

**ANALISIS SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA RAW MIX 2
DARI PABRIK SEMEN PADANG MENGGUNAKAN
BARTINGTON MAGNETIC SUSCEPTIBILITY METER
DENGAN SENSOR TIPE B**



**JULIO FADJAR KOLOTOSA
NIM. 18034120/2018**

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

**ANALISIS SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA RAW MIX 2
DARI PABRIK SEMEN PADANG MENGGUNAKAN
BARTINGTON MAGNETIC SUSCEPTIBILITY METER
DENGAN SENSOR TIPE B**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
Julio Fadjar Kolotosa
NIM. 18034120/2018**

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

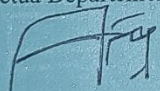
PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA *RAW MIX 2* DARI PABRIK SEMEN PADANG MENGGUNAKAN *BARTINGTON MAGNETIC SUSCEPTIBILITY METER* DENGAN SENSOR TIPE B

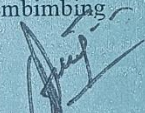
Nama : Julio Fadjar Kolotosa
NIM : 18034120
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, November 2025

Mengetahui:
Ketua Departemen Fisika


Prof. Dr. Asrizal, M.Si.
NIP. 19660603 199203 1 001

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Dr. Hamdi, M.Si.
NIP. 19651217 199203 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Julio Fadjar Kolotosa
NIM : 18034120
Program Studi : Fisika (NK)
Departemen : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA *RAW MIX 2* DARI PABRIK SEMEN PADANG MENGGUNAKAN *BARTINGTON* *MAGNETIC SUSCEPTIBILITY* METER DENGAN SENSOR TIPE B

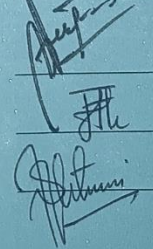
Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri
Padang

Padang, November 2025

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Hamdi, M.Si.
Anggota	: Dr. Fatni Mufit, S.Pd., M.Si.
Anggota	: Drs. Letmi Dwiridal, M.Si.

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julio Fadjar Kolotosa
NIM : 18034120
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "**Analisis Suseptibilitas Magnetik pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang Menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan Sensor Tipe B**" adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,



Julio F

Julio Fadjar Kolotosa

NIM. 18034120

Analisis Suseptibilitas Magnetik pada Raw Mix 2 dari Pabrik Semen Padang Menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan Sensor Tipe B

Julio Fadjar Kolotosa

ABSTRAK

Proses pembuatan semen melewati tahapan yang cukup panjang, yang dimana setiap tahapan perlu dilakukan Kontrol Kualitas (*Quality Control*) dan Jaminan Kualitas (*Quality Assurance*). Tahapan penggilingan pada *Raw Mill* terdiri dari dua jenis *mill* yaitu *vertical mill (Raw Mix 1)* dan *horizontal mill (Raw Mix 2)*. Umumnya uji kualitas berdasarkan pada parameter kimia, padahal semen memiliki kandungan pasir besi yang merupakan salah satu bahan penting pembentuk semen. Dengan melakukan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik pada *Raw Mix 2* maka diketahui konsistensi jumlah mineral magnetik yang ada pada *Raw Mix 2*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang.

Sampel *Raw Mix 2* diambil dari Pabrik Semen Padang per-jam dalam setiap hari dari tanggal 1 Februari - 17 Maret 2022 dengan jumlah 157 sampel. Nilai suseptibilitas dari 157 sampel diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan Sensor Tipe B (MS2B).

Hasil pengukuran menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik *Raw Mix 2* berkisar antara $48,57 \times 10^{-8} m^3/kg$ sampai dengan $240,23 \times 10^{-8} m^3/kg$ dengan rata-rata $144,4 \times 10^{-8} m^3 /kg$ dan sifat kemagnetan *Raw Mix 2* yaitu *antiferromagnetic* dengan nilai $\chi_{fd} \% < 2\%$ yang artinya tidak ada atau mengandung kurang dari 10% bulir *superparamagnetic*. Namun, terdapat 18 sampel yang dengan rentang $\chi_{fd} \% 2-10\%$ yang artinya mengandung bulir *superparamagnetic*. Berdasarkan pengujian nilai suseptibilitas magnetik terdapat 4 sampel yang tidak konsisten, 3 sampel pada tanggal 22 Februari 2022 dan 1 sampel pada tanggal 23 Ferbruari 2022.

Kata Kunci: Semen, *Raw Mix 2*, Suseptibilitas Magnetik, *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan Sensor Tipe B

Magnetic Susceptibility Analysis of Raw Mix 2 from Padang Cement Plant Using Bartington Magnetic Susceptibility Meter with Type B Sensor

Julio Fadjar Kolotosa

ABSTRACT

The cement manufacturing process involves several lengthy stages, each of which requires Quality Control and Quality Assurance. The grinding stage in the Raw Mill consists of two types of mills, namely the vertical mill (Raw Mix 1) and the horizontal mill (Raw Mix 2). Generally, quality tests are based on chemical parameters, even though cement contains iron sand, which is one of the important ingredients in cement. By measuring the magnetic susceptibility value of Raw Mix 2, the consistency of the magnetic minerals in Raw Mix 2 can be determined. This study aims to determine and analyze the magnetic susceptibility value of raw cement in Raw Mix 2 from the Padang Cement Factory.

Raw Mix 2 samples were taken from the Padang Cement Factory every hour every day from February 1 to March 17, 2022, with a total of 157 samples. The susceptibility values of the 157 samples were measured using a Bartington Magnetic Susceptibility Meter with a Type B Sensor (MS2B).

The measurement results showed that the magnetic susceptibility value of Raw Mix 2 ranged from $48,57 \times 10^{-8} m^3/kg$ to $240,23 \times 10^{-8} m^3/kg$ with an average of $144,4 \times 10^{-8} m^3/kg$ and the magnetism of Raw Mix 2 was antiferromagnetic with a value of $\chi_{fd}\% < 2\%$, which means that there were no or less than 10% superparamagnetic grains. However, there were 18 samples with a $\chi_{fd}\%$ range of 2-10%, which means they contained superparamagnetic grains. Based on magnetic susceptibility testing, there were 4 inconsistent samples, 3 samples on February 22, 2022, and 1 sample on February 23, 2022.

Keywords: Cement, Raw Mix 2, Magnetic Susceptibility, Bartington Magnetic Susceptibility Meter Sensor Type B

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Suseptibilitas Magnetik pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang Menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan Sensor Tipe B”. Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Terapan atas nama Dr. Hamdi, M.Si. dengan judul “Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik pada *Portland Cement*” yang didanai melalui PNBPN UNP dengan nomor kontrak 1617/UN35.13/LT/2020. Penulisan skripsi ini merupakan syarat dalam menyelesaikan Program Strata Satu (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Selama menyelesaikan skripsi ini, mendapatkan bantuan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih diberikan kepada :

1. Bapak Dr. Hamdi, M.Si., selaku Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penelitian dan penulisan Skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si., selaku Kepala Departemen Sarjana Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Harman Amir, M.Si., selaku Ketua Prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Mairizwan, M.Si., selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis.
5. Ibu Dr. Fatni Mufit, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji 1.
6. Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si., selaku dosen penguji 2.

7. Bapak dan ibu staf pengajar serta karyawan Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
8. Kedua Orang Tua dan Adik yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
9. Seluruh tim penelitian semen yang telah banyak membantu dari awal proses penelitian sampai dengan selesai.
10. Seluruh magnetic team yang telah memberi semangat kepada penulis.
11. Rekan-rekan seperjuangan yang telah banyak membantu baik dalam penelitian maupun dalam penulisan skripsi ini.

Padang, November 2023

Julio Fadjar Kolotosa

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Semen.....	7
B. Metode Kemagnetan Batuan	17
C. Sifat Kemagnetan Batuan.....	17
D. Suseptibilitas Magnetik.....	21
E. Mineral Magnetik.....	25
F. Penelitian yang Relevan.....	29
G. Kerangka Berfikir.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Jenis Penelitian.....	33
B. Instrumen Penelitian.....	33
C. Prosedur Penelitian.....	35

D. Teknik Pengolahan Data dan Interpretasi Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Hasil	42
B. Pembahasan.....	49
BAB V PENUTUP.....	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSAKA.....	59
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses pembuatan semen.....	11
Gambar 2. Pengontrolan pembuatan semen.....	12
Gambar 3. Proses penggilingan <i>Raw Mix 2</i>	14
Gambar 4. Grafik hubungan $\chi_{lf} - \chi_{fd}$ (dearing, 1999).....	25
Gambar 5. Kerangka berfikir	32
Gambar 6. Neraca Ohaus.....	34
Gambar 7. <i>Bartington Magnetic Susceptibility Meter Sensor Tipe B</i>	35
Gambar 8. Memasukkan sampel ke dalam holder.	36
Gambar 9. Referensi arah sampel.	36
Gambar 10. Pengukuran suseptibilitas magnetik semen mentah menggunakan <i>Bartington Magnetic Susceptibility Meter Sensor Tipe B</i>	37
Gambar 11. Posisi pengukuran sampel pada MS2B.	37
Gambar 12. Grafik hubungan χ_{lf} dan χ_{hf}	50
Gambar 13. Konsistensi nilai suseptibilitas magnetik <i>Raw Mix 2</i>	52
Gambar 14. Grafik hubungan χ_{lf} dan $\chi_{fd}\%$	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Interpretasi Nilai χ_{fd} %	24
Tabel 2. Suseptibilitas Magnetik Beberapa Mineral.....	26
Tabel 3. Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik.	38
Tabel 4. Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Semen Mentah pada <i>Raw Mix</i> 2 dari Pabrik Semen Padang.	38
Tabel 5. Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Secara Keseluruhan.....	39
Tabel 6. Sifat Kemagnetan Semen Mentah pada <i>Raw Mix</i> 2.....	40
Tabel 7. Klasifikasi Jenis Bulir pada <i>Raw Mix</i> 2 Berdasarkan Nilai χ_{fd} %.....	40
Tabel L8. Nilai Suseptibillitas Magnetik pada Sampel Semen Mentah <i>Raw Mix</i> 2 Setiap Hari dari Tanggal 1 Februari - 17 Maret 2022.....	43
Tabel 9. Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Secara Keseluruhan.....	44
Tabel 10. Standar Deviasi Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik <i>Raw Mix</i> 2 Tanggal 1 Februari-17 Maret 2022	45
Tabel 11. Standar Deviasi Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Semen Mentah Per-Minggu	46
Tabel 12. Standar Deviasi Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Per-Bulan.....	46
Tabel 13. Standar Deviasi Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Semen Mentah Secara Keseluruhan.....	47
Tabel 14. Sifat Kemagnetan <i>Raw Mix</i> 2.....	47
Tabel 15. Klasifikasi Jenis Bulir pada <i>Raw Mix</i> 2 Berdasarkan Nilai χ_{fd} %.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rata-rata nilai suseptibilitas magnetik <i>Raw Mix</i> 2.	62
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semen merupakan material perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat seperti sebuah beton (Swardika, 2019). Semen terbentuk dari bahan utama (*Raw Material*) dan bahan penolong. Bahan utama (*Raw Material*) untuk memproduksi semen adalah bahan yang mengandung mineral kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), semua bahan tersebut diolah dan diproses menjadi semen.

Pasir besi merupakan bahan magnetik yang bersifat *ferromagnetic*. Pasir besi memiliki komposisi yang terdiri dari fase *Magnetite* (Fe_3O_4) *Hematite* ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$) dan *Maghemite* ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$) (Kurniawan, 2017). *Maghemite* dan *Hematite*, kedua bahan tersebut memiliki komposisi yang sama tetapi memiliki struktur kristal yang berbeda (Dunlop, 1997). *Magnetite* (Fe_3O_4), *Hematite* ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$) dan *Maghemite* ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$) tergolong ke dalam mineral magnetik Besi Oksida. *Greigite* (Fe_3S_4) dan *Pyrrhotite* (Fe_7S_8) merupakan kelompok mineral magnetik dari keluarga Besi Sulfida, sedangkan *Goethite* (αFeOOH) tergolong ke dalam mineral Hidroksida Besi (Harrison, 2002). Mineral magnetik merupakan salah satu bahan yang terdapat di alam yang mengandung mineral magnetik. Mineral magnetik mempunyai sifat kemagnetan yang lemah (*Diamagnetic*), sedang (*Paramagnetic*) dan kuat (*Ferromagnetic*). Dari ketiga sifat bahan magnetik hanya untuk mineral tergolong *ferromagnetic* yang disebut sebagai mineral magnetik

(Buttler,1998). Semen dibentuk dari 2% pasir besi dan dicampur secara merata agar mendapatkan kualitas yang sama dari setiap bagiannya

Proses pembuatan semen melewati tahapan-tahapan cukup panjang, salah satu prosesnya yaitu penggilingan pada *Raw Mill*. Alat utama yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan utama pembuatan semen terdiri dari dua jenis *Mill* yaitu *Horizontal Mill* dan *Vertical Mill*. *Vertical mill* merupakan peralatan yang berfungsi sebagai penggiling semen dengan tipe vertikal, di dalam mesin ini material mengalami proses penghalusan ukuran butiran sehingga menghasilkan *Raw Mix 1*. Pada *Horizontal Mill* material digiling bersamaan dengan aliran udara panas berasal dari *Suspension Preheater* yang ditarik oleh *Mill Fan*, sehingga di dalam *Horizontal Mill* selain terjadi proses penggilingan juga terjadi proses pengeringan. Media pengeringannya adalah udara panas yang berasal dari gas panas buangan *kiln* dengan temperature 220 °C - 300 °C (Afrina, 2018).

Hasil penggilingan pada *Horizontal Mill* dilakukan 2 pengujian yaitu *Quality Control* dan *Quality Assurance* yang dilakukan setiap jam dan setiap hari untuk menjamin kualitas semen tetap terjaga. Berdasarkan bahan mentahnya, semen terbuat dari bahan yang mengandung mineral magnetik yaitu besi oksida. Oleh sebab itu, *Quality Control* dan *Quality Assurance* perlu dilakukan berdasar sifat magnetik, khususnya pada *Raw Mix 2*.

Kandungan mineral magnetik suatu bahan diketahui dari nilai-nilai suseptibilitas magnetiknya yang dapat ditentukan menggunakan metode kemagnetan batuan (*Rock Magnetism Method*). Metode Kemagnetan Batuan (*Rock Magnetism Method*) adalah salah satu metode Geofisika yang dapat

menyelidiki sifat magnetik dari semen. Uji sifat kemagnetan suatu bahan dinilai sangat efektif, murah, sensitif, cepat dan tidak merusak (Dearing, 1999). Sifat kemagnetan pada batuan dapat ditentukan dengan cara mengetahui karakteristik mineral magnetik seperti konsentrasi mineral magnetik, jenis mineral magnetik, domain magnetik, ukuran butir dan titik *curie* mineral magnetik. Penentuan konsentrasi mineral magnetik untuk mendapatkan nilai suseptibilitas dalam suatu bahan yaitu menggunakan *magnetic susceptibility meter* (David, 1997).

Suseptibilitas magnetik suatu bahan adalah kuantitas bahan tersebut untuk dapat termagnetisasi jika dikenakan pada medan magnetik (Tipler, 2001), yang akan memberikan informasi tentang mineral yang terkandung di dalam suatu bahan. Pengukuran suseptibilitas magnetik memberikan informasi tentang adanya mineral magnetik yang terkandung dalam sampel. Jumlah mineral yang bersifat magnetik akan mempengaruhi nilai suseptibilitas magnetiknya, dimana semakin banyak mineral yang bersifat magnetik, maka semakin besar pula nilai suseptibilitas magnetiknya. Dari nilai suseptibilitas juga dapat ditentukan sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik yang terkandung dalam suatu bahan (Fajri, 2020).

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan analisa mineral magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2*. Sampel semen mentah pada *Raw Mix 2* diambil setiap jam dan setiap hari, kemudian setiap sampel diukur dan dianalisis kekonsistenan mineral magnetiknya berdasarkan nilai suseptibilitas yang diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan sensor tipe B.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan didapatkan identifikasi masalahnya yaitu :

1. Selama proses pembuatan semen dilakukan pengujian *Quality Control* dan *Quality Assurance*, tapi tidak terdapat pengukuran mineral magnetik.
2. Pada salah satu bahan utama pembentuk *Raw Mix 2* terdapat Pasir Besi yang mengandung mineral magnetik, tapi belum dilakukan pengujian mineral magnetik.
3. Belum pernah dilakukan penelitian untuk menganalisis nilai suseptibilitas magnetik pada *Raw Mix 2* dari pabrik semen padang menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* Sensor Tipe B.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan penelitian, maka dilakukan pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik hanya pada sampel semen mentah *Raw Mix 2*.
2. Pengukuran dilakukan menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* Sensor Tipe B.
3. Semen mentah *Raw Mix 2* yang akan diukur hanya sampel dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022?
2. Bagaimana analisis nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022?
3. Bagaimana konsistensi nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini :

1. Mengetahui nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022.
2. Menganalisis nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022.
3. Menganalisis kekonsistenan nilai suseptibilitas magnetik semen mentah pada *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang setiap jam dan setiap hari dari tanggal 01 Februari 2022 sampai tanggal 17 Maret 2022.

F. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat, yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang hasil analisis nilai suseptibilitas magnetik yang terkandung pada bahan semen mentah *Raw Mix 2* dari Pabrik Semen Padang.
2. Merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata 1 Program Studi Fisika di Universitas Negeri Padang.
3. Membantu penelitian S2 mendapatkan acuan SNI semen melalui nilai suseptibilitas magnetik.
4. Sebagai ide dan tambahan referensi dalam pengembangan penelitian mengenai mineral magnetik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Nilai Suseptibilitas magnetik pada *Raw Mix 2* yang diambil setiap hari dan setiap jam dari tanggal 1 Februari -17 Maret 2022 sangat bervariasi. Nilai suseptibilitas magnetik *Raw Mix 2* dapat dikatakan konsisten pada minggu ke-1, minggu ke-2, minggu ke-5 dan minggu ke-6 yaitu pada rentang standar deviasi $\chi = \chi \pm 2\sigma$, karna selisih nilai konsistensi yang didapat tidak terlalu jauh dari rata-rata nilai suseptibilitas keserluruhan. Namun pada minggu ke-3 dan minggu ke-4, selisih nilai konsistensi yang didapat terlalu jauh. Hal ini terjadi karena bahan mentah diperoleh dari berbagai sumber, sehingga ada kemungkinan kandungan besi dari peralatan atau instrumen pengolahan ikut masuk ke dalam sampel dan terukur.
2. Sifat kemagnetan *Raw Mix 2* yaitu *Antiferromagnetic*.
3. Jenis bulir pada *Raw Mix 2* didapatkan hampir tidak ada bulir *superparamagnetic* atau mengandung kurang dari 10% bulir *superparamagnetic*.

B. Saran

1. Pengambilan sampel dilakukan per-jam setiap harinya, namun karena keterbatasan waktu, sampel yang didapatkan tidak dapat diperoleh secara lengkap. Sehingga, peneliti selanjutnya bisa melakukan penelitian dengan menggunakan sampel yang lengkap dan dengan periode data yang panjang.

2. Terdapat perbedaan atau tidak konsisten nilai suseptibilitas pada minggu ke-3, hal ini bisa disebabkan karena *Raw Material* yang masuk berbeda atau ada bagian/komponen pabrik yang lepas (baut, dll). Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian atau pengamatan yang lebih mendetail.

DAFTAR PUSAKA

- Amelia, Safaruddin, & Muzzaki. (2025). *Analisis kualitas Raw Mix dan Optimasi Raw Mill unit 5 R2*. Journal Universitas Pahlawan.
- Bijaksana, S. 2002. *Analisa Mineral Magnetik Dalam Masalah Lingkungan*. Jurnal Geofisika, 1, 19-27.
- Butler, R. F. 1998. *Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes*. Boston: Blackwell Scientific Publication.
- Callister, W. D and D.G. Rethwisch. 2009. *Material Science And Engineering. An Introduction* Eighth Edition. New York: Oxford University Press Inc.
- David, J. 1997. *Rock Magnetism Fundamentals and frontiers*. Cambridge University Press.
- Dearing, J. A. 1999. *Environmental Magnetic Susceptibility Using The Bartington MS2 System*. England: Chi Publishing.
- Evans, M and Heller, F. 2003. *Environmental Magnetism Principle and Application of Ennvironmagnetiks*. California: Academic Press.
- Fadila, M. R., Rifai, H., Ningsih, E. D., Putra, R., de Maisonneuve, C. B., Forni, F., and Phua, M. 2017. *Magnetic Susceptibility Of Pre-And Post Caldera lavas From Maninjau, West Sumatra*.
- Fajri, R, N. 2019. *Analysis Of Magnetic Properties Rocks And Soils Around The Danau Diatas, West Sumatra*. Journal of Physics : Conf. Series 1185 012024
- Fitriawan, M. 2017. *Sintesis Pigmen Jarosit Berbahan Dasar Pasir Besi Dengan Metode Sol-Gel*. Universitas Negeri Semarang: Semarang
- Gunawan, H., dan Budiman, A. 2014. *Penentuan Persentase dan Nilai Suseptibilitas Mineral Magnetik Bijih Besi yang Berasal dari Tiga Lokasi Tambang Bijih Besi di Sumatera Barat*. Jurnal Fisika Unand, 3(4), 249-254.
- Harrison, R. J.; Dunin-Borkowski, RE; Putnis, A. 2002. *Direct Imaging of Nanoscale Magnetic Interactions in Minerals*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 99 (26): 16556–16561.
- Hunt, C. P. 1991. *Handbook from the Environmental Magnetism Workshop*. Minneaspolis: University of Minnesota.
- Hunt, C.P., Moskowitz, B.M., Banerjee, S.K., 1995. *Magnetic Properties of Rocks and Minerals*. American Geophysical Union.
- Ibrahim, A., & Ilyas Yusuf, A. (2012). *Identifikasi Senyawa Logam dalam Pasir Besi di Provinsi Aceh*. Politeknik Negeri Lhoksumawe.
- Jiles, D. 1998. *Introduction To Magnetism And Magnetic Materials*. New York.

- Jiles, D. 1991. *Introduction to Magnetism and Magnetic Materials*. British Library Cataloguing in Publication Data.
- Kanu, M.O., Meludu, O. C., and Oniku, S.A. (2013). A Preliminary Assesment of Soil Pollution Some of Jalingo, Metropolis, Nigeria Using Magnetic Susceptibility Method. *Jordan Journal of Earth and Enviromental Sciences*.
- Mac Laren, D. C. and M. A. White. 2003. *Cement: Its Chemistry and Properties*. *Journal of Chemical Education* 80, 6, (2003): 623-634
- Ningsih, Ella D, dkk. 2022. *Magnetic Susceptibility Properties Of Portland Cement*. Universitas Negeri Padang. International Conference On Research And Learning Of Physics.
- Noor, Djauhari. 2012. *Pengantar Geologi*. Universitas Pakuan. Bogor
- Omar, M.A. 1975. *Elementary Solid State Physics*. Boston: Addison Wesley Publishing Company.
- Ouallali, A., Bouhsane, N., Bouhlassa, S., Spalevic, V., Kader, S., Michael, R., & Sestras, P. (2024). *Exploring soil pedogenesis through frequency-dependent magnetic susceptibility in varied lithological environments*. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*.
- Purnawan, I.; Prabowo, A. (2017). *Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit*. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 11, No. 2, 86-93.
- Pranitha Septiana B, Siti Zulaikha, Arif Hidayat, R. A. (2015). Uji Suseptibilitas Magnetik Tanah Gambut Kalimantan Tengah. Seminar Nasional Jurusan Fisika FMIPA UM.
- Rahayu, S., & Wibowo, H. (2023). *Magnetic susceptibility and grain-size interpretation of industrial raw materials*. *Journal of Applied Geoscience*, 18(2), 77–85.
- Rijal, Syamsur. 2018. *Formulasi Model Optimalisasi Komposisi Bahan Bakuuntuk Mencapai Standar Kualitas Klinker (Studi Kasus Di Indarung IV PT Semen Padang)*. Tesis.
- Ramadhanti, Aulia R. dan Sandra Santosa. 2019. *Persen Yield (%Yield) sebagai Parameter Evaluasi Proses Kinerja Raw Mill Pada Industri Semen*. *Teknologi Separasi*, Vol (5), No. 1, hal: 24-28. p-ISSN: 1978-8789.
- Sasmita, Amelia, dkk. 2020. *Identifikasi Mineral Magnetik di Inti Lahan Gambut dari Danau Diatas Sumatera Barat, Indonesia*.
- Subekti. 2010. *Pengukuran Anisotropi Suseptibilitas Magnetik*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Schneider, T., et al. (2025). *Multi-Frequency magnetic susceptibility for ultra-fine grain identification in paleoclimate sediments*. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130(2), 1–15

- Scudiero, E., Corwin, D., Anderson, R., Yemoto, K., & Clary, W. (2023). *Magnetic indicators for particle size variation and mineralogical stability in environmental materials*. Environmental Geoscience Journal.
- Suprpto, B.B., 1995, *Teknologi Semen*. Industrial Relation Division Training and Development Departement, Citeureup.
- Swardika, D. P. (2019). Pengaruh Rasio Larutan Alkali Aktifator Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash Ex Pltu Suralaya Banten. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(2). <https://doi.org/10.25105/psia.v1i2.6600>
- Tipler, P.A., 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Edisi ketiga Jilid 2, Jakarta: Erlangga.
- Wright, G.R.H. 2005. *Ancient Building Technology*. Volume 2: Materials. BRILL. Boston.