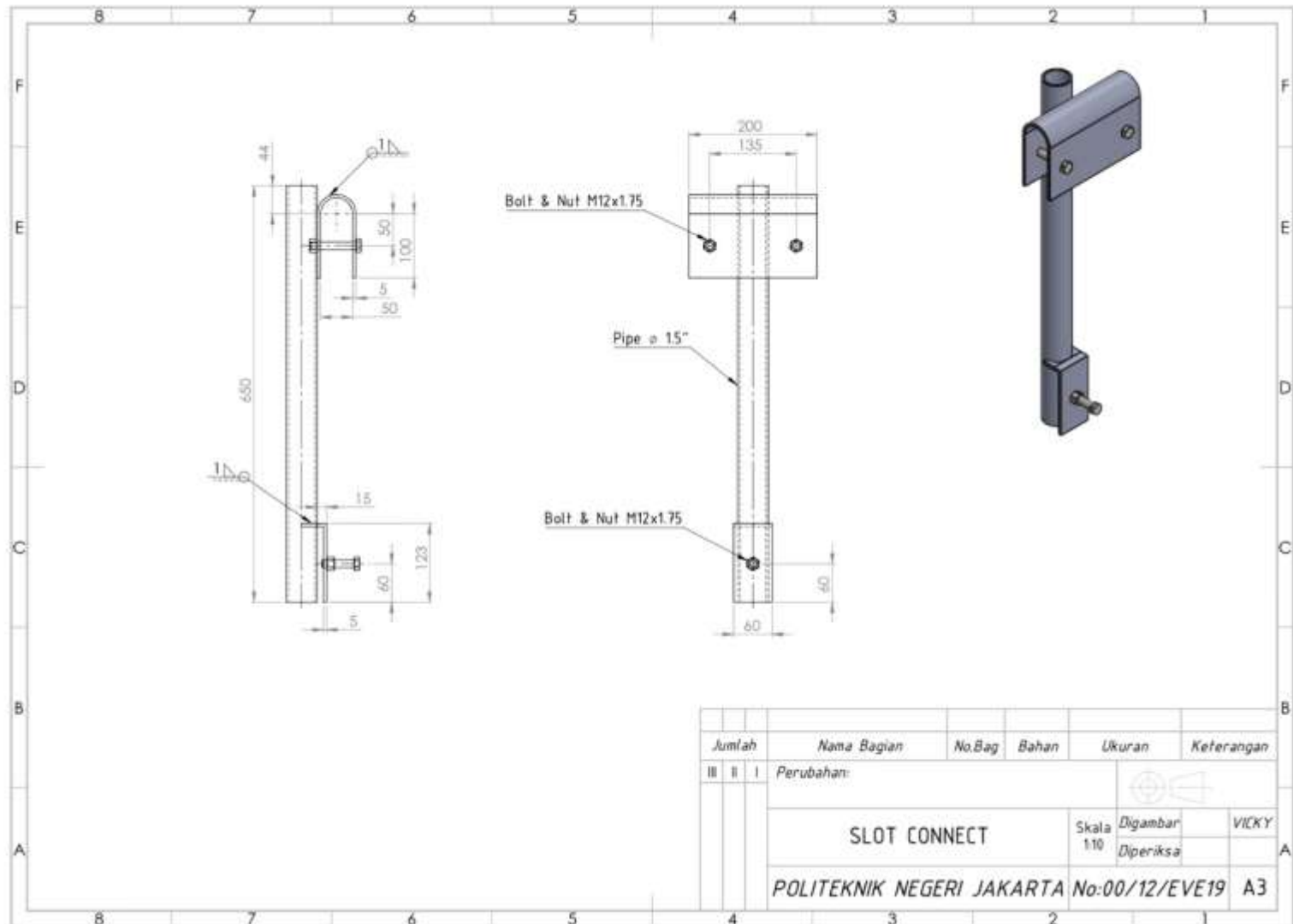
Cipta milik Politeknik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip
 - a. Pengutipan hanya
 - b. Pengutipan tidak
2. Dilarang mengutip tanpa izin Politeknik







LAMPIRAN 3



Cipta milik Politeknik Neg

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sumber :
penulisan kritik atau tinjauan suatu materi
apapun

Cipta milik Politeknik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip
 - a. Pengutipan hanya
 - b. Pengutipan tidak
2. Dilarang mengutip tanpa izin Politeknik



nyebutkan sumber :
lisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu m
am bentuk apapun

POL
NEGLI
JAKARTA



LAMPIRAN

PERSONALIA TUGAS AKHIR



Hak Cipta :

1. Nama Lengkap : Muhammad Vicky Efendi
2. NIM : 2302315044
3. Program Studi : Teknik Mesin
4. PK Semester 1 s/d 5 :
 - P Semester 1 : 3,65
 - P Semester 2 : 3,70
 - P Semester 3 : 3,57
 - P Semester 4 : 3,80
 - P Semester 5 : 3,90
5. Jenis Kelamin : Laki-laki
6. Tempat, Tanggal Lahir : Tuban, 06 Februari 2005
7. Nama Ayah : Rasmuji
8. Nama Ibu : Pasri
9. Alamat : Desa Kedungrejo Dusun Luwuk RT 01/ RW 01
Kerek Kabupaten Tuban
10. Email : vicky.eve19@gmail.com
11. Pendidikan :
 - SD (2011-2017) : MI Salafiyah Kerek
 - SMP (2017-2020) : MTsN 1 Tuban
 - SMA (2020-2023) : SMKN 1 Tuban
12. Pengalaman Project :
 - Guarding mesin bubut menggunakan sistem interlock
 - Toolroom management system
 - Case Study Failure Analysis of Breaker Plate at Hammer Crusher 213-HC 1

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