

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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

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

**REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTODRAIN AIR*
*RECEIVER TANK MESIN PACKER 1 – 8***

LAPORAN TUGAS AKHIR

IBRAM MAULANA FIRDAUS

NIM : 2202315017

PROGRAM KERJASAMA

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA DENGAN

PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3

TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

CILACAP 2024/2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

**REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTO DRAIN AIR*
RECEIVER TANK MESIN *PACKER* 1 - 8**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri, Teknik Mesin.

IBRAM MAULANA FIRDAUS

NIM : 2202315017

PROGRAM KERJASAMA

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA DENGAN

PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3

TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

CILACAP 2024/2025



Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTODRAIN AIR*
*RECEIVER TANK MESIN PACKER 1 - 8***

Oleh :

Ibram Maulana Firdaus

NIM. 2202315017

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Ir. Agus Sukandi, M.T
NIP. 196006041998021001

Pembimbing II

Fakhurrozy
NIK. 62501848

Ketua Program Studi

Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTODRAIN AIR* *RECEIVER TANK MESIN PACKER 1 – 8*

Oleh :

Ibram Maulana Firdaus
NIM. 2202315017

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri

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

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Agus Sukandi, M.T NIP. 196006041998021001	Ketua		2 Juli 2025
2.	P. Jannus, S.T., M.T NIP. 196304261988031004	Anggota		2 Juli 2025
3.	Juhartono NIK. 62200886	Anggota		2 Juli 2025
4.	Mungalim NIK. 62500749	Anggota		2 Juli 2025

Cilacap, 2 Juli 2025
Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Manager Program EVE

Gammalia Permata Devi, S.T.
NIK. 62501176



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ibram Maulana Firdaus

NIM 2202315017

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiat) 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 penulisan ilmiah.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Cilacap, 2 Juli 2025



Ibram Maulana Firdaus

NIM. 2202315017



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 PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Ibram Maulana Firdaus
NIM : 2202315017
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : D3 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 Tbk **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTODRAIN AIR RECEIVER TANK* MESIN *PACKER 1 - 8*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif, EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, mempublikasikan penelitian saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada tanggal : 2 Juli 2025

yang menyatakan

Ibram Maulana Firdaus

NIM. 2202315017



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

REAKTIVASI DAN SENTRALISASI *AUTODRAIN AIR RECEIVER TANK* MESIN *PACKER* 1 - 8

Ibram Maulana Firdaus¹

¹Program Studi Rekayasa Industri Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta,

²(EVE Departement, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Cilacap Plant)

ibram.eve18@gmail.com

ABSTRAK

Sistem udara bertekanan memegang peranan vital dalam berbagai proses industri, termasuk operasional mesin *packer* pada pabrik semen. Namun, proses kompresi udara secara inheren menghasilkan kondensat yang terbentuk dalam *air receiver tank* akibat fluktuasi suhu dan tekanan parsial uap air. Penumpukan kondensat berlebihan ini merupakan kendala serius, kerap kali terbawa hingga *output air receiver tank* dan memicu *blocking* (penyumbatan) yang berdampak pada efisiensi mesin *packer*. Kondisi *blocking* tersebut secara langsung menghambat kelancaran operasional dan berpotensi menimbulkan kerugian produksi. Penelitian ini memperkenalkan pendekatan inovatif melalui optimalisasi dan integrasi terpusat sistem *auto drain* pada *air receiver tank* menggunakan Arduino. Tujuannya adalah memastikan pembuangan kondensat yang efektif dan otomatis, sehingga aliran udara keluar dari *air receiver tank* benar-benar bebas dari kandungan air. Pemanfaatan Arduino memungkinkan kontrol yang akurat dalam proses pembuangan kondensat, menggantikan tipe pembuangan kondensat sebelumnya yang kurang efektif dan responsif. Dengan kontrol terpusat, pengawasan dan pengelolaan *drainase* kondensat dari beberapa *air receiver tank* dapat dilakukan secara sinergis dan efisien.

Kata Kunci: *Kondensat, Air Receiver tank, Auto Drain, Arduino Mikrokontroler, Mesin Packer, Sentralisasi.*



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

REAKTIVASI DAN SENTRALISASI AUTODRAIN *AIR RECEIVER TANK* MESIN *PACKER 1 - 8*

Ibram Maulana Firdaus¹

¹Industrial Engineering Study Program of the Department of Mechanical Engineering,

²(EVE Departement, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Cilacap Plant)

ibram.eve18@gmail.com

ABSTRACT

*Compressed air systems are crucial in various industrial processes, including the operation of packer machines in cement factories. However, the air compression process inherently generates condensate within the air receiver tank due to fluctuations in temperature and water vapor partial pressure. Excessive condensate buildup poses a significant challenge, often carrying over to the air receiver tank output and causing blockages that negatively impact packer machine efficiency. These blockages directly hinder smooth operations and can lead to production losses. This research introduces an innovative approach: optimizing and centrally integrating an **auto drain system** in air receiver tanks using **Arduino**. The goal is to ensure effective and automatic condensate discharge, guaranteeing that the air exiting the receiver tank is completely free of water content. Utilizing Arduino allows for precise control over the condensate discharge process, replacing previous, less effective, and less responsive condensate drainage methods. With centralized control, monitoring and managing condensate drainage from multiple air receiver tanks can be achieved synergistically and efficiently.*

Keywords: *Condensate, Air Receiver Tank, Automatic Drain, Arduino Microcontroller, Packing Machine, Packing Machine, Centralization.*



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

Terima kasih kepada Allah SWT, Yang Mahakuasa yang telah memberikan restu kepada penulis untuk menyusun tugas akhir berjudul “Optimalisasi kinerja *electrostatic precipitator* menggunakan sistem kontrol loop tertutup otomatis”. Proposal ini dibuat untuk melengkapi pembelajaran berdasarkan kurikulum pendidikan *Enterprise based Vocational Education* (EVE) berbasis perusahaan dari PT. Solusi Bangun Indonesia dan Politeknik Negeri Jakarta. Proposal ini berisi data serta latar belakang seperti: latar belakang, lokasi alat, penjelasan mengenai alat yang diangkat untuk judul tugas akhir, anggaran biaya, dan waktu pelaksanaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akan sangat sulit untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini. Oleh karena itu, terima kasih kepada:

1. Manajer Program EVE, Gammalia Permata Devi
2. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T
3. Bapak Sumasno, Bapak Fahrurrozy dan Tim *Electrical Maintenance* atas bimbingan dan pengetahuan yang diberikan selama penyusunan laporan ini.
4. Teman EVE dan Karyawan PT Solusi Bangun Indonesia Tbk pabrik Cilacap yang namanya tidak bisa disebutkan secara manual.
5. Ayah, Ibu dan Aqila sebagai motivator yang selalu memberikan perhatian, semangat dan dukungan tanpa henti.

Diharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk memperbaiki proposal ini. Penulis sangat berharap proposal ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Cilacap, 2 Juli 2025

Penulis



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4



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

1.7 Lokasi Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 AutoDrain	6
2.1.1 Prinsip Kerja Auto Drain	7
2.1.2 Jenis Auto Drain	8
2.2 Mikrokontroler	12
2.2.1 Komponen Mikrokontroler	12
2.2.2 Jenis Mikrokontroler	14
2.3 Fishbone Diagram	20
BAB III METODELOGI PENYELESEIAN MASALAH	23
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	23
3.2 Penjelasan Diagram Alir	24
3.2.1 Mulai	24
3.2.2 Pengumpulan Informasi	24
3.2.3 Penentuan Jumlah Perangkat	24
3.2.4 Menentukan Anggaran Final, Lokasi dan Kondisi Lapangan	24
3.2.5 Perancangan Program	24
3.2.6 Diskusi	25
3.2.7 Implementasi	25
3.2.8 Selesai	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Data Stop Mesin Packer	26
4.2 Kerugian Biaya Produksi	26
4.2.1 Menghitung Laju Produksi per Spout	26



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

1) Menghitung total produksi spout dalam satu jam	26
2) Menghitung produksi per spout dalam satu menit	27
4.2.2 Menghitung Biaya Kerugian Produksi	27
4.3 Rincian Biaya Tugas Akhir	28
4.4 Analisis Akar Permasalahan Tugas Akhir	33
4.5 Penjelasan Analisis Akar Permasalahan	34
4.5.1 Analisis Mesin	34
4.5.2 Analisis Metode	36
4.6 Solusi Akar Masalah Tugas Akhir	37
4.6.1 Pertimbangan Teknis Tipe Zero-Loss	37
4.6.1.1 Alasan Penggantian ke ASCO Selenoid Valve	38
4.6.2 Sentralisasi dan Otomatisasi Sistem Berbasis Mikrokontroler Arduino	39
4.6.2.1 Wiring Diagram Panel AutoDrain	41
4.7 Data Sebelum Penggantian AutoDrain	43
4.8 Data Setelah Penggantian AutoDrain	47
BAB V KESIMPULAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi tugas akhir.....	5
Gambar 2. 1 Lokasi tugas akhir.....	7
Gambar 2. 2 Ball float type	9
Gambar 2. 3 Zero-Loss type	10
Gambar 2. 4 Timer Valve type.....	11
Gambar 2. 5 Asco Selenoid Valve type	12
Gambar 2. 6 Arduino Uno	16
Gambar 2. 7 Arduino Leonardo	17
Gambar 2. 8 Arduino Due	19
Gambar 2. 9 Arduino Mega 2560	20
Gambar 2. 10 Fishbone diagram	21
Gambar 3. 1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir.....	23
Gambar 4. 1 Analisis akar permasalahan output udara receiver tank mesin packer berair.....	33
Gambar 4. 2 Filter AutoDrain yang tersumbat	35
Gambar 4. 3 Pemasangan soket yang kendur.....	36
Gambar 4. 4 Alarm pada zero-loss	37
Gambar 4. 5 Relay 8 channel arduino	42
Gambar 4. 6 Topologi sederhana.....	43
Gambar 4. 7 Pengambilan sample pertama	44
Gambar 4. 8 Pengambilan sample kedua	45
Gambar 4. 9 Pengambilan sample ketiga	46
Gambar 4. 10 Pengambilan sample keempat	47
Gambar 4. 11 Pengambilan sampel pertama	48
Gambar 4. 12 Pengambilan sampel kedua	49
Gambar 4. 13 Pengambilan sampel ketiga	50
Gambar 4. 14 Pengambilan sampel keempat	51



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data StopLog Mei - Juni 2025	26
Tabel 4. 2 Rincian biaya tugas akhir	28
Tabel 4. 3 Harga pasaran tipe zero-loss	38
Tabel 4. 4 Harga pasaran ASCO Red Hat 8210G095MO	39





Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	56
LAMPIRAN 2	60





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

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu pemain utama dalam industri bahan bangunan nasional, PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. telah mengoptimalkan rantai pasok semen melalui integrasi vertikal yang menyeluruh. Produksi semen yang kompleks dimulai dari *blasting* dan *crushing*, dilanjutkan dengan *Transporting*, *Unloading*, *Prehomogenizing*, *Reclaiming*, *Grinding*, *Preheating*, *Burning*, *Cooling*, *Packing*, dan *Distributing*. Untuk mencapai produksi yang efisien, perusahaan menggunakan berbagai jenis mesin dan peralatan, seperti *Crusher*, *Ship Unloader*, *Reclaimer*, *Roller Mill*, *Ballmill*, *Packer Machine*, *Palletizer*, dan alat alat lainnya.

Pada proses packing semen yang sudah siap digunakan, mesin packer adalah salah satu alat utama yang digunakan. Dari beberapa jenis mesin packer, sebagian besar yang digunakan pada industri manufaktur semen berjenis *rotary packer*. Untuk pengisian kantung semen itu sendiri, diperlukan udara bertekanan yang berasal dari kompresor.

Udara bertekanan yang berasal dari kompresor disimpan dalam *Air Receiver Tank*. *Air Receiver Tank* atau yang sering disebut sebagai tangki udara, merupakan komponen vital dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penampungan sementara untuk udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor. Udara bertekanan ini kemudian disimpan dalam tangki dan digunakan dalam berbagai aplikasi pneumatik dalam proses *packing* semen, seperti membuka dan menutup katup pengisian atau *fillingspout*.

Air Receiver Tank menggunakan *safety valve* sebagai katup pengaman yang berfungsi untuk mengeluarkan udara dari tangki jika tekanan melebihi batas yang sudah ditetapkan dan menggunakan *Auto Drain* yang berfungsi menampung



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

kondensat yang berubah menjadi cair di dalam *Air Receiver Tank*, lalu air yang telah tertampung akan dibuang secara berkala.

Pada Dalam kasus ini udara yang keluar dari *Air Receiver Tank* berair sehingga membuat semen yang dikemas di bag menjadi mengeras dan berpotensi menimbulkan coating pada tangki penyimpanan semen sementara pada rotary packer machine. Setelah ditelusuri lebih lanjut penyebab udara yang berair pada output *Air Receiver Tank* adalah kegagalan pada sistem *zero-loss Auto Drain*. Kotoran yang ikut larut dengan kondensat menyebabkan penyumbatan pada output *zero-loss Auto Drain* sehingga kondensat yang telah berubah menjadi cair tidak terbang . Akibatnya, udara yang keluar dari *Air Receiver Tank* menjadi lembab dan berair karena tercampur dengan kondensat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang sudah dijelaskan, maka rumusan masalah tugas akhir yang harus diselesaikan adalah :

- a) Mengapa sistem *auto drain* tipe *zero-loss* mengalami kendala dalam kinerja pembuangan kondensatnya?
- b) Apa saja manfaat yang didapatkan perusahaan dalam segi operasional dengan adanya tugas akhir ini?
- c) Bagaimana desain sistem auto drain tersentralisasi yang berbasis mikrokontroler Arduino untuk mencapai proses pengeluaran kondensat yang lebih efektif?
- d) Seberapa jauh sistem auto drain yang tersentralisasi mampu mengurangi kondensat pada aliran udara yang keluar dari receiver tank?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan tugas akhir ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut :



Hak Cipta :

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

1.3.1 Tujuan Umum

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

1.3.2 Tujuan Khusus

- a) Menentukan faktor-faktor yang menghambat kinerja optimal sistem auto drain tipe *zero-loss*.
- b) Mengembangkan sistem *auto drain* tersentralisasi yang dikendalikan oleh Arduino, dengan tujuan mengoptimalkan kinerja pengurangan kondensat.
- c) Mengevaluasi perbedaan kinerja sistem *auto drain* sebelum dan sesudah implementasi sistem sentralisasi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan efektivitas pembahasan dalam sidang tugas akhir, ruang lingkup proyek ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

- a) Lokasi
 - Hanya mencakup *Air Receiver Tank* pada mesin packer 8 di area packhouse PT Solusi Bangun Indonesia, Cilacap Plant.
- b) Fokus Masalah
 - Hanya membahas masalah akumulasi kondensat dan kegagalan pembuangan otomatis oleh sistem auto drain *zero-loss*.
 - Tidak membahas sistem kompresor dan proses produksi semen secara keseluruhan.
- c) Solusi yang Diuji
 - Terbatas pada implementasi sistem sentralisasi autodrain menggunakan Arduino Mega 2560 dan solenoid valve ASCO.
- d) Cangkupan Evaluasi
 - Evaluasi hanya mencakup perbandingan volume kondensat sebelum dan sesudah sistem diganti.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan oleh PT. Solusi Bangun Indonesia (Persero) Tbk cilacap plant dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



Hak Cipta :

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

- a) Meminimalisir terjadinya blocking di mesin packer karena udara kompresor yang berair.
- b) Meminimalisir kerugian operasional akibat blocking yang terjadi di mesin packer.
- c) Mengeliminasi kebutuhan akan pengawasan dan pengendalian lapangan yang bersifat manual

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, tujuan, manfaat, sistematika, dan lokasi pengerjaan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang teori yang mendukung dari komponen yang dipakai.

BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

Membahas tentang diagram alir pengerjaan tugas, penjelasan langkah kerja, dan metode pemecahan masalah yang akan dikerjakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan hasil penelitian serta analisis terhadap efektivitas sistem kontrol otomatis yang diterapkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menyajikan kesimpulan dari penelitian serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Menyantumkan beberapa sumber yang mendukung dalam proyek tugas akhir ini.

Hak Cipta :

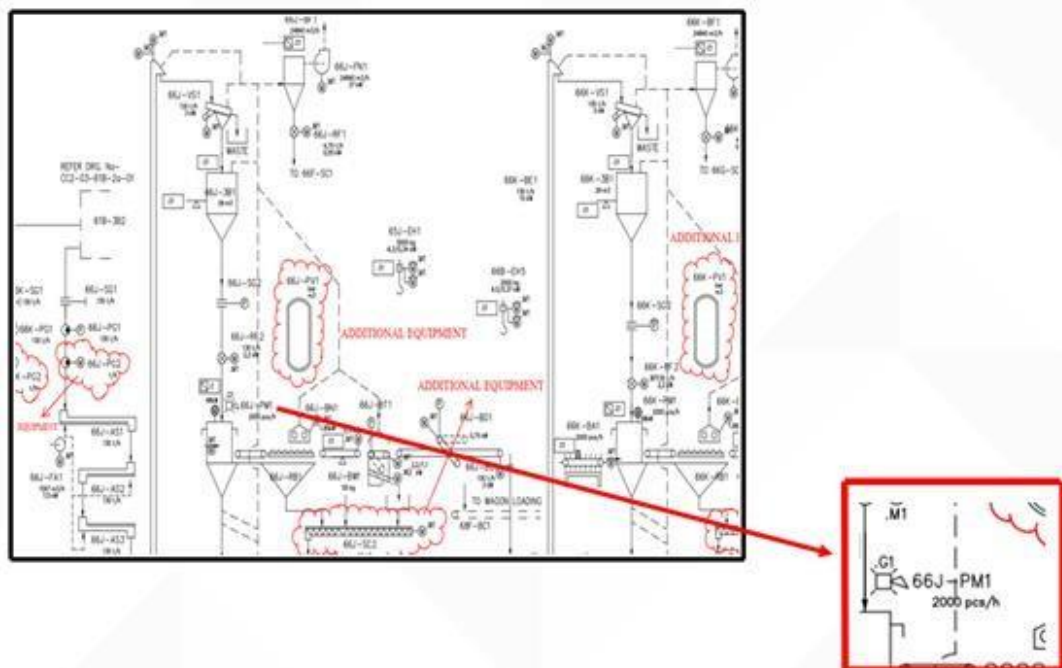
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

LAMPIRAN

Menjelaskan penjelasan program, panduan instalasi panel, diagram alir sistem arduino, simulasi program, pengujian sistem, *troubleshooting*, dan pengaturan durasi on/off relay.

1.7 Lokasi Tugas Akhir

Lokasi pengerjaan tugas akhir ini dilakukan di area *finish mill* dimana lebih tepatnya pada *receiver tank 66F-PM1* hingga *66M-PM1*



Gambar 1. 1 Lokasi tugas akhir



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

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data, dan analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, dapat disimpulkan beberapa poin utama sebagai berikut:

1. Identifikasi Permasalahan Utama

Kegagalan fungsi *autodrain* tipe *zero-loss* pada *air receiver tank* mesin *packer* menyebabkan penumpukan kondensat. Akibatnya, udara bertekanan menjadi lembab, sehingga berisiko menyumbat mesin (*blocking*), menurunkan efisiensi operasional, dan merusak kualitas produk.

2. Analisis Kerugian Operasional

Dari hasil pengumpulan dan analisis data stoplog mesin *packer* selama periode Mei hingga Juni 2025, tercatat total downtime akibat masalah kondensat mencapai 2,30 jam atau setara dengan 138 menit. Akibat downtime ini, sebanyak 4.416 sak semen gagal diproduksi, dengan estimasi kerugian finansial langsung sebesar Rp 256.128.000. Data ini menegaskan bahwa permasalahan teknis pada sistem *autodrain* berdampak signifikan terhadap kinerja dan profitabilitas perusahaan.

3. Efektivitas Solusi Rekayasa

Penerapan sistem *autodrain* tersentralisasi berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 terbukti mampu mengatasi kelemahan sistem sebelumnya. Sistem baru ini memberikan kontrol terpusat, jadwal pembuangan kondensat yang lebih teratur, serta kemudahan monitoring dan troubleshooting. Pengujian lapangan menunjukkan adanya penurunan volume kondensat secara signifikan



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

pada air receiver tank, yaitu hingga 67% lebih rendah dibanding sebelum penggantian. Dengan demikian, solusi teknis yang diusulkan dapat meningkatkan kontinuitas operasi mesin packer, menekan downtime, dan mengurangi kerugian produksi

4. Kontribusi Tugas Akhir

Inovasi pada sistem autodrain berbasis Arduino Mega 2560 memberikan manfaat tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi operasional dan ekonomi. Otomatisasi ini meningkatkan keandalan sistem, mengurangi kebutuhan intervensi manual operator[5] serta membuka peluang pengembangan sistem monitoring berbasis IoT di masa depan. Dengan demikian, hasil tugas akhir ini memberikan kontribusi nyata dalam mendukung transformasi digital dan efisiensi di lingkungan industri semen.

Kesimpulannya, proyek tugas akhir ini membuktikan bahwa sistem autodrain terpusat berbasis mikrokontroler tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi dan menekan kerugian. Lebih dari itu, keberhasilan ini menjadi fondasi kuat untuk inovasi otomasi selanjutnya di industri semen.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, penulis mengajukan beberapa saran konstruktif yang diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain sebagai berikut:

1. Kelanjutan Implementasi Sistem

Dikarenakan keterbatasan waktu bagi penulis untuk pemasangan proyek tugas akhir ini, diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar dapat melanjutkan pemasangan proyek tugas akhir ini hingga mencakup 8 *air receiver tank* pada tiap mesin packer.



Hak Cipta :

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

2. Pemasangan Sensor Tekanan

Pemasangan sensor tekanan ini disarankan sebagai proteksi kegagalan buka-tutup katup selenoid . Sensor tekanan akan mengirim sinyal ke sistem jika katup terbuka dan jika sensor tidak mengirim sinyal ke sistem selama beberapa detik, maka bisa dipastikan katup selenoid mengalami masalah pada buka-tutup nya.

3. Penambahan Display pada Panel AutoDrain

Penulis menyarankan pada penelitian dan pengembangan proyek tugas akhir ini, penambahan display pada panel autodrain perlu dipertimbangan lebih lanjut sebagai langkah untuk memudahkan operator atau teknisi dalam melakukan troubleshooting. Selain itu, penambahan display ini bertujuan memudahkan operator atau teknisi apabila ingin merubah parameter waktu hanya dengan mengubah pada display nya saja, tidak perlu *re-upload* dari device laptop.

4. Integrasi Sinyal Status ke Control Room

Penulis menyarankan agar sistem autodrain yang telah dibuat dapat dilengkapi dengan fitur pengiriman sinyal status (seperti status RUNNING, STOPPED, atau EMERGENCY) ke sistem kontrol ruang kendali (CCR). Hal ini bertujuan untuk mempermudah tim operator dalam melakukan pemantauan secara real-time terhadap status operasional sistem autodrain tanpa harus melakukan inspeksi langsung ke panel.



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 PUSTAKA

- [1] “jurnal (1) autodrain ball valve”.
- [2] D. DE De De De De De De, “International Search Report and Written Opinion issued for PCT,” 1996.
- [3] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, “MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB,” 2022.
- [4] A. Prasetyo, A. Narto, F. Sujarman, and R. Utari, “Solenoid Valve Control Design Using Arduino On Freshwater Generator Properties,” *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, vol. 5, no. 2, pp. 67–76, 2023, doi: 10.51578/j.sitektransmar.v5i2.73.
- [5] A. Wahyudi and D. S. Agoes, “IMPLEMENTASI OTOMATISASI MESIN GRATING MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560,” 2016.

**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

1. Penjelasan Program

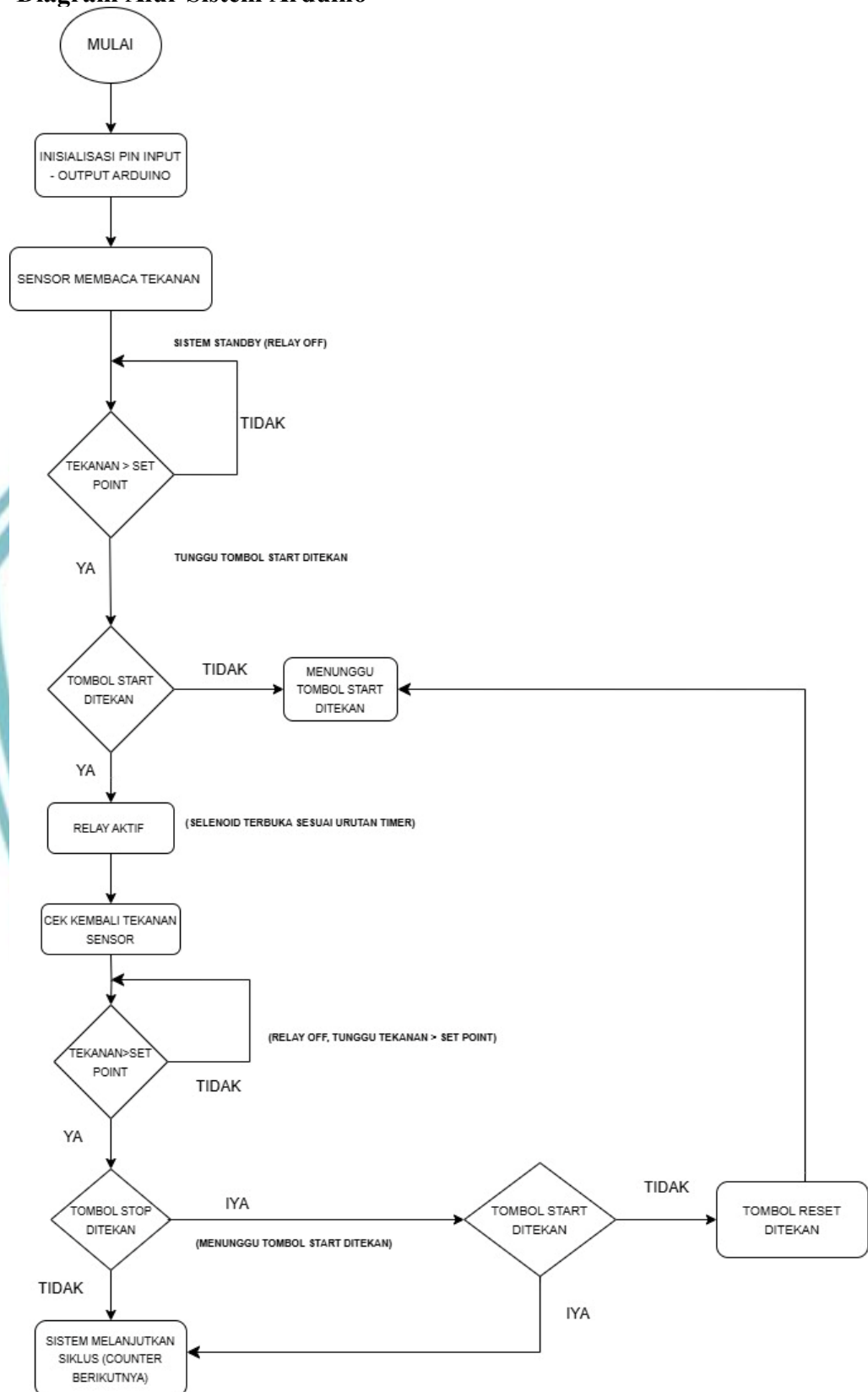
Program Arduino ini dibuat untuk mengontrol otomatisasi delapan buah relay yang berfungsi mengendalikan katup solenoid untuk sistem autodrain pada mesin packer. Sistem ini dilengkapi 3 tombol kontrol yaitu **start**, **stop** dan **reset**. Program menggunakan state machine dengan empat status utama:

- Idle = Menunggu tombol START ditekan dan sensor aktif.
- Running = Mengaktifkan relay secara bergantian sesuai waktu yang telah ditentukan.
- Emergency = Menghentikan relay secara tiba-tiba jika sensor mendeteksi keadaan darurat.
- Stopped = Menghentikan seluruh aktivitas relay ketika tombol STOP ditekan

2. Panduan Instalasi Panel AutoDrain

- 1) Pastikan komponen tersedia dan dalam kondisi baik: Arduino Mega 2560, relay 8 channel 5V opto-isolator, tombol push button (Start, Stop, Reset, Simulasi Sensor), indikator LED, katup solenoid, kabel penghubung, catu daya 5V, multimeter, dan APD.
- 2) Pasang seluruh komponen di dalam panel kontrol AutoDrain, pastikan area pemasangan kering, aman dari air dan debu.
- 3) Lakukan pengkabelan berdasarkan wiring diagram:
 - Arduino pin 3-10 ke relay IN1-IN8.
 - Relay ke solenoid valve.
 - Tombol Start (pin 12), Stop (pin 2), Reset (pin 13), Sensor (pin 22).
 - LED indikator ke pin 23 dengan resistor 220Ω.
- 4) Gunakan kabel spesifikasi industri (NYAF 1.5 mm²), pastikan sambungan terisolasi baik, tambahkan fuse atau MCB untuk perlindungan.
- 5) Pastikan grounding terhubung baik.

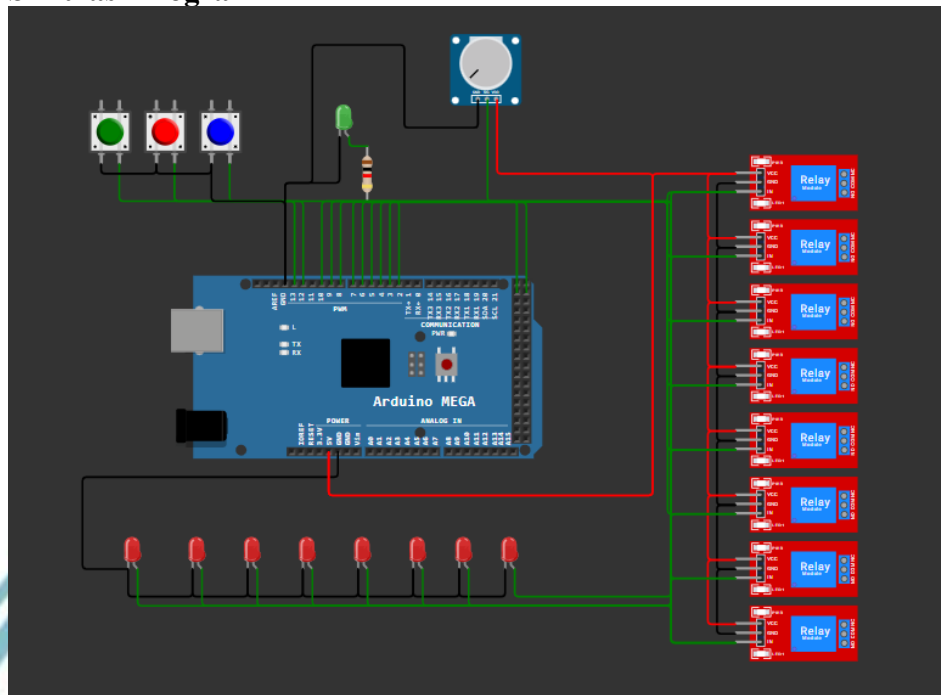
3. Diagram Alur Sistem Arduino



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. Simulasi Program



5. Pengujian Sistem

Berikut merupakan langkah-langkah pengujian sistem secara manual dan otomatis:

1) Manual

- Aktifkan catu daya, tekan tombol Start dan Sensor, relay aktif secara bergantian.
- Tekan tombol Stop, pastikan relay OFF.
- Tekan Reset setelah Stop untuk kembali ke mode IDLE.

2) Otomatis

- Biarkan sistem berjalan beberapa siklus, cek relay dan solenoid secara berkala.
- Uji sensor dengan melepaskannya, sistem harus masuk mode EMERGENCY.

6. Troubleshooting

Berikut adalah beberapa informasi troubleshooting yang dapat membantu ketika terjadi masalah pada sistem:

1) Relay tidak aktif

Penyebab : Koneksi putus atau suplai daya gagal
Solusi : Cek kabel dan suplai daya

2) Tombol tidak merespons

Penyebab : Salah wiring atau tombol rusak
Solusi : Periksa koneksi, ganti tombol

3) Sinyal sensor tidak terdeteksi



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

Penyebab = wiring sensor bermasalah
Solusi = Cek kabel sensor, gunakan multimeter

- 4) LED indikator tidak menyala
Penyebab = Polaritas kebalik atau resistor sering rusak
Solusi = Perbaiki polaritas, ganti resistor
- 5) Sistem sering restart
Penyebab = Suplay daya tidak stabil
Solusi = Gunakan adaptor dengan kapasitas lebih tinggi

7. Pengaturan Durasi ON/OFF Relay

Durasi relay diatur dengan variabel:

```
const unsigned long relayOnTime = 2000; // Relay ON selama 2 detik  
const unsigned long relayOffTime = 600000; // Relay OFF selama 10  
menit
```

- Untuk mengubah durasi, ganti nilai variabel sesuai kebutuhan
- Upload ulang program ke Arduino setelah perubahan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN 2

Berikut adalah Text Program atau kode pemrograman yang digunakan pada proyek tugas akhir ini :

```
// ===== Konfigurasi Tombol =====
```

```
const int buttonStart = 12;
```

```
const int buttonStop = 2;
```

```
const int buttonReset = 13;
```

```
const int buttonSensor = 22;
```

```
// ===== Konfigurasi Relay =====
```

```
const int relayCount = 8;
```

```
const int relayPins[relayCount] = {3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10}; // sebagai keterangan  
bahwa relay berada pada pin 3 hingga 10
```

```
// ===== LED Indikator =====
```

```
const int ledPin = 23; // sebagai keterangan bahwa LED indikator berada pada  
pin 23
```

```
// ===== Durasi ON/OFF Relay =====
```

```
const unsigned long relayOnTime = 2000;
```

```
const unsigned long relayOffTime = 600000; // untuk mengatur lama waktu on  
dan off masing-masing relay
```

```
// ===== State Machine =====
```

```
enum SystemState { IDLE, RUNNING, EMERGENCY, STOPPED };
```

```
SystemState currentState = IDLE; // state machine digunakan untuk membagi  
proses menjadi beberapa keadaan tertentu dan sistem akan berpindah dari  
satu keadaan menuju keadaan lainnya sesuai input yang diterima sistem
```



Hak Cipta :

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

```
int currentRelay = 0;

bool relayIsOn = false;

unsigned long previousMillis = 0;

//===== Debounce =====

unsigned long lastDebounceStart = 0;
unsigned long lastDebounceStop = 0;
unsigned long lastDebounceReset = 0;

const unsigned long debounceDelay = 50; // debounce digunakan untuk mencegah bouncing atau memberikan delay waktu singkat untuk memastikan bahwa sinyal dari tombol benar-benar stabil

//===== FlagTombol STOP =====

bool stopPressed = false; // sebagai penanda tombol stop sudah ditekan atau belum dan untuk mengontrol agar sistem hanya dapat di reset apabila tombol stop ditekan

//===== Setup =====

void setup() {

    // Konfigurasi input tombol

    pinMode(buttonStart, INPUT_PULLUP);

    pinMode(buttonStop, INPUT_PULLUP);

    pinMode(buttonReset, INPUT_PULLUP);

    pinMode(buttonSensor, INPUT_PULLUP);
```




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

```
// Konfigurasi output relay

for (int i = 0; i < relayCount; i++) {

    pinMode(relayPins[i], OUTPUT);

    digitalWrite(relayPins[i], LOW);

}

// LED indikator sensor

pinMode(ledPin, OUTPUT);

digitalWrite(ledPin, LOW); // LED mati saat awal

// Serial monitor

Serial.begin(9600);

Serial.println("Sistem SIAP! Menunggu Tombol Start ditekan dan Sensor bernilai 1");

// Waktu debounce awal saat boot

delay(100);

bool sensorState = (digitalRead(buttonSensor) == LOW);

bool startState = (digitalRead(buttonStart) == LOW);

// Auto start saat boot jika sensor dan start ditekan

if (sensorState && startState) {

    currentState = RUNNING;

    currentRelay = 0;

    relayIsOn = false;

    previousMillis = millis();
```



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

```
Serial.println("Auto START at boot - Sensor & Start ditekan");
}
}

//===== Loop =====

void loop() {

    unsigned long currentMillis = millis();

    bool sensorState = (digitalRead(buttonSensor) == LOW);

    // Update LED indikator sensor
    digitalWrite(ledPin, sensorState ? HIGH : LOW);

    // ===== Tombol START =====

    if (digitalRead(buttonStart) == LOW && (currentMillis - lastDebounceStart >
    debounceDelay)) {

        lastDebounceStart = currentMillis;

        if (currentState == IDLE && sensorState) {

            currentState = RUNNING;

            currentRelay = 0;

            relayIsOn = false;

            previousMillis = currentMillis;

            Serial.println("Tombol START ditekan & Sensor bernilai 1 - Sistem Berjalan.");

        } else if (!sensorState) {

            Serial.println("Tombol Start ditekan - Tetapi Nilai Sensor 0. Menunggu...");

        }

    }

}
```




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

```
}

// ===== Tombol STOP =====

if (digitalRead(buttonStop) == LOW && (currentMillis - lastDebounceStop >
debounceDelay)) {

    lastDebounceStop = currentMillis;

    if (currentState != STOPPED) {

        currentState = STOPPED;

        stopPressed = true;

        turnOffAllRelays();

        Serial.println("Tombol STOP ditekan - Sistem berhenti.");

    }

}

// ===== Tombol RESET =====

if (digitalRead(buttonReset) == LOW && (currentMillis - lastDebounceReset >
debounceDelay)) {

    lastDebounceReset = currentMillis;

    if (stopPressed) {

        currentState = IDLE;

        currentRelay = 0;
```



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

```
relayIsOn = false;

stopPressed = false;

turnOffAllRelays();

Serial.println("Tombol RESET ditekan - Sistem Standby dan Ready.");

}

}

// ===== Sensor Emergency Handling =====

if (currentState == RUNNING && !sensorState) {

    currentState = EMERGENCY;

    turnOffAllRelays();

    Serial.print("Nilai Sensor 0 !!! - EMERGENCY SHUTDOWN. Berhenti di
Relay ke-");

    Serial.println(currentRelay + 1);

}

if (currentState == EMERGENCY && sensorState) {

    currentState = RUNNING;

    previousMillis = currentMillis;

    Serial.print("Nilai Sensor 1 - Melanjutkan Sistem - Mengaktifkan Relay ke-");

    Serial.println(currentRelay + 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== Kontrol Relay =====

if (currentState == RUNNING) {

    if (!relayIsOn && (currentMillis - previousMillis >= relayOffTime)) {

        digitalWrite(relayPins[currentRelay], HIGH);

        relayIsOn = true;

        previousMillis = currentMillis;

        Serial.print("Relay ");

        Serial.print(currentRelay + 1);

        Serial.println(" ON");

    }

    else if (relayIsOn && (currentMillis - previousMillis >= relayOnTime)) {

        digitalWrite(relayPins[currentRelay], LOW);

        relayIsOn = false;

        Serial.print("Relay ");

        Serial.print(currentRelay + 1);

        Serial.println(" OFF - Next Relay");

        currentRelay = (currentRelay + 1) % relayCount;

        previousMillis = currentMillis;

    }

}

}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

```
//===== Matikan Semua Relay =====
```

```
void turnOffAllRelays() {  
    for (int i = 0; i < relayCount; i++) {  
        digitalWrite(relayPins[i], LOW);  
    }  
}
```

