



**RANCANG BANGUN MODUL PENGENDALI KERAK PADA
INSTALASI PLTU MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM
(TUGAS KHUSUS : TEMPERATUR EKSPERIMEN 25⁰)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

DISUSUN OLEH :

ALMIRA HUSNUN AFIFAH

40040219650066

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
NOVEMBER 2023**



**RANCANG BANGUN MODUL PENGENDALI KERAK PADA
INSTALASI PLTU MENGGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM
(TUGAS KHUSUS : TEMPERATUR EKSPERIMEN 25⁰)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan**

DISUSUN OLEH :

ALMIRA HUSNUN AFIFAH

40040219650066

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
NOVEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya
sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip
maupun yang dirujuk telah saya nyatakan
benar.**

NAMA : Almira Husnun Afifah

NIM : 40040219650066

Tanda tangan :

Tanggal : 2023

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman: www.vokasi.undip.ac.id
e-mail: Vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 182/PA/RPM/III/2023

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

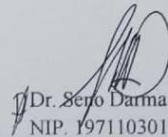
Nama : Almira Husnun Afifah
NIM : 40040219650066
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak pada Instalasi
PLTU Menggunakan Magnet *Neodymium* (Tugas Khusus :
Temperatur Eksperimen 30°)
Dosen Pembimbing : Dr. Wiji Mangestiyono, M.T.
NIP : 19610228 198603 1 002

Isi Tugas:

1. Penyusunan Laporan Proyek Akhir
2. Prototype Modul Pengendalian Kerak pada Instalasi PLTU
3. Artikel Ilmiah

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

W Semarang, 16 Maret 2023
Ketua PSD IV
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Sero Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001

Tembusan:

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Almira Husnun Afifah

NIM : 40040219650066

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul : Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak pada Instalasi PLTU
Menggunakan Magnet Neodymium(Tugas Khusus : Temperatur Eksperimen 25°)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr) pada Program Studi D IV Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Wiji Mangestiyono, M.T. (.....)

Penguji I : Ir. Murni , M.T. (.....)

Penguji II : Alaya Fadllu H.M, S.T., M.Eng. (.....)

Semarang, 27 Desember 2023
Ketua PSD IV RPM SV Undip

Sri Utami Handayani, S.T.,M.T
NIP. 196809011998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Almira Husnun Afifah
NIM : 40040219650066
Jurusan/Program Studi : D-IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**MODUL PENGENDALI KERAK PADA INSTALASI PLTU
MENGUNAKAN MAGNET NEODYMIUM
(TUGAS KHUSUS : TEMPERATUR EKSPERIMEN 25⁰)**

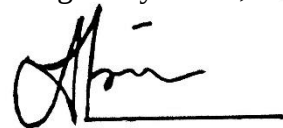
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 20 November 2023

Yang Menyatakan,



Almira Husnun Afifah

NIM. 40040219650066

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“La tahzan innallaha ma'ana”

(QS. [9] At-Taubah ayat 40)

"Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. [94] Al Insyirah : 5-6)

Persembahan :

Dengan rasa syukur dan rida Allah SWT saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk:

1. Bapak dan Ibu tercinta, tersayang dan kasihnya yang berlimpah yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat ketika laporan ini masih harus direvisi.
2. Keluarga dan teman terkasih yang setiap saat memberikan dukungan, doa dan semangat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak pada Instalasi PLTU Menggunakan Magnet Neodymium (Tugas Khusus : Temperatur Eksperimen 25°)”. Tugas akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang Sarjana Terapan. Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-sebesaranya penulis mengucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Yos Johan Utama, S.H., M.Hum. Selaku Rektor Universitas Diponegoro
2. Bapak Prof Dr. Ir.Budiyono, M. Si. Selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
3. Ibu Sri Utami Handayani, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro.
4. Bapak Dr. Wiji Mangestiyono, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Sutrisno, M.T selaku Dosen Wali Kelas.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar mata kuliah Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

7. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan dan dorongan secara moral maupun materiil serta do'a sehingga Laporan Proyek Akhir dapat diselesaikan.
8. Teman-teman Angkatan 2019 Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan semangat dan do'a selama penyusunan Laporan Proyek Akhir ini hingga saat ini.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Proyek Akhir ini hingga terselesaikannya Tugas Akhir.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahan Rahmat dan Karunia serta ke lapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 20 November 2023



Almira Husnun Afifah

ABSTRAK

Air merupakan salah satu kebutuhan yang krusial dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap Air (PLTU). Air digunakan untuk kebutuhan pendinginan, perawatan kebersihan dan sebagai media kerja dalam siklus uap air. Pengerakan kerap terjadi pada saluran pipa industri seperti Heat exchanger. Dengan adanya timbunan kerak didalam pipa akan menghambat laju aliran yang melewati pipa sehingga volume aliran akan berkurang dan berdampak pada tekanan pipa yang semakin tinggi. Hal tersebut menyebabkan pipa pecah maupun rusak. Oleh karena itu dibutuhkan metode yang lebih efektif dan efisien untuk mengontrol dan mencegah pertumbuhan kerak pada pipa. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah menggunakan media magnet *neodymium*. Dalam penelitian ini akan melakukan pengujian sederhana yang berguna untuk mengendalikan pertumbuhan kristalisasi CaCO_3 pada pipa dengan media magnet *neodymium*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif magnet *neodymium* dalam menghambat pertumbuhan kristalisasi CaCO_3 yang mengalir pada pipa. Pada penelitian ini dilakukan variasi pada temperatur dan kekuatan medan magnet. Hasil percobaan pada sampel CaCO_3 dengan variasi medan magnet pada temperatur 25°C menghasilkan massa kerak CaCO_3 sebesar 5,07 gram tanpa menggunakan magnet *neodymium*, 4,67 gram untuk kuat medan magnet sebesar 500 gauss dan 1,72 gram untuk kuat medan magnet sebesar 1000 gauss. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan magnet *neodymium* berhasil menghambat pembentukan kerak. Hasil percobaan pada variasi temperatur 25°C tanpa menggunakan magnet akan terbentuk kerak sebesar 5,07 sedangkan pada temperatur 40°C tanpa menggunakan magnet akan terbentuk kerak sebesar 7,31 gram. Oleh karena itu dapat disimpulkan semakin tinggi temperatur maka massa kerak yang terbentuk akan semakin tinggi.

Kata Kunci : Pengerakan, Magnet Neodymium, kerak CaCO_3

ABSTRACT

Water is one of the crucial needs in a power plant system (PLTU). Water is used for cooling needs, cleaning maintenance and as a working medium in the water vapor cycle. Scale often occurs in industrial pipelines such as heat exchangers. The presence of scale deposits in the pipe will inhibit the flow rate through the pipe so that the flow volume will decrease and result in higher pipe pressure. This causes pipes to burst or become damaged. Therefore, a more effective and efficient method is needed to control and prevent scale growth on pipes. One method that can be used is using neodymium magnet. In this research, we will carry out a simple test that is useful for controlling the growth of CaCO_3 crystallization in pipes with neodymium magnet. The aim of this research is to find out how effective neodymium magnets are in inhibiting the growth of CaCO_3 crystallization flowing in pipes. In this research, variations in temperature and magnetic field strength were carried out. The results of experiments on CaCO_3 samples with magnetic field variations at a temperature of 25°C produced a CaCO_3 crust mass of 5,07 grams without using a neodymium magnet, 6,72 grams for a magnetic field strength of 500 gauss and 1,72 grams for a magnetic field strength of 1000 gauss. Thus it can be concluded that the use of neodymium magnets has succeeded in inhibiting scale formation. The results of the experiment at a temperature variation of 25°C without using a magnet will form 5,07 grams of crust, while at a temperature of 40°C without using a magnet 7,31 grams of crust will form. Therefore, it can be concluded that the higher the temperature, the higher the mass of crust formed will be.

Keywords: Mobilization, Neodymium Magnet, CaCO_3 crust

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat	4
1.6 Luaran.....	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	7
2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap	8
2.3 Permasalahan Pada Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	9
2.4 Pengertian Kerak	10
2.5 Penyebab Pembentukan Kerak	11
2.6 Jenis-Jenis Kerak	13
2.7 Pengertian Kalsium Karbonat (CaCO_3)	16
2.8 Proses Pembentukan Kristal CaCO_3.....	17
2.9 Batas Jenuh CaCO_3.....	18
2.10 Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Kerak.....	19
2.11 Pengaruh Konsentrasi Terhadap Pembentukan Kerak	21
2.12 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pembentukan Kerak	21
2.13 Dampak Laju Aliran Massa Terhadap Kerak	22
2.14 Jenis Pengujian Kerak.....	23
2.14.1 Jumlah kerak yang terbentuk.....	23

2.14.2 Uji SEM atau Scanning Electron Microscope	23
2.14.3 Uji XRD atau X – Ray Diffraction.....	25
2.15 Alat dan Bahan Perancangan Modul Pengendali Kerak	27
2.15.1 Alat	27
2.15.2 Bahan	39
BAB III.....	40
METODE DAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	40
3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	40
3.2 Perencanaan	41
3.3 Variabel Penelitian.....	41
3.3.1 Variabel Tetap.....	41
3.3.2 Variabel Bebas	41
3.3.3 Variabel Terukur	41
3.4 Membuat konsep alat	42
3.5 Persiapan Alat dan Bahan	44
3.5.1 Alat.....	44
3.5.2 Bahan	47
3.6 Perancangan	47
3.7 Fabrikasi alat pengendali kerak	49
3.7.1 pembuatan rangka	49
3.7.2 Pengecatan rangka.....	50
3.7.3 Proses perakitan alat.....	50
3.8.1 Pengujian daya tarik magnet neodmium dengan alat gaussmeter	54
3.8.2 Pengujian laju aliran.....	55
3.8.3 Pengukuran konduktifitas larutan	56
3.9 Preparasi Larutan	57
3.10 Pengujian trial dan error alat eksperimen pengendali kerak	60
3.11 Karakterisasi	62
3.11.1 Karakterisasi XRD	62
3.11.2 Karakterisasi SEM.....	65
BAB IV.....	67
4.1 pengaruh medan magnet terhadap masa kerak.....	67
4.2 pengaruh medan magnet terhadap temperatur	68
4.3 Hasil Karakterisasi	70
4.3.1 Analisa Hasil Karakterisasi XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	70

4.3.2 Analisa Citra Permukaan Dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	73
BAB V	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	7
Gambar 2. 2 Kerak Pada Sistem Pipa	11
Gambar 2. 3 Pertumbuhan dan pengendapan kerak (a) Homogeneous nucleation (b) Heterogeneous nucleation.....	18
Gambar 2. 4 gambar 2. 4 Pengaruh temperatur terhadap kelarutan kalsium karbonat	20
Gambar 2. 5 Prinsip kerja SEM	24
Gambar 2. 6 Ilustrasi difraksi sinar-X pada XRD.....	25
Gambar 2. 7 Ilustrasi difraksi sinar-X pada XRD.....	27
Gambar 2. 8 Magnet Neodymium.....	30
Gambar 2. 9 pompa air mini fish tank	31
Gambar 2. 10 fitting elbow 45°	31
Gambar 2. 11 ball valve	32
Gambar 2. 12 reducer pipe fitting	33
Gambar 2. 13 Temperature controller	34
Gambar 2. 14 panel box	34
Gambar 2. 15 MCB.....	35
Gambar 2. 16 kabel	36
Gambar 2. 17 push button.....	36
Gambar 2. 18 EMG switch	37
Gambar 2. 19 Penutup Pipa	38
Gambar 2. 20 Pipa PVC.....	38
 Gambar 3. 1 Flowchart tugas akhir	 40
Gambar 3. 2 Plotting explode view.....	43
Gambar 3. 3 Rigaku MiniFlex 600	64
Gambar 3. 4 JEOL-JSM-6510-L.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Kerak	13
Tabel 2. 2 Klasifikasi Kerak	14
Tabel 2. 3 Jenis Kerak Yang Umum Terdapat di Lapangan	15
Tabel 3. 1 Alat.....	44
Tabel 3. 2 Bahan	47
Tabel 3. 3 Spesifikasi alat XRD.....	63
Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat SEM.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Frame Rangka.....	77
Lampiran 2 Desain Pengaduk	78
Lampiran 3 Desain Junction Box.....	79
Lampiran 4 Desain Pipa Eksperimen.....	80
Lampiran 5 Perhitungan XRD	81
Lampiran 6 Tabel Perbandingan massa	88