



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN
MODUL PENGENDALI KERAK CaCO_3 PADA SISTEM
PERPIPAAN INSTALASI PLTU MENGGUNAKAN *MAGNET
NEODYMIUM*
(TUGAS KHUSUS : TEMPERATUR EKSPERIMEN 40° C)**

TUGAS AKHIR

**Oleh :
MOCH DWIKE ABDI SETIAWAN
NIM. 40040219650083**

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

**SEMARANG
DESEMBER 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN
MODUL PENGENDALI KERAK CaCO_3 PADA SISTEM
PERPIPAAN INSTALASI PLTU MENGGUNAKAN *MAGNET
NEODYMIUM*
(TUGAS KHUSUS : TEMPERATUR EKSPERIMEN 40°C)**

TUGAS AKHIR

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

**Oleh:
MOCH DWIKE ABDI SETIAWAN
NIM. 40040219650083**

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

**SEMARANG
DESEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : MOCH DWIKE ABDI SETIAWAN

NIM : 40040219650083

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Desember 2023

HALAMAN 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. : 176/PA/RPM/III/2023

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Moch Dwike Abdi Setiawan
NIM : 40040219650083
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak Pada Instalasi
PLTU menggunakan *Magnet Neodymium* (Tugas Khusus :
Temperatur Eksperimen 40° C)
Dosen Pembimbing : Dr. Wiji Mangestiyono, M.T.
NIP : 19610228 198603 1 002

Isi Tugas:

1. Penyusunan Laporan Proyek Akhir
2. Prototipe 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.

Semarang, 16 Maret 2003

fi Ketua PSD IV
Rekayasa Perancangan Mekanik

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

Tembusan:

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Tugas Akhir mahasiswa Program Studi D-IV Rekayasa Perancangan Mekanik yang disusun oleh :

Nama : Moch Dwiki Abdi Setiawan
NIM : 40040219650083
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak CaCO_3 Pada Sistem
Perpipaan Instalasi PLTU Menggunakan Magnet Neodymium
Pada Temperatur Eksperimen 40°C
Disetujui Pada tanggal: 13 Desember 2023

Semarang, 13 Desember 2023
Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.
NIP. 19610228 198603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Moch Dwiki Abdi Setiawan
NIM : 40040219650083
Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Modul Pengendalian Kerak
 CaCO_3 pada Sistem Perpipaan Instalasi PLTU
Menggunakan *Magnet Neodymium* dengan
Temperatur Eksperimen 40°C

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

TIM PENGUJI

TTD

Pembimbing	: Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.	(	)
Penguji I	: Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.	(	)
Penguji II	: Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.	(	)
Penguji III	: Susastro, S.T., M.T.	(	)

Semarang, 22 Desember 2023
Ketua PSD IV Rekayasa
Perancangan Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Moch Dwike Abdi Setiawan
NIM : 40040219650083
Jurusan/Program Studi : D-IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

RANCANG BANGUN MODUL PENGENDALI KERAK CaCO_3 PADA SISTEM PERPIPAAN INSTALASI PLTU MENGGUNAKAN *MAGNET* *NEODYMIUM* PADA TEMPERATUR 40°C

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 : 22 Desember 2023
Yang Menyatakan,

Moch Dwike Abdi Setiawan
NIM. 40040219650083

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan. Dengan bermodal yakin merupakan obat penumbuh semangat hidup”

Persembahan :

“Tugas Akhir ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda dan Ibunda. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana Tugas Akhir ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Modul Pengendali Kerak $CaCO_3$ Pada Sistem Perpipaasi Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap Menggunakan *Magnet Neodymium* (Tugas Khusus : Temperatur Eksperimen $40^\circ C$)”. 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 penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada :

1. Bapak Prof Dr. Ir. Budiyo, M. Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Ibu Sri Utami Handayani, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Diploma-IV Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Wiji Mangestiyono, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Sutrisno, M.T selaku Dosen Wali Kelas.
5. Bapak/Ibu Dosen serta Staff Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan dan dorongan secara moral maupun materiil serta do’a sehingga Proposal Proyek Akhir dapat diselesaikan.
7. Teman-teman Angkatan 2019 Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan semangat dan do’a selama penyusunan Proposal Proyek

Akhir ini hingga saat ini.

8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Proposal 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. Penyusun 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 penyusun buat ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 22 Desember 2023

Moch Dwiki Abdi Setiawan

ABSTRAK

Pembentukan kerak merupakan hal merugikan yang sering terjadi pada industri yang menggunakan sistem penukar kalor pada proses produksinya. Penyebab munculnya kerak diantaranya adalah *overheating* karena kerak bersifat isolator yang berarti bukan penghantar panas yang baik, kerak juga menyebabkan diameter pipa menyempit sehingga mengganggu sirkulasi air serta meningkatnya biaya perawatan dan produksi. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk membuktikan efektivitas dari *magnet neodymium* dalam memisahkan ion positif dan ion negatif serta pengadaan modul pengajaran yang diharapkan dapat berguna pada kemudian hari. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen pertumbuhan kerak kalsium karbonat (CaCO_3) dalam pipa uji dengan mereaksikan CaCl_2 dan Na_2CO_3 dengan konsentrasi Ca^{2+} 800 ppm. Parameter yang diteliti adalah temperatur 40 °C, laju alir larutan 40 ml/menit, pengaruh kuat medan magnet (0 gauss, 500 gauss, 1000 gauss). Kerak yang diperoleh dari eksperimen dikeringkan dan ditimbang untuk memperoleh massa kerak. Hasil pengukuran massa CaCO_3 dengan temperatur 40° medan magnet 0 gauss menghasilkan massa kerak 7,31 gr, 500 gauss 6,72 gr, 1000 gauss 2,11 gr, sedangkan hasil pengukuran massa kerak pada temperatur 25° medan magnet 0 gauss menghasilkan massa kerak 5,07 gr, 500 gauss 4,67 gr, 1000 gauss 1,72 gr. Hasil kerak yang telah diperoleh kemudian dikarakterisasi dengan SEM dan XRD. SEM untuk mengetahui morfologi kristal, XRD bertujuan untuk mengetahui fasa kristal yang terbentuk beserta persentasenya. Analisis SEM menunjukkan bahwa morfologi kerak yang terbentuk diantaranya berbentuk kubus (*calcite*), jarum (*aragonite*), dan bola (*vaterite*). Dalam Analisis XRD juga menunjukkan fasa kerak adalah *calcite*, *aragonite*, dan *vaterite*, fasa yang terbentuk didominasi kristal berbentuk kubus (*rhombohedral*) dengan hasil paling terbanyak kristal *calcite* yaitu sebesar 82%, *vaterite* 10%, *aragonite* 8%. Dapat disimpulkan bahwa parameter temperatur dapat meningkatkan kristalisasi CaCO_3 , sedangkan parameter kuat medan magnet dapat meminimalisir kristalisasi, selain itu pembentukan fasa *calcite* mendominasi disebabkan karena fasa *calcite* merupakan fasa yang paling stabil dibandingkan dengan fasa yang lainnya.

Kata Kunci: Kerak, CaCO_3 , Temperatur, Magnet Neodymium.

ABSTRACT

Scale formation is a detrimental thing that often occurs in industries that use heat exchange systems in their production processes. The causes of scale include overheating because scale is an insulator, which means it is not a good conductor of heat. Scale also causes pipe diameters to narrow, disrupting water circulation and increasing maintenance and production costs. This final project research aims to prove the effectiveness of neodymium magnets in separating positive and negative ions as well as providing teaching modules which are expected to be useful in the future. In this research, an experiment was carried out on the growth of calcium carbonate (CaCO_3) scale in a test pipe by reacting CaCl_2 and Na_2CO_3 with a Ca^{2+} concentration of 800 ppm. The parameters studied were temperature 40°C , solution flow rate 40 ml/minute, influence of magnetic field strength (0 gauss, 500 gauss, 1000 gauss). The crust obtained from the experiment was dried and weighed to obtain the crust mass. The results of measuring the mass of CaCO_3 at a temperature of 40° with a 0 gauss magnetic field produce a crust mass of 7,31 gr, 500 gauss 6,72 gr, 1000 gauss 2,11 gr, while the results of measuring the mass of the crust at a temperature of 25° with a 0 gauss magnetic field produce a crust mass of 5,07 gr, 500 gauss 4,67 gr, 1000 gauss 1,72 gr. The crust results that were obtained were then characterized by SEM and XRD. SEM is to determine crystal morphology, XRD aims to determine the crystal phase formed and its percentage. SEM analysis shows that the morphology of the crust formed includes cubes (calcite), needles (aragonite), and balls (vaterite). XRD analysis also shows that the crustal phases are calcite, aragonite and vaterite, the phases formed are dominated by cubic (rhombohedral) crystals with the highest yield of calcite crystals, namely 82%, vaterite 10%, aragonite 8%. It can be concluded that the temperature parameter can increase CaCO_3 crystallization, while the magnetic field strength parameter can minimize crystallization, besides that the formation of the calcite phase dominates because the calcite phase is the most stable phase compared to the other phases.

Keywords: Crust, CaCO_3 , Temperature, Neodymium Magnet.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.2.1 Rumusan masalah	4
1.2.2 Batasan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Luaran	6
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Industri PLTU	8
2.2 Pengertian Kerak.....	8

2.3	Penyebab Pembentukan Kerak.....	9
2.4	Mekanisme Pembentukan Kerak	12
2.5	Jenis-Jenis Kerak	14
2.6	Pengertian Kalsium Karbonat	17
2.6.1	Kerak Kalsium Karbonat	20
2.7	Pengaruh Terbentuknya Kerak Kalsium Karbonat	23
2.7.1	Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Kerak Kalsium Karbonat	23
2.7.2	Pengaruh Konsentrasi Terhadap Pembentukan Kerak	24
2.7.3	Pengaruh Zat Aditif Terhadap Pembentukan Kerak	25
2.8	Struktur Kristal.....	26
2.8.1	Konsep Dasar	26
2.8.2	Unit Sel	27
2.8.3	Sistem Kristal.....	28
2.9	Bidang Kristalografi (Indeks <i>Miller</i>)	29
2.10	Metode Pengendalian Kerak	30
2.10.1	Pengendalian Ph.....	30
2.10.2	Penggunaan inhibitor kerak	31
2.10.3	Pelunakan dan pembebasan mineral	32
2.10.4	Penggunaan Perangkat Magnetik.....	32
2.11	Pengertian Magnet	33
2.11.1	Kutub Magnet	34
2.11.2	Sumbu Magnet	35
2.11.3	Magnet <i>Neodymium</i>	35
2.11.4	Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pembentukan Kerak.....	36
2.12	Pengujian Kerak.....	37
2.12.1	Uji <i>SEM</i> atau <i>Scanning Electron Microscope</i>	38
2.12.2	Uji <i>XRD</i> atau <i>X-Ray Diffraction</i>	39
BAB III METODE DAN PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR.....		42

3.1	Diagram Alir Tugas Akhir	42
3.2	Pengumpulan data	43
3.3	Variabel Penelitian	43
3.3.1	Variabel tetap	43
3.3.2	Variabel bebas	43
3.3.3	Variabel terukur	44
3.4	Desain alat	44
3.5	Persiapan Alat dan Bahan	46
3.5.1	Alat	47
3.5.2	Bahan	49
3.6	Prosedur rancang bangun alat	49
3.7	Prosedur pengujian kinerja alat pengendali kerak	50
3.7.1	Pengujian medan magnet neodmium dengan alat gauss meter	50
3.7.2	Pengujian laju aliran	51
3.8	Fabrikasi alat pengendali kerak	52
3.8.1	Pembuatan rangka	52
3.8.2	Pengecatan rangka	53
3.8.3	Proses perakitan alat	54
3.9	Persiapan modul pipa uji sampel	55
3.10	Pembuatan larutan $CaCl_2$ dan Na_2CO_3	56
3.11	Pengujian trial dan error alat eksperimen pembentuk kerak	58
3.12	Pengambilan Data Sampel	59
3.12.1	Hasil pengambilan data sampel $CaCO_3$	62
3.13	Prosedur Pengujian Sampel $CaCO_3$	63
3.13.1	Pengujian Sampel $CaCO_3$ dengan <i>XRD</i>	63
3.13.2	Pengujian Sampel $CaCO_3$ dengan <i>SEM</i>	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		69
4.1	Pengaruh medan magnet terhadap massa kerak $CaCO_3$ pada suhu 40°	69

4.2	Pengaruh temperatur terhadap massa kerak	70
4.3	Analisa Hasil Spesimen CaCO_3 dengan Pengujian <i>XRD</i>	71
4.4	Profil puncak fasa <i>calcite</i>	73
4.4.1	Perhitungan Parameter Kisi <i>Calcite</i> (Sistem Kristal <i>Rhombohedral</i>)	74
4.5	Profil puncak fasa <i>vaterite</i>	75
4.5.1	Perhitungan Parameter Kisi <i>Vaterite</i> (Sistem Kristal Heksagonal)	76
4.6	Profil puncak fasa <i>aragonite</i>	77
4.6.1	Perhitungan Parameter Kisi <i>Aragonite</i> (Sistem kristal <i>Orthorombic</i>)	78
4.7	Perhitungan Ukuran Kristal	79
4.8	Analisa Morfologi Hasil Spesimen CaCO_3 dengan Pengujian <i>SEM</i>	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerak pada sistem perpipaan	9
Gambar 2. 2 Pertumbuhan dan pengendapan kerak (A) Homogen nucleation (B).....	14
Gambar 2. 3 Kristal kalsit	18
Gambar 2. 4 Kristal aragonite	18
Gambar 2. 5 Struktur Atom Calcite dan Aragonite serta Gambaran Skema Unit CO_3^{2-} ...	19
Gambar 2. 6 Kristal vaterite	20
Gambar 2. 7 skema umum mekanisme pembentuk deposit kerak air	22
Gambar 2. 8 Pengaruh Temperatur terhadap kelarutan kalsium karbonat	23
Gambar 2. 9 Kristal tunggal dan polikristal	26
Gambar 2. 10 Unit sel dan kisi kristal (lattice)	27
Gambar 2. 11 Unit sel dengan sumbu koordinat (x, y, z), aksial (a, b, c).....	28
Gambar 2. 12 Bidang kristalografi (Indeks Miller)	30
Gambar 2. 13 Sumbu magnet.....	35
Gambar 2. 14 Magnet neodymium	36
Gambar 2. 15 Proses Kerja Scanning Electron Microscope (SEM)	38
Gambar 2. 16 Prinsip kerja X-ray diffraction (XRD)	40
Gambar 2. 17 Grafik contoh analisis sampel dari uji XRD	41
Gambar 3. 1 Flowchart penyelesaian tugas akhir	42
Gambar 3. 2 Desain alat pengendali kerak	44
Gambar 3. 3 Komponen alat pengendali kerak.....	45
Gambar 3. 4 Panel kontrol alat pengendali kerak	46
Gambar 3. 5 Uji magnet dengan gauss meter pada medan magnet 1000 gauss.....	51
Gambar 3. 6 Uji magnet dengan gauss meter pada medan magnet 500 gauss.....	51
Gambar 3. 7 Uji laju alir 40ml/menit.....	52
Gambar 3. 8 Fabrikasi rangka di bengkel	53
Gambar 3. 9 Pengecatan rangka di bengkel.....	53
Gambar 3. 10 Proses perakitan alat pengendali kerak di kampus.....	55
Gambar 3. 11 Desain pemasangan magnet neodymium	55
Gambar 3. 12 Pembuatan tempat untuk pemasangan magnet pada pipa	56
Gambar 3. 13 Pemasangan magnet neodymium pada pipa.....	56
Gambar 3. 14 Proses penyaringan sampel CaCO_3	60
Gambar 3. 15 Kerak didalam pipa yang akan diambil.....	60
Gambar 3. 16 Penimbangan kerak saat basah.....	61
Gambar 3. 17 Pemanasan kerak dengan oven selama 4 jam.....	61

Gambar 3. 18 Penimbangan kerak setelah di oven secara bertahap.....	62
Gambar 3. 19 Hasil sampel CaCO_3 pada suhu 40° tanpa magnet	62
Gambar 3. 20 Hasil sampel CaCO_3 pada suhu 40° medan magnet 500 gauss	63
Gambar 3. 21 Hasil sampel CaCO_3 pada suhu 40° medan magnet 1000 gauss	63
Gambar 3. 22 Proses Difraksi Sinar-X.....	64
Gambar 3. 23 Alat Uji XRD Rigaku Miniflex 600.....	66
Gambar 3. 24 Alat Uji SEM Jeol-JSM-6510-LA.....	68
Gambar 4. 1 Pengaruh magnetisasi terhadap massa kerak CaCO_3	69
Gambar 4. 2 Pengaruh temperatur terhadap massa kerak.....	70
Gambar 4. 3 Pola difaktogram CaCO_3	72
Gambar 4. 4 Kuantifikasi fasa.....	72
Gambar 4. 5 Morfologi CaCO_3 Pengujian SEM	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis komponen endapan kerak	14
Tabel 2. 2 Klasifikasi Pengendapan Kerak	15
Tabel 2. 3 Endapan kerak yang umum terdapat di ladang minyak	16
Tabel 2. 4 Nilai supersaturasi pada beberapa tingkat kesadahan dan Ph pada suhu 25° C	21
Tabel 2. 5 Hubungan sistem kristal dengan parameter kisi	29
Tabel 3. 1 Alat.....	47
Tabel 3. 2 Bahan	49
Tabel 3. 3 Hasil sampel CaCO_3	62
Tabel 4. 1 Profil puncak yang teridentifikasi sebagai fasa calcite	73
Tabel 4. 2 Profil puncak yang teridentifikasi sebagai fasa vaterite.....	76
Tabel 4. 3 Profil puncak fasa aragonite.....	77
Tabel 4. 4 Ukuran kristalin CaCO_3	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain alat pengendali kerak.....	91
Lampiran 2 Detail gambar frame rangka	92
Lampiran 3 Detail gambar pengaduk.....	93
Lampiran 4 Detail junction box	94
Lampiran 5 Detail gambar pipa eksperimen	95
Lampiran 6 Grafik pengaruh temperatur terhadap massa kerak	96
Lampiran 7 Report Uji XRD.....	96
Lampiran 8 Peak Profil View Fasa	97
Lampiran 9 Profil puncak masing-masing fasa yang terdeteksi	97
Lampiran 10 Lattice parameters kisi.....	98
Lampiran 11 Gambar pengerjaan alat di kampus	98
Lampiran 12 Alat pengendali kerak.....	99