

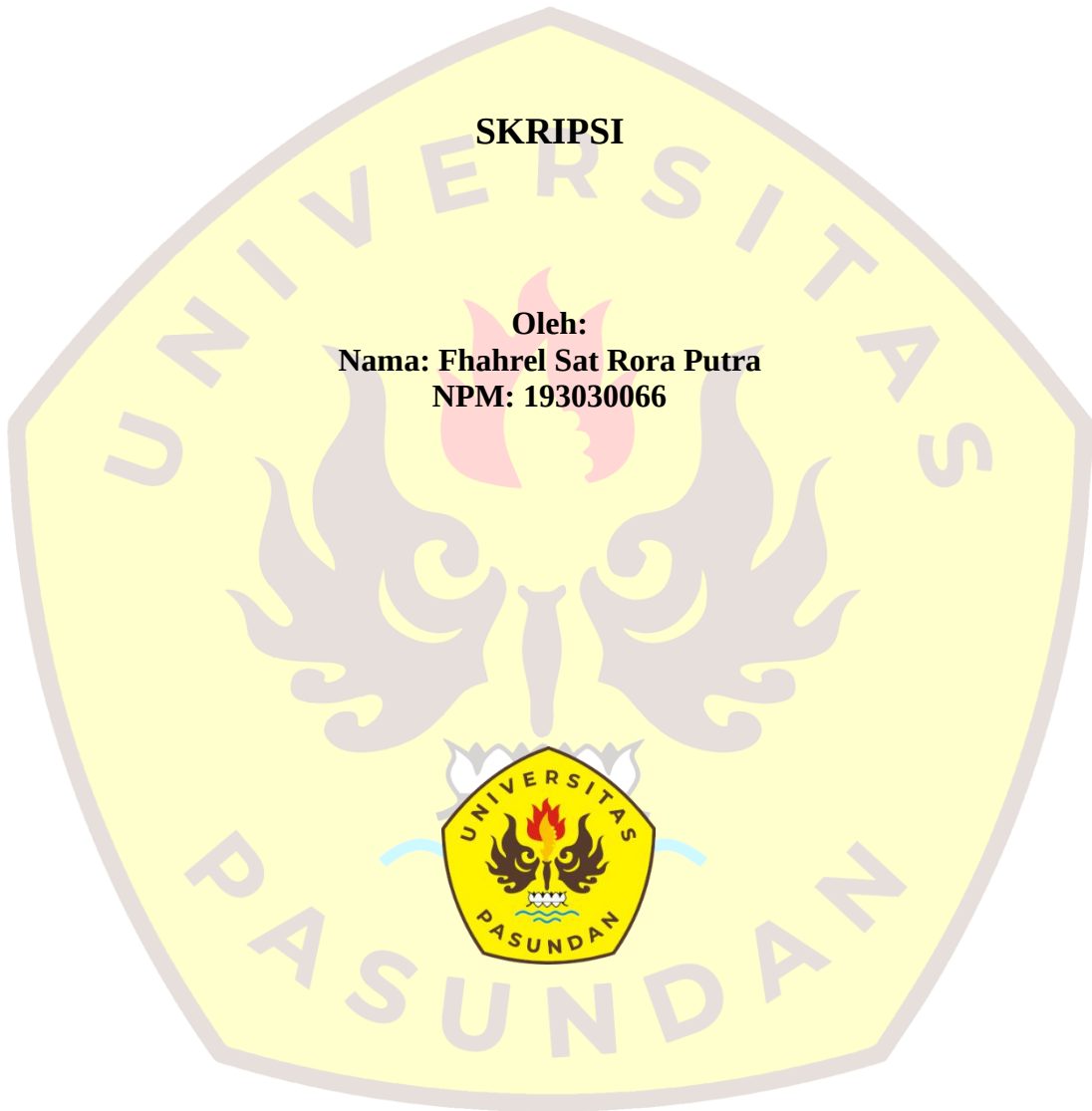
**Sintesis *polymer matrix composite* (PMC) cat anti radar yang di  
doping  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Co}$**

***Synthesis of polymer matrix composite (PMC) doped anti radar  
paint  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Co}$***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Nama: Fhahrel Sat Rora Putra  
NPM: 193030066**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2025**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Fhahrel Sat Rora Putra  
Nomor Pokok Mahasiswa : 193030066  
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 5 Maret 2025

Penulis,



Fhahrel Sat Rora Putra

## SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Fhahrel Sat Rora Putra

NPM : 193030066

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Sintesis *Polymer Matrix Composite* (PMC) cat anti radar yang didoping  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -CO Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 5 Maret 2025

Yang menyatakan,



Fhahrel Sat Rora Putra

## LEMBAR PENGESAHAN

Sintesis *polymer matrix composite* (PMC) cat anti radar yang di doping  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Co}$



Nama : Fhahrel Sat Rora Putra  
NPM : 193030066

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Djoko Hadi Prajitno, MSME.

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Sintesis *polymer matrix composite* (PMC) cat anti radar yang di doping Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Co



Nama : Fhahrel Sat Rora Putra  
NPM : 193030066

Tanggal sidang skripsi: Rabu, 7 Mei 2025

Ketua : Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. Djoko Hadi Prajitno, MME.

Anggota : Ir. Farid Rizayana, M. T.

Anggota : Dr. Ir. Widiyanti Kwintarini, M.T.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala tuhan yang maha esa berkat rahmat, hidayah, karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“Sitiesis *polymer matrix composite* (PMC) cat anti radar yang didoping  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Co}$ ”** salawat serta salam terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Pada saat ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah memberikan dukungan baik dari segi semangat maupun materi, sehingga laporan skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'la yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya serta kemudahan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. selaku Ketua Prodi Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.
3. Bapak Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T sebagai pembimbing utama skripsi, telah memberikan bimbingan dan pengetahuan yang berguna dalam menuntaskan laporan ini.
4. Bapak Dr. Ir. Djoko Hadi Prajitno, MSME. Sebagai pembimbing pendamping yang selalu ramah dan membimbing dan memotivasi
5. Kedua orang tua yang tak henti-hentinya mendo'akan dan memberikan dorongan semangat kepada Penulis untuk menyelesaikan laporan ini.
6. Keluarga Teknik Mesin 2019 yang telah memberikan motivasi dan saling mengingatkan untuk menyelesaikan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan bahkan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan skripsi ini, atas perhatian dan masukannya, penulis ucapkan terima kasih.

Bandung, 5 Maret 2025  
Penulis,



Fhahrel Sat Rora Putra  
NPM: 193030066

## DAFTAR ISI

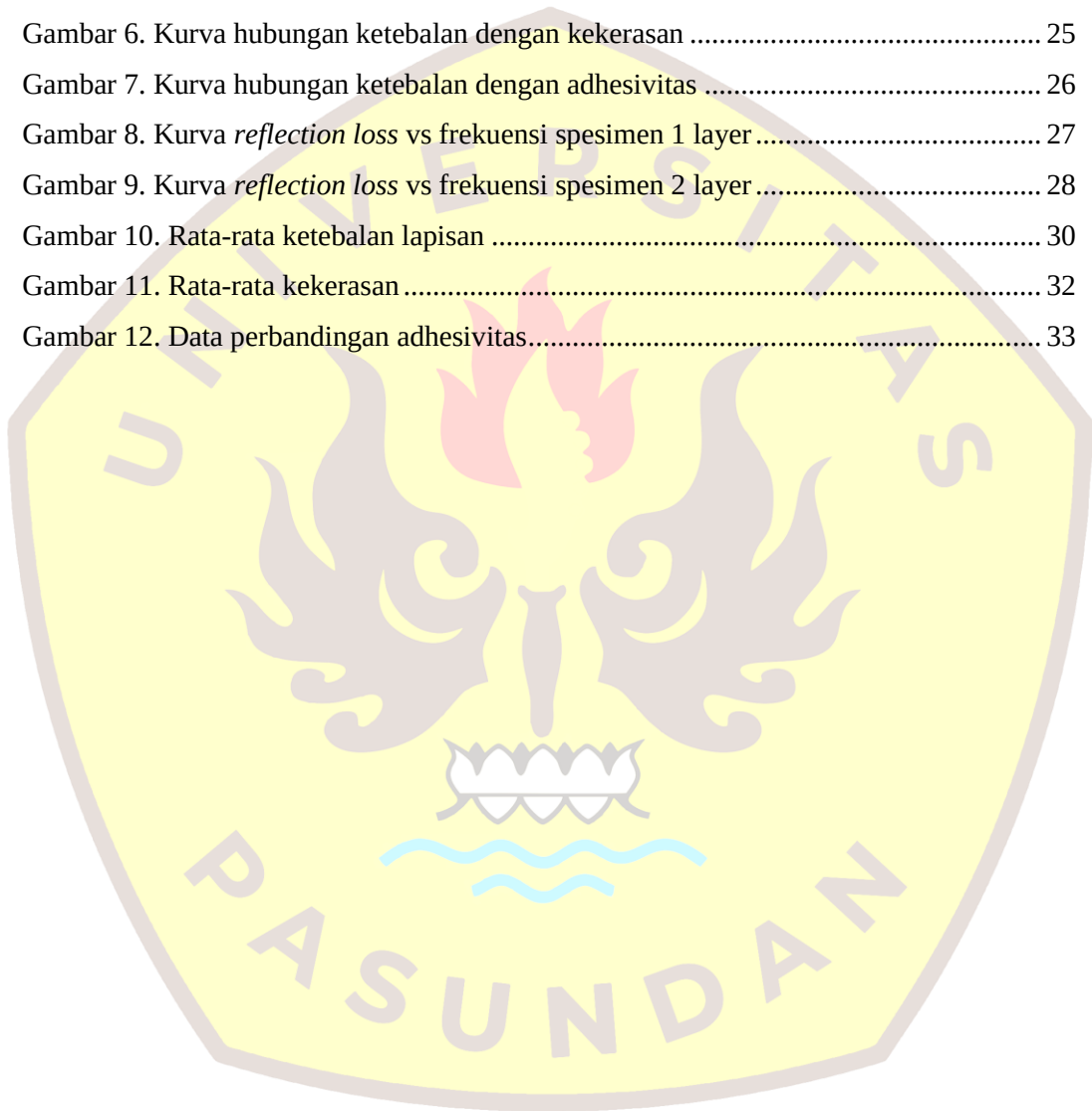
|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>SURAT PERNYATAAN .....</b>                       | <b>i</b>   |
| <b>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b> | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>           | <b>iii</b> |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>               | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                          | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                              | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                           | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                           | <b>x</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                | <b>xi</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                               | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                       | <b>1</b>   |
| 1. Latar belakang .....                             | 1          |
| 2. Rumusan masalah.....                             | 2          |
| 3. Tujuan.....                                      | 2          |
| 4. Manfaat.....                                     | 2          |
| 5. Batasan masalah .....                            | 3          |
| 6. Sistematika penulisan .....                      | 3          |
| <b>BAB II STUDI LITERATUR .....</b>                 | <b>4</b>   |
| 1. <i>Radar absorbing material (RAM)</i> .....      | 4          |
| 2. Magnetit.....                                    | 8          |
| 3. Kobalt .....                                     | 9          |
| 4. Proses metalurgi bubuk .....                     | 10         |
| 5. <i>Vector network analyzer (VNA)</i> .....       | 12         |
| A. <i>Reflection loss</i> .....                     | 13         |
| 6. Penelitian terdahulu .....                       | 13         |
| A. Penelitian Sri Mulyati Lathifah (2019) .....     | 13         |
| B. Penelitian Gibran Juniansyah (2021) .....        | 14         |
| C. Penelitian Dwi Septiar (2024).....               | 14         |
| <b>BAB III METODOLOGI .....</b>                     | <b>15</b>  |
| 1. Tahap Penelitian .....                           | 15         |

|                                          |                                          |           |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|
| 2.                                       | Tempat penelitian .....                  | 17        |
| 3.                                       | <i>Set up</i> pengujian.....             | 18        |
| 4.                                       | Alat dan bahan yang digunakan.....       | 20        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |                                          | <b>21</b> |
| 1.                                       | Data material serbuk.....                | 21        |
|                                          | A. Perhitungan stoikiometri bahan.....   | 21        |
|                                          | B. Parameter proses <i>milling</i> ..... | 22        |
| 2.                                       | Data hasil pengujian .....               | 22        |
|                                          | A. Pengujian ketebalan .....             | 23        |
|                                          | B. Pengujian kekerasan .....             | 23        |
|                                          | C. Pengujian daya Lekat.....             | 25        |
|                                          | D. Pengujian sifat anti radar (VNA)..... | 27        |
| 3.                                       | Analisa dan pembahasan.....              | 29        |
|                                          | A. Pengujian ketebalan .....             | 30        |
|                                          | B. Pengujian kekerasan .....             | 32        |
|                                          | C. Pengujian daya lekat .....            | 32        |
|                                          | D. Pengujian sifat anti radar (VNA)..... | 33        |
|                                          | E. Perbandingan data.....                | 34        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  |                                          | <b>35</b> |
| 1.                                       | Kesimpulan .....                         | 35        |
| 2.                                       | Saran ... ..                             | 35        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              |                                          | <b>36</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                     |                                          | <b>40</b> |
| 1.                                       | Foto-foto kegiatan.....                  | 40        |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Antena radar .....                                               | 4  |
| Gambar 2. Logam magnetit .....                                             | 8  |
| Gambar 3. Logam kobalt .....                                               | 10 |
| Gambar 4. <i>Planetary ball mill</i> .....                                 | 11 |
| Gambar 5. Diagram alir .....                                               | 15 |
| Gambar 6. Kurva hubungan ketebalan dengan kekerasan .....                  | 25 |
| Gambar 7. Kurva hubungan ketebalan dengan adhesivitas .....                | 26 |
| Gambar 8. Kurva <i>reflection loss</i> vs frekuensi spesimen 1 layer ..... | 27 |
| Gambar 9. Kurva <i>reflection loss</i> vs frekuensi spesimen 2 layer ..... | 28 |
| Gambar 10. Rata-rata ketebalan lapisan .....                               | 30 |
| Gambar 11. Rata-rata kekerasan .....                                       | 32 |
| Gambar 12. Data perbandingan adhesivitas .....                             | 33 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Parameter yang diukur VNA. ....                                                   | 12 |
| Tabel 2. Alat yang digunakan .....                                                         | 20 |
| Tabel 3. Bahan yang digunakan.....                                                         | 20 |
| Tabel 4. Nilai atom relatif (Ar) .....                                                     | 21 |
| Tabel 5. Nilai massa relatif (Mr).....                                                     | 21 |
| Tabel 6. Berat setiap bahan yang dibutuhkan .....                                          | 22 |
| Tabel 7. Parameter proses <i>milling</i> .....                                             | 22 |
| Tabel 8. Nilai ketebalan .....                                                             | 23 |
| Tabel 9. Nilai kekerasan .....                                                             | 24 |
| Tabel 10. Nilai daya lekat .....                                                           | 25 |
| Tabel 11. Data pengujian ketebalan.....                                                    | 31 |
| Tabel 12. Kurva <i>reflection loss</i> vs frekuensi spesimen 1 dan 2 layer doping Co ..... | 34 |
| Tabel 13. Kurva <i>reflection loss</i> vs frekuensi spesimen 1 dan 2 layer doping Zn.....  | 34 |

## ABSTRAK

Perkembangan ilmu dan teknologi secara intensif telah menghasilkan banyak material yang cerdas. Salah satu diantaranya adalah material penyerap gelombang perkembangan system radar sebelum dan selama perang dunia kedua menyebabkan investigasi interaksi antara radiasi elektromagnetik pada frekuensi radar dan berbagai bahan: salah satu aspek dan penyelidikan ini adalah menemukan cara untuk mengurangi singal kembali. Pada penelitian ini ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) adalah campuran magnetit dan akan di doping dengan (Co) merupakan material kobalt dengan menggunakan metode *Mechanical Alloying*. Diaplikasikan dengan alat *spray gun* dengan cara *coating* menggunakan cat yang telah di mixing dengan paduan serbuk yang telah dihaluskan. Sebelum proses *coating* dilakukan terlebih dahulu pengamplasan pada plat Alumunium 2024 dengan amplas ukuran 400,500, 800, dan 1000mesh, dan dilanjutkan proses *coating* dengan 2 metode yaitu 1layer dan 2layer, setelah itu dikarakterisasi menggunakan berbagai teknik diantaranya, pengujian kekerasan, pengujian ketebalan, pengujian daya lekat, dan sifar anti radar (VNA). Hasil dari pengujian VNA didapatkan nilai *reflection loss* tertinggi dengan proses pengecatan spesimen 2layer pada frekuensi 1000 MHz dengan nilai -39,57 dB dengan presentase penyerapan sebesar 99,99% sedangkan pada spesimen 1layer pada frekuensi 1000 MHz didapatkan nilai *reflection loss* -36,92 dB dan nilai presentase penyerapan sebesar 99,98%.

Kata kunci: Radar,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , doping Co, *reflection loss*.

## ABSTRACT

The intensive development of science and technology has produced many intelligent materials. One of them is the wave absorbing material the development of radar systems before and during the second world war led to the investigation of the interaction between electromagnetic radiation at radar frequencies and various materials: one aspect and this investigation is to find a way to reduce the return signal. In this study ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) is a mixture of magnetite and will be doped with (Co) which is a cobalt material using the Mechanical Alloying method. Applied with a spray gun by coating using paint that has been mixed with a mixture of powder that has been refined. Before the coating process, sanding was carried out on the 2024 Aluminum plate with 400, 500, 800, and 1000mesh sandpaper, and continued with the coating process with 2 methods, namely 1 layer and 2 layers, after which it was characterized using various techniques including, hardness testing, thickness testing, adhesion testing, and zero anti-radar (VNA). The results of the VNA test obtained the highest reflection loss value with the 2-layer specimen painting process at a frequency of 1000 MHz with a value of -39.57 dB with an absorption percentage of 99.99%, while the 1-layer specimen at a frequency of 1000 MHz obtained a reflection loss value of -36.92 dB and an absorption percentage value of 99.98%.

Keywords: Radar,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , Co doping, reflection loss.



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar belakang

Penyerapan gelombang mikro komposit, atau Radar *Absorbing Material* (RAM), merupakan teknologi penting dalam mendeteksi respon terhadap gelombang elektromagnetik. (RAM) biasanya terbuat dari material magnetit, seperti *Barium Heksaferrit*, yang memiliki sifat magnetit tinggi. Material ini dirancang untuk menyerap gelombang mikro, sehingga objek yang dilapisi (RAM) menjadi sulit terdeteksi. Material penyerapan gelombang, atau *Radar Absorbing Material* (RAM), memainkan peran penting dalam perkembangan sistem radar, terutama sebelum dan selama Perang Dunia II. Penelitian saat itu berfokus pada interaksi antara medan elektromagnetik di frekuensi radar dan berbagai material untuk menemukan cara mengurangi sinyal kembali. Ini bertujuan tidak hanya untuk mengurangi interferensi antara sinyal radar dan struktur disekitarnya, tetapi ini juga untuk meningkatkan efektivitas deteksi [1].

Penggunaan (RAM) umumnya terlihat dalam sector pertahanan militer seperti pada pesawat tempur, tank, dan kapal anti-radar dengan cara melapisi permukaan luar kendaraan dengan cat atau material anti-radar, gelombang radar yang mengenai permukaan tersebut akan diserap dan tidak dipantulkan kembali. Hal ini memberikan keunggulan strategis dengan mengurangi jejak radar dan meningkatkan stealth atau kemampuan menyembunyikan diri dari deteksi musuh. Selain dibidang pertahanan, penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan aplikasi (RAM) di berbagai sektor lainnya, seperti telekomunikasi dan elektronik, dimana pengurangan gangguan sinyal menjadi semakin penting [2]. Teknologi penyerap gelombang radar ini merupakan alat untuk mendeteksi posisi objek dengan gelombang mikro atau gelombang radio, sangat penting bagi Angkatan udara dan Angkatan laut. Sistem radar membantu mendeteksi keberadaan kapal atau pesawat asing yang memasuki wilayah suatu negara, sehingga memberikan informasi vital untuk keamanan dan strategis militer. Dengan adanya material penyerapan gelombang, kemampuan radar untuk mendeteksi objek dapat ditingkatkan, sementara pada saat yang sama, membuat objek yang dilapisi (RAM) lebih sulit terdeteksi, ini menciptakan keunggulan strategis dalam operasi militer dan perlindungan wilayah [3].

Dalam penelitian, akan dikembangkan komposit coating atau cat anti-radar yang diaplikasikan pada logam baja menggunakan metode spray coating. Bahan utama yang digunakan adalah magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), yang memiliki sifat magnetit tinggi untuk menyerap gelombang mikro, sehingga membantu objek menjadi tidak terdeteksi oleh radar [4].

Selain magnetit, ada campuran unsur kobalt (Co) juga ditambahkan. Kobalt berfungsi sebagai bahan penguat karena memiliki daya magnet dan sifat anti-korosi. Kombinasi kedua material ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas penyerap gelombang radar sekaligus menjaga ketahanan terhadap lingkungan eksternal. Dengan menggunakan metode spray coating, proses aplikasi ini dapat dilakukan dengan lebih merata dan juga efisien pada permukaan logam Aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan material yang tidak hanya efektif dalam menyerap gelombang elektromagnetik tetapi juga memiliki daya tahan yang baik, dan menjadikan solusi yang sangat ideal untuk aplikasi dalam bidang pertahanan [5].

## **2. Rumusan masalah**

Berdasarkan permasalahan latar belakang sebelumnya, penulis merumuskan pokok permasalahan dalam penelitian ini. Rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan cat dengan ditambahkan  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Co}$ ?
2. Bagaimana pengaruh campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Co}$  dan variasi ketebalan lapisan coating terhadap sifat serapan gelombang elektromagnetik?

## **3. Tujuan**

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan cat anti radar dengan serbuk material  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Co}$ ?
2. Mengamati bagaimana pengaruh variasi ketebalan lapisan cat terhadap sifat serapan gelombang elektromagnetik?

## **4. Manfaat**

Dari penelitian ini diperoleh manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai proses teknik pembuatan material  $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Co}$  dengan metode milling.
2. Mengetahui dan menganalisa pengaruh cat ditambahkan dengan serbuk  $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Co}$  terhadap sifat gelombang mikro, dan kekerasan cat.
3. Mengetahui kekekuatan daya lekat cat terhadap variasi amplas dengan ukuran tertentu.
4. Mengetahui dan menganalisa pengaruh dan ketebalan lapisan cat terhadap sifat serapan gelombang dengan ketebalan coating yang optimal untuk aplikasi tertentu.

## **5. Batasan masalah**

Batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian rancangan ini adalah:

1. Material penyerap gelombang elektromagnetik yang digunakan adalah serbuk  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (75%) dan Co (25%)
2. Poroses pengecatan yang digunakan adalah *spray coating*
3. Variasi amplas yang digunakan yaitu 400, 500, 800, dan 1000 mesh
4. Variasi ketebalan lapisan cat yang digunakan 1layer dan 2layer

## **6. Sistematika penulisan**

Sistematika penulisan penelitian terdiri atas 5 (lima) bab dan daftar pustaka yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini memaparkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II STUDI LITERATUR**

Pada bab ini menjelaskan teori dasar yang mendukung penelitian dengan meninjau dari sejumlah pustaka.

### **BAB III METODOLOGI**

Pada bab ini menjelaskan tentang metodologi penelitian, skema proses penelitian, perancangan parameter proses, alat dan bahan, deskripsi, rencana penelitian dan lokasi penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang penjelasan pada penelitian dan pembahasannya.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran keseluruhan dari penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Terdapat buku acuan atau jurnal sebagai pedoman penelitian.

### **LAMPIRAN**

Pada lampiran terdapat foto-foto kegiatan pada penelitian.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kesimpulan pada penelitian cat anti radar dimulai dari tahapan proses *Mechanical Alloying* yaitu: perhitungan komposisi, penimbangan material, dan milling. Preparasi substrat, pencampuran cat dengan serbuk yang setelah di milling, dan dilanjutkan dengan pengecatan menggunakan *spray gun*.
- b. Proses sintesis PMC dengan penambahan material magnetit kobalt berhasil membentuk material komposit yang homogen, dengan dispersi partikel yang baik di dalam matrik polimer, sehingga memberikan peningkatan signifikan terhadap sifat penyerapan gelombang elektromagnetik.
- c. Hasil pengujian sifat anti radar (VNA) menunjukkan nilai penyerapan gelombang tertinggi berhasil dicapai oleh doping  $\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{Co}$  pada spesimen 2layer dengan ketebalan 2,53 mm dengan presentase penyerapan gelombang 99,99%. Dilanjut dengan doping  $\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{Zn}$  spesimen 2layer dengan ketebalan 2,86 mm dengan presentase penyerapan gelombang 99,49%.
- d. Hasil dari pengujian daya lekat menunjukkan nilai daya lekat tertinggi dicapai pada spesimen 2layer dengan amplas 400, karena permukaan substrat yang lebih kasar menciptakan lebih banyak mikro-ruang dan celah tempat cat “menancap” sehingga meningkatkan ikatan mekanis antara cat dan substrat.

### 2. Saran

Saran yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penambahan waktu lebih lama lagi (*milling*) agar dapat lebih homogen, sehingga serbuk material tersebut menjadi lebih halus dan tercampur rata.
- b. Perlu dilakukan pengujian lapangan agar mengetahui kekuatan dan ketahanan cat.
- c. Untuk menghindari porositas, penting untuk memastikan permukaan yang bersih dan diolah dengan baik sebelum pengecatan, menggunakan proporsi dan teknik pencampuran yang tepat, dan memastikan bahwa proses pengecatan berlangsung pada kondisi yang optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Oktafiani and Y. P. Saputera, “Antena Patch Array untuk Portable Coastal Radar pada Frekuensi S-Band,” *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 13, no. 1, p. 18, 2016, doi: 10.14203/jet.v13.18-22.
- [2] U. Charir and M. Farid, “Analisa Absorpsi Suara dan Penyerapan Gelombang Mikro Komposit *Silicone Rubber* Berpenguat *Barium Heksaferrit* Dopping Zn, Nanoselulosa dan Serat Bambu Betung,” 2019.
- [3] R. R. Kholid, W. Widyastuti, and R. Fajarin, “Pengaruh Variasi Komposisi BaM/PAni Matriks Cat Epoxy Pada Pelapisan Single Layer Dengan Metode Spray Coating Untuk Aplikasi Material Penyerap Radar,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 8–13, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.23832.
- [4] D. T. Rahmawati, “Variasi Penambahan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pada Panduan PANi/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> sebagai Bahan Penyerap Gelombang Mikro,” *J. Fis.*, vol. 04, no. 01, pp. 1–5, 2015.
- [5] V. A. Isnaini, R. P. Wirman, H. Salma, and S. P. Wirman, “Metode Pengukuran Resistivitas Logam Tipis dengan Identifikasi Ukuran Sampel menggunakan Image Processing,” *J. Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 42–49, 2020.
- [6] S. Rachmawati, M. Zainuri, and J. Fisika, Pelapisan Single Layer Penyerap Gelombang Radar *Dispersi Barium M-Heksaferit/Polianilin* pada Rentang *X-Band*, vol. 5, no. 2. 2016.
- [7] L. N. Usvanda and M. Zainuri, “Sintesis dan Karakterisasi Lapisan Radar *Absorbing Material* (RAM) Berbahan Dasar BaM/PANi pada Rentang Gelombang X-Band dengan Variasi Ketebalan,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 74–79, 2016.
- [8] M. A. Noval, N. Nurhayati, L. Anifah, and H. P. A. Tjhayaningtjas, “Desain Antena Vivaldi Coplanar Wibeband Untuk Aplikasi Through-Wall Radar (TWR),” *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 9–18, 2023, doi: 10.26740/jte.v12n1.p9-18.
- [9] Y. P. Saputera, F. Oktaviani, and Y. Wahyu, “Antena Bikonikal Tabung untuk Aplikasi Radar *Electronic Support Measures* Dengan Pola Radiasi Omni-directional pada Frekuensi 2-18 GHz,” *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 13, no. 1, p. 23, 2016, doi: 10.14203/jet.v13.23-27.
- [10] N. ' Man *et al.*, “Analisis Kinerja Peralatan *Monopulse Secondary Surveillance*

- Radar Mode-S Merek Indra Type IRS20-Mp/S 2NA Terhadap Keselamatan Penerbangan,” vol. 17, no. 1, pp. 244–250, 2024. Available: <http://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom> page244
- [11] L. N. Wahyuni, W. Widyastuti, and R. Fajarin, “Pengaruh Jumlah Lapisan Terhadap *Reflection Loss* Pada Komposit *Barium Heksaferit* / Polianilin Sebagai Ram (*Radar Absorbing Material*),” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.17725.
- [12] M.Zulfadli, I. Surjati, and Gunawan Tjahjadi, “Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segiempat Peripheral Slit Menggunakan Metode Array 1x4 Untuk Aplikasi Radar Maritim Frekuensi 3,2 GHZ,” *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2014, no. April, p. 2014, 2014.
- [13] A. E. Prasetiadi, “Teknologi Radar *Frequency Modulated Continuous Wave* (FMCW): Prinsip Kerja dan Simulasi,” *J. Ind. Elektro dan Penerbangan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–18, 2020.
- [14] H. Madiawati, R. Rahmansyah, and A. B. Simanjuntak, “Antena Mikrostrip Multilayer Parasitik pada Frekuensi C Band Radar Cuaca,” *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 4, p. 933, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i4.933.
- [15] Y. Taryana, A. Manaf, N. Sudrajat, and Y. Wahyu, “*Electromagnetic Wave Absorbing Materials on Radar Frequency Range*,” *J. Keramik dan Gelas Indones.*, vol. 28, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.32537/jkgi.v28i1.5197.
- [16] R. Rianza *et al.*, “Antena Vivaldi Konvensional untuk Penerapan pada Radar Cuaca (9.4 GHz),” *Elektron J. Ilm.*, vol. 14, no. April, pp. 1–6, 2022, doi: 10.30630/eji.14.1.236.
- [17] I. Razak, “Frekuensi Tinggi dan Gelombang Mikro,” *Int. J. Mech. Eng. Technol. Appl.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–2, 2022.
- [18] L. R. Dewi, W. Widanarto, and M. Effendi, “Pengaruh temperatur sintering terhadap komposisi, sifat magnetik dan absorpsi gelombang mikro komposit nano zinc-ferit,” *J. Teras Fis.*, vol. 2, no. 1, p. 18, 2019, doi: 10.20884/1.jtf.2019.2.1.1514.
- [19] E. K. Huliselan and S. Bijaksana, “Identifikasi Mineral Magnetik pada Lindi (Leachate,” *J. Geofis.*, vol. 2, pp. 8–13, 2007.

- [20] F. I. P. Sari, "Sintesis, Karakterisasi Nanopartikel Magnetit, Mg/Al NO<sub>3</sub> – Hidrotalsit dan Komposit Magnetit-Hidrotalsit," *J. Kim. Val.*, vol. 3, no. 1, pp. 44–49, 2017, doi: 10.15408/jkv.v3i1.4526.
- [21] S. Susanto, R. Prasdiantika, and T. C. M. Bolle, "*Sintesis Nanomaterial Magnetit-Sitrat Dan Pengujian Aplikasinya Sebagai Adsorben Emas (Iii)*," *J. Teknosains*, vol. 6, no. 2, p. 124, 2017, doi: 10.22146/teknosains.10821.
- [22] A. aswin Usman, "Penyerap Gelombang Radar Mikrokomposit rGO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Berbasis Mikrokomposit rGO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Berbasis," 2019.
- [23] Ridwan, M. Tang, and N. Hi. Arif, "Penetapan Konsentrasi Besi (Fe), Mangan (Mn), Kobalt (Co), Klorida (Cl<sup>-</sup>), Dan sulfat (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> Pada Air Sungai di Desa Lameruru Kabupaten Konawe Utara," *Saintis*, no. April, pp. 1–7, 2023.
- [24] S. A. Purba, L. Suyati, and D. S. Widodo, "Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi 17 (3) (2014) : 90-94," *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 17, no. 3, pp. 90–94, 2014. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa>
- [25] C. Alkalah, "Tingkat Pencemaran Logam Kadmium (Cd) Dan Kobalt (Co)," vol. 19, no. 5, pp. 1–23, 2016.
- [26] C. Suryanarayana, "*Mechanical Alloying and Milling*," 2024. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079642599000109>
- [27] Z. Hussain and H. K. Koay, "*Studies on Alumina Dispersion in Strengthened Copper Composites Through Ball Milling and Mechanical Alloying Method*," *J. Teknol.*, vol. 43, no. ext 5258, pp. 1–9, 2012, doi: 10.11113/jt.v43.753.
- [28] D. M. Pancarana, I. G. N. S. Waisnawa, and M. N. Firdaus, "Rancangan Bangun Mesin *Planetary Ball Mill* Type Vertikal Skala Laboratorium dengan Variasi Kecepatan putaran," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 7, no. 2, pp. 254–263, 2024, Available: <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/19704/11739>
- [29] R. Che Yob and N. Seman, "*Reflection coefficient measurement through the implementation of wideband multi-port reflectometer with error correction for microwave imaging application of human head*," *J. Teknol. (Sciences Eng.)*, vol. 64, no. 3, pp. 7–13, 2013, doi: 10.11113/jt.v64.2072.
- [30] N. A. Azizah, Zulfi, and Y. Wahyu, "Pengukuran Nilai Permittivitas Relatif dari Substrat Printed Circuit Board (PCB) pada Frekuensi Gelombang Mikro," pp. 1–7,

2020.

- [31] H. Andre and U. Khayam, “Antena Kupu - Kupu Sebagai Sensor Ultra High Frequency (UHF) Untuk Mendeteksi Partial Discharge Pada Gas *Insulation Substation*,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 8–17, 2013, doi: 10.20449/jnte.v2i2.69.
- [32] S. M. Latifah, D. H. Prajitno, and M. F. Syukron, “FeNdB-Cu *For Radar Absorber Coataing Application*,” 2021.
- [33] G. Juniansyah, S. M. Lathifah, and D. H. Prajitno, “*Synthesis Polymer Matrix Composite Epoxy-FeNdB-Mn for Radar Absorbing Material Application*,” *Int. J. Mech. Eng. Technol. Appl.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.21776/mechta.2021.002.01.1.
- [34] D. Septiar, “Pengaruh Temperatur *Sintering* Terhadap Sifat Serapan Gelombang Mikro Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-TiO Dengan Didoping Mn,” *Int. J. Mech. Eng. Technol. Appl.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2024.

