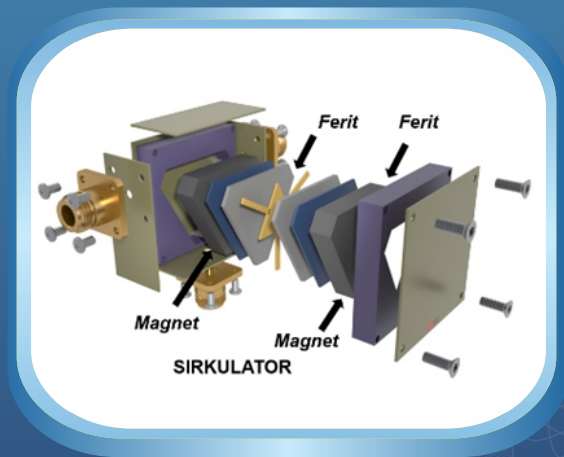


ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

INOVASI KOMPONEN MAGNET BERBASIS BAHAN LOKAL UNTUK MENDUKUNG KEMANDIRIAN INDUSTRI ELEKTRONIKA NASIONAL

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU TEKNIK MATERIAL
BIDANG MATERIAL ELEKTRONIK DAN MAGNETIK
KEPAKARAN KOMPONEN MAGNET**



OLEH:
NOVRITA IDAYANTI

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**INOVASI KOMPONEN MAGNET
BERBASIS BAHAN LOKAL UNTUK
MENDUKUNG KEMANDIRIAN INDUSTRI
ELEKTRONIKA NASIONAL**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INOVASI KOMPONEN MAGNET
BERBASIS BAHAN LOKAL UNTUK
MENDUKUNG KEMANDIRIAN INDUSTRI
ELEKTRONIKA NASIONAL**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU TEKNIK MATERIAL
BIDANG MATERIAL
ELEKTRONIK DAN MAGNETIK
KEPAKARAN KOMPONEN MAGNET**

**OLEH:
NOVRITA IDAYANTI**

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2025 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Elektronika

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Inovasi komponen magnet berbasis bahan lokal untuk mendukung kemandirian industri elektronika nasional/Novrita Idayanti-Jakarta: Penerbit BRIN, 2025.

xvi + 101 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1. Komponen magnet | 2. Perangkat elektronika |
| 3. Bahan lokal | 4. Kemandirian industri elektronika |

621.34

Copy editor : Meita Safitri
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Meita Safitri
Desainer Sampul : Meita Safitri

Edisi pertama : Agustus 2025



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id



PenerbitBRIN



@Penerbit_BRIN



@penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BIODATA RINGKAS	xi
PRAKATA PENGUKUHAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PENGGUNAAN KOMPONEN MAGNET PADA PERANGKAT ELEKTRONIKA.....	7
A. Sejarah Singkat Penggunaan Komponen Magnet.....	7
B. Tren Riset Komponen Magnet.....	10
C. Aplikasi Komponen Magnet Dalam Perkembangan Teknologi.....	12
III. RISET PEMBUATAN KOMPONEN MAGNET BERBAHAN LOKAL.....	17
A. Magnet Berbasis Pasir Besi.....	18
B. Magnet Berbasis HSM.....	19
C. Magnet Berbasis Limbah Pengerjaan Permesinan/Las	22
D. Magnet Berbasis Bahan Kimia Murni	23
IV. APLIKASI KOMPONEN MAGNET PADA PERANGKAT ELEKTRONIKA.....	33
A. Bidang Pangan.....	34
B. Bidang Telekomunikasi.....	36
C. Bidang Energi.....	40
D. Bidang lainnya.....	46

V. PROSPEK DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN	
KOMPONEN MAGNET DI INDONESIA.....	49
A. Potensi Pengembangan Komponen Magnet.....	49
B. Tantangan Pengembangan Komponen Magnet	51
C. Strategi Pengembangan	51
VI. KESIMPULAN	53
VII. PENUTUP	55
UCAPAN TERIMA KASIH	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Prediksi Pasar Material Magnet Global 2023–2033.....	3
Gambar 2.1	Perkembangan Nilai Produk Energi Maksimum, (BH) _{maks} Magnet Permanen.....	11
Gambar 2.2	Penggunaan IONP pada Model Tumor Otak secara Ortotopik.....	13
Gambar 3.1	Peta Pembuatan Komponen Magnet.....	17
Gambar 3.2	Sumber Pasir Besi.....	19
Gambar 3.3	Limbah HSM dan Produk yang Dihasilkan.....	20
Gambar 3.4	Oksida Besi Hasil Pengerjaan Permesinan.....	23
Gambar 3.5	Kurva Histeresis SHF, COF, dan $COM_0 - COM_{12}$	28
Gambar 3.6	Morfologi Permukaan Sampel Komposit.....	29
Gambar 3.7	Kecenderungan Nilai H_c dan M_s Nanokomposit $SrFe_{12}O_{19}/CoFe_2O_4$ terhadap Temperatur Sintering.....	30
Gambar 4.1	Purwarupa <i>Magnetic Separator</i>	35
Gambar 4.2	Riset dan Aplikasi Nanopartikel $Fe_3O_4@Au$ pada Sensor Pendeteksi Logam Berat.....	36
Gambar 4.3	Susunan Magnet Ferit pada Perangkat Sirkulator.....	37
Gambar 4.4	Komponen Magnet YIG dan Sirkulator Tipe <i>Coaxial Junction</i>	38
Gambar 4.5	Purwarupa Magnet Barium Stronsium Ferit untuk Motor DC.....	41
Gambar 4.6	Desain Stator Menggunakan NiZn Ferit.....	42
Gambar 4.7	Rotor Menggunakan Magnet <i>Bonded</i> NdFeB.....	44
Gambar 4.8	Purwarupa Magnet Bonded.....	45
Gambar 4.9	Rangkaian Aplikasi Ferrofluida.....	46
Gambar 4.10	Aplikasi Magnet Barium Ferit pada Meteran Air.....	47

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rangkuman kebutuhan impor magnet.....	3
Tabel 3.1	Rangkuman Kontribusi Ilmiah terhadap IPTEK.....	32
Tabel 4.1	Aplikasi Komponen Magnet Hasil Riset.....	33
Tabel 4.2	Hasil Penelitian Magnet yang Sudah Dimanfaatkan	48
Tabel 5.1	Kebutuhan Magnet Permanen Ferit untuk Aplikasi Meteran Air	50
Tabel 5.2	Kebutuhan Magnet Permanen NdFeB untuk Aplikasi Magnet Separator	50

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BIODATA RINGKAS



Novrita Idayanti, lahir di Palembang, 2 November 1970 merupakan anak pertama dari Bapak Drs. Hajati Achjat (alm.) dan Ibu Dra. Zubaidah. Menikah dengan Marsda Ir. Wajariman, MSc., dan dikaruniai dua orang anak, yaitu Muhammad Hafiz Imanullah S.Ak., Rifqi Munif Imanullah S.M. BSc.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 35/M Tahun 2023, tanggal 8 Agustus 2025 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama di BRIN.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 143/I/HK/2025 tanggal 10 Juni 2025 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri No 137, tahun 1983, Sekolah Menengah Pertama Negeri No 20, tahun 1986, dan Sekolah Menengah Atas Negeri No 4, tahun 1989. Memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Sriwijaya tahun 1994, gelar Magister dari ITB tahun 2006, dan gelar Doktor bidang Material dari UI tahun 2021.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: pelatihan pengukuran permeabilitas dengan Remacomp pada frekuensi dan kuat medan yang berbeda, di LIPI Bandung (1998), *workshop* aplikasi dari *X-ray diffraction*

dan SEM, di LIPI Bandung (1999), *workshop* teori dasar kemagnetan di LIPI Bandung (1999), *workshop novel functional materials* di ITB Bandung (2007), *workshop nanotechnology* “membangun bangsa dengan nanoteknologi, di Batan Serpong (2008), *International Scientific Instrument Technology workshop* (ISIT), di Instrument Technology Research Center (ITRC) of National Applied Research Laboratories (NARL) Shincu Taiwan (2008), *The first HOPE meeting collaboration with nobel laurete* di Tsukuba Jepang (2008), *short training on nanotechnology* di NIST USA (2011), kursus pelatihan *drafting* paten tingkat lanjut di Bogor (2014), *workshop writing research paper* di Bandung (2014), dan *workshop on technopreneurship for women in science, technology and innovation* di Kuala Lumpur Malaysia (2016).

Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Laboratorium Elektronika dan Bahan Listrik Organik (2000–2001) dan Kepala Sub Bidang Sarana Bahan dan Komponen Mikroelektronika PPET - LIPI (tahun 2008–2009).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama golongan III/b tahun 2002, Peneliti Ahli Muda golongan III/c tahun 2005, Peneliti Ahli Madya golongan III/d tahun 2008, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/b bidang Material Elektronik, Magnet dan Magnetism tahun 2023.

Menghasilkan 84 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk jurnal, dan prosiding. Sebanyak 39 KTI ditulis dalam bahasa Inggris dan

45 dalam Bahasa Indonesia. Serta menghasilkan Kekayaan Intelektual berupa 11 Paten.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pusat, pembimbing skripsi (S-1) pada universitas ITB, UPI, UIN, UNS, Unpad, pembimbing tesis (S-2) pada Universitas ITB, Itenas, dan pembimbing disertasi (S-3) pada Unpad. Anggota tim penilai peneliti unit (TP2U) PR Material dan Nanoteknologi BRIN (2022), dan menjadi ketua panitia *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications* (ICRAMET, 2021). Menjadi *reviewer* di Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, *Journal Medical Informatics Technology*, dan beberapa jurnal internasional dari penerbit IOP publishing, IEEE, *Journal of Medical Technology*, dan *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota organisasi Masyarakat Nano Indonesia (2014 – sekarang), IEEE *membership* (2015–2017), IEEE *Magnetics Society Membership* (2021–2023), anggota *Indonesia Magnetic Society* (IMS) (2020–sekarang), anggota Himpunan Peneliti Indonesia HIMPENINDO (2019–2021), dan anggota Perhimpunan Periset Indonesia PPI (2022–sekarang).

Menerima tanda penghargaan peneliti terbaik di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI (2008), 108 Inovasi Indonesia dari Business Innovation Center (2016), lulusan S3 terbaik dari Dekan FMIPA UI (2021), Satyalancana Karya Satya 10 Tahun (2008), dan Satyalancana Karya Satya 20 Tahun (2018) dari Presiden RI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 20 Agustus 2025 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“INOVASI KOMPONEN MAGNET BERBASIS BAHAN LOKAL UNTUK MENDUKUNG KEMANDIRIAN INDUSTRI ELEKTRONIKA NASIONAL ”

Pada orasi ini, akan disampaikan tentang perkembangan teknologi komponen elektronika berbasis magnet dengan berbagai inovasi teknologi pembuatan dan penggunaan bahan baku lokal yang dapat meningkatkan hilirisasi sumber daya alam. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi sifat magnet yaitu; komposisi, struktur kristal, ukuran partikel, morfologi, dan interaksi antar butir. Faktor tersebut akan berpengaruh terhadap aplikasinya pada perangkat elektronika, dimana setiap perangkat membutuhkan komponen magnet dengan karakteristik magnet yang berbeda.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang *pentingnya komponen magnet pada perangkat elektronika karena memiliki keunggulan diantaranya adalah dapat mengurangi konsumsi daya, membuat perangkat menjadi lebih kecil dan ringan, hemat biaya serta tahan lama yang dapat mendukung bidang telekomunikasi, energi, pangan, dan bidang lainnya. Ketersediaan komponen magnet dalam negeri dapat mengurangi ketergantungan produk impor, memperkuat daya saing industri elektronika demi mencapai kemandirian industri yang dapat mendukung perekonomian nasional.*

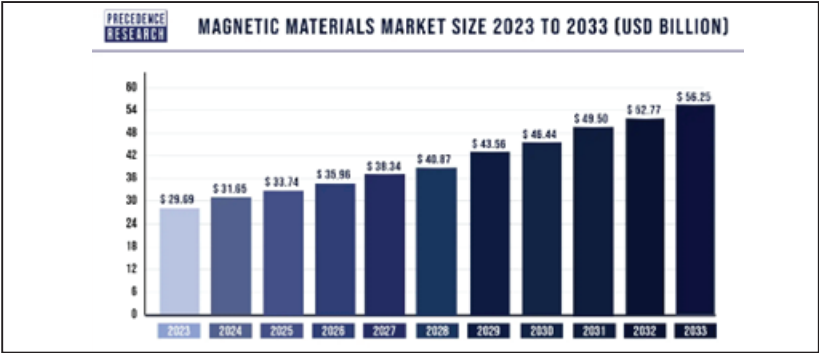
I. PENDAHULUAN

Kemandirian industri didefinisikan sebagai kondisi di mana suatu negara mampu memenuhi kebutuhan bahan dasar secara mandiri. Kemandirian pada industri elektronika adalah dimana perusahaan tersebut tidak tergantung pada komponen impor untuk menghasilkan perangkat elektronik. Saat ini, daya saing industri nasional masih tertinggal dibandingkan negara-negara lain seperti Vietnam, Thailand, dan Malaysia. Untuk itu, kemandirian industri menjadi masalah yang mendesak dan perlu mendapatkan perhatian. Beberapa faktor yang memperlemah daya saing ini diantaranya adalah kurangnya inovasi teknologi dan ketergantungan akan produk impor yang salah satunya adalah komponen elektronika seperti *integrated circuit*, dioda, transistor, resistor, kapasitor, dan komponen magnet (Anandhita, 2015).

Magnet merupakan salah satu komponen penting yang banyak digunakan pada perangkat elektronika yang terdiri dari magnet permanen/keras (*hard magnet*), magnet lunak (*soft magnet*) dan magnet maju (Cullity, 2009; Manaf, 2007). Komponen magnet memiliki banyak keunggulan diantaranya bersifat ramah lingkungan dan dapat menghasilkan medan magnet untuk menggerakkan motor dan generator tanpa menggunakan listrik tambahan sehingga efektif untuk penggunaan energi alternatif. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut, komponen magnet memainkan peran penting dalam banyak teknologi modern sehingga dapat menjadi fondasi pengembangan perangkat elektronika masa depan.

Akan tetapi, magnet merupakan komponen krusial yang masih sangat bergantung pada impor sehingga menjadi salah satu problem nasional. Industri elektronika dalam negeri saat ini menggunakan komponen magnet yang selalu didatangkan dari manca negara seperti dari Jepang, Amerika, Eropa, Taiwan, dan China (Alam & Unj, 2021). Perusahaan magnet asing yang memproduksi magnet permanen berada di kawasan industri Cilegon yang memproduksi magnet barium ferit anisotrop dan hasilnya dikirim ke Jepang. Perusahaan magnet lunak asing (milik Taiwan) di kawasan industri Cikarang memproduksi magnet lunak dari jenis Ni-Zn Ferit untuk kebutuhan inti *transformator* dan hasilnya dikirim ke Jepang dan sebagian digunakan oleh industri otomotif dalam negeri seperti Toyota dan Mitsubishi. Bila kebutuhan magnet, selalu di-impor, maka perkembangan industri otomotif, transportasi, dan energi alternatif akan ketinggalan.

Permintaan komponen magnet secara global diperkirakan akan terus meningkat. Oleh sebab itu, kebutuhan komponen magnet semakin bertambah setiap tahunnya (Sardjono dkk., 2012). Magnet ini digunakan sebagai komponen dalam pemisah magnet, motor, inti *transformator*, elektromagnet, generator, mikrofon, sensor, *energy harvesting*, *speaker* dll (Idayanti, 2018). Berdasarkan laporan Precedence Statistics (Precedence Research Pvt. Ltd., 2024), perkiraan pasar global periode 2023–2033 kebutuhan magnet akan mengalami pertumbuhan rata-rata tahunan sebesar 6,6%. Dengan pertumbuhan tersebut diperkirakan akan mencapai sekitar USD 56,25 miliar pada tahun 2033. Bila berdasarkan jenisnya, magnet lunak diproyeksikan memiliki pangsa pasar terbesar pada tahun 2024 hingga 2033 karena semakin tumbuhnya industri otomotif dan transportasi. Grafik pertumbuhan dan pangsa pasar material magnet global dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Sumber: Precedence Research Pvt. Ltd. (2024)

Gambar 1.1 Prediksi Pasar Material Magnet Global 2023–2033

Tabel 1 adalah data kebutuhan magnet impor yang diperlukan industri dalam negeri yang cukup tinggi. Berdasarkan estimasi, nilai potensial substitusi magnet impor berada di kisaran Rp 2,4 triliun hingga Rp 4,9 triliun per tahun.

Tabel 1.1 Rangkuman kebutuhan impor magnet

Jenis Magnet	Estimasi Harga Unit	Impor Tahunan (estimasi konservatif)	Potensi Nilai Pasar Lokal
Magnet NdFeB	USD 50–80/kg	± 2.000 ton	Rp1,6–2,5 triliun/tahun
Magnet ferit	USD 5–15/kg	± 5.000 ton	Rp375–1,1 triliun/tahun
Magnet inti (sensor, motor <i>stepper</i> , dll)	USD 20–40/kg	± 1.000 ton	Rp300–600 miliar/tahun
Ferofluida dan magnet nano	USD 100–500/liter	± 100 ton	Rp 150–750 miliar/tahun
Total Potensi Substitusi			Rp 2,4–4,9 triliun/tahun

Sumber: BPS (2025)

Hal ini berarti, jika magnet lokal seperti magnet permanen ferit, magnet lunak ferit, dan magnet *bonded* NdFeB berhasil diproduksi secara massal akan mempengaruhi perekonomian nasional.

Dampak potensi terhadap perekonomian nasional diantaranya, yaitu:

- Substitusi akan mendorong pertumbuhan industri material magnetik dalam negeri, membuka lapangan kerja, dan menumbuhkan ekosistem industri hilir.
- Dengan tersedianya komponen lokal yang dapat menggantikan magnet impor seperti untuk sensor, motor *stepper* dll, maka dapat menekan biaya produksi industri elektronik dalam negeri.
- Membuka peluang bagi UMKM untuk terlibat dalam pengolahan bahan baku serta pabrikasi dan aplikasi komponen magnet.
- Negara dapat menghemat devisa dari impor.

Oleh karenanya, untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, perlu dikembangkan komponen magnet berbasis sumber daya lokal. Indonesia memiliki daya saing dan potensi yang besar dalam memenuhi kebutuhan magnet karena memiliki kekayaan sumber daya alam oksida besi dari pasir besi. Diketahui bahwa pasir besi banyak terdapat di pantai Indonesia terutama di daerah Sumatra, Jawa, Lombok, Sumbawa, Jawa Timur, Sumba, dan Flores (Habibah, 2010). Berdasarkan data pusat sumber daya geologi (PSDG), sumber besi (Fe) yang terkandung di dalam pasir besi mencapai 2 miliar ton (425 juta ton logam besi) dengan cadangan 173 juta ton (25 juta ton logam besi) (Permana, 2019). Sumber oksida besi lainnya yang banyak dan belum dimanfaatkan secara maksimal adalah limbah *hot strip*

mill (HSM) sisa proses produksi industri baja dengan perkiraan produksi 2,4 juta ton per tahun (Ramelan, 2024). Untuk mewujudkannya, diperlukan langkah strategis yaitu penguatan inovasi dan teknologi, infrastruktur, perbaikan regulasi, serta dorongan untuk hilirisasi industri. Hilirisasi yang dimaksud adalah meningkatkan nilai tambah produk sumber daya alam menjadi lebih tinggi dari mutu dan harga (Miller, 2000).

Salah satu contoh nyata hilirisasi yang dilakukan penulis adalah pengolahan sumber daya lokal menjadi oksida besi yang dapat dibuat menjadi bahan utama pembuatan bahan magnet melalui teknologi pemurnian dan sintesa. Pemanfaatan sumber daya lokal tersebut antara lain berupa pasir besi, limbah oksida besi *hot strip mill* (HSM) sisa proses produksi industri baja dan limbah pengerjaan permesinan/las dengan inovasi teknologi. Penelitian pembuatan magnet menggunakan bahan lokal telah dilakukan penulis sejak tahun 1999 di LIPI hingga saat ini. Teknologi yang telah dikuasai adalah teknologi serbuk, *sol gel*, *hot press*, kopresipitasi, dan sonikasi/ultrasonik.

Dalam naskah orasi ini disampaikan perkembangan teknologi magnet sejak awal ditemukan hingga saat ini, dimana dahulu para periset mencari material baru, namun saat ini lebih kepada melakukan rekayasa struktur. Selanjutnya naskah orasi ini juga menjabarkan kontribusi terhadap sintesa magnet dan pembuatan komponen serta aplikasinya pada perangkat elektronika. Beberapa manfaat dari hasil penelitian ini telah diaplikasikan pada perangkat elektronika seperti sirkulator, *transformator*, motor DC, *magnetic separator*, meteran air, generator, sensor, dan *electromagnetic vibration energy harvester* (EVEH). Pada bagian akhir, naskah orasi ini ditutup dengan identifikasi potensi, tantangan, dan strategi pengembangan yang diperlukan agar riset magnet dapat berlanjut dan dapat mendukung kemandirian industri elektronika nasional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PENGUNAAN KOMPONEN MAGNET PADA PERANGKAT ELEKTRONIKA

Perkembangan teknologi penggunaan magnet sejalan dengan kemajuan teknologi perangkat elektronika. Oleh sebab itu, magnet menjadi komponen yang tak terpisahkan dalam inovasi perangkat modern (Gupta, 2024). Inovasi dalam teknologi magnet, membantu meningkatkan kinerja perangkat untuk aplikasi berbagai bidang seperti kesehatan, lingkungan, pangan, transportasi, dan energi. Pada bab ini akan disampaikan sejarah singkat, tren riset komponen magnet, dan perkembangan teknologi penggunaan komponen magnet pada perangkat elektronika.

A. Sejarah Singkat Penggunaan Komponen Magnet

Sejarah penggunaan komponen magnet pada perangkat elektronika memiliki perjalanan panjang, yang dimulai dengan penemuan prinsip dasar magnetisme hingga aplikasinya dalam teknologi perangkat modern. Sejarah aplikasi magnet pada perangkat elektronik yang dimulai dari era awal penemuan magnetisme sekitar 600 SM. Penggunaan pertama magnet berasal dari batu magnet alami (magnetit) yang ditemukan di Yunani kuno dan Cina yang digunakan dalam kompas sederhana untuk navigasi. Dilanjutkan studi awal pada tahun 1600 oleh William Gilbert, seorang dokter dan fisikawan Inggris yang menerbitkan buku *De Magnete*, yang menjadi dasar pemahaman modern tentang magnetisme (Livingston, 1990). Dilanjutkan di era revolusi industri (Abad ke-19) dan pada tahun 1820, H. C. Ørsted menemukan ada hubungan antara listrik dan magnetisme,

yang disebut elektromagnetisme (News, 2008). Penemuan ini menjadi dasar bagi pengembangan berbagai teknologi magnet. Penemuan elektromagnet terus dikembangkan oleh William Sturgeon (1824) dan Michael Faraday (1831) dengan menciptakan magnet buatan dengan arus listrik sehingga dapat menghasilkan perangkat motor listrik, generator listrik, dan *transformator* (Xiamen, 2020). Pada akhir abad-19, Nikola Tesla mengembangkan motor induksi berbasis elektromagnet yang menjadi fondasi industri modern (Carswell, 2017). Awal Abad ke-20, aplikasi komponen magnet permanen ferit mulai digunakan pada *speaker* dan *microphone* untuk mengubah sinyal listrik menjadi suara (Remy, 2016). Penggunaan magnet lunak ferit berupa inti besi diaplikasikan pada motor listrik dan *transformator* dengan fungsi dapat mengubah tegangan dengan efisiensi tinggi (Ram dkk., 2021). Penggunaan pada perangkat radio dan telekomunikasi, dapat ditempatkan dalam antena dan kumparan induktif untuk mengirim dan menerima sinyal radio (Lee dkk., 2012). Pertengahan Abad ke-20, sekitar tahun 1940-an, magnet permanen modern berbasis material aluminium nikel kobalt (AlNiCo) ditemukan dan merupakan magnet terkuat pertama yang diaplikasikan pada motor listrik dan *speaker* yang menghasilkan performa yang lebih unggul. Perkembangan dilanjutkan dengan penggunaan lapisan magnet untuk menyimpan data digital pada *hard disk drive* (HDD) (Zhang dkk., 2023).

Pada tahun 1980-an di era komputer dan elektronika modern, ditemukan magnet permanen terkuat tanah jarang yaitu *neodymium iron boron* (NdFeB) yang menjadi standar magnet permanen berdaya tinggi hingga abad ini. Negara seperti Jepang dan Tiongkok telah mengembangkan teknologi magnet berbasis tanah jarang sejak dekade ini tapi Indonesia baru memulai pe-

ngembangan material magnet dalam dua dekade terakhir melalui penelitian yang berfokus pada pemanfaatan bahan lokal.

Selanjutnya perkembangan material magnetik mengalami transformasi signifikan karena didorong oleh kebutuhan global. Beberapa prediksi perkembangan riset magnet kedepan adalah;

- 1) Menghindari ketergantungan pada unsur tanah jarang seperti Nd dan Dy yang menimbulkan tantangan geopolitik dan lingkungan (Lee dkk., 2025).
- 2) Inovasi pada material magnetik yang fleksibel, seperti polimer magnetoelastic untuk aplikasi dalam bidang biomedis. Material ini dapat digunakan untuk perangkat medis seperti kateter yang dapat dikendalikan secara magnetik dan sistem pengiriman obat yang lebih presisi (Gao dkk., 2025).
- 3) Perkembangan terkini pada magnet lunak adalah teknologi pembuatan yang memungkinkan memproduksi komponen magnetik dengan bentuk kompleks, presisi, dan performa tinggi dengan karakteristik magnetisasi saturasi tinggi dan rugi-rugi arus Eddy rendah (Vargas dkk., 2023).
- 4) Penemuan konsep altermagnetisme merupakan lompatan konseptual baru dalam fisika material yang memainkan peran penting dalam pengembangan perangkat spintronik generasi baru (Gao dkk., 2025).
- 5) Integrasi magnet 2D dalam perangkat elektronika dapat menghasilkan kecepatan pemrosesan yang lebih tinggi dan konsumsi energi yang lebih rendah dalam teknologi komputasi masa depan (Zhong dkk., 2024).
- 6) Pengembangan nanokomposit untuk kebutuhan penyimpanan energi yang lebih baik dan tahan lama yang digunakan dalam superkapasitor, baterai, dan sistem hibrid (Rohith dkk., 2025).

- 7) Pendekatan desain material magnetik menggunakan kecerdasan buatan (AI) dan perhitungan teori fungsional densitas memungkinkan identifikasi dan pengembangan material baru dengan sifat magnetik yang diinginkan (Gao dkk., 2025).

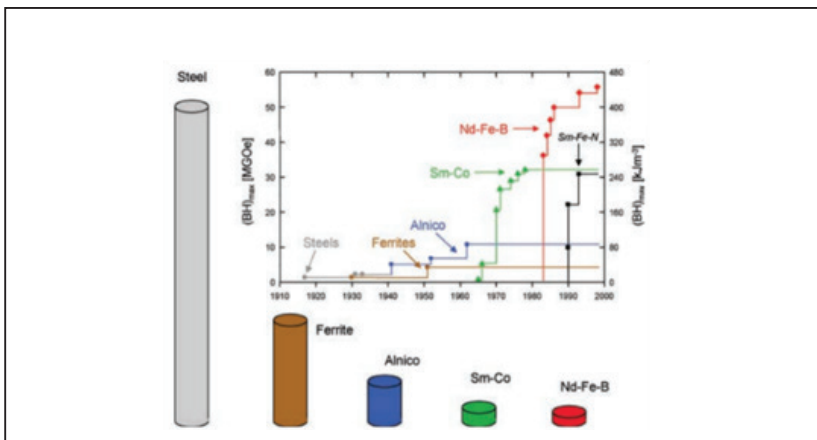
Dari sejarah singkat perkembangan magnet ini, maka dapat dianalisa perubahan fokus riset dari masa ke masa. Evolusi riset magnetik telah berkembang dari awalnya eksplorasi fenomena alam menjadi kepada teknologi revolusioner. Fokus riset dimulai dari teori dasar yang bersifat observasional dan eksploratif pada sifat alamiah magnet. Selanjutnya pergeseran fokus riset ke arah hubungan antara listrik dan magnet, yang melahirkan elektromagnetisme, dilanjutkan dengan peningkatan performa magnet, inovasi material magnet baru, dan pengembangan perangkat magnetik cerdas untuk mendukung era digital dan komputasi.

B. Tren Riset Komponen Magnet

Tren riset komponen magnet dipengaruhi oleh kemajuan teknologi, teknik sintesa, dan kebutuhan aplikasi modern yang membutuhkan magnet dengan performa yang semakin baik. Perkembangan nilai produk energi maksimum $(BH)_{maks}$ pada magnet permanen mencerminkan kemajuan dalam rekayasa material magnet. Gambar 2.1 mengilustrasikan bagaimana dengan semakin meningkatnya nilai $(BH)_{maks}$ terjadi reduksi volume magnet yang cukup signifikan. Perkembangan nilai $(BH)_{maks}$ dimulai dari penemuan magnet baja di tahun 1910-an kemudian ferit, aluminium nikel kobalt (alnico), samarium kobalt (SmCo) dan magnet NdFeB. Hingga saat ini, magnet

NdFeB adalah magnet terkuat dengan nilai $(BH)_{maks}$ tertinggi yang banyak digunakan untuk berbagai aplikasi.

Perkembangan pembuatan komponen magnet selanjutnya tidak lagi kepada pencarian material baru, akan tetapi lebih kepada rekayasa struktur yang bertujuan untuk mengoptimalkan sifat magnet sesuai dengan nilai $(BH)_{maks}$ teoritik sebesar 1 MJ.m^{-3} (Gutfleisch dkk., 2011). Bentuk rekayasa struktur yang dapat dilakukan adalah membuat magnet nanomaterial (Niculescu dkk., 2021), nanokomposit (Idayanti & Manaf, 2018), melakukan pemodelan komputasional dan *machine learning* (Li dkk., 2023) serta menghasilkan magnet permanen kuat yang bebas tanah jarang (Cui dkk., 2018). Nanomaterial dan nanokomposit akan menghasilkan senyawa baru dengan sifat unggul seperti lebih tahan panas dan tidak korosif. Melalui pemodelan komputasional dan *machine learning* sifat dan perilaku material magnet yang akan dihasilkan dapat diprediksi sebelumnya (Li dkk., 2023).



Sumber: Gutfleisch dkk. (2011)

Gambar 2.1 Perkembangan Nilai Produk Energi Maksimum, $(BH)_{maks}$ Magnet Permanen

Perkembangan metoda pembuatan material magnet terus berkembang dan mengalami inovasi seiring meningkatnya kebutuhan akan performa tinggi, efisiensi energi, dan keberlanjutan. Metoda konvensional seperti metalurgi serbuk dan pengecoran logam mendominasi untuk memproduksi magnet permanen ferit, NdFeB, alnico, dan SmCo (Gutfleisch dkk., 2011). Selanjutnya berbagai pendekatan metoda modern seperti pendinginan cepat (*rapid solidification*), *melt spinning*, dan rekayasa nano mulai menggantikan metoda konvensional (Ouyang dkk., 2019). Muncul lagi metoda baru yaitu *sputtering* dan deposisi lapis tipis yang cocok untuk magnet film tipis pada aplikasi spintronik dan memori MRAM (Niculescu dkk., 2021). Perkembangan pada sintesa kimia basah yaitu *sol gel* dan kopresipitasi umumnya digunakan dalam pembuatan nanopartikel magnet superparamagnetik seperti Fe₃O₄ (Idayanti dkk., 2023). Metoda untuk mengurangi ketergantungan terhadap logam tanah jarang difokuskan pada proses daur ulang NdFeB dari limbah elektronik melalui metode hidrometalurgi dan solvotermal (Habibzadeh dkk., 2023).

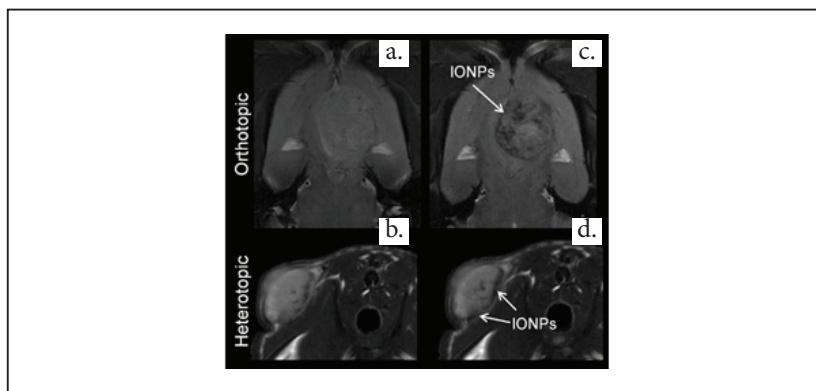
C. Aplikasi Komponen Magnet Dalam Perkembangan Teknologi

Komponen magnet memiliki peran krusial dalam perkembangan teknologi modern sehingga dapat diaplikasikan pada bidang elektronika, energi, kesehatan dan transportasi.

Pada bidang elektronika, inovasi terhadap material baru seperti magnet nanopartikel dan komposit terus dikembangkan dengan sifat magnet yang lebih baik untuk aplikasi khusus seperti *wearable devices*, *flexible magnetic sensors*, *magnetoresistive sensors*. Prediksi tren perkembangan paling menarik dipengaruhi

oleh perkembangan teknologi seperti *artificial intelegent* (AI) dan magnet superkonduktor. Studi kasus menunjukkan bahwa magnet superkonduktor dapat beroperasi secara efisien pada suhu yang lebih tinggi dengan konsumsi energi yang rendah. Ini merupakan sebuah lompatan signifikan menuju keberlanjutan yang efektif dan efisien.

Aplikasi *magnetic nanoparticles* (MNP) pada bidang kesehatan dan medis terutama dalam bidang onkologi menunjukkan fungsi dan kemajuan yang pesat, seperti penggunaan sebagai agen kontras untuk mendeteksi tumor dan kanker pada *magnetic resonance imaging* (MRI) untuk mencitrakan kondisi organ tubuh bagian dalam yang dapat membantu mendeteksi sel dan molekul dalam tubuh. Penggunaan MNP pada MRI dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber: Habibzadeh dkk. (2023)

Keterangan: a) sebelum penyuntikan, b) setelah penyuntikan dan secara heterotopik, c). sebelum penyuntikan, dan d) setelah penyuntikan

Gambar 2.2 Penggunaan IONP pada Model Tumor Otak secara Ortotopik

Aplikasi pada bidang transportasi dapat menggunakan magnet superkonduktor yang diterapkan pada kereta *maglev* sehingga dapat mengangkat dan menggerakkan kereta tanpa kontak fisik dengan rel pada kecepatan tinggi dan tanpa getaran (Wu dkk., 2022).

Meninjau tren utama penggunaan komponen magnet untuk perangkat elektronika era modern adalah miniaturisasi untuk menciptakan komponen yang lebih kecil dan kuat (Miller & Epstein, 2000). Tren tersebut didorong oleh meningkatnya permintaan untuk perangkat elektronik yang simpel serta munculnya *internet of things* (IoT). Keuntungan pengurangan dimensi terdapat pada aspek teknis maupun ekonomi. Dengan ukuran komponen yang lebih kecil, jarak antar sirkuit menjadi lebih pendek sehingga mempercepat aliran data, konsumsi daya lebih rendah, hemat energi, mudah dibawa dan murah (Hertwich dkk., 2019).

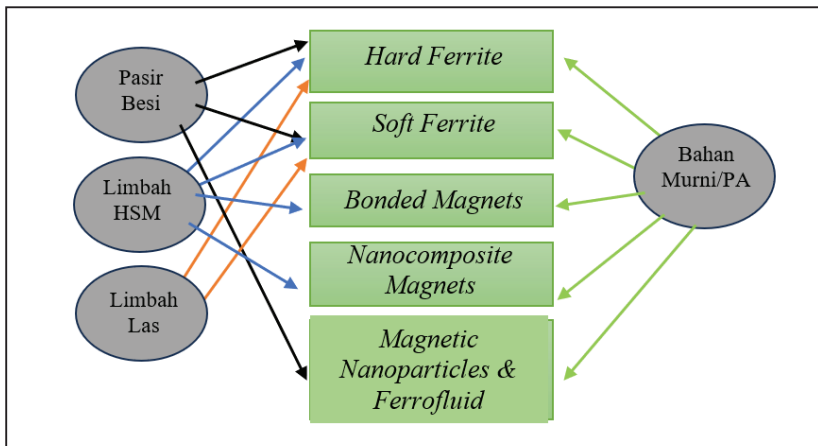
Selain miniaturisasi, tren penggunaan komponen magnet pada perangkat elektronika memerlukan ketahanan suhu tinggi. Penelitian komponen magnet suhu tinggi menarik dan menantang karena sangat penting bagi keberhasilan sistem desain pesawat, ruang angkasa, dan senjata (Fingers dkk., 2000). Magnet alumunium nikel kobalt (Alnico) merupakan pilihan terbaik karena stabilitasnya yang luar biasa pada suhu tinggi, yang memungkinkannya beroperasi secara efektif bahkan di lingkungan yang melebihi 400–500°C. Meskipun magnet tanah jarang seperti samarium kobalt dan neodymium memiliki kekuatan magnet yang lebih tinggi, demikian juga dengan magnet ferit yang biaya materialnya murah, tetapi magnet alnico memiliki suhu kerja yang tak tertandingi dibandingkan dengan jenis magnet lainnya karena adanya ikatan kristal yang unik antara aluminium, nikel, dan kobalt (Dussa dkk., 2024).

Tren aplikasi magnet juga mencakup induksi elektromagnet untuk mentransfer energi dari pengisi daya ke perangkat nirkabel, seperti pada *smartphone*, *smartwatch*, dan perangkat IoT lainnya. Tren lain penggunaan komponen magnet yaitu sebagai penyimpan data, contohnya teknologi *magnetoresistive random-access memory* (MRAM) yaitu memanfaatkan sifat magnet untuk menyimpan data secara permanen, kecepatan lebih tinggi, konsumsi daya rendah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

III. RISET PEMBUATAN KOMPONEN MAGNET BERBAHAN LOKAL

Inovasi teknologi magnet sangat diperlukan untuk dapat menghasilkan produk magnet yang siap pakai. Oleh karena itu, diperlukan strategi agar dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Pada bab ini dipaparkan hasil riset pembuatan komponen magnet yang telah dilakukan oleh penulis berbasis bahan baku lokal pasir besi, limbah HSM, limbah pengerjaan permesinan/las, dan juga bahan kimia murni. Ada beberapa manfaat yang diperoleh dengan menggunakan bahan lokal seperti kemandirian bahan baku karena tidak impor, efisiensi ekonomi, memanfaatkan limbah industri, meminimalkan dampak lingkungan akibat pembuangan limbah logam berat, dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan karena bahan melimpah. Peta pemanfaatan bahan lokal dan kimia murni untuk pembuatan komponen magnet dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Pembuatan Komponen Magnet

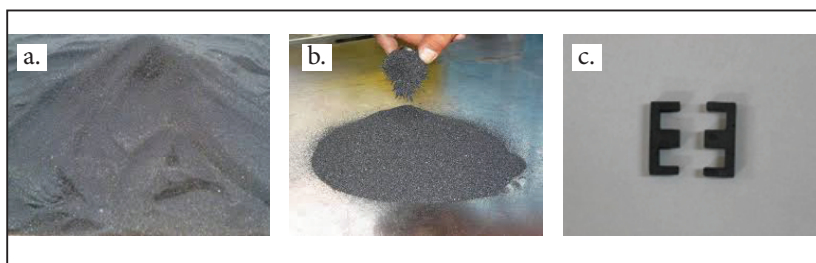
Jenis-Jenis magnet yang telah dibuat oleh penulis menggunakan bahan lokal adalah magnet permanen ferit, lunak ferit, magnet *bonded*, magnet nanokomposit, magnet nanopartikel dan ferrofluida. Penjabaran riset pemurnian dan sintesa bahan baku menjadi komponen magnet adalah magnet berbasis pasir besi, HSM, limbah pengerjaan permesinan/las, dan bahan kimia murni

A. Magnet Berbasis Pasir Besi

Pasir besi banyak mengandung Fe_2O_3 , tetapi masih memiliki *impurities* yang tinggi sehingga perlu dilakukan proses pemurnian. Hasil karakterisasi menggunakan *X-Ray diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa pasir besi alam memiliki kandungan *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) = 14,17% dan *magnetite* (Fe_3O_4) = 85,3% (Idayanti dkk., 2021). Untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan logam, besi, baja, dan magnet, persyaratan yang harus dipenuhi adalah kandungan *hematite* harus lebih dari 75 %. Untuk itu, penulis telah berhasil menemukan inovasi pemurnian pasir besi dengan metoda pemisahan, pencucian dengan air, pemisahan kandungan non magnet, penghalusan, pelarutan dengan larutan asam, pemisahan endapan dan larutan asam, penambahan larutan basa, pencucian dengan air, dan pembakaran, sehingga dapat menghasilkan kemurnian yang lebih tinggi yaitu *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) = 98,8% dan *magnetite* (Fe_3O_4) = 1,2%. Proses peningkatan kadar besi ini adalah untuk pertama kalinya dengan hasil kemurnian tinggi dan merupakan suatu temuan serta capaian yang dilakukan oleh penulis. Inovasi teknologi ini telah mendapatkan paten tersertifikasi dengan nomor: IDP000080220 (Idayanti, dkk., 2021). Peningkatan kandungan oksida besi juga masih bisa ditingkatkan, untuk itu penulis melakukan oksidasi termal dengan mengalirkan gas oksigen. Karakterisasi dengan XRD menunjukkan bahwa kandungan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pasir besi sebelum oksidasi termal dibawah 500°C terdiri dari fasa FeO (*wustite*) 37,6 wt%, Fe_3O_4 (*magnetite*) 61,6 wt% dan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (*hematite*) 0,8 wt%. Setelah oksidasi termal pada temperatur 500°C - 600°C , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ naik menjadi 31 wt%, FeO 0 wt%, dan Fe_3O_4 61,9 wt%. Peningkatan kandungan *hematite* selanjutnya ditingkatkan dengan cara mencegah terjadinya reaksi reduksi Fe_3O_4 yang akan menghambat proses oksidasi sehingga disarankan untuk menghindari proses *isothermal run* atau menurunkan laju pemanasan pada suhu di bawah 406°C (Septiani dkk., 2018).



Keterangan: a) diambil dari Pantai Ciamis, b) setelah proses pemisahan pasir besi dari pengotor, dan c) komponen magnet MnZn ferit yang dihasilkan

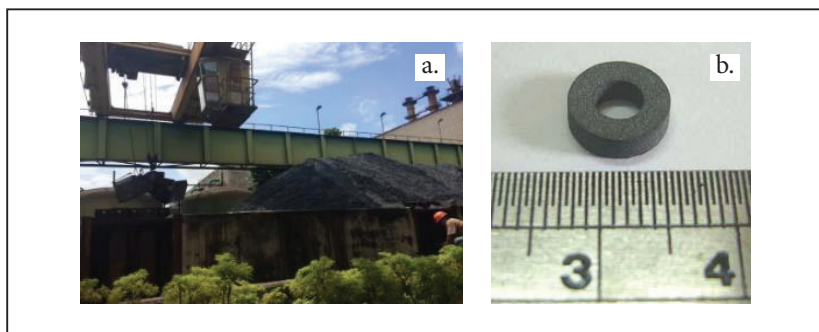
Gambar 3.2 Sumber Pasir Besi

B. Magnet Berbasis HSM

Limbah oksida besi HSM banyak tersedia di dalam negeri yang merupakan sisa produksi *roll* panas industri pembuatan baja dan belum dimanfaatkan oleh industri lokal. Serbuk HSM dikumpulkan sebagai limbah yang menumpuk di pabrik seperti pada Gambar 3.3a, sedangkan 3.3b merupakan salah satu produk yang dihasilkan. Oksida besi inilah salah satu bahan baku yang telah digunakan penulis dalam riset. Proses pemurnian dilakukan dengan langkah menghaluskan serbuk menggunakan *ball*

mill selama 10 jam, kemudian disaring menggunakan ayakan 250 mesh sehingga diperoleh serbuk dengan ukuran maksimum 63 μ m. Selanjutnya serbuk dibakar pada suhu 600°C–800°C selama 4 jam untuk memperoleh fasa *hematite* (α -Fe₂O₃) sehingga kandungan yang dihasilkan menjadi 66,4% (Idayanti dkk., 2019). Serbuk Fe₂O₃ yang terbentuk, digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan magnet permanen barium ferit (BaFe₁₂O₁₉) yang direaksikan dengan serbuk barium karbonat (BaCO₃). Metoda sintesa yang sudah dilakukan oleh penulis adalah menyiapkan partikel BaFe₁₂O₁₉ dengan metode metalurgi serbuk (Septiani dkk., 2016) (Idayanti dkk., 2001). Hasil karakterisasi XRD yang dipadukan dengan analisis *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) menunjukkan bahwa BaFe₁₂O₁₉ terbentuk sebanyak 85 wt% (Septiani dkk., 2016).

Untuk mendapatkan karakteristik magnet yang baik, campuran oksida besi HSM harus halus dan homogen. Pada proses penelitian, penulis menggunakan alat penggiling dan pencampur *high energy milling* (HEM). Karakterisasi struktur mikro dengan SEM menunjukkan bahwa proses penggilingan mempengaruhi kehomogenan dan ukuran butir serbuk magnet yang akan



Keterangan: a) Limbah HSM industri baja, b) Purwarupa magnet barium ferit

Gambar 3.3 Limbah HSM dan Produk yang Dihasilkan

mempengaruhi sifat magnet barium ferit. Nilai induksi remanen (Br), koersifitas (H_c), dan $(BH)_{maks}$ meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *milling* (Idayanti dkk., 2017). Sifat magnet permanen ferit sensitif terhadap struktur mikro, dimana ukuran serta bentuk kristal dan keberadaan fasa menentukan koersifitas, remanensi, dan produk energi maksimum (Idayanti dkk., 2023). Koersifitas tinggi dapat diperoleh jika ukuran kristalit rata-rata berada dalam ukuran partikel domain tunggal (Idayanti dkk., 2024). Ukuran partikel domain tunggal magnet heksaferit berdasarkan perhitungan teoritis adalah $0,74 \mu\text{m} \sim 740 \text{ nm}$ (Idayanti dkk., 2020). Oleh karena itu, ukuran kristalit rata-rata harus dikontrol selama penggilingan basah atau kering untuk mendapatkan bubuk dengan distribusi ukuran partikel yang sempit.

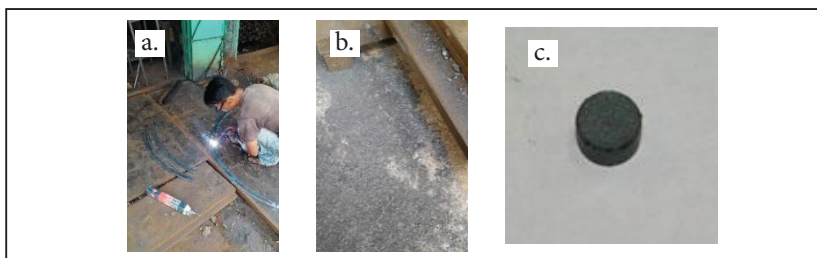
Sifat magnet barium ferit juga dapat ditingkatkan dengan membuat menjadi anisotrop yang artinya mensejajarkan arah partikel. Sifat magnet anisotrop mengacu pada kecenderungan material magnet untuk lebih mudah atau lebih sulit dimagnetisasi dalam arah tertentu. Pada riset yang telah dilakukan penulis, proses anisotrop dilakukan pada saat proses kompaksi di dalam medan magnet selenoida 0,5 Tesla (Sudrajat dkk., 2007). Karakteristik magnet yang pernah dihasilkan dari limbah HSM dengan metoda ini lebih tinggi dibandingkan dengan isotrop yaitu nilai $Br = 4,27 \text{ kG}$, $H_c = 1,745 \text{ kOe}$ dan $(BH)_{maks} = 2,31 \text{ MGOe}$ (Idayanti dkk., 2003).

Dalam penelitian, penulis pernah menginvestigasi pengaruh interaksi butir terhadap sifat magnet berbasis stronsium yang disiapkan dengan metoda metalurgi serbuk dan proses ultrasonikasi dengan penambahan 15% bahan pengikat *non-magnetic* berupa *poly vinyl alcohol* (PVA) (Idayanti dkk., 2021). Studi ini membandingkan efek sifat magnet antara interaksi

butiran yang menggunakan PVA dan tidak (Idayanti dkk., 2019). Hasilnya menunjukkan bahan yang tidak menggunakan PVA memiliki rasio M_r/M_s yang lebih tinggi. Penambahan pengikat *non-magnetic* dalam sampel stronsium ferit dapat menurunkan koersifitas karena efek magnetostatik dan remanensi fraksi masa fasa magnet lebih sedikit dalam sampel. Akan tetapi, bahan pengikat dalam jumlah tertentu tetap diperlukan karena membantu merekatkan pada saat proses kompaksi.

C. Magnet Berbasis Limbah Pengerjaan Permesinan/Las

Bahan oksida besi lainnya yang digunakan untuk membuat magnet dan sudah ditingkatkan kemurniannya oleh penulis adalah limbah pengerjaan permesinan/las yang disebut sebagai *iron oxide scale*. Limbah ini terbentuk akibat reaksi oksidasi pada permukaan logam selama proses pengelasan baja pada temperatur tinggi. Kandungan utama yang terdapat pada limbah ini adalah terdiri dari FeO (oksida besi II), Fe₂O₃ (oksida besi III, *hematite*), dan Fe₃O₄ (*magnetite*). Agar dapat digunakan menjadi bahan baku pembuatan magnet, diperlukan proses pemurnian dan peningkatan kandungan Fe₂O₃. Riset pemanfaatan limbah las ini adalah pertama yang dilakukan oleh penulis dengan langkah awal dilakukan proses pemurnian. Tahap proses pemurnian dilakukan dengan penghalusan selama 6 jam, dilanjutkan dengan pembakaran pada suhu 560 °C selama 1 jam untuk mendapatkan fasa *hematite*. Karakterisasi XRD menunjukkan terbentuk fasa *hematite* 73,4 wt% dan fasa *magnetite* sebesar 26,6 wt%. Proses inovasi pemurnian limbah ini, penulis telah mendapatkan paten tersertifikasi dengan nomor IDP000086028 (Idayanti dkk., 2023).



Keterangan: a) Proses pengerjaan las, b) Oksida besi hasil limbah pengerjaan permesinan/las, c) purwarupa magnet heksaferit

Gambar 3.4 Oksida Besi Hasil Pengerjaan Permesinan

D. Magnet Berbasis Bahan Kimia Murni

Sebagai perbandingan dengan penggunaan bahan baku pasir besi, limbah HSM, dan limbah las, penulis juga melakukan pembuatan komponen magnet menggunakan bahan dengan kemurnian tinggi, > 99,5% atau dikenal juga dengan istilah kimia murni (*pro-analysis*). Hasilnya menunjukkan karakteristik magnet yang tidak terlalu berbeda. Jenis magnet yang dibuat dengan bahan kimia murni adalah magnet komposit, nanopartikel, dan ferrofluida dengan metoda *sol gel*, kopresipitasi, dan sonikasi.

Pembuatan magnet barium ferit menggunakan bahan kimia murni disintesa dengan metoda *sol gel*. Sintesa dimulai dari pembentukan “*sol*” kemudian mengalami polimerisasi dan mengarah pada pembentukan “*gel*” yang akan menghasilkan serbuk berukuran nanopartikel (Bokov dkk., 2021) (Nuruddin dkk., 2009). Penulis telah membuat magnet barium ferit melalui metoda ini menggunakan bahan baku awal oksida besi (Fe_2O_3) dan barium nitrat (BaNO_3) dengan perbandingan molar 1:2, dan menggunakan PVA. Serbuk barium ferit terbentuk setelah penambahan amonia hidroksida (NH_4OH). Hasil XRD menunjukkan fasa ferit mulai terbentuk pada suhu 500 °C dan fasa

tunggal mulai terbentuk pada suhu 1000 °C dengan struktur heksagonal. Karakteristik serbuk barium ferit yaitu memiliki magnetisasi jenuh (M_s) = 50,9 emu/g, magnetisasi remanen (M_r) = 33,6 emu/g dan koersifitas (H_c) = 2,94 kOe (Idayanti dkk., 2007). Faktor lain yang mempengaruhi karakteristik magnet yang dibuat dengan metoda *sol gel* adalah pH. Penulis telah mengamati, suasana asam dan basa akan mempengaruhi struktur molekul barium ferit yang terbentuk pada pH 2–7 (Idayanti dkk., 2016).

Penjelasan lebih lanjut untuk peta pada Gambar 3.1 tentang jenis magnet permanen ferit (*hard ferrite*), magnet lunak ferit (*soft ferrite*), magnet *bonded*, magnet nanokomposit (*nanocomposite magnets*), magnet nanopartikel (*magnetic nanoparticles*), dan ferrofluida (*ferrofluid*) berbasis pemanfaatan sumber daya alam pasir besi, limbah HSM, limbah pekerjaan permesinan/las, dan bahan kimia murni adalah sbb:

1. Magnet permanen ferit (*hard ferrite*)

Magnet permanen ferit dikenal sebagai magnet keramik dan bersifat permanen yang terbentuk dari unsur utama oksida besi. Memiliki struktur heksagonal, sehingga dikenal juga dengan magnet heksaferit. Rumus umum $MFe_{12}O_{19}$ atau $MO.6Fe_2O_3$, dimana M adalah barium (Ba), stronsium (Sr) atau timbal (Pb) (Miralles & Jenuš, 2021). Memiliki sifat magnet yang baik dengan induktifitas, remanensi, koersifitas, dan resistivitas listrik yang tinggi. Material tersebut juga memiliki ketahanan yang baik terhadap temperatur, kelembaban, bahan kimia, dan korosi (Charoensuk dkk., 2023).

Sifat magnet ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti bahan baku, komposisi, metoda sintesa, dan kehalusan bahan. Untuk itu, penulis telah banyak melakukan penelitian untuk

meningkatkan performa dari magnet ini dari bahan pasir besi, limbah HSM, limbah las dan bahan murni seperti menyiapkan bahan baku (Septiani dkk., 2015), metoda sintesa (Septiani dkk., 2016a), teknik magnetisasi (Idayanti dkk., 2024) (Idayanti dkk., 2018), variasi komposisi (Idayanti dkk., 2021) (Idayanti dkk., 2019), penambahan aditif (Septiani dkk., 2017), pengamatan struktur mikro (Efendi dkk., 2003), ukuran partikel (Idayanti dkk., 2009), tekanan saat pembentukan (Idayanti dkk., 2016), variasi temperatur kalsinasi (Idayanti dkk., 2017) (Idayanti dkk., 2014), variasi temperatur sintering (Idayanti dkk., 2002) (Idayanti dkk., 1999), waktu sintering (Idayanti dkk., 2013), porositas (Idayanti dkk., 2008), dan pH (Idayanti dkk., 2016). Bahan oksida besi dari limbah las diaplikasikan menjadi magnet permanen barium ferit menghasilkan karakterisasi nilai $Br = 1,22$ kG dan $Hc = 2,996$ kOe (Idayanti dkk., 2018).

2. Magnet lunak ferit (*soft ferrite*)

Magnet lunak ferit dikenal sebagai ferit spinel karena memiliki struktur kristal spinel dengan rumus umum MFe_2O_4 , di mana $M = Zn, Mn, Ni$, dan Co seperti $ZnFe_2O_4$, $MnFe_2O_4$, $NiFe_2O_4$ dan $CoFe_2O_4$. Memiliki nilai permeabilitas dan permitivitas yang tinggi, dan arus Eddy rendah. Magnet lunak akan bersifat magnetik dan mampu menarik magnet lain ketika medan magnet diberikan, tetapi sifat kemagnetannya hilang ketika medan magnet luar dihilangkan (Hirosawa, 2019). Namun demikian, sifat-sifat tersebut sangat bergantung pada teknik sintesis (Septiani dkk., 2021), mikrostruktur (Idayanti dkk., 2020b), dan komposisi (Idayanti dkk., 2019a).

Untuk pertama kalinya penelitian pembuatan magnet lunak ferit dilakukan menggunakan bahan baku lokal dari pasir besi, limbah HSM, limbah las, dan bahan murni. Penelitian ini dilaku-

kan penulis untuk sintesa NiZn menggunakan metoda *sol gel* (Idayanti dkk., 2008) dan metoda metalurgi serbuk (Idayanti dkk., 2019a) untuk material magnet CoFe_2O_4 (Idayanti dkk., 2020b) (Dedi dkk., 2018), NiFe_2O_4 (Septiani dkk., 2021), dan MgFe_2O_4 (Septiani dkk., 2021). Pasir besi hasil proses pemurnian juga telah digunakan penulis untuk membuat magnet lunak MnZn ferit dari bahan oksida mangan (MnO_2) dan oksida seng (ZnO_2) dengan metoda serbuk menghasilkan sifat magnet yang baik dan berpotensi untuk diaplikasikan sebagai *core inductor* (Yulianto dkk., 2010) (Idayanti dkk., 2016). Aplikasi oksida besi limbah las pada magnet MnZn ferit menghasilkan karakteristik induksi remanen 0,83 kG dan koersifitas 0,084 kOe (Septiani dkk., 2015).

Efek komposisi terhadap struktur dan sifat magnet NiZn ferit telah diselidiki oleh penulis (Idayanti dkk., 2019b), termasuk variasi kompaksi dan sintering (Idayanti dkk., 2020b). Penulis telah menemukan inovasi dan teknologi pembuatan magnet magnet lunak NiZn Ferit ($\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$) dengan teknik metalurgi serbuk dan telah mendapatkan paten tersertifikasi dengan nomor sertifikat IDP000078064.

3. Magnet *bonded* NdFeB

Magnet *bonded* NdFeB adalah magnet yang dibuat dengan menggabungkan serbuk magnet NdFeB dengan bahan perekat polimer. Serbuk gabungan tersebut dicetak menjadi bentuk tertentu menggunakan teknik *injection molding*, *compression molding*, *extrusion*, dan *hot press* (Chaudhary dkk., 2020). Keunggulan dari magnet ini adalah lebih fleksibel dalam bentuk dan dimensi bila dibandingkan dengan magnet konvensional sehingga sering digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan bentuk kompleks, biaya murah, proses cepat, dan stabil di lingkungan tertentu (Crozier-Bioud dkk., 2023). Di antara beberapa

jenis magnet *bonded*, yang paling unggul adalah magnet NdFeB yang dibuat penulis dari bahan baku limbah HSM dan bahan murni dengan metoda *fast-quenched* (Idayanti dkk., 2018). Karakterisasi unsur magnet *bonded* NdFeB menggunakan *energy dispersive spectroscopy* (EDS), mengandung Fe = 60,65 %wt, Nd = 32,53 %wt, Si = 3,42 %wt, dan Co = 3,69 %wt (Idayanti dkk., 2006).

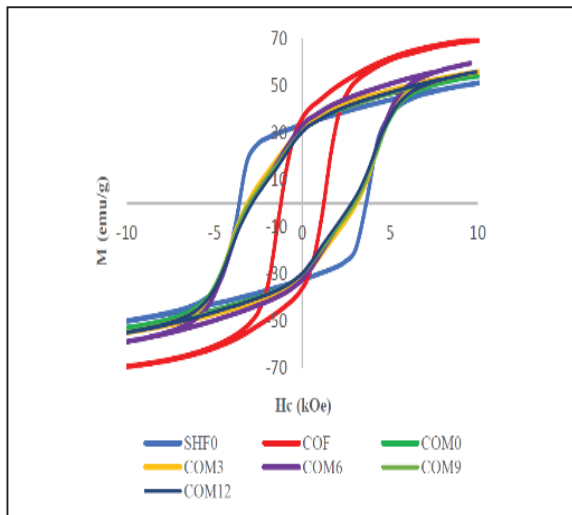
Jenis magnet *bonded* lainnya adalah *bonded hybrid* yang merupakan penggabungan magnet NdFeB *bonded* dan magnet barium ferit. Penulis melakukan penelitian penggabungan kedua magnet ini menggunakan teknik *hot press* pada temperatur 200°C (Idayanti dkk., 2009) (Sudrajat dkk., 2007). Komposisi dibuat dengan perbandingan serbuk NdFeB *bonded* dan barium ferit 50 wt% : 50 wt% dan perekat bakelit 10 wt% (Sudrajat dkk., 2010). Penulis telah melakukan inovasi dalam pembuatan magnet *bonded hybrid* dengan hasil yang baik dan dapat diaplikasikan pada perangkat elektronika. Riset ini telah menghasilkan paten tersertifikasi dengan nomor IDP000061586 yang memiliki karakteristik magnet tahan temperatur tinggi, anti korosi, dan dapat menjadi komponen magnet substitusi impor (Idayanti dkk., 2019).

4. Magnet nanokomposit (*nanocomposite magnets*)

Perubahan sifat magnet nanokomposit berupa peningkatan M_r , M_s , dan $(BH)_{maks}$ disebabkan karena terjadinya *exchange spring magnet* diantara fasa *hard* dan *soft* dari material magnet pembentuknya (Cullity, 2009). Mekanisme *exchange spring magnet* adalah terjadinya interaksi pertukaran (*exchange interaction*) elektron yang identik ketika fungsi dari gelombang yang dihasilkan saling *overlap* (Rifai dkk., 2021). Agar dapat terjadinya *exchange spring magnet*, dipengaruhi faktor ukuran butir, bentuk partikel, *exchange length*, kehomogenan campuran,

dan bahan baku (Herzer, 1991). Apabila faktor tersebut tidak terpenuhi, maka interaksi pertukaran antara fasa sulit untuk terjadi.

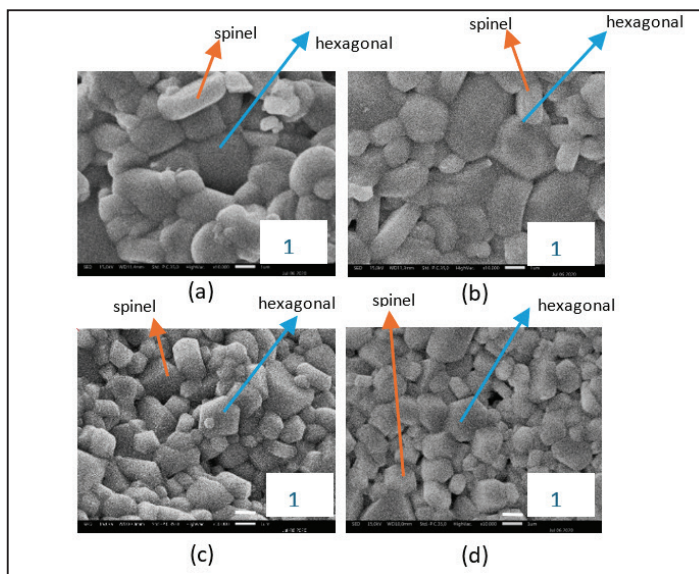
Pengaruh ukuran butir pada magnet nanokomposit keras/lunak $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ (SHF)/ CoFe_2O_4 (COF) telah dilakukan oleh penulis menggunakan bahan baku limbah HSM dan bahan murni dengan metoda metalurgi serbuk dan sonikasi dengan variasi waktu sonikasi 0, 3, 6, 9, dan 12 jam dengan nama sampel COM_0 , COM_3 , COM_6 , COM_9 dan COM_{12} berturut-turut. Variasi waktu ini menghasilkan perbedaan karakteristik morfologi, struktur kristal, ukuran partikel, ukuran kristal, regangan mikro, kepadatan, porositas, dan sifat magnet dimana terjadi peningkatan nilai M_r dan M_s dibandingkan dengan $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ tunggal (Idayanti dkk., 2021).



Sumber: Idayanti dkk. (2021)

Gambar 3.5 Kurva Histeresis SHF, COF, dan $\text{COM}_0 - \text{COM}_{12}$

Struktur partikel juga berpengaruh terhadap sifat magnet nanokomposit $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$, dimana $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ memiliki struktur heksagonal dan CoFe_2O_4 berstruktur spinel. Pengaruh struktur ini diinvestigasi oleh penulis dengan fokus pada variasi ukuran partikel $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan CoFe_2O_4 . Dari investigasi dan inovasi riset ini diketahui bahwa kehalusan dan keseragaman butir mempengaruhi sifat magnet yang dihasilkan. Sampel nanokomposit berukuran nano menunjukkan peningkatan nilai M_r , M_s , dan $(BH)_{maks}$ dibandingkan dengan fasa individual. Sampel nanokomposit yang dicirikan oleh ukuran partikel yang halus dan seragam menunjukkan magnetisasi remanensi tertinggi, $M_r = 34,55$ emu/g, $M_s = 66,44$ emu/g, $(BH)_{maks} = 1,17$ MGOe (Idayanti dkk., 2024). Distribusi struktur butir sampel komposit antara fasa *hard* (heksagonal) dan *soft* (spinel) hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.

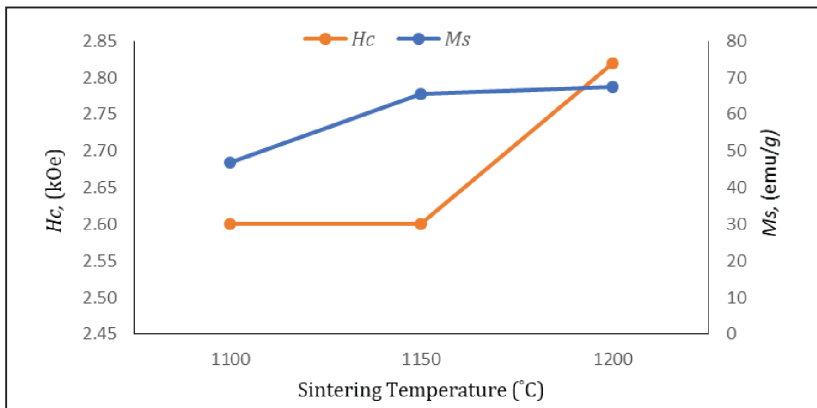


Sumber: Idayanti dkk. (2024)

Keterangan: a) COM_1 , b) COM_2 , c) COM_3 , dan d) COM_4

Gambar 3.6 Morfologi Permukaan Sampel Komposit

Pengaruh rasio komposisi terhadap *exchange spring magnet* nanokomposit $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ juga telah diamati penulis. Komposisi partikel keras-lunak ditimbang berdasarkan rasionya. Inovasi hasil penelitian berkontribusi untuk menunjukkan bahwa peningkatan sifat magnet bergantung pada rasio komposisi. Nilai H_c dan $(BH)_{\text{maks}}$ tertinggi pada sampel dengan rasio massa $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4 = 85:15$ (Idayanti dkk., 2023). Hasil penelitian penulis terhadap temperatur optimal untuk pepaduan nanokomposit $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ adalah pada temperatur 1200°C (Idayanti dkk., 2020a).



Sumber: Idayanti dkk. (2020a)

Gambar 3.7 Kecenderungan Nilai H_c dan M_s Nanokomposit $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ terhadap Temperatur Sintering

5. Magnetic nanoparticles dan ferrofluid

Pasir besi untuk pertama kalinya telah dimanfaatkan penulis untuk membuat nanopartikel Fe_3O_4 dan menjadi ferrofluida dengan cara menambahkan *liquid* berupa air ataupun *oil based* yaitu *vegetable oil* (minyak sayur) (Idayanti dkk., 2023). Dalam

proses pembuatannya, menjaga kestabilan dan mencegah aglomerasi adalah hal yang utama dan perlu perhatian khusus, sehingga perlu ditambahkan surfaktan (Niculescu dkk., 2021). Untuk itu, penulis menggunakan surfaktan *tetrachloroethylene* dan *oleic acid* (Idayanti dkk., 2019). Penelitian dilanjutkan dengan membuat ferrofluida berbahan dasar air dari bahan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang menghasilkan magnet nanopartikel Fe_3O_4 dengan kandungan *magnetite* = 100% (Idayanti dkk., 2023).

Magnet nanopartikel Fe_3O_4 bersifat superparamagnetik dan memiliki aplikasi yang luas. Namun dalam penggunaannya bersifat korosif sehingga perlu dilapisi permukaannya. Untuk aplikasi sensor, penulis melakukan pembuatan Fe_3O_4 dari bahan kimia murni dan melakukan pelapisan emas (Au) dari larutan HAuCl_4 sehingga menghasilkan nanopartikel magnet $\text{Fe}_3\text{O}_4 @ \text{Au}$ yang bersifat anti korosi (Idayanti dkk., 2024).

Seluruh hasil karakterisasi sifat magnet yang disampaikan penulis pada bab ini, telah dilakukan secara akurat, tepat dan ditentukan nilai ketidakpastiannya (Kristiantoro dkk., 2016). Karakteristik magnet permanen menggunakan Permagraph Magnet Physik Germany, dan magnet lunak menggunakan Remacomp dan *vibrating sample magnetometer* (VSM), karakteristik struktur dan senyawa magnet ferit dilakukan menggunakan XRD (Sudrajat dkk., 2009), komposisi menggunakan EDS, dan ukuran partikel dengan *particle size analyzer* (PSA). Alat uji yang digunakan sesuai dengan standar untuk mendapatkan hasil uji yang akurat (Idayanti dkk., 2001b) (Idayanti dkk., 2001) (Mambu dkk., 2001).

Hasil riset, inovasi, dan karya ilmiah yang telah dihasilkan penulis memberikan dampak dan berkontribusi terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) khususnya dalam bidang teknologi magnet.

Tabel 3.1 Rangkuman Kontribusi Ilmiah terhadap IPTEK

No.	Inovasi	Metodologi	Dampak IPTEK
1.	Inovasi pemurnian pasir besi	Metoda baru dan hasil telah dipatenkan	Inovasi di bidang rekayasa sumber daya alam
2.	Pemurnian limbah HSM	Metalurgi serbuk	Potensi limbah sebagai bahan baku
3.	Pengaruh PVA pada magnet $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$	Metalurgi serbuk dan sonikasi	Menunjukkan pengaruh pengikat terhadap sifat magnet
4.	Pengolahan limbah las	Metoda optimalisasi suhu dan waktu	Alternatif oksida besi lokal untuk industri magnet.
5.	Pengaruh struktur nano	Analisa struktur dan ukuran partikel	Struktur mempengaruhi <i>exchange spring magnet</i>

Riset pembuatan komponen magnet berbahan baku lokal memiliki keunggulan dan juga kekurangan. Keunggulannya adalah hasil riset ini merupakan pionir dalam penggunaan bahan alam dan limbah industri dengan sumber yang melimpah dan menghadirkan pendekatan inovatif, efisien, dan ramah lingkungan. Selain itu, komponen magnet yang dihasilkan memiliki karakteristik magnet yang baik dan berpotensi sebagai substitusi komponen impor. Kekurangannya adalah komponen magnet yang dihasilkan masih pada skala kecil/laboratorium sehingga membutuhkan investasi awal yang tinggi untuk mewujudkannya menjadi komponen magnet komersial.

IV. APLIKASI KOMPONEN MAGNET PADA PERANGKAT ELEKTRONIKA

Salah satu implikasi dari hasil riset penguasaan teknologi pembuatan magnet adalah komponen magnet yang dapat diaplikasikan pada perangkat elektronika. Beberapa komponen magnet ferit, *bonded hybrid*, *bonded NdFeB*, ferrofluida, dan nanopartikel Fe_3O_4 hasil riset telah diterapkan pada beberapa perangkat elektronika sebagai perwujudan kontribusi hasil riset terhadap inovasi pengolahan sumber daya lokal dalam menghasilkan perangkat elektronika yang akan dijabarkan pada bab ini. Tabel 3 merangkum temuan orisinal penulis terkait aplikasi komponen magnet pada perangkat elektronika, baik magnet keras maupun lunak melalui teknologi serbuk, *hot press*, *sol gel*, dan ultrasonik. Inovasi ini telah terbukti efektif dengan hasil uji coba menunjukkan kinerja yang sangat baik pada berbagai perangkat elektronika.

Tabel 4.1 Aplikasi Komponen Magnet Hasil Riset

No.	Jenis Magnet	Aplikasi
1.	<i>Bonded NdFeB</i>	• <i>Magnetic separator</i>, • Generator • Magnet permanen, sirkulator, • Motor <i>stepper</i>
2.	Magnet nanopartikel Fe_3O_4	Sensor
3.	Barium ferit	• <i>Sirkulator</i> • Motor DC • Motor <i>stepper</i> • Meteran air

No.	Jenis Magnet	Aplikasi
4.	NiZn ferit	Generator listrik
5.	MnZn Ferit	Transformator
6.	YIG	Sirkulator
7.	Ferrofluid Fe_3O_4	EVEH

Aplikasi komponen magnet pada perangkat elektronik hasil inovasi seperti pada Tabel 3 ini, dibagi dalam beberapa bidang yaitu bidang pangan, telekomunikasi, energi, dan bidang lainnya dengan penjelasan sebagai berikut:

A. Bidang Pangan

Aplikasi komponen magnet pada perangkat elektronika untuk bidang pangan adalah untuk memastikan efisiensi, keamanan, dan kualitas produk pangan. Penulis telah mengaplikasikan produk magnet hasil riset pada bidang pangan khususnya pada *magnetic separator* dan sensor logam berat.

1. Magnet *bonded* NdFeb untuk *magnetic separator*

Magnet *bonded* NdFeB hasil riset digunakan pada *magnetic separator*, yaitu suatu alat penangkap logam berbahaya pada produk makanan yang masuk dari bahan baku maupun peralatan produksi. Alat ini masih diimpor dari manca negara dengan harga yang cukup mahal dan memiliki kelemahan yaitu *uncostumerible* dari segi bentuk dan kekuatan magnetnya serta tidak dapat diisi (*charge*) ulang apabila kekuatan magnetnya sudah menurun. Hasil inovasi yang dilakukan penulis adalah menggunakan magnet *bonded* NdFeB dengan kekuatan 5.000–6.000 Gauss yang disusun dalam suatu pipa *stainless steel* sebanyak 5 *traps* dan 3 *traps* dengan kutub magnet yang sama sehingga

menghasilkan kekuatan magnet yang lebih tinggi sebesar 6.000-10.000 Gauss. Penelitian ini telah menghasilkan purwarupa *magnetic separator* yang diperlukan industri dengan harga yang lebih murah, sesuai kebutuhan, dan telah mendapatkan paten tersertifikasi dengan nomor IDP000081366. (Idayanti dkk., 2023). Efisiensi produk ini telah diuji coba di industri susu PT. Kalbe Nutritional, dengan daya tangkap magnet diatas 92,5% (Idayanti dkk., 2020). Purwarupa ini sudah memenuhi persyaratan untuk diaplikasikan pada industri susu dan makanan (Idayanti dkk., 2020). Purwarupa *magnetic separator* hasil inovasi riset ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.

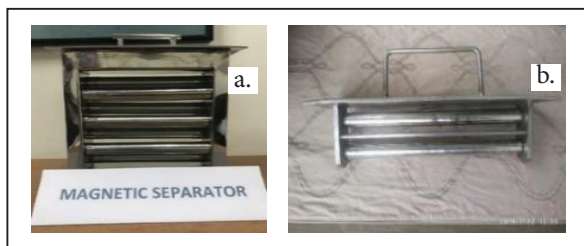


Foto: Novrita Idayanti

Keterangan: a) 3 traps b) 5 traps

Gambar 4.1 Purwarupa *Magnetic Separator*

2. Magnet nanopartikel Fe_3O_4 untuk sensor logam berat

Magnet nanopartikel Fe_3O_4 hasil penelitian yang dilakukan penulis, telah diaplikasikan pada sensor pendeteksi logam berat. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi logam berat seperti Ag, Zn, Pb, Hg, As dll yang tercemar pada air minum (Debora dkk., 2025). Inovasi riset yang dilakukan penulis adalah penggunaan nanopartikel Fe_3O_4 pada sensor dilapisi menggunakan Au untuk meningkatkan sensitifitas. Karakterisasi sensor deteksi logam berat menunjukkan hasil yang baik, dengan rentang deteksi

untuk logam berat Ag dan Zn masing-masing sebesar 16–18k Ω dan 260–300k Ω . Secara keseluruhan, aplikasi nanopartikel Fe₃O₄@Au ini memiliki potensi yang baik untuk mendeteksi logam berat (Idayanti dkk., 2024).

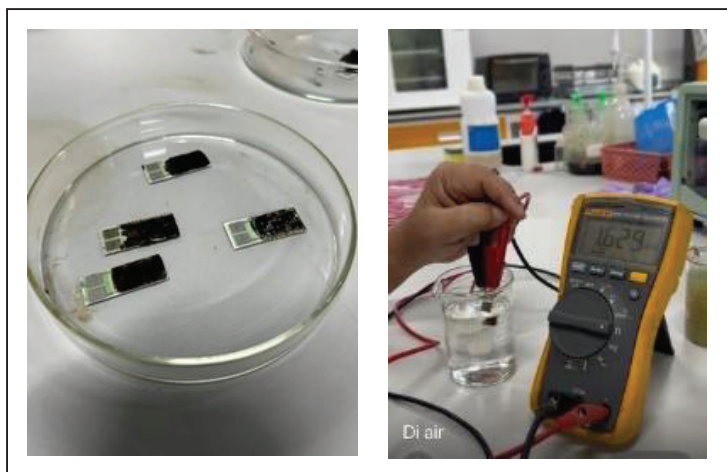


Foto: Novrita Idayanti

Keterangan: a) penempatan Fe₃O₄@Au pada katoda, b) pengukuran sensitivitas sensor.

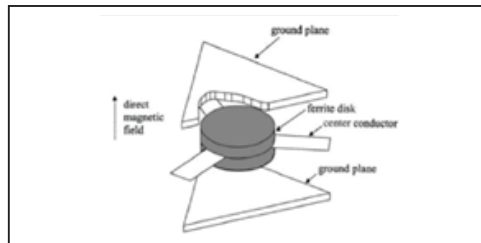
Gambar 4.2 Riset dan Aplikasi Nanopartikel Fe₃O₄@Au pada Sensor Pendeteksi Logam Berat

B. Bidang Telekomunikasi

Aplikasi komponen magnet dalam bidang telekomunikasi memiliki peran penting dalam mendukung fungsi perangkat elektronika dalam pengolahan sinyal. Berikut adalah beberapa aplikasi komponen magnet ferit dan magnet *bonded* pada sirkulator yang telah dilakukan oleh penulis.

1. Magnet ferit untuk sirkulator *X-Band*

Sirkulator merupakan perangkat elektronika yang memiliki fungsi penting pada suatu sistem *transmitter-receiver* (*transceiver*) yang dapat mengubah sudut orientasi gelombang elektromagnet yang melaluinya yang digunakan untuk sistem radar dan *radio links* (Kristiantoro dkk., 2013). Sirkulator tersebut memerlukan ferit lunak yang memiliki konduktivitas listrik yang rendah (resistivitas tinggi) sehingga dapat mengurangi kehilangan rugi-rugi arus Eddy. Pada bagian dalam sirkulator, terdapat sepasang magnet ferit permanen yang berbentuk pelat/lempengan bulat atau segitiga dengan pemisah “*center conductor*” sehingga gelombang mikro yang masuk tegak lurus terhadap arah medan magnet dan akan mengalami efek rotasi (*faraday effect*), yang merupakan prinsip dasar kerja sirkulator.

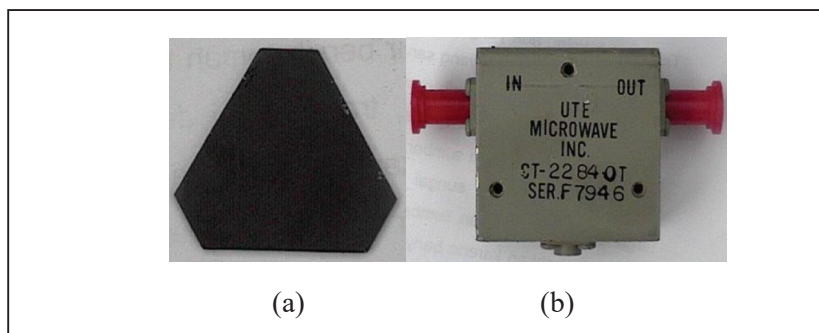


Sumber: Kristiantoro dkk. (2014)

Gambar 4.3 Susunan Magnet Ferit pada Perangkat Sirkulator

Penulis telah berhasil mengembangkan dan mengaplikasikan berbagai jenis komponen magnet ferit untuk sirkulator seperti barium ferit, NiZn ferit, MnZn Ferit, *ytrium iron garnet* (YIG). Penelitian pembuatan ferit spinel YIG dilakukan dengan variasi tekanan kompaksi (Djaya dkk., 2000) dan substitusi In dan V untuk sebagian Fe, dan substitusi Ca untuk sebagian Y dengan

rumus kimia $Y_{2,8}Ca_{0,2}Fe_{4,7}In_{0,2}V_{0,1}O_{12}$ (Djaya dkk., 2000) (Djaya dkk., 1999). Magnet ini sudah diaplikasikan pada sirkulator tipe *coaxial junction*, 3 port, frekuensi kerja 0,94–1,42 GHz, *voltage standing wave ratio* (VSWR) 1,1, isolasi 25 dB, *insertion loss* 0,25 dB. Keberhasilan aplikasi ini membuktikan efektivitas magnet YIG sebagai media pengurang kehilangan arus Eddy dalam perangkat sirkulator.



Sumber: Idayanti dkk. (2003a)

Keterangan: a) Komponen magnet YIG, b) sirkulator tipe coaxial junction

Gambar 4.4 Komponen Magnet YIG dan Sirkulator Tipe *Coaxial Junction*

Penelitian penulis dalam mengembangkan magnet permanen barium ferit melalui metode *sol gel* telah berhasil dan membuktikan efektivitasnya sebagai material fungsional dalam aplikasi sirkulator yang berfungsi untuk melewatkan gelombang elektromagnet yang merambat melalui permukaan sisi yang menghadap ke dalam (Kristiantoro dkk., 2013). Karakterisasi sifat magnet memiliki nilai intrinsik Br = sebesar 3,5 kG, H_c = 0,522 kOe dan $(BH)_{maks}$ = 2,07 MGOe yang menghasilkan karakteristik sirkulator pada frekuensi kerja 2,450 MHz sampai dengan 4,000 MHz dengan nilai *insertion loss* = 0,349 dB, isolasi = -21,054 dB dan $VSWR$ = 1,266 (Kristiantoro dkk., 2014).

Penulis juga telah berhasil menerapkan magnet permanen barium ferit dengan substitusi aditif Ti dan Zn sehingga menjadi senyawa $\text{BaFe}_{11}\text{Ti}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{O}_{19}$ sebagai absorban di frekuensi 11,7 GHz pada *electromagnetic wave X-band (microwave radio)* dengan persentase penyerapan 99,19% (Dedi dkk., 2019). Inovasi lanjutan yaitu penambahan aditif AlZn menjadi paduan $\text{BaAl}_x\text{Zn}_x\text{Fe}_{12-2x}\text{O}_{19}$ dengan $x = 0-0,5$ yang disiapkan dengan ketebalan 2 mm di daerah pita-X masih relatif rendah. *Value of return loss* bisa dicapai ketika jumlah substitusi x adalah 1 dengan nilai 12,2 dB pada 10,5 GHz (Septiani dkk., 2017). Riset lainnya adalah penggunaan NiZn ferit pada *electromagnetic wave X-band* pada frekuensi 8–12 GHz dengan optimum *reflection loss* pada frekuensi sampai dengan 10 GHz (Septiani dkk., 2021).

2. Magnet *bonded* NdFeB untuk sirkulator *C-band* dan *S-band*

Penulis telah mengembangkan magnet *bonded* NdFeB dan menerapkannya secara efektif pada perangkat telekomunikasi. Hasilnya telah diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi sirkulator tipe-T, tipe-C pada frekuensi *C-band* dan *S-band*. Inovasi pada sirkulator tipe-T tiga *port* telah dipatenkan dengan performa unggul dengan karakteristik sirkulator; $VSWR = 1,354$, *insertion loss (dB)* = -0,2, dan isolasi (dB) = -17,165 (Idayanti dkk., 2019). Aplikasi pada sirkulator tipe *C-band* telah memiliki respon frekuensi yang baik terhadap isolasi karena dapat melakukan reduksi ke isolasi yang lebih besar. Hasil karakterisasi terhadap sifat intrinsik, magnet ini terbukti layak sebagai alternatif magnet permanen untuk perangkat sirkulator pada frekuensi kerja antara 4–8 GHz di *C-Band* (Kristiantoro dkk., 2016).

Magnet ini dengan kekuatan 800 Gauss juga telah berhasil diaplikasikan dengan pada sirkulator tipe *S-band* menghasilkan $VSWR = 1,354$, isolasi = -17,165 dB dan kerugian penyisipan = -0,200 dB pada titik kerja 3,00 GHz. Hasil ini membuktikan bahwa magnet *bonded* NdFeB layak diterapkan pada rentang frekuensi 2,00-4,00 GHz (Kristiantoro dkk., 2014).

C. Bidang Energi

Komponen magnet memiliki fungsi penting dalam perangkat elektronika sebagai pendukung ketersediaan energi. Magnet menjadi komponen yang dibutuhkan dalam aplikasi energi alternatif karena efisiensinya dalam mendukung konversi, penyimpanan, dan distribusi energi dengan teknologi yang beragam. Penulis telah berhasil mengembangkan berbagai komponen magnet untuk aplikasi pada perangkat elektronika di bidang energi seperti motor DC, generator, *transformator*, dan EVEH yang menunjukkan kinerja dan potensi aplikasi tinggi berdasarkan hasil riset dengan penjabaran sbb:

1. Magnet ferit pada motor DC

Motor DC adalah alat untuk mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik dengan prinsip elektromekanikal yang akan menghasilkan perubahan arus pada motor melalui tegangan DC (Idayanti dkk., 2016). Keunggulan motor DC bila menggunakan magnet permanen, tidak memerlukan suplai listrik untuk membangkit medan stator dan motor jenis ini juga cocok untuk dipakai pada peralatan-peralatan yang *portable* (Barkas dkk., 2020). Salah satu magnet yang dapat digunakan adalah magnet permanen ferit. Penulis telah berhasil mensintesis dan menguji magnet barium stronsium ferit dengan komposisi

$(0.7\text{BaO}_{0.3}\text{SrO})_{3.5}\text{Fe}_2\text{O}_3$, yang memiliki karakteristik magnet $Br = 2.30 \text{ kG}$, koersifitas, $H_c = 1.735 \text{ kOe}$ dan $(BH)_{\text{maks}} = 1.04 \text{ MGOe}$ sehingga berpotensi diaplikasikan sebagai magnet permanen pada motor DC.



Sumber: Idayanti dkk. (2003)

Gambar 4.5 Purwarupa
Magnet Barium Stronsium
Ferit untuk Motor DC

2. Magnet NiZn ferit pada generator

Generator magnet adalah pembangkit listrik yang bekerja berdasarkan prinsip medan magnet permanen tanpa menggunakan kumparan. Salah satu perangkat penting di dalam generator adalah magnet yang digunakan sebagai inti stator untuk meningkatkan efisiensi konversi energi mekanik menjadi energi listrik (Foerger dkk., 2024). Magnet NiZn adalah salah satu komponen yang baik untuk diaplikasikan pada generator karena memiliki temperatur Curie dan resistifitas tinggi sehingga dapat mengurangi arus Eddy (Hwang dkk., 2020).

Penulis telah berhasil mensintesis magnet NiZn dari bahan baku oksida besi (Fe_2O_3), oksida nikel (NiO), dan oksida seng

(ZnO) berdasarkan rumus senyawa $N_{1-x}Zn_xFe_2O_4$. Karakterisasi menunjukkan performa magnetik yang kompetitif dibandingkan produk komersial, dimana nilai $Br = 0,308$ kG, $H_c = 0,181$ A/cm, $B_{maks} = 0,722$ kG, $J_{maks} = 0,722$ kG, dan $H_{maks} = 0,502$ A/cm (Idayanti dkk., 2021). Magnet hasil penelitian ini telah diaplikasikan pada generator yang membutuhkan 54 buah magnet dan menghasilkan daya sebesar 1,8 kW. Inovasi ini juga telah memperoleh pengakuan legal melalui paten tersertifikasi dengan nomor sertifikat IDP000078064.

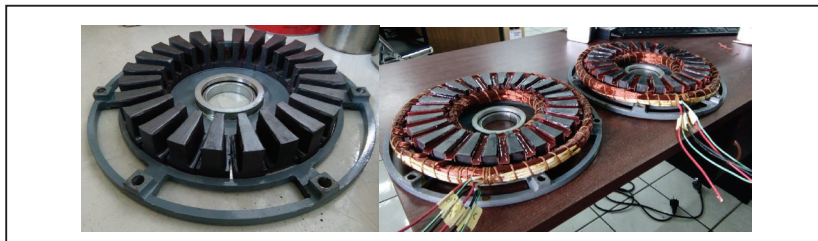


Foto: Novrita Idayanti

Keterangan: a) belum diberi lilitan kabel, b) sudah menggunakan lilitan kabel

Gambar 4.6 Desain Stator Menggunakan NiZn Ferit

3. Magnet MnZn ferit sebagai inti *transformator*

Transformator atau trafo adalah suatu perangkat listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik bolak-balik (AC). Salah satu perangkat penting yang ada pada trafo adalah inti yang terbuat dari besi atau ferit karena memiliki permeabilitas dan resistifitas listrik yang tinggi sehingga rugi-rugi arus Eddy lebih rendah (Hwang dkk., 2020). Magnet ferit yang biasa digunakan sebagai inti adalah NiZn dan MnZn ferit

karena resistifitas magnet ferit lebih rendah bila dibandingkan dengan magnet logam (Dedi dkk., 2006). Aplikasi magnet MnZn hasil riset yang dilakukan oleh penulis dengan rumus molekul $0,7\text{MnO}_{0,3}\text{ZnOFe}_2\text{O}_3$ sudah berhasil diujicobakan sebagai inti pada *transformator* tipe *E-Core* untuk aplikasi *power supply DC to DC* (220 to 48 Volt DC) pada frekuensi kerja dibawah 500 MHz dengan hasil yang baik (Dedi dkk., 2003). Inovasi penambahan aditif SiO_2 telah dilakukan untuk meningkatkan resistifitas magnet dan mengurangi porositas sehingga hasil riset ini berkontribusi terhadap peningkatan permeabilitas dan rugi-rugi arus Eddy berkurang (Dedi dkk., 2006).

4. Magnet *bonded* NdFeB pada generator

Fungsi magnet *bonded* NdFeB pada generator adalah untuk menghasilkan medan magnet stabil, yang diperlukan untuk menghasilkan listrik melalui induksi elektromagnet. Ketika kumparan (stator) dan cakram (rotor) bergerak melintasi medan magnet ini, gaya elektromotif (GGL) dihasilkan sehingga menghasilkan arus listrik sesuai hukum Faraday.

Penulis telah berhasil mengaplikasikan penggunaan magnet *bonded* NdFeB dengan kuat medan 1280 Gauss pada generator magnet permanen fluks aksial 3 fasa dengan rancangan orisinil yang terdiri dari 3 rotor dan 2 stator. Sebanyak 36 sampel magnet ditempelkan pada 3 plat rotor yang terbuat dari akrilik. Setiap rotor diisi dengan 12 magnet yang membentuk 12 kutub yang bergantian antara kutub utara dan kutub selatan. Hasil uji coba menunjukkan performa yang baik, yaitu pada putaran 1.000 rpm menghasilkan arus 0,150 ampere dan daya sebesar 5,25 Watt (Mulyadi dkk., 2024).



Foto: Novrita Idayanti

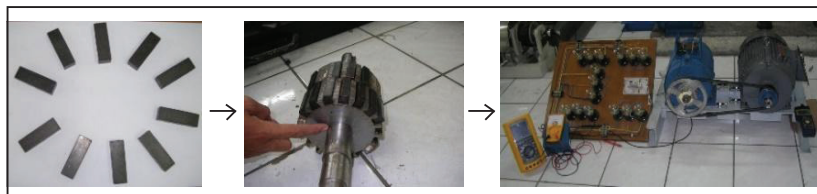
Gambar 4.7 Rotor Menggunakan Magnet *Bonded* NdFeB

5. Magnet *bonded hybrid* ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{NdFeB}$) pada motor *stepper* dan generator magnet permanen

Pembuatan magnet *bonded hybrid* $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{NdFeB}$ yang dilakukan penulis, telah berhasil diaplikasikan pada generator dan *motor stepper* (Idayanti dkk., 2019). Inovasi ini sangat unik dan baru pertama dilakukan sehingga pembuatan magnet ini telah diakui dan mendapatkan paten tersertifikasi dengan nomor IDP000061586.

Penulis menggunakan magnet *bonded hybrid* dengan dimensi 20 mm dan kekuatan magnet 820 Gauss pada *motor stepper merk TEACE tipe 14769070-30* (Sudrajat dkk., 2010). Inovasi aplikasi magnet *bonded hybrid* $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{NdFeB}$ pada generator magnet permanen (GMP) kecepatan rendah skala kecil kecepatan 100–600 rpm dapat menghasilkan power 93 watt (Idayanti dkk., 2017). Saat penggunaan kedua magnet tersebut terpisah (masing-masing), magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ mampu

membangkitkan daya 8,87 W sedangkan generator dengan magnet NdFeB dapat membangkitkan daya 1988,93W (Irasari dkk., 2009).



Keterangan: a) purwarupa magnet bonded NdFeB, b) penempatan magnet NdFeB pada rotor, c) ujicoba performa GMP

Gambar 4.8 Purwarupa Magnet *Bonded*

6. Magnet nanopartikel ferrofluida untuk aplikasi EVEH

Aplikasi nanopartikel ferrofluida sangat luas, diantaranya adalah pada perangkat IoT dan EVEH. Inovasi hasil riset pembuatan ferrofluida yang dilakukan oleh penulis menggunakan bahan baku alam pasir besi (Idayanti dkk., 2019) dan bahan murni (Idayanti dkk., 2023) dengan metoda kopresipitasi berbahan dasar air, *vegetable oil*, dan *kerosene* telah berhasil diaplikasikan pada perangkat IoT EVEH. Ferrofluida berfungsi sebagai pelumas untuk stabilisasi gerakan karena adanya getaran dan mengurangi abrasi sehingga arus yang dihasilkan maksimal. Aplikasi ini berhasil membuat gerak magnet induksi stabil, sehingga sinyal keluaran yang dihasilkan konstan. Performa yang dihasilkan pada frekuensi getaran 20 Hz menghasilkan tegangan, arus, dan daya listrik masing-masing yaitu 0.9 Volt, 3.95 mA, dan 3.55 mW. Aplikasi pasir besi menjadi ferrofluida adalah untuk pertama kalinya dan diaplikasikan EVEH.

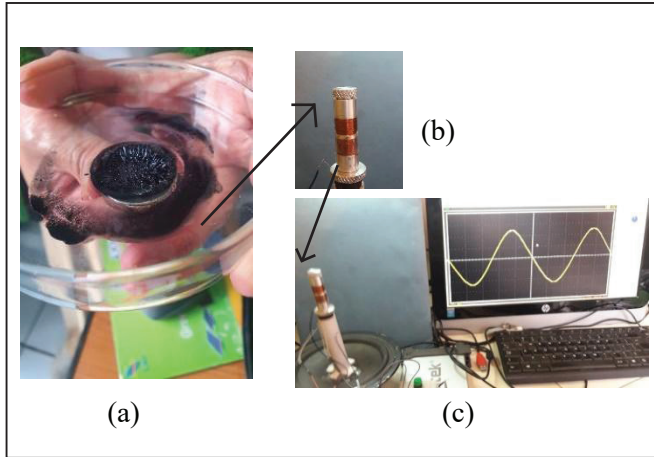


Foto: Novrita Idayanti

Keterangan: a) material ferrofluida, b) perangkat EVEH, dan c) sistem pengukuran performa EVEH

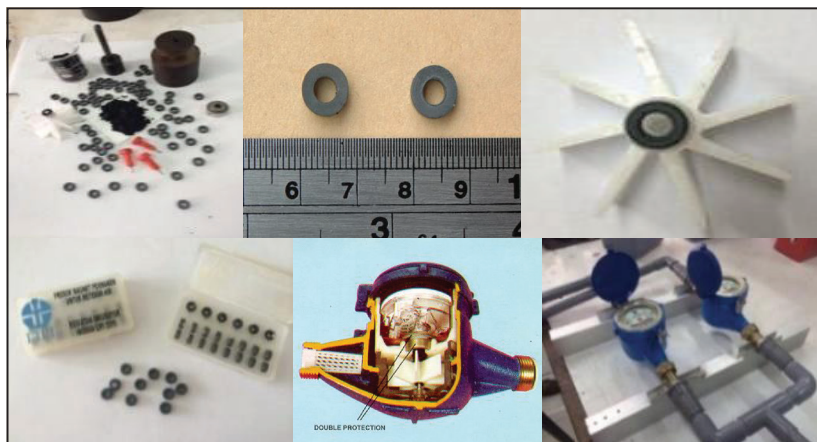
Gambar 4.9 Rangkaian Aplikasi Ferrofluida

D. Bidang lainnya

Aplikasi magnet permanen ferit hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis juga telah diaplikasikan pada meteran air dan beberapa perangkat elektronika yang dibutuhkan oleh industri yang bergerak di bidang usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM).

1. Magnet permanen ferit pada meteran air (*flow meter*)

Aplikasi magnet permanen ferit pada meteran air berfungsi untuk memutar *van wheel* di dalam *measuring chamber*. Dari hasil penelitian yang telah dikembangkan oleh penulis, purwarupa magnet permanen barium ferit telah berhasil diujicobakan pada



Sumber: Idayanti dkk. (2005)

Gambar 4.10 Aplikasi Magnet Barium Ferit pada Meteran Air

perangkat meteran air tipe E-93, *hydraulic static pressure* = 17 kg/cm² di PT. Multi instrumentasi. Hasil uji coba dan karakterisasi performa magnet tersebut sudah menyamai karakteristik magnet permanen impor (Idayanti dkk., 2002). Apabila inovasi ini bisa diaplikasikan pada industri meteran air lokal, maka dampak ekonomi terhadap penurunan harga produk sangat signifikan.

2. Magnet permanen ferit untuk industri UMKM

Penulis telah berhasil mengembangkan dan mengaplikasikan beberapa komponen magnet permanen ferit hasil penelitian pada industri dan UMKM di Jawa Barat seperti yang dirangkum pada Tabel 4.2. Selain itu, penulis juga sudah menghasilkan beberapa komponen magnet permanen ferit, magnet lunak ferit, dan magnet *bonded* NdFeB yang ditampilkan pada Gambar 4.11.

Tabel 4.2 Hasil Penelitian Magnet yang Sudah Dimanfaatkan

No.	Tahun	Industri	Jenis Magnet
1.	2000	Industri tekstil	Magnet untuk penggulung benang
2.	2001	Industri elektronik	Magnet untuk <i>keyboard</i> komputer
3.	2001	Industri elektronik	Magnet untuk alat bantu dengar
4.	2002	Industri motor listrik	Magnet untuk lampu pada motor Bambi
5.	2016	Pemda jabar	Magnet untuk generator

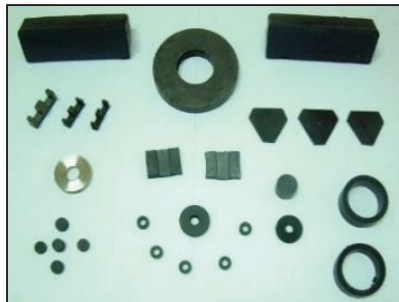


Foto: Novrita Idayanti

Gambar 4.11 Purwarupa Magnet Hasil Penelitian

V. PROSPEK DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN KOMPONEN MAGNET DI INDONESIA

Prospek pengembangan komponen magnet di Indonesia memiliki potensi besar untuk mendukung berbagai sektor industri, terutama perangkat elektronika. Namun, untuk mencapai potensi tersebut, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi. Dalam bab ini, akan disampaikan potensi, tantangan, dan strategi yang dapat dilakukan agar perkembangan teknologi dan aplikasi komponen magnet dapat berperan dalam mendukung substitusi impor dan dapat mendukung kemandirian industri elektronika yang semakin berkembang.

A. Potensi Pengembangan Komponen Magnet

Potensi besar beserta peluang dalam pengembangan komponen magnet didorong oleh beberapa faktor seperti sumber bahan baku yang tersedia, permintaan yang tinggi, dan dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah.

Eksplorasi dan pengolahan sumber daya alam dapat mendorong tumbuhnya industri magnet lokal (Setiawan, 2018). Pada pemanfaatan bahan baku lokal, penulis telah mendapatkan paten bersertifikasi untuk pasir besi (Idayanti dkk., 2021), limbah oksida besi Fe_2O_3 dari sisa produksi limbah baja (Idayanti dkk., 2019) dan sisa pengelasan (Idayanti dkk., 2023). Riset dan proses hilirisasi bahan baku masih terus membutuhkan inovasi teknologi agar dapat meningkatkan kemanfaatan dan nilai jual.

Indonesia adalah salah satu pasar elektronika terbesar di Asia Tenggara, sehingga permintaan akan komponen magnet sangat tinggi dan diperlukan. Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 adalah kebutuhan

magnet permanen dan permintaan industri yang telah didata oleh penulis berdasarkan wawancara dengan industri.

Tabel 5.1 Kebutuhan Magnet Permanen Ferit untuk Aplikasi Meteran Air

No.	Industri	Jumlah Kebutuhan
1.	Perusahaan meteran air di Bandung	300 ribu buah/thn = 25.000 buah/bulan
2.	Perusahaan meteran air di Cikarang	7 jt buah/thn = 600.000 buah/bulan
3.	Perusahaan meteran air di Surabaya	2,5 jt buah/thn = 200.000 buah/bulan

Tabel 5.2 Kebutuhan Magnet Permanen NdFeB untuk Aplikasi Magnet Separator

No.	Industri	Jumlah Kebutuhan
1.	Perusahaan pengolahan pangan di Jabodetabek	1.200 buah/thn = 100 buah/bulan
2.	Perusahaan pangan di Bandung	500 buah/thn = 45 buah/ bulan
3.	Perusahaan Pangan di Semarang	1.000 buah/thn = 83 buah/ bulan
4.	Perusahaan pangan di Surabaya	1.500 buah/thn = 125 buah/bulan
5.	PT. Cometric Citra Utama	4200 buah/tahun = 400 buah/bulan
6.	Industri yang membutuhkan magnet trap, seperti perusahaan kemasan makanan, obat dan kosmetik	

Pemerintah juga telah mengeluarkan kebijakan pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 29 Tahun 2018 tentang tingkat komponen dalam negeri (TKDN) yang mewajibkan pembuat perangkat elektronika dalam negeri harus menggunakan minimal 40 persen komponen lokal, termasuk komponen magnet.

B. Tantangan Pengembangan Komponen Magnet

Pengembangan komponen magnet memiliki sejumlah tantangan yang dapat mempengaruhi perkembangannya. Tantangan tersebut mencakup beberapa aspek, yaitu: keterbatasan jumlah dan kualitas periset/sumber daya manusia (SDM), infrastruktur riset, pendanaan, dan kurangnya ekosistem industri yang mendukung untuk produksi.

Tantangan ini cukup signifikan dalam pengembangan komponen magnet. Pertama, jumlah dan kualitas periset atau SDM di bidang magnet masih terbatas, baik dari segi kuantitas maupun kompetensi teknologi pembuatan magnet yang mendalam. Kedua, infrastruktur riset belum memadai; banyak laboratorium belum dilengkapi dengan peralatan karakterisasi dan pabrikasi. Ketiga, keterbatasan pendanaan riset yang tidak kontinyu yang menyebabkan banyak kegiatan riset berhenti tanpa keberlanjutan menuju aplikasi industri. Terakhir, kurangnya ekosistem industri yang mendukung untuk ditransformasikan menjadi produk komersial.

C. Strategi Pengembangan

Dalam mengatasi tantangan dan kendala, serta mengoptimalkan potensi dan peluang, maka diperlukan beberapa strategi agar pengembangan material magnet di Indonesia dapat terlaksana, diantaranya adalah peningkatan SDM melalui investasi pendidikan, investasi dalam Riset dan Pengembangan (R&D) dengan

berkolaborasi antara lembaga riset, universitas dan industri, dan negara maju. Penguatan berupa kolaborasi pusat riset magnet sangat diperlukan karena dapat berperan sebagai pusat inovasi yang mendorong komersialisasi teknologi baru.

VI. KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan pionir dan berhasil menunjukkan bahwa bahan lokal memiliki potensi tinggi sebagai sumber bahan baku pembuatan magnet dengan penerapan inovasi sintesa seperti metalurgi serbuk, *sol-gel*, *hot press*, dan kopresipitasi yang menghasilkan material magnet dengan performa tinggi. Teknologi pembuatan yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan sifat magnet dan memastikan kesesuaian dengan aplikasinya. Keberhasilan hasil riset sudah dapat diaplikasikan pada perangkat elektronika seperti sirkulator, *transformator*, motor DC, sensor, *magnetic separator*, dan energi harvesting. Hasil-hasil riset ini telah memperoleh paten nasional dan menunjukkan potensi substitusi komponen impor strategis di sektor telekomunikasi, energi, pangan, dan bidang lainnya.

Hasil penelitian ini berkontribusi strategis terhadap rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) 2025–2029 khususnya prioritas nasional 5 yang menitikberatkan pada hilirisasi sumber daya alam dan meningkatkan nilai tambah bagi produk. Riset ini juga membantu substitusi impor yang berkontribusi langsung terhadap pencapaian *sustainable development goals* (SDGs), terutama SDG 7 (energi bersih dan terjangkau) dan SDG 9 (industri, inovasi, dan infrastruktur) dan mendukung agenda ekonomi sirkular yang berkelanjutan.

Keterbatasan penelitian ini meliputi tantangan dalam standarisasi kualitas bahan lokal dan skala produksi. Arah pengembangan ke depan perlu difokuskan pada peningkatan skala produksi, pengujian aplikasi, serta penguatan kerja sama antara lembaga penelitian, industri, dan pemerintah untuk mempercepat hilirisasi teknologi magnet lokal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

VII. PENUTUP

Penelitian pembuatan magnet memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia karena sumber bahan baku lokal cukup melimpah dan riset ini sudah dimulai sejak lama dan memiliki aplikasi yang luas pada perangkat elektronika.

Namun, mengembangkan magnet dari bahan lokal bukan hanya soal keberhasilan di laboratorium, melainkan bagian dari perjuangan membangun kemandirian industri bangsa. Dalam dunia yang bergerak cepat menuju Revolusi Industri 4.0 dan masa depan berkelanjutan. Siapa yang menguasai teknologi material, dialah yang menguasai masa depan. Indonesia harus menjadi salah satunya. Implikasi hasil penelitian ini membuka jalan bagi komponen magnet lokal menembus sektor otomotif, energi, telekomunikasi, dan pertahanan.

Kini saatnya kita dukung dengan insentif, regulasi TKDN, dan konsorsium nasional agar sumber daya lokal kita menjadi kekuatan industri masa depan. Prioritas pengembangan riset ke depan perlu difokuskan pada peningkatan hilirisasi bahan baku lokal, performa komponen magnet dan efisiensi proses produksi. Harapan dari riset ini adalah dapat menjadi pijakan dan pemantik semangat generasi muda ilmuwan Indonesia untuk terus mencipta, berinovasi, dan mengangkat material strategis bangsa menjadi bahan yang memiliki nilai lebih tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas ijin dan ridhonya semata maka capaian karier saya sebagai peneliti dapat dijalankan dan orasi profesor riset ini dapat terlaksana. Selanjutnya, perkenankan saya menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah banyak berkontribusi pada perjalanan karir saya dan panitia pelaksana orasi profesor riset.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Jenderal (Purn) Prabowo Subianto dan Presiden Republik Indonesia ke-7 Joko Widodo; Kepala dan Wakil Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional, Dr. Laksana Tri Handoko dan Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, ST, M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc.; Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah Prof. Yusuf Nur Wijayanto, Ph.D., Prof. Natalita Maulani Nursam, M.Phil., Ph.D., serta penelaah eksternal Prof. Dr. Azwar Manaf, M.Met.

Ucapan terima kasih kepada Tim penelaah internal Naskah Orasi Ilmiah, Dr. Eng. Budi Prawara, Prof. Dr. Nasrullah Armi, M.Eng., dan Prof. Yanuandri Putrasari, M.Eng. Ph.D.

Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; dan Kepala Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia BRIN, Ratih Retno Wulandari, M.Si., atas bantuan dan dukungannya dalam pelaksanaan orasi ilmiah ini.

Terima kasih juga kepada Kepala Organisasi Riset Elektronika dan Informatika BRIN sekaligus Kepala Pusat Riset Elektronika dan Telekomunikasi LIPI 2020–2021, Dr. Eng. Budi

Prawara; Kepala Pusat Riset Elektronika BRIN, Prof. Yusuf Nur Wijayanto, Ph.D.; serta para Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi terdahulu: Dr. Purwoko Adhi dan Dr. Hiskia atas dukungannya. Terima kasih juga saya sampaikan kepada kolega riset: Tony Kristiantoro, S.ST., M.Si., Nanang Sudrajat, S.T., M.Si., Dadang Mulyadi, S.T. M.T., Ardita Septiani, S.T., M.Sc., Erry Dwi Kurniawan, Ph.D., Prof. Dr. Goib Wiranto, Dr. Gandi Sugandi, Shobih, S.T., M.T., Ir. I Dewa Putu Hermida, M.T., Iqbal Syamsu, M.T., dan semua rekan di kelompok penelitian magnet dan sensor dan BRIN.

Penghargaan saya sampaikan kepada guru-guru; Ir. Sanusi Surez, M.Sc pembimbing S-1 di Teknik Kimia Unsri; Ahmad Nuruddin, Ph.D pembimbing S-2 di ITB; Prof. Dr. Azwar Manaf dan Prof. Dedi, Ph.D. sebagai pembimbing S-3.

Penghormatan dan terima kasih yang tak terhingga saya haturkan kepada ibunda Dra. Hj. Zubaidah dan ayahanda (alm.) Drs. Hajati Achjat atas doa dan dukungannya, juga kepada ibu mertua Hj. Nursimah dan bapak mertua (alm.) Misrawi. Terima kasih yang tulus juga saya sampaikan untuk suami saya tercinta Marsekal Muda TNI Ir. Wajariman, M.Sc. dan kedua anak saya tersayang yang sangat saya banggakan Muhammad Hafiz Imanullah, S.Ak., dan Rifqi Munif Imanullah, S.M., BSc. serta menantu Rahma Putri Hapsari S.Pd., terima kasih atas kasih sayang dan dukungan semangat yang senantiasa diberikan.

Terakhir, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, dan kepada seluruh panitia penyelenggara acara orasi ilmiah ini, juga pada seluruh tamu undangan. Akhir kata, semoga sedikit ilmu yang saya sampaikan dalam naskah orasi ini dapat membawa keberkahan dan manfaat bagi kita semuanya.

Wabillahittaufig wal hidayah.

Wassalamu 'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, P., & Unj, F. (2021). *Pengukuhan Guru Besar UNJ , Prof . Erfan Handoko Beri Orasi Ilmiah Potensi Sumber Daya Mineral Indonesia*. Web.
- Anandhita, V. (2015). Analisis Ekosistem TIK Indonesia yang Mendorong Perkembangan Industri Lokal dan Ekonomi Kreatif. *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 5(1), 49. <https://doi.org/10.17933/jppi.2015.0501004>
- Barkas, D. A., Ioannidis, G. C., Psomopoulos, C. S., Kaminaris, S. D., & Vokas, G. A. (2020). Brushed dc motor drives for industrial and automobile applications with emphasis on control techniques: A comprehensive review. *Electronics*, 9(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/electronics9060887>
- Bokov, D., Turki Jalil, A., Chupradit, S., Suksatan, W., Javed Ansari, M., Shewael, I. H., Valiev, G. H., & Kianfar, E. (2021). Nanomaterial by Sol-Gel Method: Synthesis and Application. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5102014>
- Carswell, B. (2017). Nikola Tesla: the man who gave electricity to the world. <https://blogs.slv.vic.gov.au/>, 1–8.
- Charoensuk, T., Thongsamrit, W., Hunyek, A., Chokprasombat, K. Jantaratana, P., & Sirisathitkul, C. (2023). Modifying Barium Hexaferrite Magnets by Adding Sol Gel Synthesized Cobalt Ferrite Phase. *Karbala International Journal of Modern Science*, 9(2), 208–215. <https://doi.org/10.33640/2405-609X.3292>
- Chaudhary, V., Mantri, S. A., Ramanujan, R. V., & Banerjee, R. (2020). Additive manufacturing of magnetic materials. *Progress in Materials Science*, 114(February 2019). <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100688>

- Crozier-Bioud, T., Momeni, V., Gonzalez-Gutierrez, J., Kukla, C., Luca, S., & Rolere, S. (2023). Current challenges in NdFeB permanent magnets manufacturing by Powder Injection Molding (PIM): A review. *Materials Today Physics*, 34, 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2023.101082>
- Cui, J., Kramer, M., & Zhou, L. (2018). Current progress and future challenges in rare-earth-free permanent magnets. *Acta Materialia*, 158, 118–137. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.07.049>
- Cullity, B. D. (2009). *Introduction to Magnetic Materials* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Debora, R., Sulissetiawati, Aminudin, A., Sugandi, G., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Hermida, I. D. P., Shobih, Wiranto, G., & **Idayanti, N.** (2025). Preparation of $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{Au}$ core-shell magnetic nanoparticles and their potential applications in heavy metal sensing. *Physica Scripta*, 100(6), 65969. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/add796>
- Dedi, & **Idayanti, N.** (2006). Pengaruh Aditif SiO_2 Pada Pembuatan Magnet MnZn Ferit Untuk Aplikasi Inti Transformator. *Prosiding Seminar Nasional 2006 "Iptek Solusi Kemandirian Bangsa,"* 1–10.
- Dedi, **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2003). Karakterisasi Magnet Ferrite E-Core Untuk Aplikasi Power Supply DC to DC (220 to 48 Volt DC). *Seminar Nasional Pengembangan Program R&D Mikroelektronika Dan Aplikasinya*, 1–9.
- Dedi, **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Alam, G. F. N., & Sudrajat, N. (2018). Magnetic properties of cobalt ferrite synthesized by mechanical alloying. *AIP Conference Proceedings*, 1964. <https://doi.org/10.1063/1.5038285>
- Dedi, **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Gustinova, A., & Primadona, I. (2019). Magnetic and Electromagnetic Wave Absorption Characteristics of $\text{BaFe}_{11}\text{Ti}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{O}_{19}$ in X Band. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 553(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/553/1/012001>

- Djaya, S., & **Idayanti**, N. (1999). Pembuatan Ferit Garnet $Y_{3-2x}Ca_{2x}Fe_{5-x-y}In_xV_yO_{12}$. *Buletin IPT*, 5(2), 20.
- Djaya, S., & **Idayanti**, N. (2000). Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Sifat Magnet Yttrium Iron Garnet. *Simposium Fisika Nasional XVIII*, 3(April), 662.
- Dussa, S., Joshi, S., & Sharma, S. (2024). Additively Manufactured Alnico Permanent Magnet Materials—A Review. *Magnetism*, 4(2), 125–156. <https://doi.org/10.3390/magnetism4020010>
- Efendi, Dedi, **Idayanti**, N., & Wiryolukito. (2003). Struktur Mikro dan Sifat Magnetik Barium Heksaferit Hasil Pemanduan Mekanik Oksida CRM. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 3(2).
- Fingers, R. T., & Rubertus, C. S. (2000). Application of high temperature magnetic materials. *IEEE Transactions on Magnetics*, 36(5 I), 3373–3375. <https://doi.org/10.1109/20.908805>
- Foerger, F., Boberg, M., Faltinath, J., Knopp, T., & Möddel, M. (2024). Design and Optimization of a Magnetic Field Generator for Magnetic Particle Imaging with Soft Magnetic Materials. *Advanced Intelligent Systems*, 2400017. <https://doi.org/10.1002/aisy.202400017>
- Gao, Z. F., Qu, S., Zeng, B., Liu, Y., & Wen, J. (2025). AI-accelerated discovery of altermagnetic materials. *National Science Review*, 12(4). <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf066>
- Gupta, A., & Roy, P. K. (2024). Improved strontium hexaferrites: An overview of current progress in synthesis, properties, and applications. *Materials Science and Engineering: B*, 306(October 2023), 117458. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2024.117458>
- Gutfleisch, O., Willard, M. A., Brück, E., Chen, C. H., Sankar, S. G., & Liu, J. P. (2011). Magnetic materials and devices for the 21st century: Stronger, lighter, and more energy efficient. *Advanced Materials*, 23(7), 821–842. <https://doi.org/10.1002/adma.201002180>

- Habibah, I. (2010). Penentuan pola persebaran pasir besi dengan metode self potensial (sp) di desa paseban, kecamatan kencong, kabupaten jember. In *Skripsi*.
- Habibzadeh, A., Kucuker, M., & Gökelma, M. (2023). Review on the Parameters of Recycling NdFeB Magnets via a Hydrogenation Process. *ACS Omega*, 8(20), 17431–17445. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c00299>
- Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F. N., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., & Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics - A review. *Environmental Research Letters*, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>
- Herzer, G. (1991). Magnetization process in nanocrystalline ferromagnets. *Materials Science and Engineering A*, 133(C), 1–5. [https://doi.org/10.1016/0921-5093\(91\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0921-5093(91)90003-6)
- Hirosawa, S. (2019). *Magnetic Material for Motor Drive Systems* (K. Fujisaki (ed.)). Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-981-32-9906-1>
- Hwang, J. A., Choi, M., Shin, H. S., Ju, B. K., & Chun, M. P. (2020). Structural and magnetic properties of NiZn ferrite nanoparticles synthesized by a thermal decomposition method. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/APP10186279>
- Idayanti, N., & Dedi.** (2002). Pembuatan Magnet Permanen Ferit untuk Flow Meter. *Jurnal Fisika HFI*, 1–44.
- Idayanti, N., & Dedi.** (2003a). Aplikasi Komponen Keramik Magnetik Dalam Berbagai Bidang. *Pemaparan Hasil Litbang IPT – LIPI 2003*, 29–30.
- Idayanti, N., & Dedi.** (2003b). Pembuatan Magnet Barium Hexaferit Anisotrop. In *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 5(1), 34–38.

- Idayanti, N., & Dedi.** (2006). Karakterisasi Komposisi Kimia Magnet NdFeB dengan Energy Dispersive Spectroscopy. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 2(6), 46–51.
- Idayanti, N., Dedi, & Djaya, S.** (2002). Proses Sintering Dalam Pembuatan Magnet Permanen untuk Meteran Air. *Indonesian Journal of Material Science*, 3(2).
- Idayanti, N., Dedi, & Kristiantoro, K.** (1999). Pengaruh temperatur sinterisasi terhadap karakteristik keramik magnetik Barium Ferit. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses*, 19(11), 1649–1654.
- Idayanti, N., Dedi, Kristiantoro, T., Mulyadi, D., Sudrajat, N., & Alam, G. F. N.** (2018). Manufacture of barium hexaferrite ($\text{BaO} \cdot 0.98\text{Fe}_2\text{O}_3$) from iron oxide waste of grinding process by using calcination process. *Journal of Physics: Conference Series*, 985(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/985/1/012048>
- Idayanti, N., Dedi, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Gustinova, A.** (2019). Effects of varying chemical composition with $x = 0.1 - 0.7$ on magnetic properties of soft ferrite $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012105>
- Idayanti, N., Dedi, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Septiani, A., Mulyadi, D., & Irasari, P.** (2017). The implementation of hybrid bonded permanent magnet on permanent magnet generator for renewable energy power plants. *Proceeding - 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, ISITIA 2016: Recent Trends in Intelligent Computational Technologies for Sustainable Energy*. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2016.7828720>
- Idayanti, N., Dedi, & Manaf, A.** (2019). Investigation of Grain Exchange Interaction Effects on The Magnetic Properties of Strontium Hexaferrite Magnets. *KnE Engineering*, 1(2), 223. <https://doi.org/10.18502/keg.v1i2.4447>

- Idayanti, N., Dedi, & Manaf, A. (2020a).** Effect of annealing on the structural and magnetic properties of $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ - CoFe_2O_4 nanocomposites. *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 13(2), 341–350.
- Idayanti, N., Dedi, & Manaf, A. (2020b).** Structural change and magnetic properties of mechanically alloyed spinel ferrite CoFe_2O_4 . *Key Engineering Materials*, 855, 108–116. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.855.108>
- Idayanti, N., Dedi, & Manaf, A. (2021).** Physical and magnetic characterization of hard/soft $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanocomposite magnets made by mechanical alloying and ultrasonic Irradiation. *Journal of Nano Research*, 69, 53–66. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanoR.69.53>
- Idayanti, N., Dedi, Mulyadi, D., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Sugandi, G., & Manaf, A. (2023).** Effect of Various Composition Ratios on the Exchange Spring Effect in $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ Nanocomposite Magnets. *Journal of Magnetism*, 28(3), 251–257. <https://doi.org/10.4283/JMAG.2023.28.3.251>
- Idayanti, N., Dedi, & Nuruddin, A. (2008).** Pengaruh Porositas Terhadap Sifat Magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. *Seminar Nasional Metalurgi Dan Material (SENAMM)* 2, 225–231.
- Idayanti, N., Dedi, Sudrajat, N., Suyatman, Hilda, N., & Hawa, A. (2016).** Perancangan Instrumen Ukur Torsi Dan Kecepatan Pada Motor Dc Dengan Prinsip Nonkontak Berdasarkan Deteksi Medan Magnet. *Instrumentasi*, 40(2), 61. <https://doi.org/10.14203/instrumentasi.v40i2.141>
- Idayanti, N., Djaja, S., & Dedi. (2003).** Pembuatan Magnet Permanen Ferit untuk Mini Motor DC. *Pemaparan Hasil Litbang IPT– LIPI*.
- Idayanti, N., Djaja, S., Hidayat, M. A., & Siregar, M. R. T. (2001).** Pemanfaatan Limbah Oksida Besi HSM Sebagai Bahan Baku Pembuatan Magnet Permanen. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia , Seminar Nasional X Kimia Dalam Industri Dan Lingkungan, November*, 6–7.

- Idayanti, N., Irasari, P., Muliani, L., & Sudrajat, N. (2009).** Pembuatan Magnet Permanen Bonded Hybrid untuk Aplikasi Generator Kecepatan Rendah. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. file:///Files/21/215d0579-cd0d-4318-9b5d-69805179524d.html
- Idayanti, N., & Kristiantoro, T. (2016).** Preparation of Soft Magnetic MnZn Ferrite from Iron Oxide Waste (Fe_2O_3). *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 25(1), 29–37.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Septiani, A., & Kartika, I. (2017).** Magnetic properties of barium ferrite after milling by high energy milling (hem). *MATEC Web of Conferences*, 101. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710101011>
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., & Sudrajat, N. (2016).** Influence of pH on Magnetic Properties of $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. *Academia*.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Dedi, & Mulyadi, D. (2008).** Pembuatan Magnet NiZn Ferit dengan Metoda Sol Gel. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 8(1).
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Dedi, & Kurniawan, D. P. (2019).** *Sirkulator Tipe T Tiga Port Menggunakan Magnet Permanen Bonded Neodymium Iron Boron*.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., & Mulyadi, D. (2021).** *Magnet Lunak NiZn Ferit ($\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$) dan Proses Pembuatannya (IDP000078064)*.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Dedi. (2021).** *Proses Pemurnian untuk Meningkatkan Kadar Oksida Besi Pada Pasir Besi Alam*.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Dedi, & Kurniadi, D. P. (2018).** *Metoda Magnetisasi Magnet Permanen Ferit Dengan Menggunakan Batang Logam Tembaga*.

- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Septiani, A. (2019).** Magnet Hybrid Berbahan Dasar Barium Ferit dan Neodymium Iron Boron Beserta Proses Pembuatan dan Komposisinya. In *Patent*. <https://doi.org/10.21608/mksq.2022.255124>
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Shobih. (2023).** *Metoda Pembuatan Ferrofluida dari Pasir Besi Alam dan Produk yang dihasilkannya.*
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sugandi, G., Sudrajat, N., & Kurniawan, E. (2023).** Metoda Pembuatan Senyawa Ferrofluida dari Bahan Magnetik Nanopartikel Fe_3O_4 dengan Teknik Kopresipitasi dan Produk yang Dihasilkannya. In *Patent*.
- Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sugandi, G., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Wiranto, G. (2024).** *Sintesa Magnetik Nanopartikel Fe_3O_4 @Au untuk Aplikasi Sensor Logam Berat.*
- Idayanti, N., & Mambu, G. A. (2001a).** Pemeliharaan Peralatan Pada Laboratorium Pengujian Bidang Uji Bahan Magnet Sesuai ISO/IEC GUIDE - 025. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Seminar Nasional IV Kimia Dalam Pembangunan, 27–28.*
- Idayanti, N., & Mambu, G. A. (2001b).** Pengujian Sifat Bahan Magnet Lunak Dengan Menerapkan Sistem Mutu Sesuai ISO/IEC GUIDE – 025. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Seminar Nasional Iv Kimia Dalam Pembangunan, 27–28.*
- Idayanti, N., & Manaf, A. (2018).** Magnet Nanokomposit Sebagai Magnet Permanen Masa Depan. *Metalurgi, 1*(1), 1–18.
- Idayanti, N., Manaf, A., Dedi, & Sugandi, G. (2021).** *Magnet Stronsium Heksferit ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) Nanopartikel dan Proses Pembuatannya.*

- Idayanti, N., Mulyadi, D., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., & Dedi.** (2023). *Proses Pemurnian Oksida Besi Dari Limbah Pengerjaan Permesinan Menjadi Bahan Baku Pembuatan Magnet Barium Heksaferit.*
- Idayanti, N., & Nuruddin, A.** (2007). Preparation of Barium Hexaferite By Sol Gel Self Combustion Using Polyvinyl Alcohol. *Indonesian Journal of Materials Science*, 3, 148–150.
- Idayanti, N., Nuruddin, A., & Sudradjat, N.** (2009). Particle Size Characterization on Barium Ferrite Magnetic Material Using Light Scattering Method. *International Proceeding ICOMMET*, 1–4.
- Idayanti, N., & Sudrajat, N.** (2014). Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Sifat Magnet Barium Ferit. *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 23(2).
- Idayanti, N., Sudrajat, N., Kristiantoro, K., Mulyadi, D., Kurniawan, I., Nurdin, M., & Nugraha, J.** (2020). A Prototype and Its Testing Method Development for Five Traps Metal Catchers To Remove Metal Impurities in Food Products. *Instrumentasi*, 44(2), 155. <https://doi.org/10.31153/instrumentasi.v44i2.207>
- Idayanti, N., Sudrajat, N., Kristiantoro, T., Mulyadi, D., Permana, D., & Sugandi, G.** (2024). Magnetization method of ceramic ferrite magnets using a Cu rod. *AIP Conference Proceedings*, 3003(1). <https://doi.org/10.1063/5.0186560>
- Idayanti, N., Sudrajat, N., Kristiantoro, T., Mulyadi, D., & Septiani, A.** (2016). Effect of Varying Compaction Pressure on Magnetic Characteristic, Density, and Hardness of Barium Ferrite. *Physics Procedia*, 4–9.
- Idayanti, N., Sugandi, G., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Nuruddin, A., Dedi, & Manaf, A.** (2024). Understanding magnetic interactions in $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanocomposites: role of particle structure on exchange spring magnet behaviour. *Physica Scripta*, 99(9), 95933. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad69e3>

- Irasari, P., & **Idayanti, N.** (2009). Aplikasi Magnet Permanen BaFe₁₂O₁₉ dan NdFeB Pada Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Skala Kecil. *Indonesian Journal of Materials Science*, 11(1), 38–41.
- Kristiantoro, T., & **Idayanti, N.** (2014). Application of NdFeB Bonded Magnet for S - band Circulator at Frequency Range of 2.00 - 4.00 GHz. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 1, 0–4.
- Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Septiani, A., & Dedi. (2016). Application of bonded NdFeB magnet for C-Band circulator component. *Journal of Physics: Conference Series*, 776(1), 6–11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/776/1/012030>
- Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Septiani, A., Mulyadi, D., & Dedi. (2016). Ketidakpastian Pengukuran pada Karakteristik Material Magnet Permanen dengan Alat Ukur Permagraph. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.1-6>
- Kristiantoro, T., Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2013). Karakterisasi Magnet Permanen untuk Komponen Circulator pada Frekuensi Kerja L Band. *Seminar Dan Focus Group Discussion Material Maju, Magnet Dan Aplikasinya*, 143–149.
- Kristiantoro, T., Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2014). Characterization of Barrium Ferrite Permanent Magnet for Circulator Components Working at S Band (2.45 GHz–4.00 GHz). *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) 2014*.
- Lee, J., Hong, Y. K., Lee, W., Abo, G. S., Park, J., Neveu, N., Seong, W. M., Park, S. H., & Ahn, W. K. (2012). Soft M-type hexaferrite for very high frequency miniature antenna applications. *Journal of Applied Physics*, 111(7), 66–69. <https://doi.org/10.1063/1.3679468>

- Lee, S., Kim, G., Lee, K. S., Kim, S., Kim, T., Lee, S., Kim, D., Lee, W., & Lee, J. G. (2025). A novel two-step grain boundary diffusion process using TaF5 and $\text{Pr}_{70}\text{Cu}_{15}\text{Al}_{10}\text{Ga}_5$ for realizing high-coercivity in NdFeB-sintered magnets without use of heavy rare-earth. *Acta Materialia*, 285(September 2024), 120660. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2024.120660>
- Li, H., Serrano, D., Guillod, T., Wang, S., & Dogariu, E. (2023). How MagNet: Machine Learning Framework for Modeling Power Magnetic Material Characteristics. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 38(12), 15829–15853. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2023.3309232>
- Livingston, J. D. (1990). The history of permanent-magnet materials. *Jom*, 42(2), 30–34. <https://doi.org/10.1007/BF03220870>
- Mambu, G. A., & **Idayanti**, N. (2001). Pengujian Bahan Magnet Mengacu pada Kebijakan Mutu Sesuai Standard ISO/IEC Guide – 025. *Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Seminar Nasional IV Kimia Dalam Pembangunan*, 478–482.
- Manaf, A. (2007). Potensi Bahan Lokal Dalam Pengembangan Material Magnet untuk Industri di Indonesia. *Indonesian Journal of Materials*.
- Miller, J. S., & Epstein, A. J. (2000). Molecule-Based Magnets — An Overview. *MRS Bulletin*, 21–30.
- Miralles, C. G., & Jenuš, P. (2021). On the potential of hard ferrite ceramics for permanent magnet technology-a review on sintering strategies. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 54(30). <https://doi.org/10.1088/1361-6463/abfad4>
- Mulyadi, D., & **Idayanti**, N. (2024). Characteristic of NdFeB Bonded Magnet for Low Speed Generators. *23rd International Weekshop For Young Scientist*, 1–23.

- Mulyadi, D., Kristiantoro, T., & Idayanti. (2013). Pengaruh Variasi Holding Time Sintering Terhadap Nilai Instrinsik Magnet Permanen Dari Bahan Limbah Pengelasan. In H. Arisesa (Ed.), *Seminar Nasioanl Ilmu Pengetahuan Teknik 2013 “Teknologi Untuk Mendukung Pembangunan Nasional”*.
- News, A. P. S. (2008). *Oersted & Electromagnetism*. Oersted & Electromagnetism | American Physical Society.
- Niculescu, A. G., Chircov, C., & Grumezescu, A. M. (2021). Magnetite nanoparticles: Synthesis methods – A comparative review. *Methods*, 199(April 2021), 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2021.04.018>
- Nuruddin, A., **Idayanti, N.**, & Suyatman. (2009). Effect of Oxydants and Fe/Ba Ratio on Properties of Barium Ferrite Prepared by Sol-gel Auto- combustion. *Reports of Research*, 2–3.
- Ouyang, G., Chen, X., Liang, Y., Macziewski, C., & Cui, J. (2019). Review of Fe-6.5 wt%Si high silicon steel—A promising soft magnetic material for sub-kHz application. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 481(February), 234–250. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.02.089>
- Permana, A. (2019). Dosen ITB Berhasil Produksi Nugget Besi dari Konsentrat Pasir Besi. <https://Itb.Ac.Id/Berita>, 1–23.
- Precedence Research Pvt. Ltd. (2024). *Magnetic Materials Market Size and Forecast*. Web.
- Ram, B. S., Paul, A. K., & Kulkarni, S. V. (2021). Soft magnetic materials and their applications in transformers. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 537(February). <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168210>
- Ramelan, S. (2024). Sempat Disetop Krakatau Steel , Pabrik Baja HSM 1 kembali Beroperasi Akhir 2024. <https://Www.Idxchannel.Com/Economics>, 2–3.

- Remy, M. (2016). *Innovative Ironless Loudspeaker Motor Adapted to Automotive Audio* To cite this version : *Innovative Ironless Loudspeaker Motor Adapted to Automotive Audio Moteur de Haut-parleur Sans Fer Innovant Adapt Audio Automobile*.
- Rifai, L., Fattouh, F., Habanjar, K., Yaacoub, N., & Awad, R. (2021). Exchange spring behaviour in $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ magnetic nanocomposites. *Journal of Alloys and Compounds*, 868, 159072. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159072>
- Rohith, S., Radhakrishnan, K., Dinesh, A., Sakthivel, S., Patil, R. P., Gnanasekaran, L., Mohanavel, V., Ayyar, M., Iqbal, M., Santhamoorthy, M., & Jaganathan, S. K. (2025). Review on the Recent Developments in Magnetic Nanocomposites for Energy Storage Applications. *Semiconductors*, 59(1), 91–114. <https://doi.org/10.1134/S106378262460219X>
- Sardjono, P., Kurniawan, C., Sebayang, P., & Muljadi. (2012). Aplikasi Magnet Permanen di Indonesia: Data Pasar dan Pengembangan Material Magnet. *Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Teknik, May 2014*, 85–89.
- Septiani, A., & **Idayanti**, N. (2015a). Pabrikasi Magnet MnZn Ferit dan Barium Ferit dari Limbah Pengelasan Fabrication of MnZn Ferrite and Barium Ferrite using Welding Waste. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 15(1), 15–17.
- Septiani, A., & **Idayanti**, N. (2015b). Pemanfaatan Oksida Besi Alam Sebagai Bahan Baku Pembuatan Magnet Permanen. *JASAKIAI*.
- Septiani, A., **Idayanti**, N., & Kristiantoro, T. (2016a). Preparation of barium hexaferrite powders using oxidized steel scales waste. *AIP Conference Proceedings*, 1711. <https://doi.org/10.1063/1.4941611>
- Septiani, A., **Idayanti**, N., & Kristiantoro, T. (2016b). Preparation of barium hexaferrite powders using oxidized steel scales waste. *AIP Conference Proceedings*, 1711. <https://doi.org/10.1063/1.4941611>

- Septiani, A., **Idayanti**, N., Kristiantoro, T., Dedi, Kartika, N. L., Mulyadi, D., Rusmana, A., & Sumpena, P. (2021). Structural, Magnetic, and X-Band Microwave Absorbing Properties of Ni-Ferrites Prepared Using Oxidized Mill Scales. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 21(1), 27–34. <https://doi.org/10.14203/jet.v21.27-34>
- Septiani, A., **Idayanti**, N., & Sudrajat, N. (2018). Moderate thermal oxidation of iron oxide found in nature as raw materials for ferrite magnets. *Journal of Physics: Conference Series*, 1091(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1091/1/012005>
- Septiani, A., Ikaningsih, M. A., Sari, T. P., **Idayanti**, N., & Dedi. (2021). The Behaviour of Magnetic Properties and Electromagnetic Absorption of MgFe_2O_4 Prepared by Powder Metallurgy Method. *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*, 136–140. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET53537.2021.9650465>
- Septiani, A., Kristiantoro, T., Dedi, **Idayanti**, N., & Taryana, Y. (2017). Magnetic and microwave absorbing properties of Al and Zn substituted barium hexaferrites in X-band region. *Proceeding International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications, ICRAMET 2016*, 149–151. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2016.7849602>
- Setiawan, A. (2018). Potensi Cadangan Mineral Dan Batubara Di Indonesia Dan Dunia. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 1(1), 20–31.
- Sudrajat, N., & **Idayanti**, N. (2009). Karakterisasi Pembentukan Nanopartikel Magnet Barium Ferit Dengan X-RAY Diffraction. *Indonesian Journal of Material Science*.
- Sudrajat, N., **Idayanti**, N., & Kristiantoro, T. (2009). Kompaksi Bahan Magnet Permanen Barium Ferit Anisotrop Nano Partikel dalam Solenoida 0,5 T. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 9(2), 87–91.

- Sudrajat, N., Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, & Widhya, W. (2010). Pembuatan magnet permanen bonded hybrid motor stepper. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 10(3).
- Sukarna, D., & **Idayanti, N.** (2000). Pembuatan ferit sirkulator. *Pemaparan Hasil Litbang*, November, 1–15.
- Vargas, B. R. R., Stornelli, G., Folgarait, P., Ridolfi, M. R., Pérez, A. F. M., & Schino, A. D. (2023). Recent Advances in Additive Manufacturing of Soft Magnetic Materials: A Review. *Materials*, 16(16), 1–33. <https://doi.org/10.3390/ma16165610>
- Wu, Z., Jin, J., Shen, B., Hao, L., Guo, Y., & Zhu, J. (2022). Fundamental Design and Modelling of the Superconducting Magnet for the High-Speed Maglev: Mechanics, Electromagnetics, and Loss Analysis during Instability. *Machines*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/machines10020113>
- Xiamen BearHeart Imp & Exp Co, L. (2020). A brief history of magnet development. <https://Id.Xmmagnets.Com>, 1–5.
- Yulianto, A., Aji, M. P., & **Idayanti, N.** (2010). Fabrikasi MnZn-Ferit dari Bahan Alam Pasir Besi Serta Aplikasinya untuk Core Induktor. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY*, April, 128–133.
- Zhang, H., Zhang, Y., Hou, Z., & Qin, M. (2023). Magnetic skyrmions: materials, manipulation, detection, and applications in spintronic devices. *Materials Futures*, 2(3). <https://doi.org/10.1088/2752-5724/ace1df>
- Zhong, H., Plummer, D. Z., Lu, P., Li, Y., Leger, P. A., & Wu, Y. (2024). *Integrating 2D Magnets for Quantum Devices: from Materials and Characterization to Future Technology*. <https://doi.org/10.1088/2633-4356/adb474>

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku Nasional

1. Siregar, M.R.T., Asis, D., Samsi, D., Hiskia, **Idayanti, N.**, (2004). *Road Map Teknologi Pemantauan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengolahan Limbah*. LIPI Press. <https://www.nawasis.org/portal/digilib/read/road-map-teknologi-pemantauan-daerah-aliran-sungai-das-dan-pengolahan-limbah/790>.

Jurnal Internasional

2. Debora, R., Sulissetiawati, Aminudin, A., Sugandi, G., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Hermida, I. D. P., Shobih, Wiranto, G., & **Idayanti, N.** (2025). Preparation of $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{Au}$ core-shell magnetic nanoparticles and their potential applications in heavy metal sensing. *Physica Scripta*, 100(6), 65969. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/add796>
3. **Idayanti, N.**, Sugandi, G., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Nuruddin, A., Dedi, & Manaf, A. (2024). Understanding magnetic interactions in $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanocomposites: role of particle structure on exchange spring magnet behaviour. *Physica Scripta*, 99(9), 95933. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad69e3>
4. Mulyadi, D., Suhendra, D., **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Kristiantoro, T., Rusirawan, D. (2024). The Influence of Rotational Speed on the Output Voltage Characteristics of NdFeB Bonded Magnetic Generators. *Engineering Letters*. (submitted).
5. **Idayanti, N.**, Dedi, Mulyadi, D., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Sugandi, G., & Manaf, A. (2023). Effect of Various Composition Ratios on the Exchange Spring Effect in $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ Nanocomposite Magnets. *Journal of Magnetism*, 28(3), 251–257. <https://doi.org/10.4283/JMAG.2023.28.3.251>

6. Ulfa, M., Permatasari, F.A., Rus, Y.B., **Idayanti, N.**, and Iskandar, F. (2023). Rational design and recent advancements of additives engineering in ASnI3 tin-based perovskite solar cells: insights from experiments and computational. *Sustainable Energy & Fuels*. DOI: 10.1039/d3se00571b.
7. **Idayanti, N.**, Dedi, & Manaf, A. (2021). Physical and magnetic characterization of hard/soft $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanocomposite magnets made by mechanical alloying and sonikasi Irradiation. *Journal of Nano Research*, 69, 53–66. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanoR.69.53>
8. **Idayanti, N.**, Dedi, & Manaf, A. (2020a). Effect of annealing on the structural and magnetic properties of $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}\text{-CoFe}_2\text{O}_4$ nanocomposites. *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 13(2), 341–350.
9. **Idayanti, N.**, Dedi, & Manaf, A. (2020b). Structural change and magnetic properties of mechanically alloyed spinel ferrite CoFe_2O_4 . *Key Engineering Materials*, 855, 108–116. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.855.108>
10. **Idayanti, N.**, Dedi, & Manaf, A. (2019). Investigation of Grain Exchange Interaction Effects on The Magnetic Properties of Strontium Hexaferrite Magnets. *KnE Engineering*, 1(2), 223. <https://doi.org/10.18502/keg.v1i2.4447>
11. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., & Sudrajat, N. (2016). Influence of pH on Magnetic Properties of $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. *Jurnal keramik, Academia*. <https://www.academia.edu/24830041>
12. **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Kristiantoro, T., Mulyadi, D., & Septiani, A. (2016). Effect of Varying Compaction Pressure on Magnetic Characteristic, Density, and Hardness of Barium Ferrite. *Physics Procedia*, 4–9.
13. Nuruddin, A., **Idayanti, N.**, & Suyatman. (2009). Effect of Oxydants and Fe/Ba Ratio on Properties of Barium Ferrite Prepared by *Sol gel* Auto- combustion. *Reports of Research*, 2–3. <https://ndlsearch.ndl.go.jp/books/R000000004-I025241713>

Jurnal Nasional

14. Mulyadi, D., Rusirawan, D., **Idayanti, N.** (2023). Desain Pembangkit Listrik Turbin Uap Berbahan Bakar Batu Bara yang Efektif dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Tekno Insentif* (17)1. <https://doi.org/10.36787/jti.v17i1.1083>
15. Septiani, A., **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Dedi, Kartika, N. L., Mulyadi, D., Rusmana, A., & Sumpena, P. (2021). Structural, Magnetic, and X-Band Microwave Absorbing Properties of Ni-Ferrites Prepared Using Oxidized Mill Scales. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 21(1), 27–34. <https://doi.org/10.14203/jet.v21.27-34>
16. **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Kristiantoro, K., Mulyadi, D., Kurniawan, I., Nurdin, M., & Nugraha, J. (2020). A Prototype and Its Testing Method Development for Five Traps Metal Catchers To Remove Metal Impurities in Food Products. *Instrumentasi*, 44(2), 155. <https://doi.org/10.31153/instrumentasi.v44i2.207>
17. **Idayanti, N.**, & Manaf, A. (2018). Magnet Nanokomposit Sebagai Magnet Permanen Masa Depan. *Metalurgi*, 1(1), 1–18.
18. **Idayanti, N.**, & Kristiantoro, T. (2016). Preparation of Soft Magnetic MnZn Ferrite from Iron Oxide Waste (Fe_2O_3). *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 25(1), 29–37.
19. **Idayanti, N.**, Dedi, Sudrajat, N., Suyatman, Hilda, N., & Hawa, A. (2016). Perancangan Instrumen Ukur Torsi Dan Kecepatan Pada Motor Dc Dengan Prinsip Nonkontak Berdasarkan Deteksi Medan Magnet. *Instrumentasi*, 40(2), 61. <https://doi.org/10.14203/instrumentasi.v40i2.141>
20. Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Septiani, A., Mulyadi, D., & Dedi. (2016). Ketidakpastian Pengukuran pada Karakteristik Material Magnet Permanen dengan Alat Ukur Permagraph. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.1-6>

- Septiani, A., & **Idayanti, N.** (2015a). Pabrikasi Magnet MnZn Ferit dan Barium Ferit dari Limbah Pengelasan Fabrication of MnZn Ferrite and Barium Ferrite using Welding Waste. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 15(1), 15–17.
- Idayanti, N.**, & Sudrajat, N. (2014). Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Sifat Magnet Barium Ferit. *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 23(2).
- Kristiantoro, T., & **Idayanti, N.** (2014). Application of NdFeB Bonded Magnet for S - band Circulator at Frequency Range of 2.00 - 4.00 GHz. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 1, 0–4.
- Sudrajat, N., Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, & Widhya, W. (2010). Pembuatan magnet permanen *bonded hybrid* motor stepper. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 10(3).
- Wiranto, G., **Idayanti, N.**, Retnaningsih, L., Hermida, I.D.P. (2009). Karakterisasi Nanomaterial Indium Tin Oxide (ITO) Hasil Sintesa Menggunakan Proses *Sol gel* . *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 9(2).
- Sudrajat, N., & **Idayanti, N.** (2009). Karakterisasi Pembentukan Nanopartikel Magnet Barium Ferit Dengan X-RAY Diffraction. *Indonesian Journal of Material Science*.
- Irasari, P., & **Idayanti, N.** (2009). Aplikasi Magnet Permanen BaFe₁₂O₁₉ dan NdFeB Pada Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Skala Kecil. *Indonesian Journal of Materials Science*, 11(1), 38–41.
- Idayanti, N.**, Irasari, P., Muliani, L., & Sudrajat, N. (2009). Pembuatan Magnet Permanen *Bonded Hybrid* untuk Aplikasi Generator Kecepatan Rendah. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. file:///Files/21/215d0579-cd0d-4318-9b5d-69805179524d.html
- Idayanti, N.**, Sudrajat, N. (2009). Teknik Hot Press Pada Pembuatan Magnet *Bonded Hybrid*. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 9(2).

- Idayanti, N.,** Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Dedi, & Mulyadi, D. (2008). Pembuatan Magnet NiZn Ferit dengan Metoda *Sol gel* *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 8(1).
- Idayanti, N.,** & Nuruddin, A. (2007). Preparation of Barium Hexaferrite by *Sol gel* Self Combustion Using Polyvinyl Alcohol. *Indonesian Journal of Materials Science*, 3, 148–150. DOI: 10.17146/jusami.2007.0.0.5128
- Sudrajat, N., **Idayanti, N.,** & Kristiantoro, T. (2007). Kompaksi Bahan Magnet Permanen Barium Ferit Anisotrop Nano Partikel dalam Solenoida 0,5 T. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 9(2), 87–91.
- Idayanti, N.,** & Dedi. (2006). Karakterisasi Komposisi Kimia Magnet NdFeB dengan Energy Dispersive Spectroscopy. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 2(6), 46–51.
- Rismayani, S., **Idayanti, N.,** Suratman, R., Andoko, A., & Andoko, W. (2005). Karakterisasi Komponen Plat Hard Disk Sebagai Media Penyimpan Data. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian*, 7(1), 1411–1098.
- Idayanti, N.,** & Dedi. (2005). Pembuatan Magnet Permanen Ferit untuk Flow Meter. *Jurnal Fisika HFI*, 1–44.
- Efendi, Dedi, **Idayanti, N.,** & Wiryolukito. (2003). Struktur Mikro dan Sifat Magnet Barium Ferit Hasil Pemanduan Mekanik Oksida CRM. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 3(2).
- Idayanti, N.,** & Dedi. (2003b). Pembuatan Magnet Barium Hexaferit Anisotrop. *Jurnal Sains Materi Indonesia* (Vol. 5, Issue 1, pp. 34–38).
- Idayanti, N.,** Dedi, & Djaya, S. (2002). Proses Sintering Dalam Pembuatan Magnet Permanen untuk Meteran Air. *Indonesian Journal of Material Science*, 3(2).

Prosiding Internasional

21. Mulyadi D., **Idayanti, N.**, Sudrajat N., Kristiantoro T., Rusirawan D. (2024). Characteristics of NdFeB Bonded Magnets for Low Speed Generators. *Proceeding of 23rd International Workshop For Young Scientists*.
22. Hermida, I.D.P., Shobih, **Idayanti, N.** Andayani, D.G.S., Berlian, R.D., (2024). Performance of PVA-SnO₂ and PVA-ZnO as Sensing Materials for Thick Film Resistive Type Humidity Sensors. *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) proceeding*.
23. Mulyadi, D., & **Idayanti, N.** (2024). Characteristic of NdFeB Bonded Magnet for Low Speed Generators. *23rd International Weekshop For Young Scientist*, 1–23.
24. **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Kristiantoro, T., Mulyadi, D., Permana, D., & Sugandi, G. (2024). Magnetization method of ceramic ferrite magnets using a Cu rod. *AIP Conference Proceedings*, 3003(1). <https://doi.org/10.1063/5.0186560>
25. Septiani, A., Ikaningsih, M. A., Sari, T. P., **Idayanti, N.**, & Dedi. (2021). The Behaviour of Magnetic Properties and Electromagnetic Absorption of MgFe₂O₄ Prepared by Powder Metallurgy Method. *Proceeding International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*, 136–140. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET53537.2021.9650465>
26. Dedi, **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Gustinova, A., & Primadona, I. (2019). Magnetic and Electromagnetic Wave Absorption Characteristics of BaFe₁₁Ti_{0.5}Zn_{0.5}O₁₉ in X Band. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 553(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/553/1/012001>

27. **Idayanti, N.**, Dedi, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Gustinova, A. (2019a). Effects of varying chemical composition with $x = 0.1 - 0.7$ on magnetic properties of soft ferrite $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012105>
28. **Idayanti, N.**, Dedi, Kristiantoro, T., Mulyadi, D., Sudrajat, N., & Alam, G. F. N. (2018b). Manufacture of barium hexaferrite ($\text{BaO}3.98\text{Fe}_2\text{O}_3$) from iron oxide waste of grinding process by using calcination process. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 985 (2018) 012048.
29. Dedi, **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Alam, G. F. N., & Sudrajat, N. (2018). Magnetic properties of *cobalt* ferrite synthesized by mechanical alloying. *AIP Conference Proceedings*, 1964. <https://doi.org/10.1063/1.5038285>
30. Septiani, A., **Idayanti, N.**, & Sudrajat, N. (2018). Moderate thermal oxidation of iron oxide found in nature as raw materials for ferrite magnets. *Journal of Physics: Conference Series*, 1091(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1091/1/012005>
31. Septiani, A., Kristiantoro, T., Dedi, **Idayanti, N.**, & Taryana, Y. (2017). Magnetic and microwave absorbing properties of Al and Zn substituted barium hexaferrite in X-band region. *Proceeding International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications*, ICRAMET 2016, 149–151. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2016.7849602>
32. **Idayanti, N.**, Dedi, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Septiani, A., Mulyadi, D., & Irasari, P. (2017). The implementation of *hybrid bonded* permanent magnet on permanent magnet generator for renewable energy power plants. *Proceeding - 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, ISITIA 2016: Recent Trends in Intelligent Computational Technologies for Sustainable Energy*. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2016.7828720>

33. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Septiani, A., & Kartika, I. (2017). Magnetic properties of barium ferrite after milling by high energy milling (hem). *MATEC Web of Conferences*, 101. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710101011>
34. Nursam, N.M., Hidayat, J., Muliani, L., Anggraeni, P.N., Retnaningsih, L., and **Idayanti, N.** (2017). From Cell to Module: Fabrication and Long-term Stability of Dye-sensitized Solar Cells. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* **214** (2017) 012007 doi:10.1088/1757-899X/214/1/012007
35. Septiani, A., **Idayanti, N.**, & Kristiantoro, T. (2016). Preparation of barium hexaferrite powders using oxidized steel scales waste. *AIP Conference Proceedings*, 1711. <https://doi.org/10.1063/1.4941611>
36. Kristiantoro, T., **Idayanti, N.**, Sudrajat, N., Septiani, A., & Dedi. (2016). Application of *bonded* NdFeB magnet for C-Band circulator component. *Journal of Physics: Conference Series*, 776(1), 6–11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/776/1/012030>
37. Dedi, **Idayanti, N.**, Lee, P.C., Lee, C.H., and Chen, Y.Y. (2016). Thermoelectric power of single crystalline lead telluride nanowire. *Journal of Physics: Conference Series* 776 012046 doi:10.1088/1742-6596/776/1/012046
38. Wiranto, G., **Idayanti, N.**, and Retnaningsih, L. (2016) Study on the synthesis of Indium Tin oxide (ITO) nanomaterial using *sol gel* process and its potential for CO gas detection. *Journal of Physics: Conference Series* 776 012060 doi:10.1088/1742-6596/776/1/012060
39. Wiranto, G., **Idayanti, N.**, Rachmat, Y., Tayubi and Batara, D.S. (2016). Design and Fabrication of Low Cost Thick Film pH Sensor using Silver Chlorinated Reference Electrodes with Integrated Temperature Sensor. *MATEC Web of Conferences*. doi: [10.1051/mateconf/20164001001](https://doi.org/10.1051/mateconf/20164001001)

40. Septiani, A., **Idayanti, N.**, and Kristiantoro, T. (2016). Preparation of barium hexaferrite powders using oxidized steel scales waste. *AIP Conf. Proc.* 1711, 020002-1–020002-5; doi: 10.1063/1.4941611
41. Kristiantoro, T., Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2014). Characterization of Barium Ferrite Permanent Magnet for Circulator Components Working at S Band (2.45 GHz–4.00 GHz). *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) proceeding*.
42. **Idayanti, N.**, Sudradjat, N., Kristiantoro, T., & Mulyadi, D. (2013). Nanoparticles on Magnetic Materials Prepared by *Sol gel* Method. *International Seminar Innovation Research for Science, Technology and Culture*, 1–4.
43. Yulianto, A., Aji, M. P., & **Idayanti, N.** (2010). Pabrikasi MnZn-Ferit dari Bahan Alam Pasir Besi Serta Aplikasinya untuk Core Induktor. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY*, April, 128–133.
44. **Idayanti, N.**, Nuruddin, A., & Sudradjat, N. (2009). Particle Size Characterization on Barium Ferrite Magnetic Material Using Light Scattering Method. *International Proceeding ICOMMET*, 1–4.

Prosiding Nasional

45. Septiani, A., & **Idayanti, N.** (2015). Pemanfaatan Oksida Besi Alam Sebagai Bahan Baku Pembuatan Magnet Permanen. *Prosiding JASAKIAI*.
46. Kristiantoro, T., Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, Hercuadi, A.Y., dan Mulyadi, D. (2013). Substitusi Magnet Permanen Komponen Circulator Menggunakan Magnet Barium Ferit Yang Dihasilkan Dengan Metode *Sol gel*. *Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik, Teknologi Untuk Mendukung Pembangunan Nasional*, LIPI.

47. Mulyadi, D., Kristiantoro, T., & **Idayanti, N.** (2013). Pengaruh Variasi Holding Time Sintering Terhadap Nilai Instrinsik Magnet Permanen Dari Bahan Limbah Pengelasan. In H. Arisesa (Ed.), *Seminar Nasioanl Ilmu Pengetahuan Teknik “Teknologi Untuk Mendukung Pembangunan Nasional”*.
48. Kristiantoro, T., Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2013). Karakterisasi Magnet Permanen untuk Komponen Circulator pada Frekuensi Kerja L Band. *Seminar Dan Focus Group Discussion Material Maju, Magnet Dan Aplikasinya*, 143–149.
49. **Idayanti, N.**, Dedi, & Nuruddin, A. (2008). Pengaruh Porositas Terhadap Sifat Magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. *Seminar Nasional Metalurgi Dan Material (SENAMM) 2*, 225–231.
50. **Idayanti, N.**, Dedi, & Kristiantoro, K. Pembuatan Magnet MnZn Ferit Untuk Aplikasi Inti Transformator. *Prosiding Seminar Nasional 2006 “Iptek Solusi Kemandirian Bangsa,”* 1–10.
51. Dedi, & **Idayanti, N.** (2006). Pengaruh Aditif SiO_2 Pada Pembuatan Magnet MnZn Ferit Untuk Aplikasi Inti Transformator. *Prosiding Seminar Nasional 2006 “Iptek Solusi Kemandirian Bangsa,”* 1–10.
52. **Idayanti, N.**, & Dedi. (2003a). Aplikasi Komponen Keramik Magnet Dalam Berbagai Bidang. *Pemaparan Hasil Litbang IPT – LIPI 2003*, 29–30.
53. **Idayanti, N.**, & Dedi. (2003c). Penggunaan Barium Ferit Dalam Bidang Elektronika. *Seminar Nasional Teknik Elektro, September*.
54. **Idayanti, N.**, Djaja, S., & Dedi. (2003). Pembuatan Magnet Permanen Ferit untuk Mini Motor DC. *Pemaparan Hasil Litbang IPT – LIPI*.
55. Dedi, **Idayanti, N.**, & Hercuadi, A. Y. (2003). Karakterisasi Magnet Ferrite E-Core Untuk Aplikasi Power Supply DC to DC (220 to 48 Volt DC). *Seminar Nasional Pengembangan Program R&D Mikroelektronika Dan Aplikasinya*, 1–9.

56. Mambu, G. A., & **Idayanti, N.** (2001). Pengujian Bahan Magnet Mengacu pada Kebijakan Mutu Sesuai Standard ISO/IEC Guide – 025. *Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Seminar Nasional IV Kimia Dalam Pembangunan*, 478–482.
57. **Idayanti, N.**, Djaja, S., Hidayat, M. A., & Siregar, M. R. T. (2001). Pemanfaatan Limbah Oksida Besi HSM Sebagai Bahan Baku Pembuatan Magnet Permanen. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia , Seminar Nasional X Kimia Dalam Industri Dan Lingkungan, November*, 6–7.
58. **Idayanti, N.**, & Mambu, G. A. (2001). Pemeliharaan Peralatan Pada Laboratorium Pengujian Bidang Uji Bahan Magnet Sesuai ISO/IEC GUIDE-025. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia , Seminar Nasional IV Kimia Dalam Pembangunan*, 27–28
59. **Idayanti, N.**, Mambu, G.A. (2001). Pengujian Sifat Bahan Magnet Lunak Dengan Menerapkan Sistem Mutu Sesuai ISO/IEC GUIDE – 025. *Prosiding temu ilmiah jaringan kerjasama kimia indonesia, seminar nasional IV kimia dalam Pembangunan*.
60. **Idayanti, N.**, Mambu, G.A. (2001). Penerapan Sistem Mutu pada Sistem KaliBrasi Pengujian Bahan Magnet Sesuai ISO/IEC Guide-025. *Prosiding temu ilmiah jaringan kerjasama kimia indonesia, seminar nasional IV kimia dalam Pembangunan*.
61. **Idayanti, N.**, Baronani, E.S., Mambu, G.A. (2001). Pengaruh Cara Pengemasan dan Kadar Air Terhadap Kualitas dan Umur Simpan Bawang Merah. *Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Seminar Nasional I Aplikasi Kimia dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*.
62. Sukarna, D., & **Idayanti, N.** (2000). Pembuatan ferit sirkulator. *Pemaparan Hasil Litbang*, November, 1–15.
63. **Idayanti, N.**, Djaya, S. (2000). Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Sifat Magnet Yttrium Iron Garnet (YIG). *Prosiding Simposium Fisika Nasional XVIII*.

64. **Idayanti, N., Dedi, & Kristiantoro, K.** (1999). Pengaruh temperatur sinterisasi terhadap karakteristik keramik magnet Barium Ferit. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses*, 19(11), 1649–1654.
65. **Idayanti, N., Kristiantoro, T., Dedi., Baronani, E.S.** (1999). Pengaruh temperatur sinterisasi terhadap karakteristik keramik magnet Barium Ferit. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*.
66. Djaya, S., & **Idayanti, N.** (1999). Pembuatan Ferit Garnet $Y_{3-2x}Ca_{2x}Fe_{5-x-y}In_yV_xO_{12}$. *Buletin IPT*, 5(2), 20.

Paten

67. **Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sugandi, G., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Wiranto, G.** (2024). *Sintesa Magnet Nanopartikel Fe_3O_4 @Au dan Pengujiannya untuk Sensor Logam Berat*. Paten terdaftar P00202413619.
68. **Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sugandi, G., Sudrajat, N., & Kurniawan, E.** (2024). *Metoda Pembuatan Senyawa Ferrofluida dari Bahan Magnet Nanopartikel Fe_3O_4 dengan Teknik Kopresipitasi dan Produk yang Dihasilkannya*. Paten No. terdaftar P00202402863.
69. **Idayanti, N., Mulyadi, D., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., & Dedi.** (2023). *Proses Pemurnian Oksida Besi Dari Limbah Pengerjaan Permesinan Menjadi Bahan Baku Pembuatan Magnet Barium Ferit*. Paten granted No. IDP000086028.
70. **Idayanti, N., Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Shobih.** (2023). *Metoda Pembuatan Ferrofluida dari Pasir Besi Alam dan Produk yang dihasilkannya*. Paten terdaftar No. terdaftar P00202312302.

71. Sudrajat, N., **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Mulyadi, D., & Dedi. (2022). *Metode Dan Alat Untuk Menggabungkan Magnet Permanen Menjadi Magnet Separator*. Paten granted No. IDP000081366.
72. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., & Mulyadi, D. (2021). *Magnet Lunak NiZn Ferit ($Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$) dan Proses Pembuatannya*. Paten granted No. IDP000078064.
73. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Dedi. (2021). *Proses Pemurnian untuk Meningkatkan Kadar Oksida Besi Pada Pasir Besi Alam*. Paten granted No. IDP000080220.
74. **Idayanti, N.**, Manaf, A., Dedi, & Sugandi, G. (2020). *Magnet Stronsium Ferit ($SrFe_{12}O_{19}$) Nanopartikel dan Proses Pembuatannya*. Paten terdaftar No. P00202007815.
75. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Dedi, & Kurniawan, D. P. (2019). *Sirkulator Tipe T Tiga Port Menggunakan Magnet Permanen Bonded Neodymium Iron Boron*. Paten terdaftar No. S00201910385.
76. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., & Septiani, A. (2019). *Magnet Hybrid Berbahan Dasar Barium Ferit dan Neodymium Iron Boron Beserta Proses Pembuatan dan Komposisinya*. Paten granted No. .
77. **Idayanti, N.**, Kristiantoro, T., Sudrajat, N., Mulyadi, D., Dedi, & Kurniadi, D. P. (2018). *Metoda Magnetisasi Magnet Permanen Ferit Dengan Menggunakan Batang Logam Tembaga*. Paten terdaftar No. P00201809304.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	: Dr. Novrita Idayanti, M.T.
Tempat, Tanggal Lahir	: Palembang, 2 November 1970
Anak ke	: 1 dari 4 Bersaudara
Jenis Kelamin	: Perempuan
Nama Ayah Kandung	: Drs. Hajati Achjat (alm.)
Nama Ibu Kandung	: Dra. Zubaidah
Nama Suami	: Marsda TNI Ir. Wajariman, M.Sc.
Jumlah Anak	: 2
Nama Anak	: 1. M. Hafiz Imanullah, S.Ak. 2. Rifqi M. Imanullah, S.M., B.Sc.
Nama Instansi	: Pusat Riset Elektronika, Organisasi Riset Elektronika dan Informatika, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Inovasi Komponen Magnet Berbasis Bahan Lokal untuk Mendukung Kemandirian Industri Elektronika Nasional
Ilmu	: Teknik Material
Bidang	: Material Elektronik dan Magnetik
Kepakaran	: Komponen Magnet
No.SK Pangkat Terakhir	: Keputusan Presiden Nomor 10/K Tahun 2024, tanggal 17 Mei 2024
No. SK Peneliti Utama	: Keputusan Presiden Nomor 35/M Tahun 2023, tanggal 8 Agustus 2023

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SD Negeri 137	Palembang/Indonesia	1983
2.	SMP	SMP Negeri 20	Palembang/Indonesia	1986
3.	SMA	SMA Negeri 4	Palembang/Indonesia	1989
4.	S1	Universitas Sriwijaya	Palembang/Indonesia	1994
5.	S2	ITB	Bandung/Indonesia	2006
6.	S3	Universitas Indonesia	Depok/Indonesia	2021

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Pelatihan pengukuran permeabilitas dengan Remacomp pada frekuensi dan kuat medan yang berbeda	LIPI/Bandung/ Indonesia	1998
2.	<i>Workshop</i> aplikasi dari X-ray difraksi dan SEM	LIPI/Bandung/ Indonesia	1999
3.	<i>Workshop</i> teori dasar kemagnetan	LIPI/Bandung/ Indonesia	1999
4.	Pelatihan Asesor Laboratorium Penguji/KaliBrasi berdasarkan SNI 19-17025-2000	Palembang/ Indonesia	2001
5.	<i>Laboratory Quality, Measurement Uncertainty and Internal Auditing</i>	Jakarta/ Indonesia	2001
6.	Kursus dokumentasi Sistem Mutu Menurut SNI 19-17025	Jakarta/ Indonesia	2001

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
7.	<i>The Seventh Asean Science and Technology Week</i>	Jakarta/ Indonesia	2005
8.	Pelatihan Pengelolaan Laboratorium/Unit kerja/ Pengujian/KaliBrasi berdasarkan ISO/IEC 17025:2005	Serpong/ Indonesia	2006
9.	<i>Workshop novel functional materials</i>	Bandung/ Indonesia	2007
10.	<i>Workshop nanotechnology</i> “membangun bangsa dengan nanoteknologi”	Batan/Serpong/ Indonesia	2008
11.	<i>International Scientific Instrument Technology workshop</i>	ITRC/Shincu/ Taiwan	2008
12.	<i>The first HOPE meeting collaboration with Nobel Laureate</i>	Tsukuba Jepang	2008
13.	<i>Short training on nanotechnology</i>	NIST/Maryland/ USA	2011
14.	Kursus pelatihan <i>drafting</i> paten tingkat lanjut	Bogor/Indonesia	2014
15.	Kursus peningkatan kapasitas science diplomacy LIPI sebagai institusi riset kelas dunia.	Jakarta/ Indonesia	2014
16.	<i>Workshop writing research paper</i>	Bandung/ Indonesia	2014
17.	<i>Workshop on technopreneurship for women in science, technology and innovation</i>	Kuala Lumpur/ Malaysia	2016

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	Kepala Laboratorium Elektronika dan Bahan Listrik Organik	Telkoma/LIPI	2000–2001
2.	Kepala Sub Bidang Sarana Bahan dan Komponen Mikroelektronika	PPET/LIPI	2008–2009

E. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Muda Gol. III/b	1 Juli 2002
2.	Peneliti Ahli Muda Gol. III/c	11 Oktober 2005
3.	Peneliti Ahli Madya Gol. IV/b	13 Maret 2008
4.	Peneliti Ahli Utama Gol. IV/d	23 Agustus 2023

F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Pengajar Kursus Armed Kodiklat TNI AD	DanPusdik Armed Kodiklat TNI AD	2002
2.	<i>Assessor for Laboratory</i>	Badan Standardisasi Nasional	2002–2005
3.	Ketua Seminar Pemaparan Hasil Puslit Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	SK Pimpro MKET No. 24/SE/MKET/XI	2002
4.	Manajer Teknis Bidang Uji Bahan Magnet	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi	2002–2007

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
5.	Pengajar/Narasumber pada Workshop Standardisasi Kegiatan Praktikum dan Laboratorium Pusat Pembinaan dan Pengembangan Program Diploma (P4D)	Kepala Laboratorium Pusat Pembinaan dan Pengembangan Program Diploma (P4D)	2003
6.	Anggota Tim Engineer Pekerjaan Jasa Pengawasan Proyek <i>Brantas River Water Quality and Pollution Management</i> .	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi – LIPI No. 159.a/A/IPT.5/2003.	2003
7.	Ketua Panitia Seminar Nasional Sistem Monitoring Pencemaran Lingkungan Sungai dan Teknologi Pengolahannya	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2003
8.	Tim penilai peneliti unit	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2013– 2017
9.	Narasumber Pertemuan <i>Indonesian Magnetic Society (IMS)</i>	Ketua IMS	2020
10.	Ketua panitia <i>International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)</i>	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2021

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
11.	Tim penilai peneliti unit	Kepala Pusat Penelitian Material dan Nanoteknologi BRIN	2021–2022
12.	Pembimbing LKIR	Kepala Biro Kerja Sama, Hukum, dan Humas	2021
13.	Narasumber Forum Presentasi Ilmiah Riset dan Inovasi ORNAMAT #18	Kepala Organisasi Riset Nanoteknologi dan Material BRIN	2022
14.	Asesor Jabatan Fungsional Peneliti	BRIN	2022–sekarang
15.	Pengajar di Workshop Penulisan KTI	Kepala Pusdiklat Tekfunghan Kementerian Pertahanan RI	2023
16.	Pengajar di Workshop Penulisan KTI	Kepala Badiklat Kementerian Pertahanan RI	2024

G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses	Pemakalah/Moderator	Semarang/Indonesia	1999
2.	Seminar Nasional IV Kimia dalam Pembangunan	Pemakalah	Serpong/Indonesia	2001

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
	Seminar Nasional Bahan Magnet II	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2002
3.	Seminar Himpunan Fisika Indonesia	Pemakalah	Bali/Indonesia	2002
4.	Konferensi Nasional Standardisasi	Peserta	Jakarta/ Indonesia	2002
5.	Seminar Nasional Pengembangan Program R&D Mikroelektronika dan Aplikasinya,	Pemakalah	Bandung/ Indonesia	2003
6.	Seminar Nasional Bahan Magnet III	Pemakalah	Depok/ Indonesia	2003
7.	<i>Seminar Environmental Managemnt System and Toxicology</i>	Peserta	Bandung/ Indonesia	2003
8.	Seminar Nasional Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM.	Pemakalah	Yogyakarta/ Indonesia	2003
9.	JASAKIAI	Pemakalah	Yogyakarta/ Indonesia	2005
10.	Seminar Nasional Magnet	Pemakalah	Semarang/ Indonesia	2005
11.	Pemaparan Hasil Litbang	Pemakalah	Yogyakarta/ Indonesia	2006
12.	EECIS	Pemakalah	Malang/ Indonesia	2006
13.	Seminar Nasional Bahan Magnet V	Pemakalah	Solo/Indonesia	2007

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
14.	<i>First National Laboratories Conference</i>	Peserta	Jakarta/ Indonesia	2007
15.	JASAKIAI	Pemakalah	Yogyakarta/ Indonesia	2008
16.	Pemaparan Hasil Litbang IPT	Pemakalah	Bandung/ Indonesia	2008
17.	SENAMM	Pemakalah	Surabaya/ Indonesia	2008
18.	IMEN	Pemakalah	Bali/Indonesia	2009
19.	SENAMM	Pemakalah	Bandung/ Indonesia	2009
20.	Seminar Nasional Bahan Magnet VI	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2009
21.	<i>55th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials</i>	Peserta	Atlanta Georgia/ USA	2010
22.	SNBM	Pemakalah	Batam/ Indonesia	2013
23.	IRSTC	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2013
24.	Seminar Keramik	Pemakalah	Bandung/ Indonesia	2014
25.	SICEST	Pemakalah	Palembang/ Indonesia	2015
26.	ISFAP	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2015
27.	SICEST	Pemakalah	Bangka/ Indonesia	2016

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
28.	ISFAP	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2016
29.	ISITIA	Pemakalah	Lombok/ Indonesia	2016
30.	ISFAP	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2017
31.	SICEST	Pemakalah	Palembang/ Indonesia	2018
32.	ICBSA	Pemakalah	Padang/ Indonesia	2018
33.	IUMRS-ICA	Pemakalah	Bali/Indonesia	2018
34.	ICePTI	Pemakalah	Solo/Indonesia	2019
35.	ICMIA	Pemakalah	Solo/Indonesia	2019
36.	ISAC	Pemakalah	Serpong/ Indonesia	2019
37.	ISMM	Pemakalah	Online/ Indonesia	2022

H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/ Tugas	Tahun
1.	Roadmap Teknologi Pemantauan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengolahan Limbah	LIPI Press	Penyunting	2003
2.	Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi	PPET-LIPI	Anggota redaksi	2013– 2015
3.	Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi	PPET-LIPI	Reviewer	2021– sekarang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/ Tugas	Tahun
4.	<i>Proceedings of International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunication (ICRAMET)</i>	IEEE	Panitia, Anggota, & Reviewer	2017–sekarang
5.	<i>Physica Scripta</i>	IOP <i>publishing</i>	Reviewer	2024–sekarang
6.	<i>International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics</i>	IOP <i>publishing</i>	Reviewer	2024–sekarang
7.	<i>Journal Medical Information Technology</i>	Medintech. org	Reviewer	2024–sekarang

I. Karya Tulis Ilmiah dan Kekayaan Intelektual

Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	-
2.	Bersama Penulis Lainnya	84
	Total	84

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	45
2.	Bahasa Inggris	39
3.	Bahasa Lainnya	-
	Total	84

Kekayaan Intelektual

No.	Kualifikasi	Jumlah
1. Paten		11
Total		11

J. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Dadang Mulyadi	PRE BRIN	Pembimbing perekayasa madya	2013–sekarang
2.	Tony Kristiantoro	PRE BRIN	Pembimbing peneliti madya	2013–sekarang
3.	Nanang Sudrajat	PRE BRIN	Pembimbing peneliti madya	2013–sekarang
4.	Ardita Septiani	PRE BRIN	Pembimbing peneliti pertama	2013–2017
5.	Maria Ulfa	PRE BRIN	Pembimbing Latsar CASN	2022

Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Bondan (S-1)	UNJANI	Pembimbing	2000
2.	Setya Firdaus (S-1)	UNPAD	Pembimbing	2005
3.	M.Ichsan (S-1)	UPI	Pembimbing	2008
4.	Ikhtiar (S-1)	ITB	Pembimbing	2009
5.	Rica Rachmania (S-1)	UNS	Pembimbing	2014
6.	Ardi Cahyadi (S-1)	UNS	Pembimbing	2014
7.	NiBraz Khalda (S1)	ITB	Pembimbing	2016

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
8.	Annas Hawa (S-1)	ITB	Pembimbing	2016
9.	Akbar Haris (S-1)	UNJANI	Pembimbing	2016
10.	Husni Taufiq Muslim (S-1)	UIN	Pembimbing	2016
11.	Rifa Arifah (S-1)	UIN	Pembimbing	2016
12.	Retna Arilasita (S-1)	UNJANI	Pembimbing	2017
13.	Beta Salman Ghifari (S-1)	ITB	Pembimbing	2017
14.	Raka Nurcahya (S-1)	ITB	Pembimbing	2017
15.	Dyfan Aji Kusworo (S-1)	ITB	Pembimbing	2019
16.	Waridil Iqbal (S-1)	ITB	Pembimbing	2019
17.	Paisan (S-1)	ITB	Pembimbing	2020
18.	Dadang Mulyadi (S-2)	ITENAS	Pembimbing	2023
19.	Sulissetiawati (S-1)	UPI	Pembimbing	2024
20.	Revanya Debora (S-1)	UPI	Pembimbing	2024
21.	Tony Kristiantoro (S-3)	UNPAD	Pembimbing	2024

K. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Organisasi Masyarakat Nano Indonesia	2014–sekarang
2.	Anggota	IEEE	2015–2022
3.	Anggota	IEEE <i>Magnetics Society membership</i>	2021–2023
4.	Anggota	<i>Indonesian Magnetic Society (IMS)</i>	2022–sekarang
5.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia HIMPENINDO	2019–2021
6.	Anggota	Perhimpunan Periset Indonesia	2021–sekarang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

L. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Peneliti Terbaik di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI	2008
2.	Tanda jasa Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2008
3.	108 Inovasi Indonesia	Indonesia Bussines Innovation Center	2016
4.	Tanda jasa Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Presiden RI	2018
5.	Lulusan Terbaik Program Doktorat Studi Ilmu Bahan	Dekan FMIPA UI	2021

Naskah orasi ini mengulas komponen magnet berbasis bahan baku lokal dengan inovasi teknologi dan aplikasinya pada perangkat elektronika. Bahan lokal yang dimanfaatkan adalah pasir besi, limbah HSM dan limbah las dengan terlebih dahulu melalui proses pemurnian. Sebagai bahan perbandingan, riset juga menggunakan bahan kimia murni dengan hasil karakteristik magnet yang sama dengan bahan lokal. Jenis magnet yang telah dibuat adalah magnet ferit lunak dan magnet keras, magnet *bonded* NdFeB, magnet *bonded hybrid* NdFeB, ferrofluida, dan nanopartikel magnet Fe₃O₄. Teknologi yang telah dilakukan dan dikuasai adalah metalurgi serbuk, sol-gel, hot press, sonikasi, dan kopresipitasi.

Penelitian menekankan pentingnya pemilihan bahan baku, proses pemurnian, dan metode sintesa yang tepat guna mengoptimalkan sifat magnet dan memastikan kesesuaian dengan aplikasinya pada perangkat elektronika. Magnet hasil riset ini telah diaplikasikan pada bidang pangan, telekomunikasi, energi dan bidang lainnya yaitu pada perangkat sirkulator, *transformator*, motor DC, generator magnet permanen, *magnetic separator*, flow meter, sensor, dan *electromagnetic energy harvester*. Hasil riset pembuatan magnet ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan produk magnet impor sehingga dapat mendukung kemandirian industri elektronika nasional.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung BJ, Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.2095



ISSN 3090-8485



Buku ini tidak diperjualbelikan.