



© 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
TBK CILACAP PLANT**

**PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9
DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET
GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**HANUGRAH SUKMA PINASTHIKA
NIM: 2302315015**

PROGRAM KERJASAMA

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA
JURUSAN TEKNIK MESIN - PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN
CILACAP TAHUN 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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA
TBK CILACAP PLANT**

**PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9
DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET
GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Rekayasa Industri Semen, Jurusan Teknik Mesin

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

HANUGRAH SUKMA PINASTHIKA

NIM: 2302315015

PROGRAM KERJASAMA

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN - PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

CILACAP TAHUN 2026



Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9
DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET
GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4**

Oleh :

Hanugrah Sukma Pinasthika

NIM. 2302315015

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

Laporan Tugas Akhir Telah Disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T.

NIP. 197111142006041001

Rahmat Pujiyanto

NIK. 62201043

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

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9
DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET
GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4**

Oleh :

Hanugrah Sukma Pinasthika

NIM. 2302315015

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 18 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. NIP. 197111142006041001	Penguji 1		18 Juni 2026
2	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP. 196605191990031002	Penguji 2		18 Juni 2026
3	Taufik Prianto NIK. 62500864	Penguji 3		18 Juni 2026
4	Galih Adi Wibowo NIK. 62501675	Penguji 4		18 Juni 2026

Cilacap, 18 Juni 2026

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si
NIP. 197602252000121002

Manager Program EVE
Gammalia Permata Devi
NIK. 62501176



LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hanugrah Sukma Pinasthika
NIM : 2302315015
Program Studi : Konsentrasi Rekayasa Industri

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan hasil jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Cilacap, 18 Juni 2026



Hanugrah Sukma Pinasthika

NIM. 2302315015

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



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Hanugrah Sukma Pinasthika
NIM : 2302315015
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Konsentrasi Rekayasa Industri
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 Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9 DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif, EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia Tbk 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.

Cilacap, 18 Juni 2026

Yang menyatakan

Hanugrah Sukma Pinasthika

NIM. 2302315015

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

PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9 DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4

Hanugrah Sukma Pinasthika¹, Gun gun Ramdhan Gunadi², Rahmat Pujianto³

¹Teknik Mesin, Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta, hanugrah.eve19@gmail.com

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, gungun.rg@mesin.pnj.ac.id

³Superintendent Mechanical Kiln, PT. Solusi Bangun Indonesia, rachmat.pujianto1@sig.id

ABSTRAK

Grate cooler merupakan peralatan krusial dalam industri semen yang berfungsi untuk mendinginkan klinker secara mendadak demi mempertahankan kualitas fasa mineralnya. Pada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap Plant, terdapat permasalahan berupa kegagalan material berulang (*repetitive failure*) akibat beban termal berlebih (*overheat*) pada komponen grate plate Row 37, 39, dan 41 di dalam kompartemen 4. Masalah ini diidentifikasi sebagai dampak dari tidak seragamnya distribusi udara pendingin yang disuplai oleh sistem single inlet ducting eksisting. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang modifikasi geometri saluran (*ducting*) luar dari *Cooling Fan 472-FA9* guna meminimalkan kerugian tekanan (*pressure drop*) sistem serta mengoptimalkan distribusi suplai udara pendingin. Metodologi penelitian yang digunakan meliputi pemodelan tiga dimensi dan simulasi numerik berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Flow Simulation 2020* dengan mengevaluasi tiga variasi konfigurasi desain geometri saluran. Setelah dilakukannya analisis dan simulasi perancangan duct ini dapat mengurangi terjadinya *repetitive failure* yang terjadi pada *grate plate* kompartemen 4 sisi utara, sehingga dapat mengurangi biaya *maintenance*.

Kata Kunci: *Grate Cooler, Ducting, CFD, Flow Rate*



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

DESIGN OF DUCTING COOLING FAN 472-FA9 AND ADDITION OF GUIDE VANE ON INLET GRATE COOLER COMPARTMENT 4

Hanugrah Sukma Pinasthika¹, Gun Gun Ramdhan Gunadi², Rahmat Pujiyanto³

¹Mechanical Engineering, Industry Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, hanugrah.evel9@gmail.com

²Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, gungun.rg@mesin.pnj.ac.id

³Mechanical Kiln Superintendent, PT. Solusi Bangun Indonesia, rachmmat.pujiyanto1@sig.id

ABSTRACT

Grate cooler is a crucial equipment in the cement industry that functions to cool clinker suddenly in order to maintain the quality of its mineral phase. At PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap Plant, there is a problem in the form of repetitive material failure due to overheating in the grate plate components of Row 37, 39, and 41 in compartment 4. This problem was identified as a result of the non-uniform distribution of cooling air supplied by the existing single inlet ducting system. This Final Project aims to design a modification of the external ducting geometry of the Cooling Fan 472-FA9 to minimize the pressure drop of the system and optimize the distribution of the cooling air supply. The research methodology used includes three-dimensional modeling and numerical simulation based on Computational Fluid Dynamics (CFD) using SolidWorks Flow Simulation 2020 software by evaluating three variations of channel geometry design configurations. After the analysis and simulation of this duct design, it can reduce the occurrence of repetitive failures that occur on the grate plate of compartment 4 on the north side, so that it can reduce maintenance costs.

Keywords: Grate Cooler, Ducting, CFD, Flow Rate



KATA PENGANTAR

Menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Puji Syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN DUCTING COOLING FAN 472-FA9 DAN PENAMBAHAN GUIDE VANE PADA INLET GRATE COOLER KOMPARTEMEN 4”. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi tugas akhir sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Diploma III Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk, Program Studi Konsentrasi Rekayasa Industri Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal tugas akhir ini tidak selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi pada saat mengerjakan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Rahmat Pujianto pembimbing lapangan yang telah membagikan ilmunya dan selalu memberikan arahan dalam pembuatan laporan TA.
4. Karyawan *technician* dan *Engineer Mechanical Kiln* yang ikut turun ke lapangan membantu pekerjaan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
6. Ibu Gammalia Permana Devi selaku Manager Program EVE (Enterprise based Vocational Education).
7. EVE Team dan EVE Attendant yang memfasilitasi dari awal mula perkuliahan hingga penyelesaian proposal tugas akhir ini.
8. Seluruh rekan-rekan EVE Cilacap yang turut andil dalam memberikan ide dalam pembuatan laporan TA.

Penulis menyadari bahwa proposal Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis untuk memperbaiki laporan proposal Tugas Akhir ini.

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



Semoga laporan ini dapat berguna kedepannya untuk pembaca dan dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran.

Cilacap, 18 Juni 2026
Yang menyatakan

Hanugrah Sukma Pinasthika
NIM. 2302315015



Hak Cipta :

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



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah Tugas Akhir	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Lokasi Tugas Akhir	4
1.6 Manfaat Penelitian Tugas Akhir.....	4
1.6.1 Bagi Mahasiswa.....	4
1.6.2 Bagi Politeknik Negeri Jakarta.....	4
1.6.3 Bagi PT Solusi Bangun Indonesia Tbk	5
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	5
1.7.1 BAB 1 Pendahuluan.....	5
1.7.2 BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
1.7.3 BAB III Metodologi	5
1.7.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan	5
1.7.5 BAB V Kesimpulan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Klinker	6
2.2 Grate Cooler	7
2.3 Konstruksi Grate Cooler	8

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

2.3.1 General Arrangement Grate Cooler	8
2.3.2 Konstruksi Row Grate Cooler	9
2.4 Komponen Mekanisme Grate Cooler	9
2.4.1 Hydraulic Drive	9
2.4.2 Girder Drive.....	10
2.4.3 Long Beam	10
2.4.4 Support Grate	11
2.4.5 Grate Plate.....	11
2.5 Centrifugal Blower Fan (Fan Cooler)	12
2.6 Komponen Centrifugal Blower Fan (Fan Cooler)	13
2.6.1 Inlet Flange	13
2.6.2 Impeller	14
2.6.3 Housing / Casing	15
2.6.4 Motor Drive / Electric Motor	15
2.6.5 Bearing	16
2.6.6 Shaft	16
2.6.7 Coupling.....	17
2.6.8 Damper.....	17
2.7 Damper	18
2.7.1 Butterfly Damper	18
2.7.2 Louvre Damper	19
2.7.3 Slide Gate Damper.....	20
2.8 Ducting.....	21
2.8.1 Duct Velocity System	22
2.8.2 Bentuk Ducting.....	22
2.9 Dasar Teori Pressure Drop pada Sistem Ducting.....	23
2.9.1 Prinsip Bernoulli	24
2.9.2 Hubungan Kecepatan Aliran dan <i>Flow Rate</i>	24
2.9.3 Diameter Hidrolik Rectangular Duct.....	25
2.9.4 Bilangan Reynolds.....	25
2.9.5 Pressure Drop Akibat Gesekan (<i>Major Loss</i>)	27
2.9.6 Pressure Drop Akibat Fitting (<i>Minor Loss</i>).....	28
2.9.7 Total Pressure Drop.....	28
2.9.8 Hubungan Flow Rate terhadap Pressure Drop.....	28
2.10 Spesifikasi Fan 472-FA9	29



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

2.11 Computational Fluid Dynamics (CFD).....	30
2.12 Solidworks Flow Simulation	31
2.12.1 Jenis Analisis pada SolidWorks Flow Simulation.....	31
2.13 Perancangan	32
2.13.1 Definisi Perancangan	32
2.13.2 Kriteria Perancangan	33
2.13.3 Standar Dalam Perancangan	33
BAB III METODOLOGI	35
3.1 Diagram Alir	35
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	36
3.2.1 Mulai	36
3.2.2 Identifikasi Masalah	36
3.2.3 Studi Pustaka.....	36
3.2.4 Pengumpulan Data.....	36
3.2.5 Pemilihan Konsep Desain yang Sesuai.....	36
3.2.6 Perancangan Desain dan Simulasi.....	37
3.2.7 Analisis dan Evaluasi Hasil.....	37
3.2.8 Selesai	37
3.3 Jadwal Kegiatan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	38
4.1 Identifikasi Masalah pada Kompartemen 4.....	38
4.1.1 Data Laporan pada <i>Grate Cooler</i> Kompartemen 4.....	38
4.1.2 Desain Duct Existing.....	39
4.2 Target Tugas Akhir	41
4.2.1 Distribusi Laju Aliran Lebih Merata.....	41
4.2.2 Mengurangi Terjadinya Repetitive Failure pada <i>Grate Plate</i>	41
4.3 Kebutuhan User	42
4.4 Pengukuran Flow Aktual	42
4.5 Perhitungan Volume Flow Rate yang Dibutuhkan di Kompartemen 4	44
4.6 Data Operasional Fan 472-FA9	45
4.7 Perhitungan Inlet Volume Flow Rate yang Masuk ke Kompartemen 4	47
4.8 Parameter yang Digunakan untuk Simulasi	48
4.8.1 <i>Parameter Simulation</i>	48
4.8.2 <i>Initial Conditions</i>	48
4.8.3 <i>Fluids Properties</i>	49



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

4.8.4 Boundary Conditions	49
4.9 Desain yang Direncanakan	49
4.9.1 Desain Pertama	50
4.9.2 Desain Kedua.....	52
4.9.3 Desain Ketiga.....	53
4.9.4 Penentuan Desain Ducting	55
4.10 Simulasi Kompartemen 4 <i>Grate Cooler</i>	56
4.10.1 Simulasi Desain Existing	56
4.10.2 Simulasi Desain Modifikasi Percabangan.....	58
4.10.3 Simulasi Penambahan Guide Vane dalam Kompartemen 4.....	60
4.11 Estimasi Biaya Tugas Akhir	62
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	67
LAMPIRAN II.....	68

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Lokasi Tugas Akhir.....	4
Gambar 2.1 Klinker.....	6
Gambar 2.2 Diagram pembentukan senyawa klinker terhadap temperatur [2]	7
Gambar 2.3 Grate Cooler	8
Gambar 2.4 General Arrangement Grate Cooler	8
Gambar 2.5 Konstruksi Row Grate Cooler.....	9
Gambar 2.6 Hydraulic Drive.....	10
Gambar 2.7 Girder Drive	10
Gambar 2.8 Long Beam	11
Gambar 2.9 Support Grate	11
Gambar 2.10 Grate Plate	12
Gambar 2.11 Fan Cooler	13
Gambar 2.12 Komponen Centrifugal Blower Fan	13
Gambar 2.13 Inlet Flange	14
Gambar 2.14 Impeller	15
Gambar 2.15 Motor Drive.....	16
Gambar 2.16 Bearing	16
Gambar 2.17 Shaft	17
Gambar 2.18 Coupling	17
Gambar 2.19 Damper	18
Gambar 2.20 Butterfly Damper [7].....	19
Gambar 2.21 (a) Louvre Damper, (b) Dua Tipe Louvre Damper.....	20
Gambar 2.22 Slide Gate Damper	21
Gambar 2.23 Ducting	21
Gambar 2.24 Bentuk Ducting	23
Gambar 2.25 Diameter Hidrolik untuk Duct Persegi.....	25
Gambar 2.26 Visualisasi Aliran Laminar [12].....	26
Gambar 2.27 Visualisasi Aliran Transisi [12].....	27
Gambar 2.28 Visualisasi Aliran Turbulen	27
Gambar 2.29 Spesifikasi Fan 472-FA9	30
Gambar 2.30 Satuan Internasional	34
Gambar 3.1 Diagram Alir	35
Gambar 4.1 Notifikasi Fall Through Kompartemen 4	38
Gambar 4.2 Fall Through Kompartemen 4	39
Gambar 4.3 Desain Duct Existing.....	40
Gambar 4.4 Simulasi Duct Existing.....	40
Gambar 4.5 Target Tugas Akhir	41
Gambar 4.6 Pengukuran Prandtl Tube	43
Gambar 4.7 Data Operasional 472-FA9.....	45
Gambar 4.8 Desain Pertama (a) Isometric View (b) Top View.....	50
Gambar 4.9 Cut Plot Contour Simulasi (a) Pressure (b) Velocity	51
Gambar 4.10 Desain Kedua (a) Isometric View (b) Top View	52
Gambar 4.11 Cut Plot Contour Simulasi (a) Pressure (b) Velocity	53
Gambar 4.12 Desain Ketiga (a) Isometric View (b) Top View	53
Gambar 4.13 Cut Plot Contour Simulasi Desain Ketiga Outlet 1 (a) Pressure (b) Velocity.....	55



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

Gambar 4.14 Cut Plot Contour Simulasi Desain Ketiga Outlet 2 (a) Pressure (b) Velocity.....	55
Gambar 4.15 Simulasi Distribusi Udara antar Row pada Kompartemen 4	57
Gambar 4.16 Simulasi Distribusi Udara bagian Utara & Selatan pada Kompartemen 4	58
Gambar 4.17 Simulasi Distribusi Udara antar Row Setelah Dimodifikasi.....	59
Gambar 4.18 Simulasi Penambahan Guide Vane pada Kompartemen 4.....	60
Gambar 4.19 Cut Plot Contour Velocity.....	61
Gambar 4.20 Flow Trajectories Velocity.....	62





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ketebalan Grate Plate.....	39
Tabel 4.2 Pengukuran Flow Aktual	43
Tabel 4.3 Data Operasional 472-FA9	46
Tabel 4.4 Parameter Simulation	48
Tabel 4.5 Initial Conditions	48
Tabel 4.6 Fluids Properties	49
Tabel 4.7 Boundary Conditions	49
Tabel 4.8 Hasil Simulasi (Goals) Desain Pertama	51
Tabel 4.9 Hasil Simulasi (Goals) Desain Kedua.....	52
Tabel 4.10 Hasil Simulasi (Goals) Desain Ketiga	54
Tabel 4.11 Perbandingan Pressure Loss dan Volume Flow Rate	56
Tabel 4.12 Hasil Simulasi pada Kompartemen 4.....	57
Tabel 4.13 Hasil Simulasi pada Kompartemen 4.....	58
Tabel 4.14 Hasil Simulasi antar Row Setelah Dicabang.....	59
Tabel 4.15 Hasil Simulasi Penambahan Guide Vane.....	61
Tabel 4.16 Estimasi Kebutuhan dan Harga Tugas Akhir.....	62
Tabel 4.17 Total Biaya Manpower.....	63

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Solusi Bangun Indonesia (Persero) Tbk. merupakan salah satu perusahaan produsen semen terbesar di Indonesia dengan kapasitas produksi mencapai sekitar 15 juta ton semen per tahun. Dalam proses produksinya, industri semen melibatkan sejumlah proses penting, dimulai dari penambangan bahan baku (*raw material*), proses prehomogenisasi, penghancuran dan penggilingan raw material, pembakaran raw meal, pendinginan klinker, hingga proses penggilingan akhir untuk menghasilkan produk semen jadi. Setiap proses tersebut memiliki peranan penting dalam menentukan kualitas produk, efisiensi energi, serta keandalan operasi secara keseluruhan.

Proses pembakaran material diawali di preheater sebagai tempat pemanasan awal, kemudian dilanjutkan pembakaran di *rotary kiln* pada temperatur tinggi untuk membentuk material klinker. Klinker merupakan material setengah jadi pada proses produksi semen yang terbentuk pada suhu sekitar $\pm 1450^{\circ}\text{C}$. Setelah keluar dari *rotary kiln*, klinker memiliki temperatur yang sangat tinggi sehingga temperaturnya harus segera diturunkan. Proses penurunan suhu pada klinker bertujuan untuk menjaga kualitas klinker serta melindungi peralatan pada proses lanjutan.

Grate cooler berperan sebagai alat utama dalam proses penurunan suhu klinker dengan mengalirkan udara yang berasal dari *fan cooler* dan keluar melalui celah dari bawah *grate plate*. Selain menurunkan temperatur klinker secara cepat dan stabil, *grate cooler* juga berfungsi sebagai media transportasi material klinker. Namun, kinerja *grate cooler* sangat dipengaruhi oleh distribusi material di atas *grate plate* serta distribusi aliran udara pendingin. Apabila distribusi material maupun udara tidak optimal, maka dapat terjadi peningkatan temperatur lokal (*red spot*) atau *overheating* yang terjadi pada *grate plate*.

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

Fenomena *overheating* pada *grate plate* dapat menimbulkan berbagai permasalahan operasional, seperti keausan dini, deformasi, hingga kerusakan struktural pada *grate plate* maupun komponen lain yang tidak dirancang untuk menahan paparan panas tinggi secara terus-menerus. Dalam kondisi yang lebih parah, *grate plate* dapat terlepas dari posisinya sehingga meningkatkan risiko terjadinya *fall through* klinker yang artinya terdapat material klinker yang jatuh ke bawah *grate plate*, sehingga material klinker tidak didinginkan secara efisien. Dampak lanjutan dari kondisi tersebut antara lain terjadinya *repetitive failure* yang terjadi pada *grate plate*, serta potensi gangguan kontinuitas produksi.

Dalam pengoperasiannya, *grate cooler* terdiri dari 9 kompartemen yang masing-masing memiliki karakteristik distribusi udara dan beban termal yang berbeda. Pada unit *grate cooler* di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap Plant, ditemukan permasalahan pada *grate plate* di kompartemen 4 sisi utara. Kondisi ini menyebabkan *grate plate* pada area tersebut mengalami kerusakan dan keausan yang lebih cepat dibandingkan sisi selatan. Berdasarkan evaluasi awal, permasalahan ini diduga disebabkan oleh ketidakmerataan distribusi laju aliran udara pendingin di dalam kompartemen 4, di mana sisi utara khususnya pada row *grate plate* 39 dan 41 menerima pasokan udara pendingin yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan row 37 yang berada lebih dekat dengan titik masuk ducting. Ketimpangan laju aliran udara antara sisi utara dan sisi selatan kompartemen ini menyebabkan pendinginan yang tidak merata pada permukaan *grate plate*, sehingga area yang kekurangan pasokan udara mengalami paparan termal berlebih dalam jangka waktu yang berkepanjangan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diajukan solusi berupa melakukan percabangan saluran menjadi dua jalur aliran pada ducting *fan cooler* 472-FA9 , sehingga udara pendingin dapat didistribusikan secara lebih merata ke seluruh area kompartemen 4. Dengan konfigurasi percabangan ini, diharapkan laju aliran udara yang sebelumnya terkonsentrasi pada row 37 dapat terbagi secara proporsional menuju row

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

39 dan 41 di sisi utara kompartemen. Namun demikian, penerapan solusi ini memerlukan kajian teknis yang komprehensif agar modifikasi ducting yang diusulkan benar-benar efektif dalam menyeimbangkan distribusi laju aliran udara, tidak menimbulkan dampak negatif pada kompartemen lain, serta tetap berada dalam batas desain dan kemampuan peralatan yang ada.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif dalam meningkatkan pemerataan distribusi udara pendingin, memperpanjang umur operasional grate plate, serta mendukung efisiensi dan keberlanjutan proses produksi semen di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap Plant.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memodifikasi percabangan *ducting fan* 472-FA9 agar dapat meratakan distribusi laju aliran udara pada row 37, 39, dan 41 di kompartemen 4?
2. Bagaimana cara merekayasa penempatan pengarah aliran (*guide vane*) di dalam kompartemen 4 agar laju aliran udara dapat terdistribusi secara terarah menuju sisi utara?

1.3 Batasan Masalah Tugas Akhir

Agar pembahasan dalam tugas akhir ini tidak melebar, maka penulisan laporan tugas akhir ini dibatasi dalam ruang lingkup perancangan duct cooling fan 472-FA9 menjadi 2 jalur inlet dan penambahan *guide vane* sebagai pengarah aliran udara.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

1.4.1 Tujuan Umum

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma III Jurusan Teknik Mesin Program Studi Rekayasa Industri Semen Politeknik Negeri Jakarta.

1.4.2 Tujuan Khusus



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

materi perkuliahan kedalam tugas akhir ini sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan hasil yang nyata sesuai teori yang telah diberikan.

1.6.3 Bagi PT Solusi Bangun Indonesia Tbk

Terpecahkannya masalah yang terjadi pada equipment dengan ditemukannya root cause dan dilakukannya modifikasi sebuah alat dari ide perbaikan.

1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

1.7.1 BAB 1 Pendahuluan

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, garis besar metode penyelesaian, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan penelitian

1.7.2 BAB II Tinjauan Pustaka

Memaparkan rangkuman kritis atau pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam penelitian.

1.7.3 BAB III Metodologi

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis rancang bangun.

1.7.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi data penunjang latar belakang, analisa masalah, identifikasi kebutuhan konsumen, desain yang akan dibuat, rencana pembuatan, dan waktu pembuatan.

1.7.5 BAB V Kesimpulan

Pokok bahasan yang disarikan dari hasil analisis berupa kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam penelitian. Serta bisa pula berisi saran yang berkaitan dengan penelitian.

Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan pada Tugas Akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data riwayat pemeliharaan lapangan dan hasil simulasi pada kondisi eksisting, distribusi udara pendingin di dalam Kompartemen 4 memang terlihat belum merata. Aliran udara cenderung menumpuk pada barisan pelat (*row*) yang posisinya paling dekat dengan lubang *inlet*, sehingga udara kurang tersebar dengan baik ke barisan pelat lainnya. Selain itu, suplai udara antara sisi utara dan selatan kompartemen juga belum seimbang, di mana area sisi utara mendapatkan pasokan udara yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan area sisi selatan.
2. Modifikasi ducting dilakukan dengan menerapkan sistem percabangan menjadi dua outlet serta penambahan guide vane pada area elbow untuk membantu mengarahkan aliran udara dan mengurangi kehilangan tekanan pada sistem.
3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain ducting hasil modifikasi mampu menghasilkan distribusi aliran udara yang lebih baik dibandingkan desain existing. Berdasarkan perbandingan beberapa alternatif desain, Desain 2 dipilih sebagai desain terbaik karena memiliki nilai pressure loss yang paling rendah sebesar 82 Pa pada *outlet 1* dan 105 Pa pada *outlet 2*, serta masih mampu menghasilkan distribusi volume flow rate yang baik pada masing-masing outlet.
4. Penambahan *guide vane* di dalam kompartemen 4 memberikan pengaruh terhadap arah aliran udara yang masuk. Berdasarkan hasil visualisasi *velocity contour* dan *flow trajectories*, sebagian aliran udara dapat diarahkan menuju sisi utara kompartemen sehingga distribusi aliran udara antara sisi utara dan sisi selatan menjadi lebih seimbang dibandingkan kondisi sebelum penambahan guide vane.

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

5. Secara keseluruhan, modifikasi *ducting* dan penambahan *guide vane* mampu meningkatkan pemerataan distribusi aliran udara pendingin pada kompartemen 4. Dengan distribusi aliran udara yang lebih merata, potensi terjadinya perbedaan kondisi operasi antar area grate plate dapat dikurangi sehingga diharapkan dapat membantu mengurangi risiko terjadinya *repetitive failure* pada grate plate sisi utara kompartemen 4.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji variasi bentuk, ukuran, dan posisi *guide vane* guna memperoleh distribusi aliran udara yang lebih merata dibandingkan hasil penelitian ini.
2. Setelah desain direalisasikan di lapangan, perlu dilakukan pengujian aktual menggunakan pengukuran flow rate dan temperatur pada kompartemen 4 untuk memverifikasi kesesuaian hasil simulasi dengan kondisi operasional sebenarnya.
3. Pengaturan damper pada masing-masing cabang *ducting* perlu dilakukan secara bertahap selama *commissioning* guna memperoleh distribusi udara yang paling optimal sesuai kebutuhan proses pendinginan klinker.
4. Monitoring parameter operasi fan 472-FA9 perlu dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi efektivitas modifikasi *ducting*.
5. Perlu dilakukan pengecekan ketebalan (*thickness*) *grate plate* pada kompartemen 4 saat pelaksanaan *short shutdown* maupun *overhaul*, yang bertujuan untuk memantau laju keausan *grate plate*.



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. F. W. Taylor, "Cement Chemistry 2nd Edition".
- [2] P. C. Hewlett and M. Liska, *Lea's Chemistry of Cement and Concrete 5th Edition*.
- [3] K. Anwar, "ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA GRATE COOLER INDUSTRI SEMEN".
- [4] FLSmidth, "General Arrangement, Field Erection & Assembly Drawings."
- [5] HOLDERBANK, "Cement Seminar Process Technology - Clinker Coolers."
- [6] Z. Rizqianti and E. Permata, "ANALISIS PENGASUTAN MOTOR JENIS VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) DAN SOFT STARTER PADA FAN COOLER SISTEM DI PT. CEMINDO GEMILANG TBK BAYAH," vol. 1, no. 2, 2022.
- [7] BÉLA G. LIPTÁK, *Instrument Engineers Handbook, Volume 2 Process Control and Optimization, Fourth Edition (Volume 2)*. 2006.
- [8] F. A. Kurniawan and A. Supriyatno, "Rancang Bangun Additional Bag Filter pada Bin Fine Coal Precalciner 452-3B1," pp. 149–158, 2022.
- [9] ASHRAE, *ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS - 2021*.
- [10] A. Fathudin, A. Ulfa FA, and D. Adiantoro, "ANALISA DESAIN DUCTING SALURAN OUTPUT BY-PASS PADA BLOWER EXHAUST FAN EF 08 / 09 FASILITAS RADIOMETALURGI".
- [11] B. R. Munson, D. F. Young, T. H. Okiishi, and W. W. Huebsch, "Fundamentals of Fluid Mechanics, 6th Edition." 2009.
- [12] E. J. Shaughnessy, I. M. Katz, and J.P. Schaffer, *Introduction To Fluid Mechanics*. 2013.
- [13] H K Versteeg and W. Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics*, vol. Second Edi. 2007.
- [14] O. John and E. Matsson, *An Introduction to SOLIDWORKS Flow Simulation 2020*. SDC Publications, 2020.
- [15] "SAP LOGON," *PT Solusi Bangun Indonesia Tbk*.
- [16] "TECHNICAL INFORMATION SYSTEM SBI," *PT Solusi Bangun Indonesia Tbk*.
- [17] S. Walunj, S. Shirsath, A. Biradar, A. Salvi, and M. Deore, "STUDY AND ANALYSIS OF AIR FLOW THROUGH DUCT," vol. 8, no. 10, pp. 69–83, 2021.



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Personalia Tugas Akhir

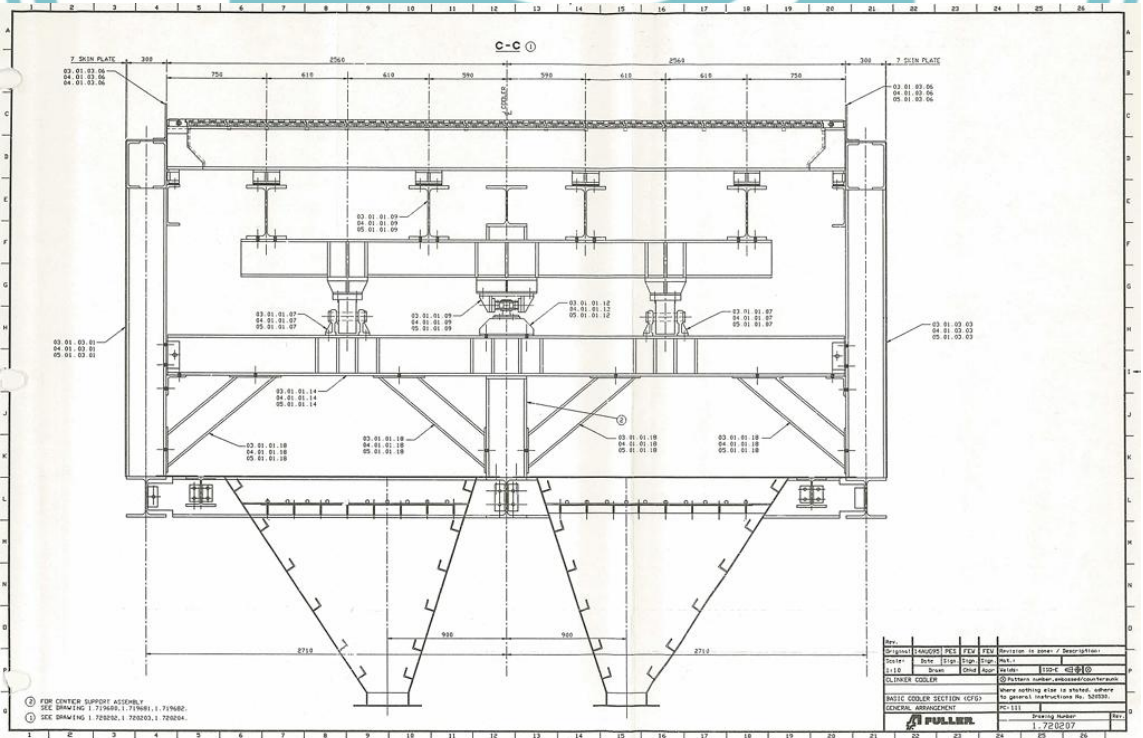
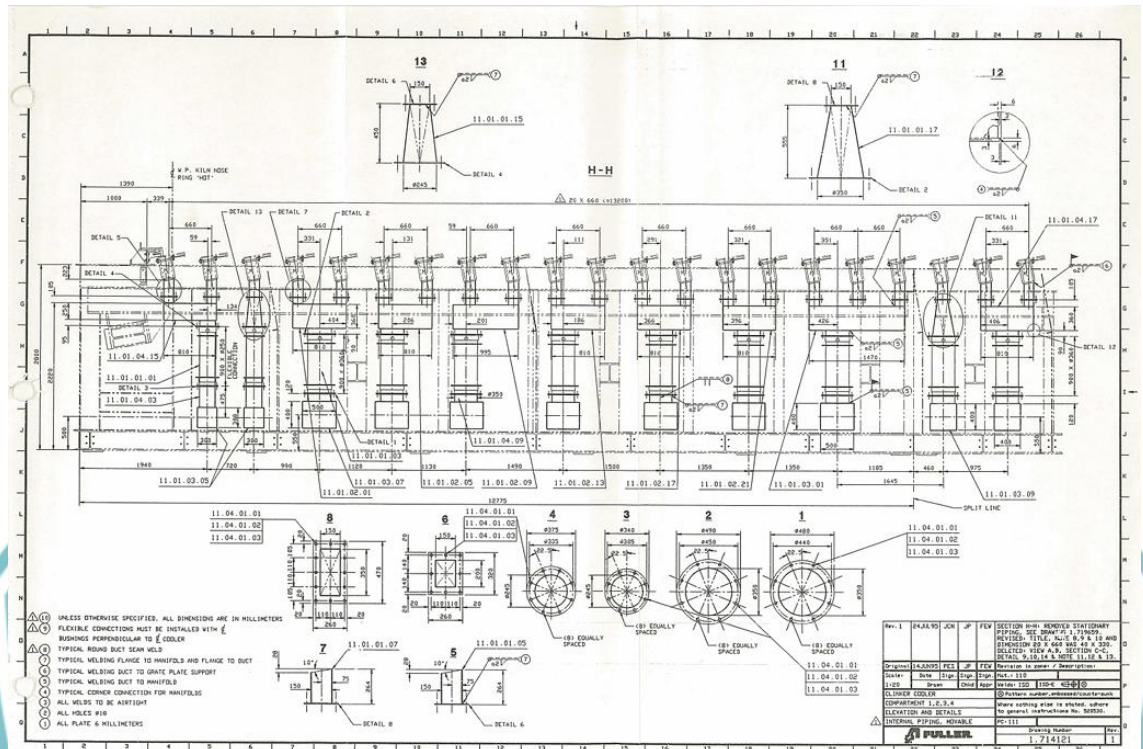
1. Nama Lengkap : Hanugrah Sukma Pinasthika
2. Jenis Kelamin : Laki – laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Cilacap, 19 Desember 2004
4. Nama Ayah : Riyadi Wahono
5. Nama Ibu : Yani Sundari
6. Alamat : Perum GSP, Jl. Seram C18/176
Gunungsimping, Cilacap Tengah, Cilacap, Indonesia
7. E-Mail : hanugrah.eve19@gmail.com
8. Pendidikan
 - SD (2010 – 2016) : SD Negeri Gunung Simpang 1 Cilacap
 - SMP (2016 – 2019) : SMP Negeri 1 Cilacap
 - SMK (2019 – 2022) : SMK Negeri 2 Cilacap
9. Pengalaman Project : Fabrikasi dan Assembly Frame & Hopper
Mobile Packrete
10. Studi Kasus : Analisis Penyebab Anjlognya Apron
Conveyor 492-AC2

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN II

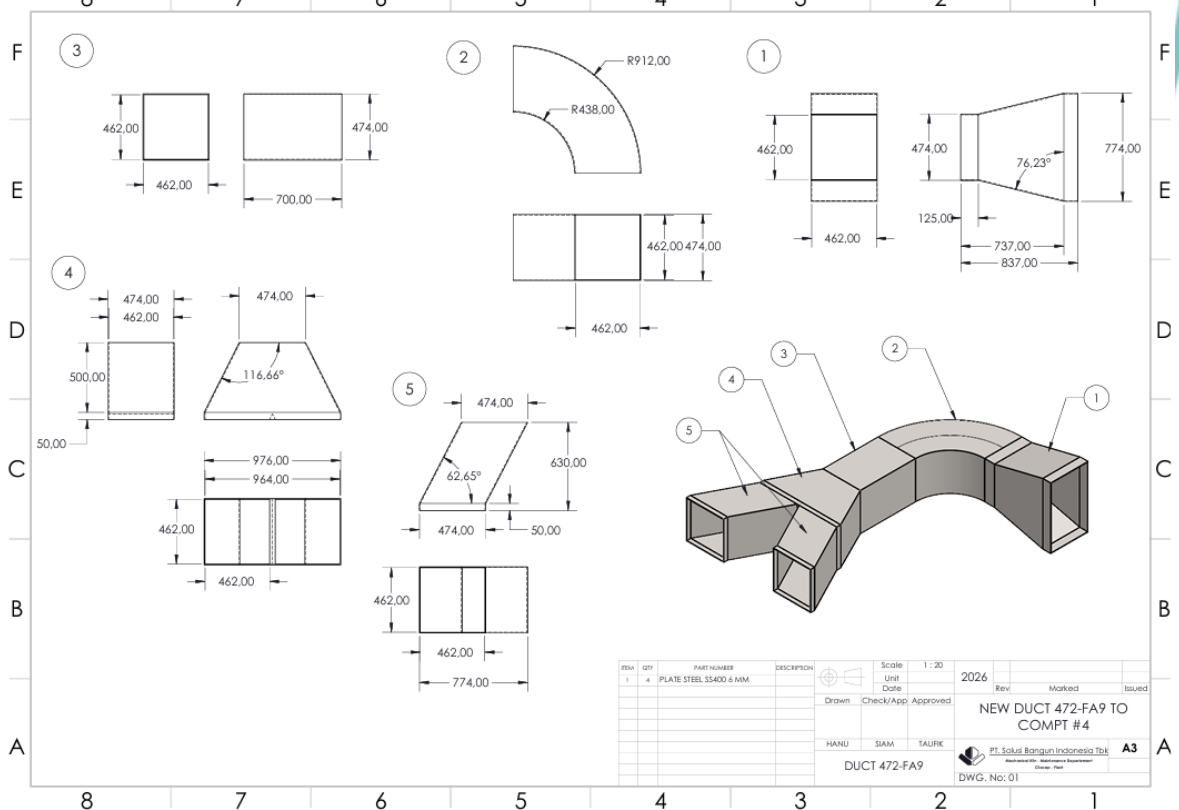
Hak Cipta :

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



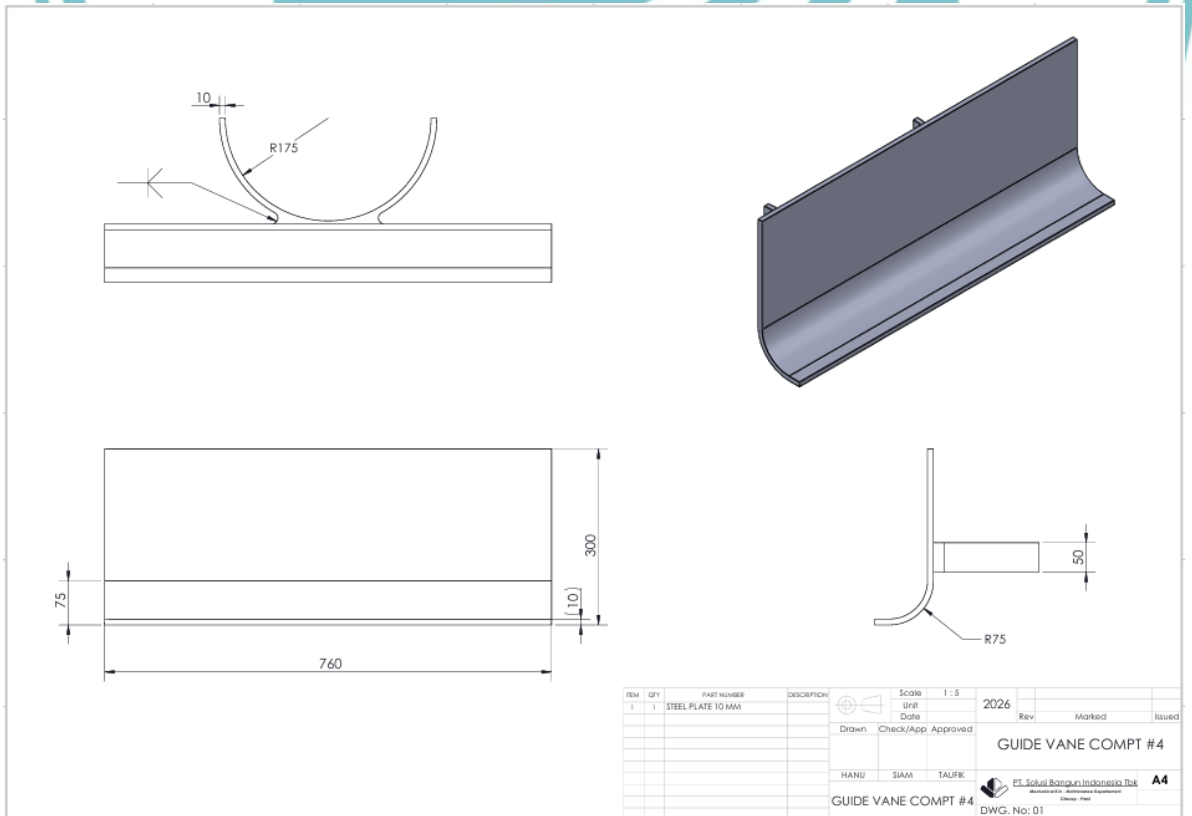
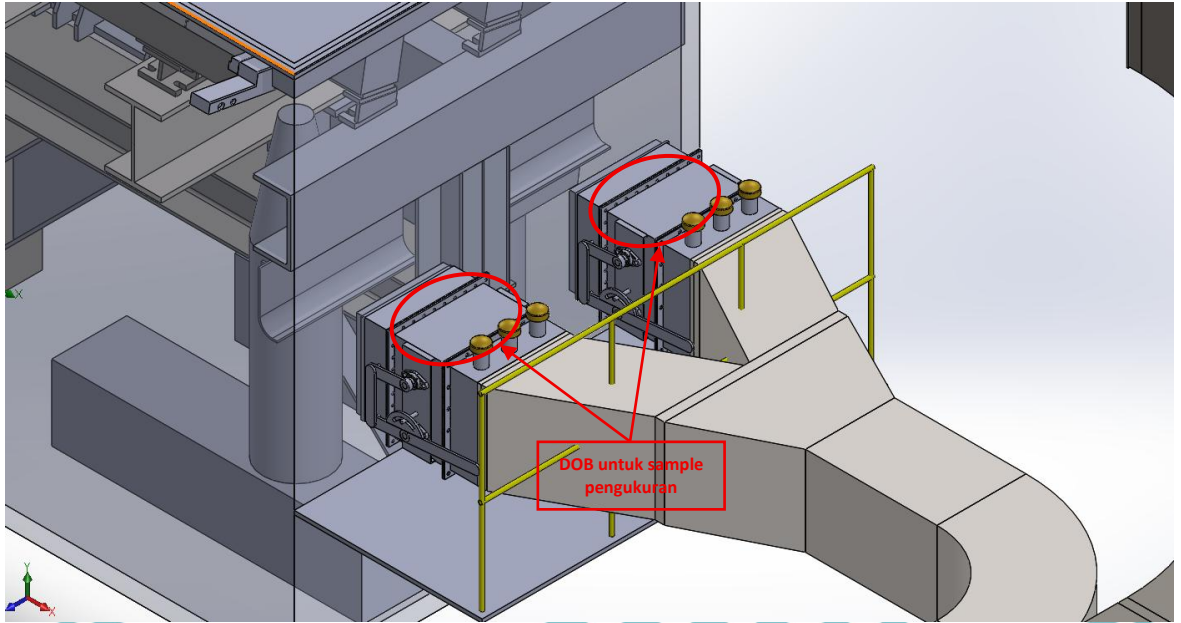


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



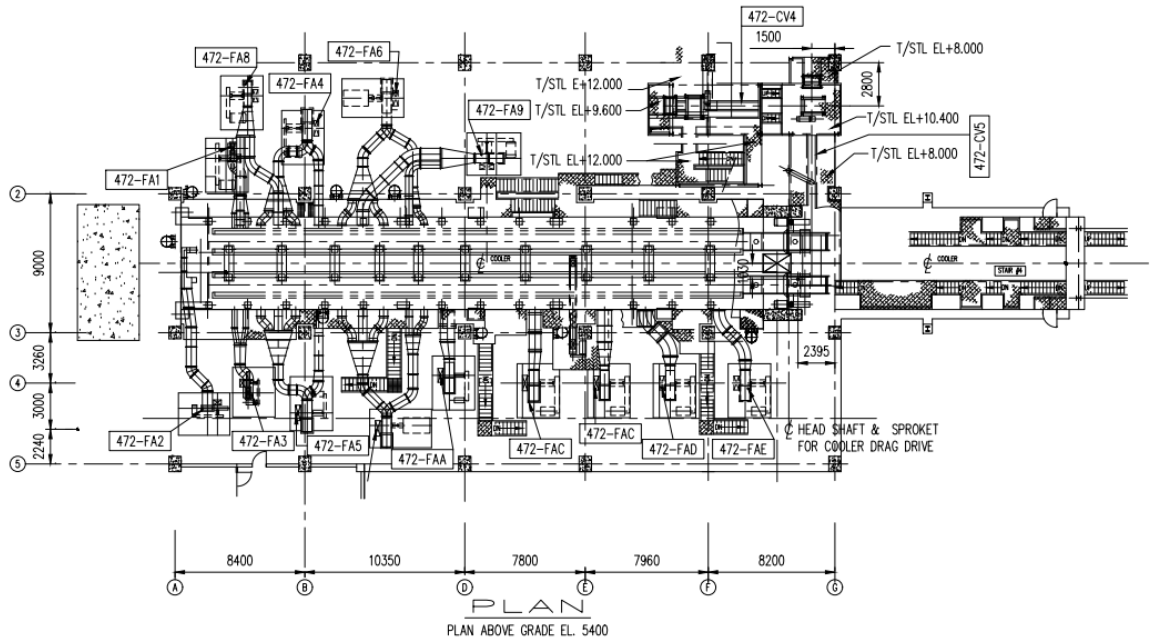
Hak Cipta :

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



								 SOLUSI BANGUN INDONESIA PT Solusi Bangun Indonesia Tbk.								TITLE CC-LINE NO.2 CLINKER COOLER AREA AT EL+5.400, EL+5.600 & EL+8.220				DRAWN WHY 30-02-26 CHK'D Storm APPR. Taufik			
												SCALE				DRAWING NO. CC2-07-472-3-001				REV. A			
DATE		REV.		REVISION		BY		DATE		REV.		ISSUED FOR		BY									