

## **SYARAT TAMBAHAN**

**HIBAH PENELITIAN KOMPETITIF NASIONAL /  
KEMENTERIAN SEBAGAI KETUA DENGAN JUMLAH  
DANA LEBIH DARI rp 100.000.000**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN  
Lt.19 Gedung BPPT II Jalan MH Thamrin No. 8, Jakarta 10340  
Telepon : (021) 3169707 Fax : (021) 3102368  
Laman: <http://ristekdikti.go.id>

Nomor : T/140/E3/RA.00/2019 25 Februari 2019  
Lampiran : 4 (empat) berkas  
Hal : Penerima Pendanaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
di Perguruan Tinggi Tahun 2019

Yth. 1. Rektor/ Direktur/Ketua Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta  
2. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah I s/d XIV

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Nomor 6/E/KPT/2019 tanggal 19 Februari 2019 tentang Penerima Pendanaan Penelitian di Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum Tahun 2019, Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Nomor 7/E/KPT/2019 tanggal 19 Februari 2019 tentang Penerima Pendanaan Penelitian di Perguruan Tinggi Tahun 2019, dan Keputusan Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Nomor 8/E/KPT/2019 tentang Penerima Pendanaan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2019, bersama ini kami sampaikan daftar nama penerima pendanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun 2019 sebagai berikut:

1. Penerima pendanaan penelitian di Perguruan Tinggi non PTNBH (Lampiran 1)
2. Penerima pendanaan penelitian di PTNBH (Lampiran 2)
3. Penerima pendanaan pengabdian kepada masyarakat (Lampiran 3)

Kami informasikan bahwa penerima pendanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun 2019 adalah pengusul yang proposalnya dinyatakan lolos seleksi, dan yang bersangkutan atau institusi telah memenuhi kewajiban sebagai berikut:

1. Mengunggah Laporan kemajuan tahun 2016 - 2018;
2. Mengunggah Laporan Akhir tahun 2016 - 2018;
3. Mengunggah Berkas Kelengkapan Seminar Hasil tahun 2016 - 2018;
4. Mengunggah proposal lanjutan dan disetujui oleh Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat untuk penelitian dan pengabdian kepada masyarakat *On Going*;
5. Melaksanakan seluruh tahapan seleksi sebagaimana disebutkan dalam Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Perguruan Tinggi Edisi XII untuk skema penelitian desentralisasi bagi Perguruan Tinggi kluster Mandiri, Utama, dan Madya;
6. Tidak memiliki tunggakan dokumen dan luaran wajib;
7. Tidak sedang dalam status tugas belajar baik untuk ketua maupun anggota, kecuali anggota pada skema Penelitian Institusi Pascasarjana;
8. Pendanaan penelitian diberikan dengan memperhatikan kuota berdasarkan *h-index* peneliti, kecuali untuk skema Penelitian Institusi Pascasarjana yang tidak dihitung sebagai kuota.

Apabila ada penerima pendanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sebagaimana tercantum pada Lampiran ternyata tidak memenuhi salah satu dari ketentuan di atas, atau pelanggaran terhadap ketentuan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi XII maka pendanaannya dapat ditinjau kembali.

Berkenaan dengan hal tersebut, DRPM mengucapkan selamat kepada penerima pendanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun 2019. DRPM mengucapkan terimakasih kepada pengusul yang telah berpartisipasi, bagi pengusul yang belum mendapatkan pendanaan tahun ini, dapat mengusulkan proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat untuk pendanaan tahun 2020. Selanjutnya, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk menyampaikan informasi di atas kepada nama-nama yang tercantum pada Lampiran di Perguruan Tinggi masing-masing.

Perlu kami sampaikan bahwa mekanisme penyaluran dana akan dilakukan melalui kontrak. Berkaitan dengan hal ini, perlu kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian, mulai tahun ini akan diterapkan kontrak tahun tunggal dan kontrak tahun jamak. Kontrak tahun tunggal digunakan untuk kontrak penelitian yang pendanaannya hanya 1 (satu) tahun, adapun kontrak tahun jamak digunakan untuk kontrak penelitian yang pendanaannya lebih dari 1 (satu) tahun.
2. Kontrak dilakukan secara berjenjang. Untuk Perguruan Tinggi Negeri (PTN), kontrak dilakukan antara DRPM dengan Ketua LP/LPPM/LPM/Direktur Politeknik, adapun untuk Perguruan Tinggi Swasta kontrak dilakukan melalui Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) masing-masing wilayah.
3. Untuk Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum (PTNBH) informasi lebih lanjut mengenai Kontrak Penelitian akan diberitahukan lebih lanjut melalui LP/LPPM masing-masing, sedangkan untuk Kontrak Pengabdian kepada Masyarakat akan dilakukan bersamaan waktunya dengan PTN dan LLDIKTI.
4. Pencairan dana penelitian dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu secara sekaligus dan secara bertahap, adapun pencairan dana pengabdian kepada masyarakat dilakukan secara bertahap.
5. Para penerima pendanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat akan diminta untuk mengunggah perbaikan proposal dan RAB sesuai dengan dana yang diterima. Informasi lebih rinci terkait pengunggahan perbaikan proposal akan disampaikan kemudian.
6. Hal-hal lain yang terkait dengan penandatanganan kontrak, pencairan dana, dan pelaksanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat akan diinformasikan lebih lanjut melalui laman: <http://simlibtamas.ristekdikti.go.id>.

Berkaitan dengan data yang diperlukan untuk penandatanganan kontrak, bersama ini kami kirimkan Daftar Isian (Lampiran 4). Kami mohon Daftar Isian tersebut dapat diisi dan segera dikirim melalui email ke alamat [terapanriset@gmail.com](mailto:terapanriset@gmail.com) (untuk Penelitian, subjek: Data Kontrak Penelitian), dan [ppm.dp2m@ristekdikti.go.id](mailto:ppm.dp2m@ristekdikti.go.id) (untuk Pengabdian kepada Masyarakat, subjek: Data Kontrak Pengabdian) paling lambat tanggal 1 Maret 2019. Untuk PTS tidak perlu mengirimkan daftar isian karena Kontrak akan dilakukan dengan LLDIKTI Wilayah masing – masing.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat,

Ttd

**Ocky Karna Radjasa**








NIP. 196510291990031001

Tembusan :

1. Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan (sebagai laporan)
2. Ketua LPM/LPPM/UPPM Perguruan Tinggi
3. Sekretaris Pelaksana LLDIKTI Wilayah I s/d XIV

NO	PTN/LL DIKTI	NAMA INSTITUSI	SKEMA	NIDN	NAMA	JUDUL	DURASI PENELITIAN (THN)
				0310119101	HARFEBI	Perancangan Knowledge Management System Pariwisata Provinsi Sumatera Barat	1
				0314077804	IGNATIUS ARIO LUMBODO	Rekonsiliasi Kehidupan Sosial, Potensi Manusia dan Berbangsa Alam DAS Cibaru Kecamatan Rangasdengklok Kabupaten Karawang	1
				0314128702	NANI KURNIASARI	STRATEGI PEMULIHAN CITRA PARWISATA INDONESIA PASCA-BENCANA ALAM	1
				0315109002	IOHORUL UMAM	Studi Genomik Menggunakan Pendekatan MST Clustering Berbasis Komputasi Tingkat Lanjut pada Barisan DNA Human Papillomavirus (HPV) Penyebab Kanker Serviks	1
				0320038902	HARYA SIMA DIRGANTARA	PERANCANGAN PERMAINAN VIDEO ARCADE BERBASIS ANDROID UNTUK MELATIH KEMAMPUAN KOGNITIF	1
				0320098904	VINA MELIANA	Peran pasar tematik dalam menopang kesejahteraan masyarakat Jakarta	1
				0324048403	LESTARI	Pengaruh Intellectual Capital dan Kepemilikan Manajerial terhadap Nilai Perusahaan	1
		Institut Teknologi Indonesia	Penelitian Dosen Pemula	8800720016	ACHMAD ZAKI RAHMAN	PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN 4 DOF UNTUK SIMULASI PENGELASAN	1
				0301018804	MATSIANI	RANCANG BANGUN SISTEM PENGISAN AKI MOBIL DOUBLE FUNGSI	1
				0305089201	LINDA ALIFFIA YOSHI	UPAYA PENINGKATAN NILAI TAMBAH TALLOW SAPI MENJADI BIOPOLJOL MELALUI PROSES OZONASI	1
				0308048903	GHARZI MATINI	PEMBENTUKAN CORPUS ISTILAH ASING DALAM BIDANG ASURANSI Studi Kasus : Mahasiswa Manajemen dan Agen Asuransi di Tangerang Selatan	1
				0313108701	PATHYA RUPAJATI	Optimasi Multi Performance Friction Stir Spot Welding Menggunakan Grey Relational Analysis Based Taguchi	1
				0322089006	SHINTA LEONITA	KAJIAN KARAKTERISTIK MUTU DAN KELAYAKAN TEKNOLOGI PRODUK OLAHAN KACANG SANGRAI DI TANGERANG SELATAN	1
				0329128103	AGAM DUMA KALISTA WIBOWO	PENINGKATAN NILAI TAMBAH METIL ESTER BERBASIS MINYAK SAWIT MENJADI POLYMERIC SURFACTANT SEBAGAI EOR AGENT	1
			Penelitian Dasar	0301036303	RATNAWATI	Pengembangan Material Fotokatalis Komposit CdS/(Pb-TiO <sub>2</sub> )-Batu Apung untuk Aplikasi Desinfeksi dan Pengolahan Limbah	2
				0308086404	ENJARLIS	SINTESIS TRIOXOLANE DAN DIPEROKSIDA DARI OZONASI AGAM LEMAK TIDAK JENUH DALAM RICE BRAND OIL(RBO) SEBAGAI BAHAN AKTIF OBAT HIV/AIDS	2
				0310076406	JOELIANINGSIH	Studi Empiris Karakteristik Biodiesel Performa Tinggi untuk Mendukung Pentahapan Mandatori Pemanfaatan Biodiesel	1
				0316096501	DWITA SUASTIYANTI	Dikain dan Implementasi Teknologi Relayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divisi Elektronik	1
			Penelitian Terapan	0013095901	KATRI WIDAYANI	Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Pemberdayaan UKM di Tangerang Selatan	2
				0306056002	RIANA HERLINA	Semen Mortar Beton Nanosilika Paduan Serat Kelapa Untuk Bahan Bangunan Infrastruktur Tahan Gempa	2
				0328066203	ANIEK S HANDAYANI	Pembuatan Termoplastik Elastomer dari Latex melalui Metode Atom Transfer Radical Polymerization (ATRP) untuk aplikasi Bearing Jembatan.	1
				0329037102	YUSTINA SRI SUHARINI	Rancang Bangun Purwarupa Laboratorium Big Data	1
		Politeknik LP3I Jakarta	Penelitian Dosen Pemula	0302106705	FARIDAH	Kewirausahaan Dalam Menumbuh Kembangkan Minat Berwirausaha Pada Anak-anak Rantau Tangerang Comunitas (RTC)	1

## MAIN NAVIGATION

-  Beranda
-  Daftar Usulan Baru <
-  Daftar Usulan Lanjutan <
-  Pelaksanaan Kegiatan <
-  Riwayat Usulan
-  Profil
-  Pemetaan Riset PT

## Catatan Harian

2019

No.	Skema	Judul	Keterangan	
1	Penelitian Penelitian Kompetitif Nasional: <b>Penelitian Dasar</b>	Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divais Elektronik	Dana Hibah : 120,048,500 Jumlah Catatan : 72 Progres Penelitian: 100%	



**KONTRAK PENELITIAN**  
**Penelitian Dasar**  
**Tahun Anggaran 2019**  
**Nomor: 057/KP/LPKT-ITI/IV/2019**

Pada hari ini **Kamis** tanggal **Dua Puluh Delapan** bulan **Maret** tahun **Dua Ribu Sembilan Belas**, kami yang bertandatangan di bawah ini :

- 1. Dr. Ir. Joelianingsih, MT** : Direktur LPKT, Institut Teknologi Indonesia, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Institut Teknologi Indonesia, yang berkedudukan di Jl. Raya Puspitpek Serpong, Tangerang Selatan 15314 untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si** : Dosen Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Indonesia dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2019 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian Berbasis Kompetensi Tahun Anggaran 2019 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1**  
**Ruang Lingkup Kontrak**

**PIHAK PERTAMA** memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian Berbasis Kompetensi Tahun Anggaran 2019 dengan judul "Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divais Elektronik"

**Pasal 2**  
**Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **Rp 120.048.500 (Seratus Dua Puluh Juta Empat Puluh Delapan Ribu Lima Ratus Rupiah)** sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.



**Pasal 3**  
**Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp}120.048.500 = \text{Rp } 84.033.950$  (**Delapan Puluh Empat Juta Tiga Puluh Tiga Ribu Sembilan Ratus Lima Puluh Rupiah**), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PARA PIHAK** membuat dan melengkapi rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai.
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp}120.048.500 = \text{Rp } 36.014.550$  (**Tiga Puluh Enam Juta Empat Belas Ribu Lima Ratus Lima Puluh Rupiah**) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke SIMLITABMAS yaitu Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Catatan Harian.
  - c. Biaya tambahan dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** bersamaan dengan pembayaran Tahap Kedua dengan melampirkan Daftar luaran penelitian yang sudah di validasi oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama	: <b>Dwita Suastiyanti</b>
Nomor Rekening	: <b>0004933205</b>
Nama Bank	: <b>BANK BNI 46</b>

- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

**Pasal 4**  
**Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 28 Maret 2019** dan berakhir pada **Tanggal 16 November 2019**

**Pasal 5**  
**Target Luaran**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa  
**1. Artikel ilmiah dimuat di jurnal Internasional bereputasi**
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa dokumen hasil unggahan di laman SIMLITABMAS sebagai berikut:
  1. revisi proposal penelitian
  2. catatan harian pelaksanaan penelitian
  3. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian
  4. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan
  5. laporan akhir penelitian
  6. luaran penelitian tambahan : publikasi jurnal nasional, prosiding, seminar Nasional & Internasional
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 6**  
**Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
  - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
  - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
  - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
  - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran Penelitian Berbasis Kompetensi Tahun Anggaran 2019 dengan judul "Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divais Elektronik" dan catatan harian pelaksanaan penelitian;
  - c. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
  - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7.

**Pasal 7**  
**Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan dan Catatan harian penelitian yang telah dilaksanakan ke SIMLITABMAS paling lambat **14 September 2019**.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan dan Rekapitulasi Penggunaan Anggaran 70% kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **22 September 2019**.
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat **16 November 2019** (bagi penelitian tahun terakhir).
- (5) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
  - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:  
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan  
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi  
Sesuai dengan Kontrak Penelitian  
Nomor: **43/AKM/MONOPNT/2019, Tanggal 27 Maret 2019**

**Pasal 8**  
**Monitoring dan Evaluasi**

**PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2019 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

3dari 5



**Pasal 9**  
**Penilaian Luaran**

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

**Pasal 10**  
**Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apa bila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

**Pasal 11**  
**Penggantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 12**  
**Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 13**  
**Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 14**  
**Pajak-Pajak**

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

**Pasal 15**  
**Peralatan dan/alat Hasil Penelitian**

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Institut Teknologi Indonesia (ITI) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

**Pasal 16**  
**Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

**Pasal 17**  
**Lain-lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



PIHAK KEDUA

Signature of Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si.  
NIDN : 0316096501

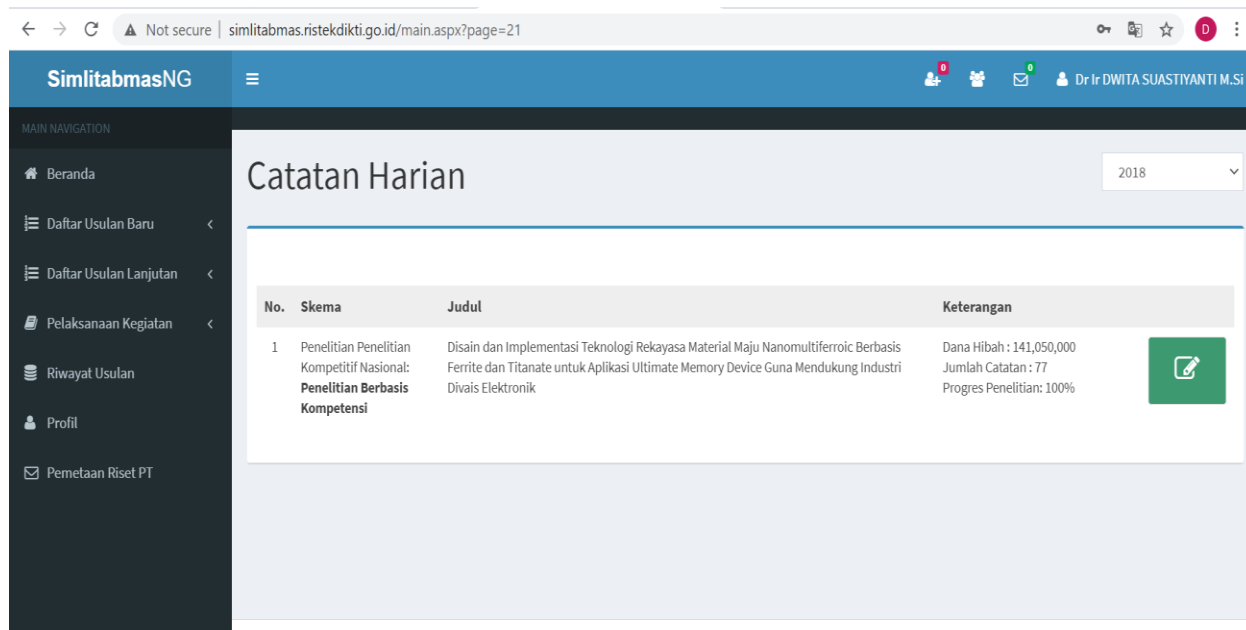
Mengetahui  
KETUA PRODI TEKNIK MESIN

Signature of Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si.  
NIDN : 0316096501  
Circular stamp: PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, ITI

5dari 5

# DANA HIBAH YANG DIPEROLEH

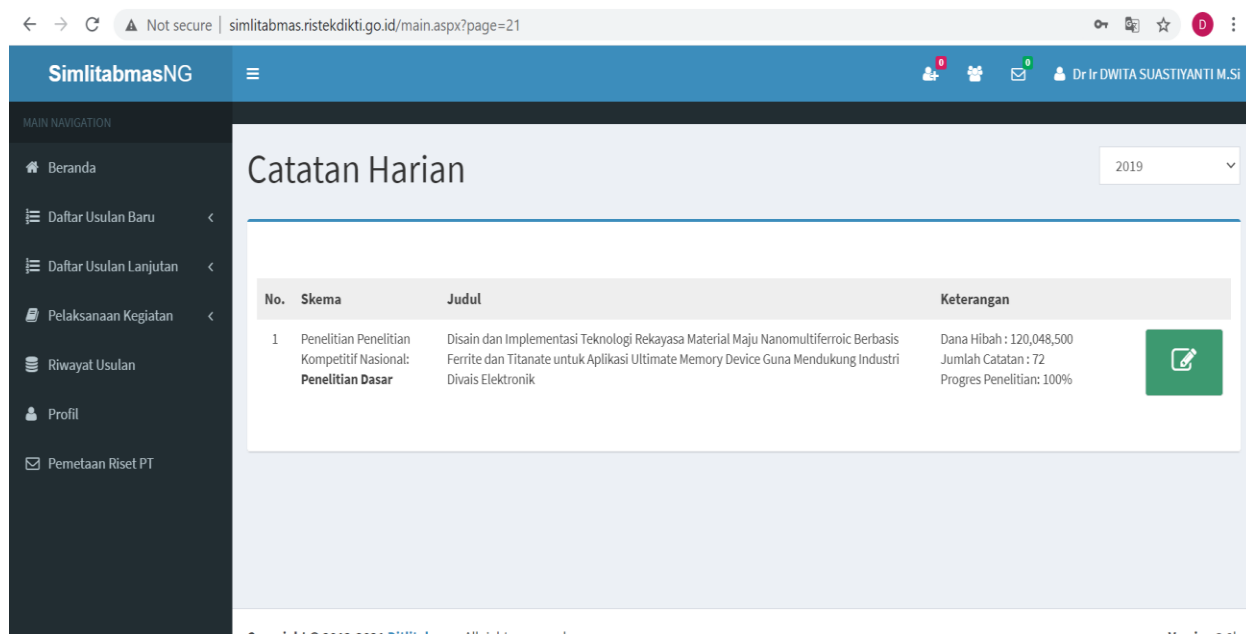
TAHUN PERTAMA : Rp 141.050.000



The screenshot shows the SimlitabmasNG web application interface. The main navigation menu on the left includes: Beranda, Daftar Usulan Baru, Daftar Usulan Lanjutan, Pelaksanaan Kegiatan, Riwayat Usulan, Profil, and Pemetaan Riset PT. The main content area is titled 'Catatan Harian' with a year selector set to 2018. A table lists the following entry:

No.	Skema	Judul	Keterangan
1	Penelitian Penelitian Kompetitif Nasional: <b>Penelitian Berbasis Kompetensi</b>	Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divais Elektronik	Dana Hibah : 141,050,000 Jumlah Catatan : 77 Progres Penelitian: 100%

TAHUN KEDUA : Rp 120.048.500



The screenshot shows the SimlitabmasNG web application interface. The main navigation menu on the left is identical to the previous screenshot. The main content area is titled 'Catatan Harian' with a year selector set to 2019. A table lists the following entry:

No.	Skema	Judul	Keterangan
1	Penelitian Penelitian Kompetitif Nasional: <b>Penelitian Dasar</b>	Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna Mendukung Industri Divais Elektronik	Dana Hibah : 120,048,500 Jumlah Catatan : 72 Progres Penelitian: 100%

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN**

**PENELITIAN DASAR  
HIBAH KEMENRISTEKDIKTI  
2019**



**Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju  
Nanomultiferroic Berbasis Ferrite ( $\text{BiFeO}_3 - \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) untuk  
Aplikasi *Ultimate Memory Device* Guna Mendukung  
Industri Divais Elektronik**

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Ketua : Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi (NIDN : 0316096501)  
Anggota : Dr. Moh. Hardiyanto, S.Si.,MT (NIDN : 0303116805)

**Dibiayai oleh :**  
**Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat**  
**Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan**  
**Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi**  
**Sesuai dengan Kontrak Penelitian**  
**Nomor : 43/AKM/MONOPNT/2019**

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**  
**November 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material  
Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite dan Titanate  
untuk Aplikasi Ultimate Memory Device Guna  
Mendukung Industri Divais Elektronik

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Dr. Ir DWITA SUASTIYANTI, M.Si  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Indonesia  
NIDN : 0316096501  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Mesin  
Nomor HP : 085697163727  
Alamat surel (e-mail) : dwita\_suastiyanti@iti.ac.id

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dr MOHAMMAD HARDIYANTO S.Si, M.T  
NIDN : 0303116805  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Indonesia  
**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 12.0.0.48.500  
Biaya Keseluruhan : Rp 26.1.0.98.500

Mengetahui,  
Direktur LPKT - ITI



, 2 - 9 - 2019  
Ketua,

(Dr. Ir DWITA SUASTIYANTI, M.Si)  
NIP/NIK 0316096501



## RINGKASAN

Dengan dilakukannya penambahan material feromagnetik,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  kedalam material keramik  $\text{BiFeO}_3$  diharapkan dapat meningkatkan sifat *multiferroic* material  $\text{BiFeO}_3$  mengingat material  $\text{BiFeO}_3$  sulit untuk diperoleh dalam fasa tunggal. Padahal wujud fasa tunggal pada  $\text{BiFeO}_3$  diperlukan untuk memperoleh sifat *multiferroic* yang tinggi. Peningkatan sifat *multiferroic* pada keramik paduan ini ( $\text{BiFeO}_3 - \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) diperoleh melalui peningkatan sifat magnetik yang disumbangkan oleh material  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  yang memang merupakan material feromagnetik. Proses sintesis keramik paduan tersebut dilakukan dengan metode sol-gel. Perbandingan berat yang digunakan adalah  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1, 1:2 \text{ dan } 2:1$ . Material dasar yang digunakan  $\text{Bi}_5\text{O}(\text{OH})_9(\text{NO}_3)_4, \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}, \text{Ba}(\text{NO}_3)_2, \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7, \text{HNO}_3$  dilarutkan ke dalam aquabidestilate sampai volume total mencapai 300 ml. Larutan kemudian dipanaskan di atas *hot plate* pada temperatur 80-90°C sampai terbentuk *gel*. Gel kemudian dilakukan penguapan dengan dipanaskan pada temperatur 150°C selama 2 jam setelah itu dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 450°C selama 24 jam yang diikuti dengan proses sinter pada temperatur 750, 800 dan 850°C masing-masing selama 8, 10 dan 12 jam. Hasil karakterisasi dengan menggunakan alat uji permagraf tipe MPS Magnet – Physik EP3 – Permagraph L menunjukkan bahwa makin besar prosentase berat  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  (pada rasio berat  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:2$ ) memberikan hasil sifat magnetik yang makin besar yang ditunjukkan dengan nilai energi magnetiknya yang makin besar untuk semua kondisi temperatur dan waktu sinter. Untuk semua rasio berat menunjukkan bahwa makin tinggi temperatur dan makin lama waktu sinter menunjukkan energi magnetik yang besar. Oleh karena itu kondisi yang direkomendasikan untuk perolehan sifat *multiferroic* yang tinggi, perlu ditambahkan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  yang lebih banyak daripada  $\text{BiFeO}_3$ .

Kata kunci : *multiferroic*, feromagnetik, *sol-gel*, energi magnetik

## PRAKATA

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa, maka Laporan Akhir Penelitian dasar tahun II ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini mengambil judul : “Disain dan Implementasi Teknologi Rekayasa Material Maju Nanomultiferroic Berbasis Ferrite ( $\text{BiFeO}_3 - \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) untuk Aplikasi *Ultimate Memory Device* Guna Mendukung Industri Divais Elektronik (Tahun II Tahap I)”. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan April 2019 dan pada bulan November 2019 telah berhasil disusun laporan akhir berdasarkan data-data penelitian yang sudah diperoleh. Di samping itu telah dipublikasikan 1 artikel pada Jurnal Internasional : Asian Journal of Applied Sciences, 1 artikel dipresentasikan pada Seminar Internasional ICOME 2019 yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Surabaya 10 November (pelaksanaan seminar pada tanggal 28-29 Agustus 2019) dan 1 artikel dipresentasikan pada Seminar Nasional Technopex 2019

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kementerian Ristek – Dikti dan LLDIKTI Wilayah 3 yang telah memberikan Hibah Penelitian Dasar kepada penulis melalui LPKT Institut Teknologi Indonesia.
2. Dr. Isnuwardianto, Rektor Institut Teknologi Indonesia sebagai Penanggung Jawab Penelitian Dasar Tahun Pelaksanaan 2019.
3. Dr.Ir.Joelianingsih MT, Direktur Lembaga Penelitian dan Komersialisasi Teknologi, yang telah membantu administrasi penelitian ini.
4. Mahasiswa Institut Teknologi Indonesia dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disampaikan satu persatu, yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Penelitian ini masih jauh dari sempurna dan penulis sangat terbuka untuk menerima masukan, saran maupun kritik terhadap penelitian ini. Semoga laporan kemajuan ini mempunyai manfaat bagi masyarakat Indonesia.

Serpong, November 2019  
Ketua

(Dr. Ir. Dwita Suastiyanti MSi)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	1
HALAMAN PENGESAHAN .....	2
RINGKASAN .....	3
.....	
PRAKATA .....	4
DAFTAR ISI .....	5
DAFTAR TABEL .....	6
DAFTAR GAMBAR .....	7
BAB 1. PENDAHULUAN .....	8
1.1.Latar Belakang Masalah .....	8
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	10
BAB 3. TINJAUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	14
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	15
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....	17
5.1. Hasil Uji Permagraf Serbuk Rasio Berat $\text{BiFeO}_3$ : $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ = 1:1 .....	17
5.2. Hasil Uji Permagraf Serbuk Rasio Berat $\text{BiFeO}_3$ : $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ = 1:2 .....	22
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN .....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkembangan Penelitian Sintesa BiFeO <sub>3</sub>	11
Tabel 5.1. Sifat Magnetik Serbuk Dengan Rasio Berat BiFeO <sub>3</sub> : BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> = 1:1	21
Tabel 5.2. Sifat Magnetik Serbuk untuk Semua Kondisi	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan Antara Sifat Listrik, Magnet & Elastisitas pada Multiferroic .	10
Gambar 2. <i>Road Map</i> Penelitian Yang Berkaitan dengan Material <i>Multiferroic</i> .....	13
Gambar 4.1. Sistematika Penelitian .....	15
Gambar 5.1. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 8 Jam .....	17
Gambar 5.2. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 10 Jam .....	17
Gambar 5.3. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 12 Jam .....	18
Gambar 5.4. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 8 Jam .....	18
Gambar 5.5. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 10 Jam .....	19
Gambar 5.6. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 12 Jam .....	19
Gambar 5.7. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 8 Jam .....	20
Gambar 5.8. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 10 Jam .....	20
Gambar 5.9. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 12 Jam .....	21
Gambar 5.10. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 8 Jam .....	22
Gambar 5.11. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 10 Jam .....	22
Gambar 5.12 Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 12 Jam .....	23
Gambar 5.13. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 8 Jam .....	23
Gambar 5.14. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 10 Jam .....	24
Gambar 5.15. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 12 Jam .....	24
Gambar 5.16. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 8 Jam .....	25
Gambar 5.17. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 10 Jam .....	25
Gambar 5.18. Kurva <i>Hysteresis</i> Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 12 Jam .....	26



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komunikasi akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan tidak terkecuali pada aplikasi *database*. Aplikasi *database* digunakan untuk menyimpan data yang penting. Seiring dengan terus berkembangnya tuntutan akan kebutuhan instrumen teknologi maka perkembangan media penyimpanan pun semakin besar sehingga data dalam *database* pun bisa tersimpan banyak di dalam media penyimpanan data. Akhir-akhir ini sudah ada media penyimpan data secara magnetik yang disebut dengan MRAM (*Magnetoresistive Random Acces Memory*). Pada MRAM data ditulis dengan menukar keadaan magnetik pada aplikasi dari medan magnet ketika membaca data (Chappert, 2008). Metode penyimpanan data ini lebih mengandalkan kekuatan magnetik daripada kekuatan elektrik seperti pada FeRAM (*Ferroelectric Random Acces Memory*) yang lebih cepat dalam menulis data namun memiliki ukuran terbatas dan kemampuan membaca data yang lambat (Scott, 2008). Oleh karena itu, perlu dikembangkan media penyimpanan terbaik yang mampu membaca data seperti MRAM dan menulis seperti FeRAM sehingga dapat menurunkan konsumsi energi. Hal inilah yang mengawali proses rekayasa material baru *multiferroic* yang mempunyai sifat listrik dan magnet sekaligus di dalam sebuah material. Aplikasi ini mengarah kepada perancangan divais penyimpan data utama (*ultimate memory device*) yang mampu membaca dan menulis data dengan baik. Di mana sifat tersebut bisa dipenuhi oleh material yang bersifat MRAM dan FeRAM yang tidak lain mengarah kepada pemanfaatan material maju *nanomultiferroic*.

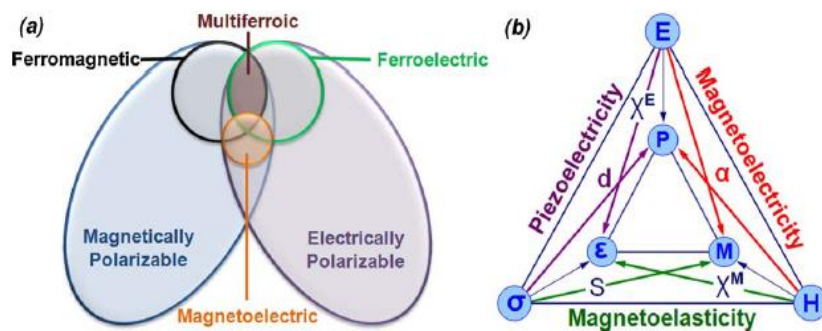
Material *multiferroic* yang sudah berhasil disintesis dan menunjukkan nilai konstanta kopling MagnetoElektrik (ME) yang berarti adalah material *multiferroic* berbasis *ferrite* (Dwita S, 2016) Material tersebut menunjukkan nilai tegangan listrik yang cukup besar yaitu 130 volt ketika diberi efek medan magnet luar hanya sebesar 150 Gauss. Konstanta ME adalah konstanta yang menunjukkan sifat *multiferroic* sebuah material. Material berbasis *ferrite* yang dimaksud adalah  $\text{BiFeO}_3$  (*bismuth ferrite/BFO*). Sifat feromagnetik dapat juga memberikan kontribusi yang baik pada sifat *multiferroic* sebuah material. Ketika sifat feromagnetik ditambahkan kepada sifat *multiferroic*, maka untuk memunculkan sifat elektrik material *multiferroic* tidak perlu menggunakan efek magnetik yang terlalu besar.

Hal ini dapat mengurangi konsumsi energi ketika material *multiferroic* diaplikasikan sebagai *ultimate memory device*. Oleh karena itu kegiatan penelitian tahun II ini mencoba untuk melakukan disain teknologi rekayasa material *nanomultiferroic* yaitu mencoba untuk mengkombinasikan antara material *multiferroic* fasa tunggal ( $\text{BiFeO}_3/\text{BFO}$ ) dengan material feromagnetik ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{BHF}$ ). Penggabungan sifat feromagnetik ke dalam sifat *multiferroic* sebuah material diharapkan dapat menghasilkan sifat *multiferroic* yang lebih baik lagi yang ditunjukkan dengan nilai konstanta kopling ME yang lebih tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan sintesis material keramik *nanomultiferroic* yang terdiri dari gabungan material magnetik BHF dan *multiferroic* fasa tunggal (BFO). Sedangkan urgensinya adalah untuk memenuhi kebutuhan industri akan material untuk divais elektronik (*ultimate memory device*) yang mempunyai kinerja yang lebih baik dan proses sintesis yang lebih mudah.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Efek polarisasi elektrik yang besar terdapat pada fasa  $\text{BiFeO}_3$  fasa tunggal dan efek kopling magnetoelektrik yang besar pada  $\text{TbMnO}_3$  (Wang S.X, 2008) serta pada  $\text{TbMn}_2\text{O}_5$  (Kimura T, 2008). Efek tersebut diamati pada material lapisan tipis. Penemuan ini memberikan peluang baru dan daya ungkit untuk mengembangkan material unik untuk diproduksi yang dapat memperkuat sistem inovasi nasional. Jika polarisasi dapat dikendalikan dengan medan magnet atau tekanan/regangan, spin dapat dikendalikan dengan tegangan atau regangan, tegangan/regangan dapat dikendalikan dengan medan listrik atau medan magnet maka multi variabel sensor ataupun *ultimate memory devices* dengan sensitivitas yang tinggi dapat dibuat. Pada teknologi penyimpanan data atau *data storage* telah diketahui bahwa baik magnetisasi maupun polarisasi listrik telah dimanfaatkan untuk menyimpan dan membaca data. Namun sampai saat ini, kedua teknologi tersebut bekerja secara terpisah. Dengan demikian dapat diharapkan ke depan bahwa kopling yang ada pada material *magnetoelectric/multiferroic* secara prinsip akan dapat digunakan untuk media penyimpanan data baik yang dapat dilakukan secara magnetik maupun elektrik.

Kajian literatur tentang hasil penelitian material feroelektrik dan feromagnetik berbasis oksida dan memberikan ilustrasi tentang fenomena *magnetoelectric* dan *multiferroic* seperti ditampilkan pada Gambar 1. Gambar tersebut menjelaskan bahwa sifat magnetoelektrik terjadi karena terdapatnya kopling antara material yang dapat termagnetisasi bagaimanapun tingkat keteraturan momen magnetiknya dan terpolarisasi bagaimanapun tingkat keteraturan momen elektriknya sehingga kedua besaran fisika tersebut yaitu magnetisasi dan polarisasi dapat muncul baik karena pengaruh medan magnet maupun medan listrik.



Gambar 1. Hubungan Antara Sifat Listrik, Magnet dan Elastisitas pada Sifat *Multiferroic*

Gambar 1 menunjukkan pula bahwa kopling magnetoelektrik dapat terjadi baik kopling antara paramagnetik dan feroelektrik atau antara *para-electric* dengan feromagnetik atau kombinasi antar fasa dengan keteraturan momen dipol magnetik dan elektrik yang mungkin. Tabel 2.1 menunjukkan *state of the art* dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan mengenai material multiferroic berbasis BiFeO<sub>3</sub>:

Tabel 2.1. Perkembangan Penelitian Sintesa BiFeO<sub>3</sub>

Tahun	Penulis	Judul	Publikasi
2017	V.A.Khomchenko, D.V. Karpinsky, J.A. Paixao	Magnetostructural Correlations in BiFeO <sub>3</sub> -based multiferroic [6]	Journal of Materials Chemistry C5 (14), 3623-3629, 2017
2017	M.M. Vopson, Y.K Fetisov, G. Caruntu, G. Srinivasan.	Measurement Techniques of The Magneto-Electric Coupling in Multiferroic [7]	Materials MDPI Review, 10 (8),963, 2017
2015	N. Ortega, Ashok Kumar, J.F. Scott, Ram S. Kasiyar	Multifunctional Magnetoelectric Materials for Device Applications [8]	Journal of Physics : Condensed Matter 27 (50), 504002, 2015
2016	Elzbieta Jartich, Tomasz Pikula, Karol Kowal, Jolanta Dzik et al	Magnetoelectric Effect in Ceramics Based on Bismuth Ferrite [9]	Nanoscale Research Letters 11 (1), 234, 2016
2008	J.T. Han, Y.H. Huang, X.J. Wu, C.L. Wu, W. Wei, B. Peng, W. Huang, J.B. Goodenough	Tunable synthesis of bismuth ferrites with various morphologies [10]	Advanced Material, 18(2006) 2145–2148, 2008
2011	X.Z. Chen, Z.C. Qiu, J.P. Zhou, G. Zhu, X.B. Bian, P. Liu	Large-scale growth and shape evolution of bismuth ferrite particles with a hydrothermal[11]	Material Chemical Physics , 126 (2011) 560–567

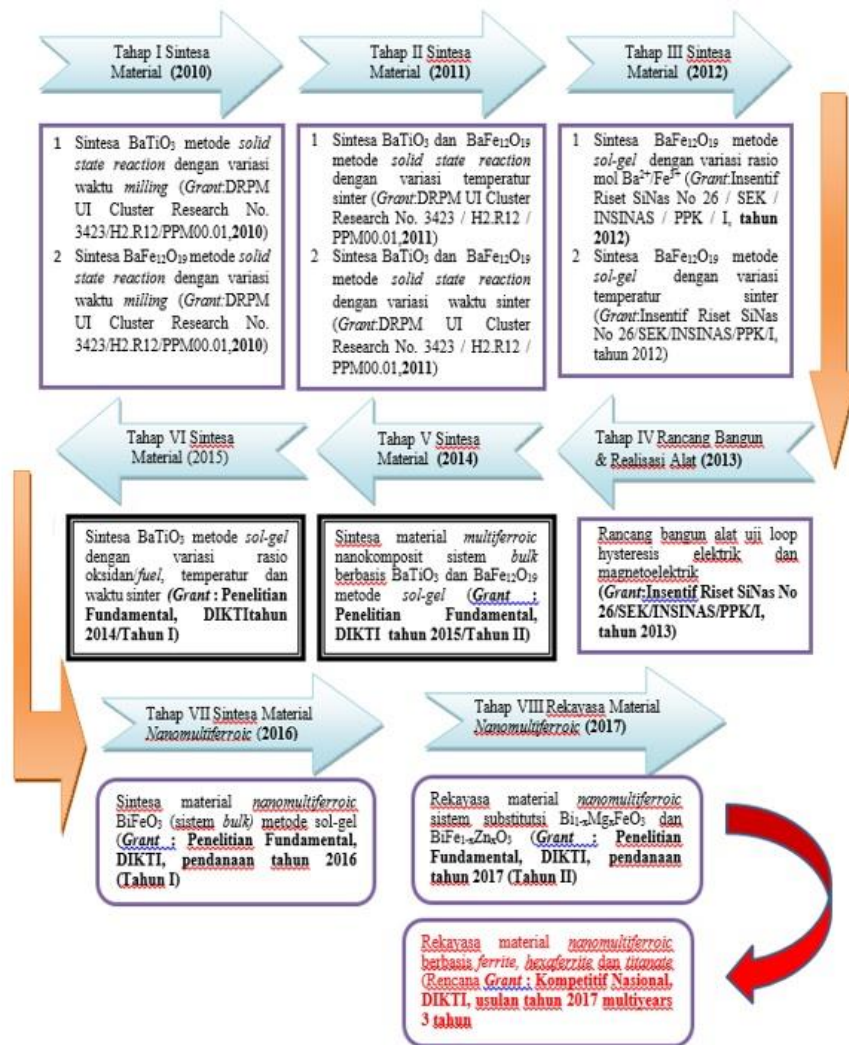
Tabel 1 menunjukkan bahwa sifat magnetoelektrik terdapat pada fasa keramik BiFeO<sub>3</sub> fasa tunggal dengan pengukuran konstanta MagnetoElektrik (ME) yang digunakan untuk aplikasi divais elektronik (Khomchenko, 2017), (Vopson M.M, 2017), (Ortega N, 2015). Jika yang terbentuk bukan fasa tunggal maka konstanta ME lebih kecil atau bahkan menunjukkan angka 0 (Elzbieta Jartich, 2016).

Han *dkk.* (2008) melaporkan tentang sintesa hidrotermal BFO dengan berbagai morfologi. Hasil penelitian dari kristal  $\text{Bi}_{12}\text{Fe}_{0.63}\text{O}_{18.945}$  dan ukuran nano  $\text{BiFeO}_3$  dan partikel  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$  dengan berbagai bentuk yang diperoleh, didapat dengan mengendalikan kondisi hidrotermal secara hati-hati. Semua sampel yang disintesis ditemukan sudah dalam keadaan murni oleh alat uji XRD. Indeks pola difraksi dari  $\text{BiFeO}_3$  adalah *Rhombohedral* terdistorsi *perovskite* dengan grup ruang R3c dan parameter kisi  $a = 5.582(4) \text{ \AA}$  and  $c = 13.876(7) \text{ \AA}$ .

Chen X.Z *dkk.* (2011) mensintesa partikel bismut ferit *polyhedral* skala besar dengan metode hidrotermal di bawah serangkaian percobaan. Hasil uji XRD menunjukkan bubuk  $\text{BiFeO}_3$  memiliki struktur perovskit, sedangkan hasil uji SEM menunjukkan perbedaan bentuk partikel  $\text{BiFeO}_3$ , seperti bola (*sphere*), *octahedron*, *truncated octahedron*, *cubo-octahedron* dan *truncated cube*. Material  $\text{BiFeO}_3$  menunjukkan perilaku feroelektrik dan reaksi magnetik yang membuktikan adanya sifat multiferroik pada kristal  $\text{BiFeO}_3$ .

Dari penelusuran beberapa artikel pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa sintesa material  $\text{BiFeO}_3$  selama ini menggunakan metode yang kompleks dan menghasilkan fasa  $\text{BiFeO}_3$  yang belum merupakan fasa tunggal serta ukuran partikel belum dalam ukuran nano. Kegiatan penelitian yang diusulkan ini, menggunakan metode yang lebih sederhana (*sol-gel*) yang diharapkan dapat menghasilkan material *nanomultiferroic* yang merupakan paduan antara  $\text{BiFeO}_3$  dan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ . Dengan menambahkan sifat magnetik (dari  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) ke dalam  $\text{BiFeO}_3$  diharapkan terjadi peningkatan sifat magnet yang mengarah terjadinya peningkatan sifat *multiferroic* yang ditunjukkan dengan meningkatnya respons tegangan listrik jika keramik diberikan efek medan magnet luar yang kecil. Adapun *road map* dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2





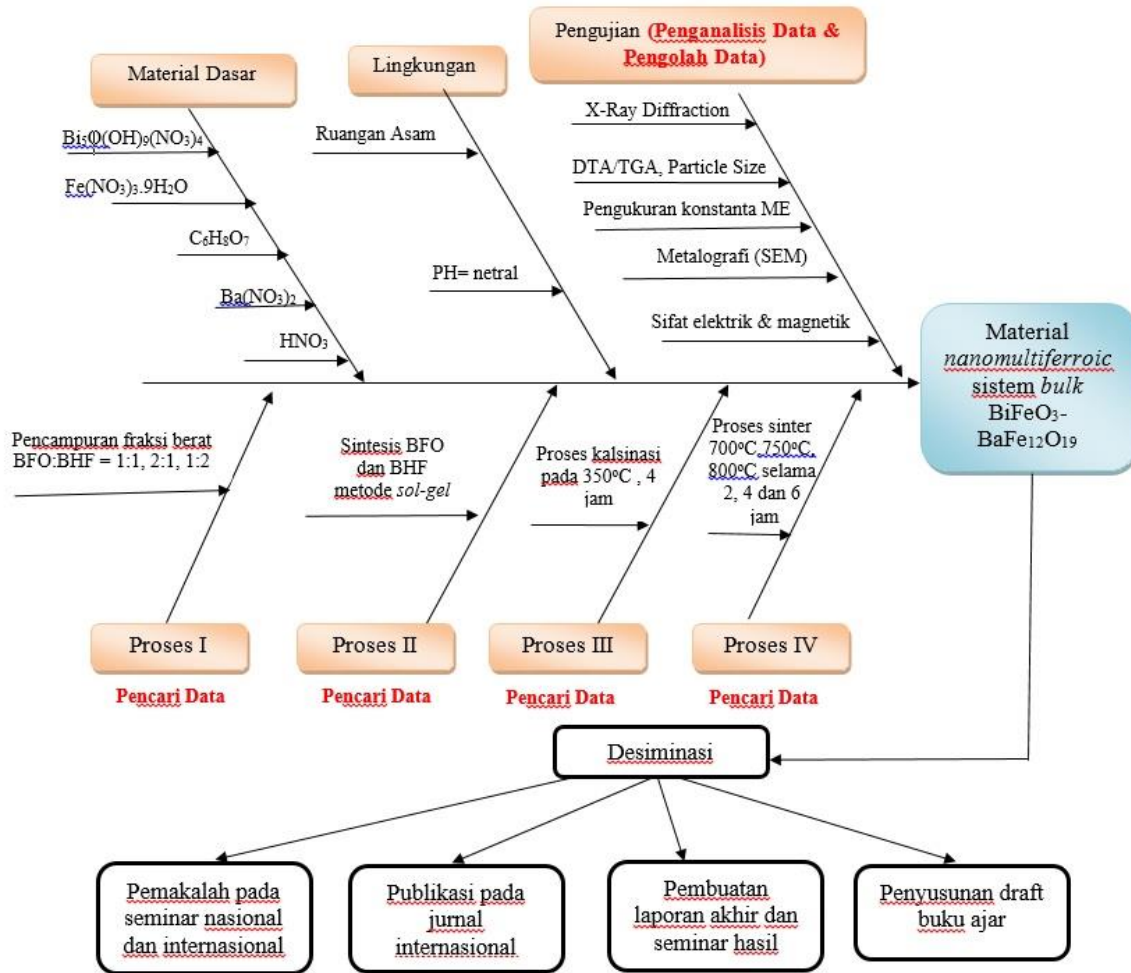
Gambar 2. Road Map Penelitian Yang Berkaitan dengan Material Multiferroic

### **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendisain kondisi proses sintesis yang optimum untuk material maju *nanomultiferroic* dengan menggabungkan material feromagnetik ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) ke dalam material  $\text{BiFeO}_3$  dengan menggunakan metode *sol-gel*. Diharapkan dengan metode ini dihasilkan material *nanomultiferroic* yang mempunyai nilai konstanta kopling ME yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ME material *multiferroic* murni (BFO).

## BAB 4 METODE PENELITIAN

Proses sintesis material *nanomultiferroic* pada kegiatan penelitian ini menggunakan metode *sol-gel*. Adapun diagram alir sistematika kegiatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Sistematika Penelitian

Diagram alir pada Gambar 4.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penyiapan senyawa dasar yang dibutuhkan yaitu  $\text{Bi}_5\text{O}(\text{OH})_9(\text{NO}_3)_4$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ,  $\text{HNO}_3$  dan aquabidestilat sebagai pelarut pada saat dilakukan pemanasan di atas *hot plate* pada temperatur  $80\text{-}90^\circ\text{C}$  (metode *sol-gel*) sampai larutan berbentuk *gel* (**merupakan tugas pencari data**). Sebelumnya dilakukan proses penimbangan sesuai dengan perhitungan stoikhiometri. Untuk tahapan ini

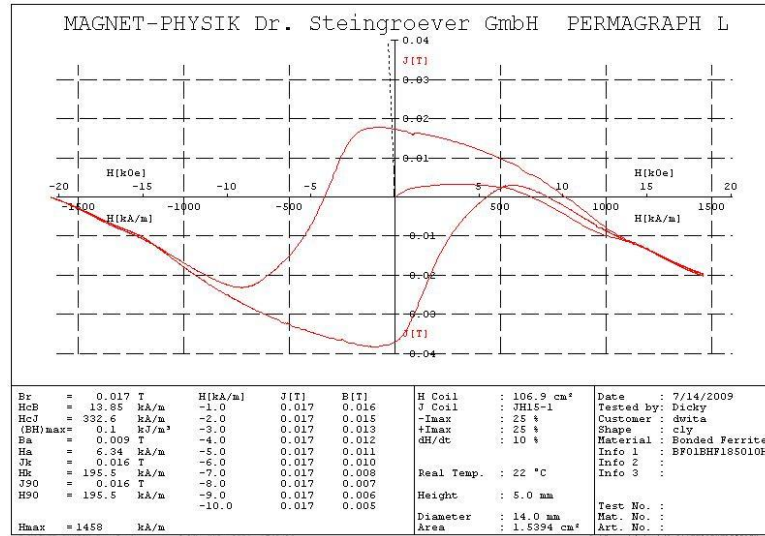
diperlukan biaya untuk pengadaan senyawa-senyawa dasar, peralatan kimia dan timbangan digital untuk penimbangan senyawa-senyawa dasar serta biaya transport dalam kota untuk pembelian senyawa-senyawa dasar.

2. Proses pemanasan harus berlangsung di dalam ruang asam dan dalam kondisi larutan netral (PH=7) (**merupakan tugas pencari data**). Untuk tahapan ini diperlukan biaya untuk pengadaan PH meter dan peralatan kerja (*safety*) di laboratorium.
3. Variasi yang digunakan adalah komposisi rasio berat  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1, 1:2$  dan  $2:1$
4. Setelah terbentuk *gel*, lalu *gel* dilakukan proses kalsinasi pada temperatur  $150^\circ\text{C}$  selama 2 jam yang dilanjutkan dengan proses kalsinasi pada temperatur  $450^\circ\text{C}$  selama 4 jam diikuti dengan proses sinter  $750, 800$  dan  $850^\circ\text{C}$  masing-masing selama 8, 10 dan 12 jam (**merupakan tugas pencari data**).
5. Karakterisasi terhadap serbuk yang dihasilkan dari tahap 4 adalah pengujian XRD untuk mengetahui jenis fasa yang terbentuk, *Differential Thermo Analytic* (DTA)/*Thermo Gravity Analytic* (TGA) untuk mengetahui temperatur kalsinasi dan sinter yang tepat, particle size analyzer (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel, pengujian sifat magnetik dengan menggunakan permagraf, pengujian sifat listrik, pengamatan metalografi dan pengukuran konstanta ME yang diperlihatkan dengan adanya perubahan fisis terjadinya respons tegangan listrik yang besar jika material diberi efek medan magnet luar yang kecil (**merupakan tugas pencari data, pengolah data dan penganalisis data**).
6. Data-data yang diperoleh kemudian dibahas dan diberi kesimpulan. Hasil dari analisa ini dijadikan beberapa artikel ilmiah yang dipublikasikan di jurnal internasional, prosiding dan dipresentasikan sebagai pemakalah pada jurnal internasional (Jogjakarta).
7. Tahap akhir adalah pembuatan laporan akhir dan presentasi seminar hasil yang akan diselenggarakan oleh Kemenristekdikti pada akhir tahun anggaran.

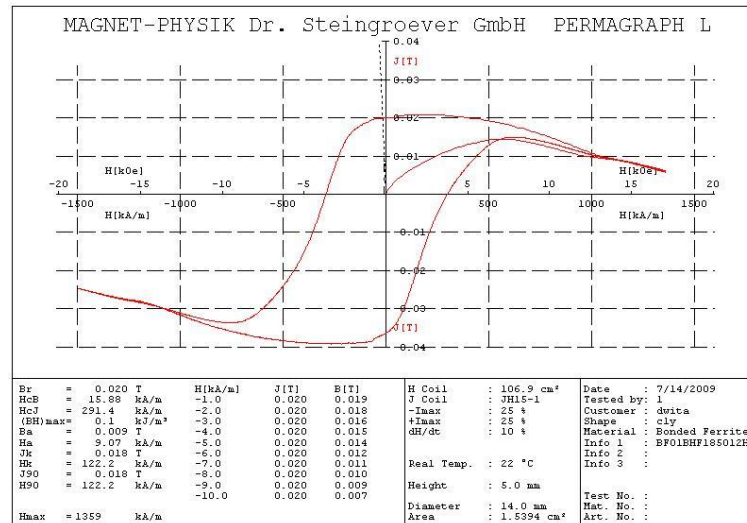
## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1. Hasil Uji Permagraf Serbuk Rasio Berat $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$

Dari hasil uji permagraf serbuk dengan rasio  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$  diperoleh hasil berupa kurva hysteresis seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1 sampai dengan 5.9

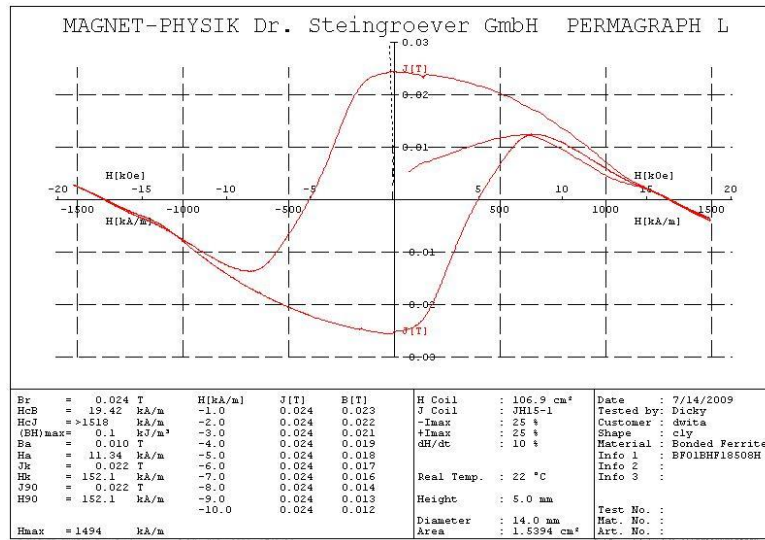


Gambar 5.1. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 8 Jam

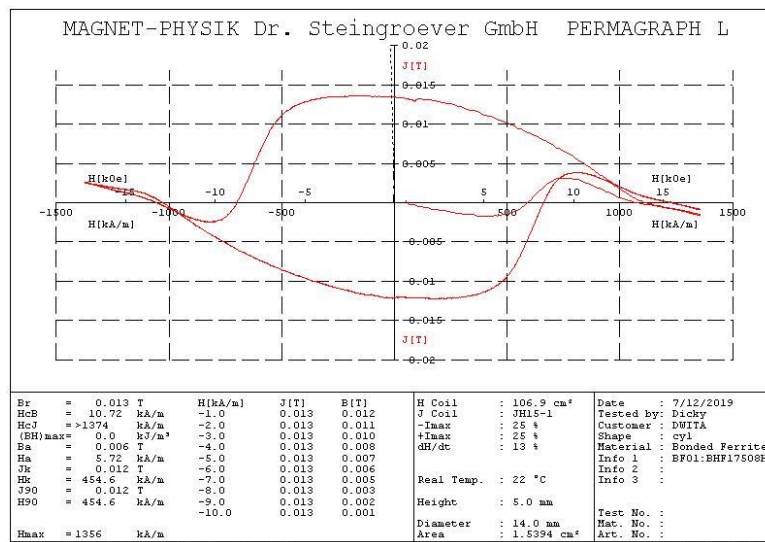


Gambar 5.2. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 10 Jam

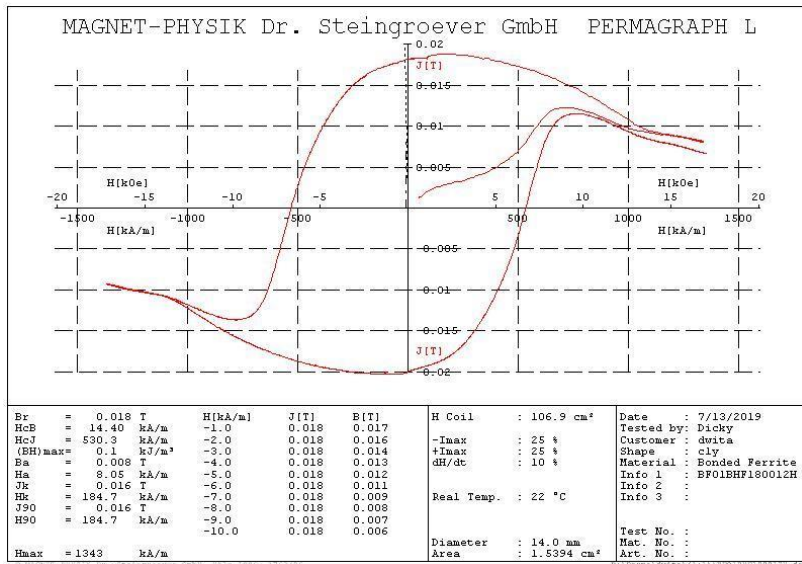




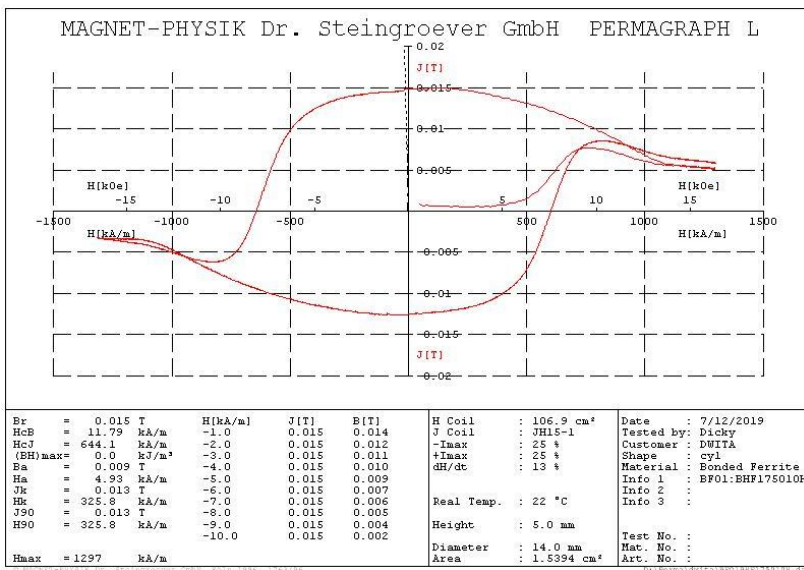
Gambar 5.3. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 12 Jam



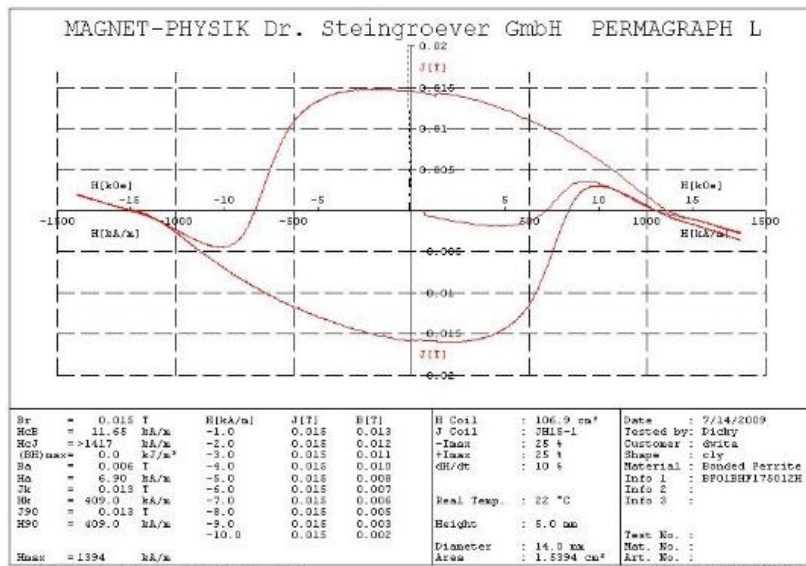
Gambar 5.4. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 8 Jam



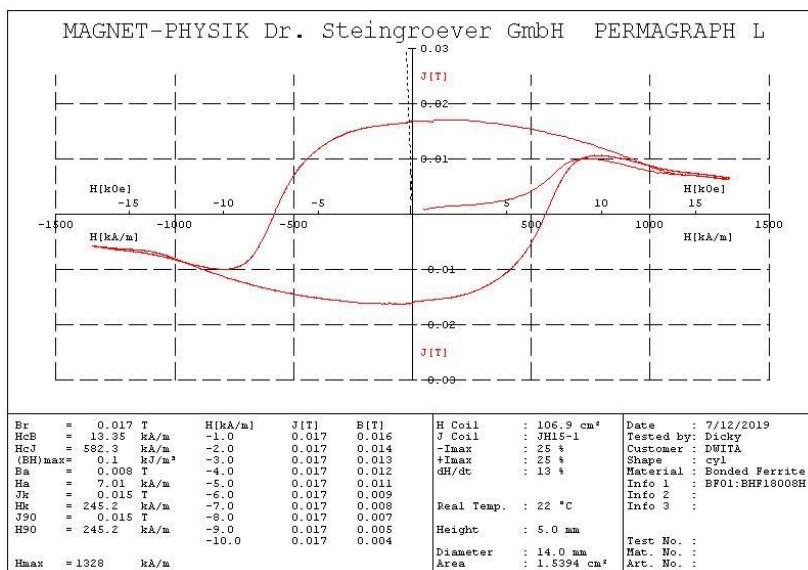
Gambar 5.5. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 10 Jam



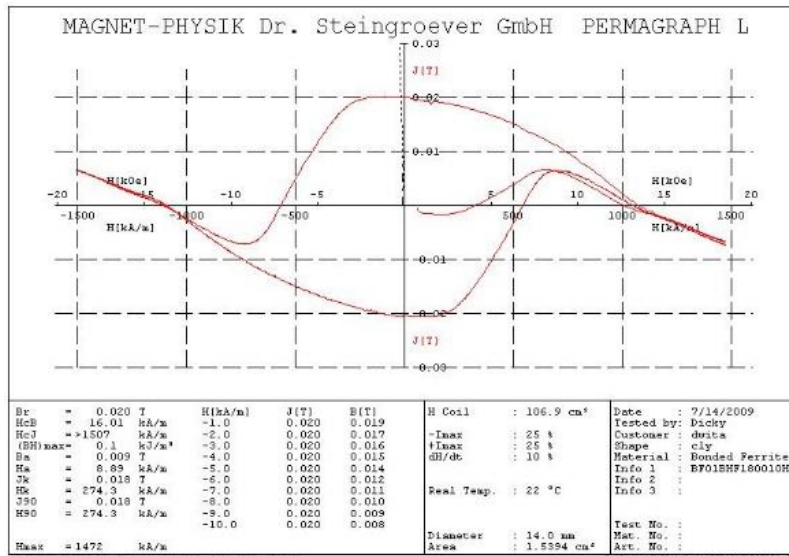
Gambar 5.6. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 12 Jam



Gambar 5.7. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 8 Jam



Gambar 5.8. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 10 Jam



Gambar 5.9. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 12 Jam

Data-data sifat magnetik pada Gambar 5.1 sampai dengan 5.9 dapat dituangkan ke dalam Tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 5.1.

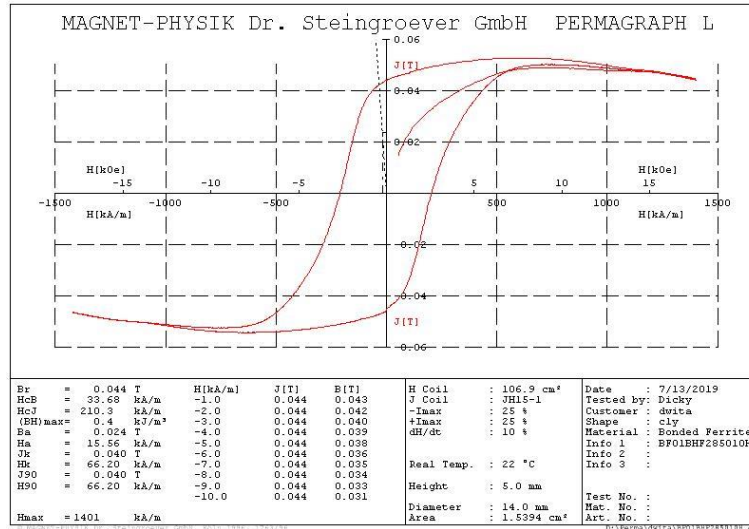
Tabel 5.1. Sifat Magnetik Serbuk Dengan Rasio Berat  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$

NO	Temp Sinter (°C)	Waktu Sinter (Jam)	Remanen (T)	Koersivitas kA/m)	Energi Magnetik (TkA/m)
1	750	8	0,017	332,6	5,6542
2	750	10	0,020	291,4	5,828
3	750	12	0,024	310,5	7,452
4	800	8	0,013	652,1	8,4773
5	800	10	0,018	530,3	9,5454
6	800	12	0,015	644,1	9,6615
7	850	8	0,015	652,3	9,7845
8	850	10	0,017	582,3	9,8991
9	850	12	0,020	535,8	10,716

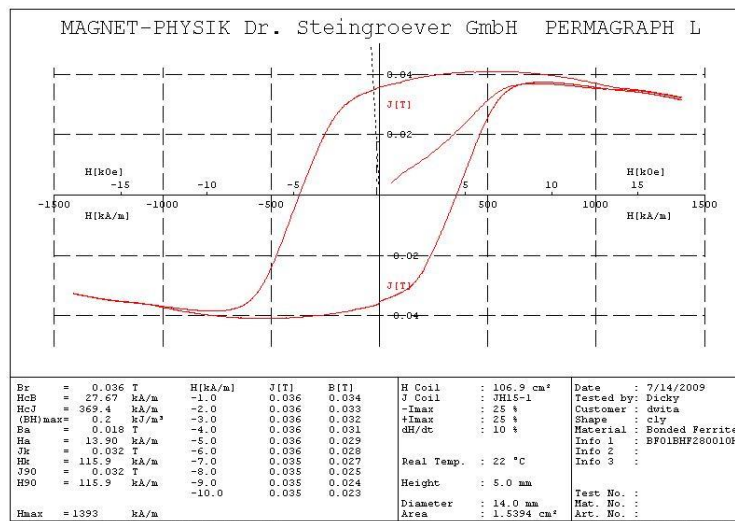
Data menunjukkan bahwa makin tinggi temperatur sinter dan makin lama waktu sinter menunjukkan energi magnetik yang makin besar dan diharapkan akan menghasilkan respons tegangan listrik yang besar pula. Hal ini dapat dibuktikan dengan pengujian respons tegangan listrik yang akan dilakukan setelah pengujian permagraf dan XRD selesai untuk seluruh sampel.

## 5.2. Hasil Uji Permagraf Serbuk Rasio Berat $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:2$

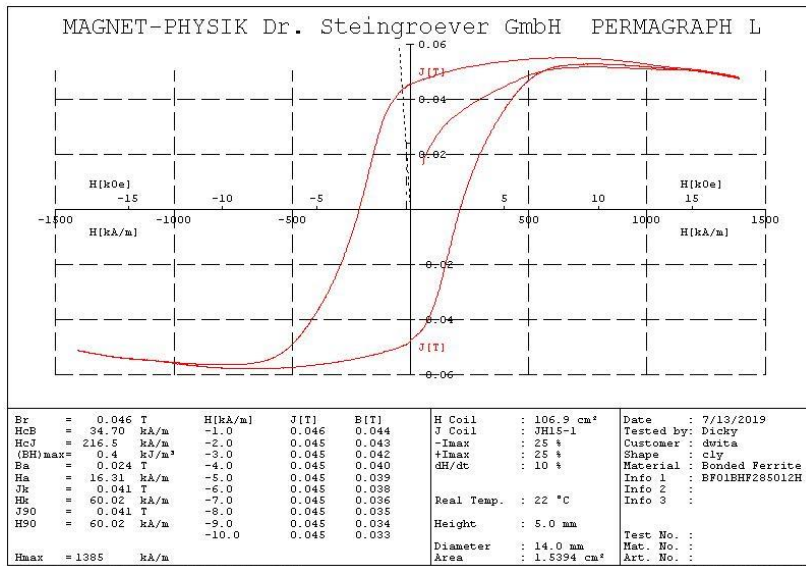
Dari hasil uji permagraf serbuk dengan rasio  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$  diperoleh hasil berupa kurva hysteresis seperti ditunjukkan pada Gambar 5.10 sampai dengan 5.18



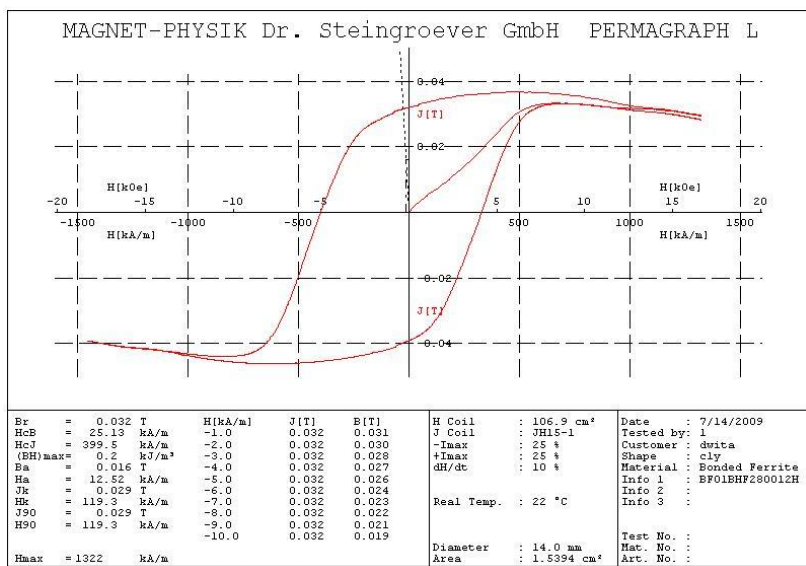
Gambar 5.10. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 8 Jam



Gambar 5.11. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 10 Jam

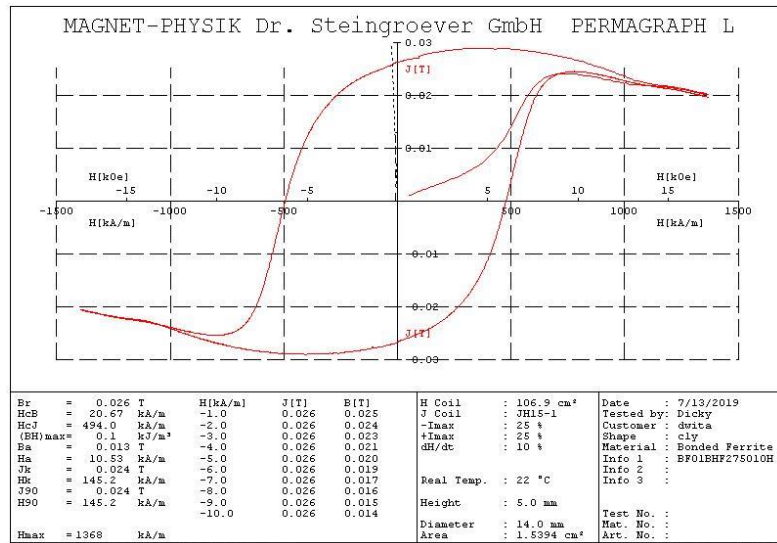


Gambar 5.12 Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 750°C Selama 12 Jam

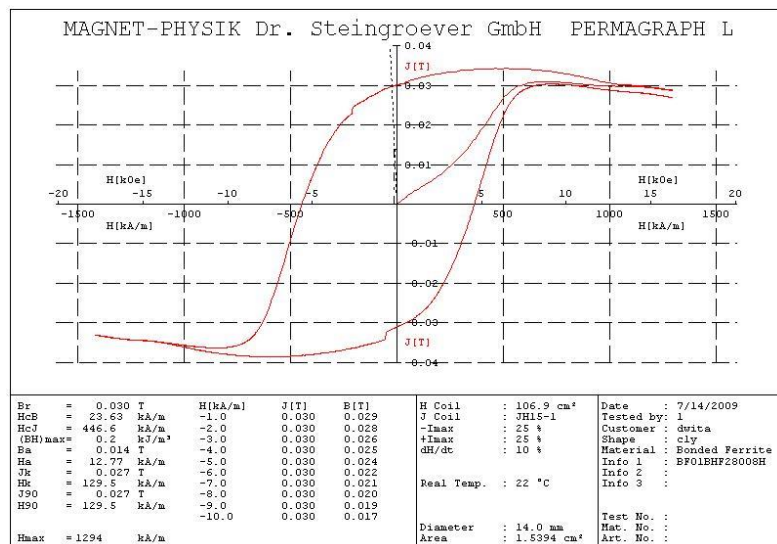


Gambar 5.13. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 8 Jam



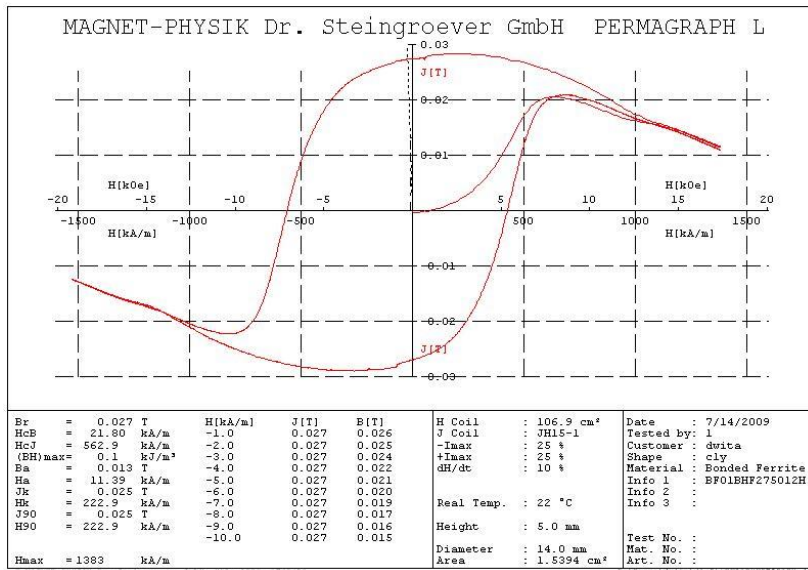


Gambar 5.14. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 10 Jam

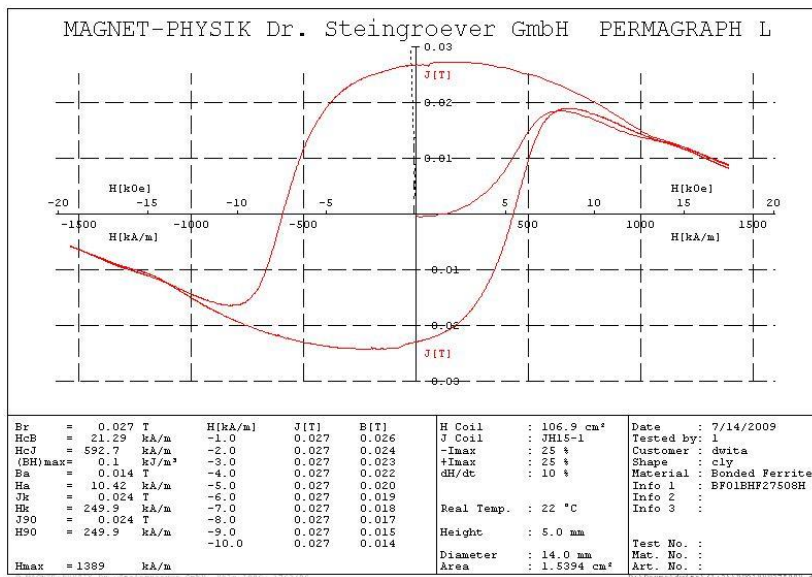


Gambar 5.15. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 800°C Selama 12 Jam

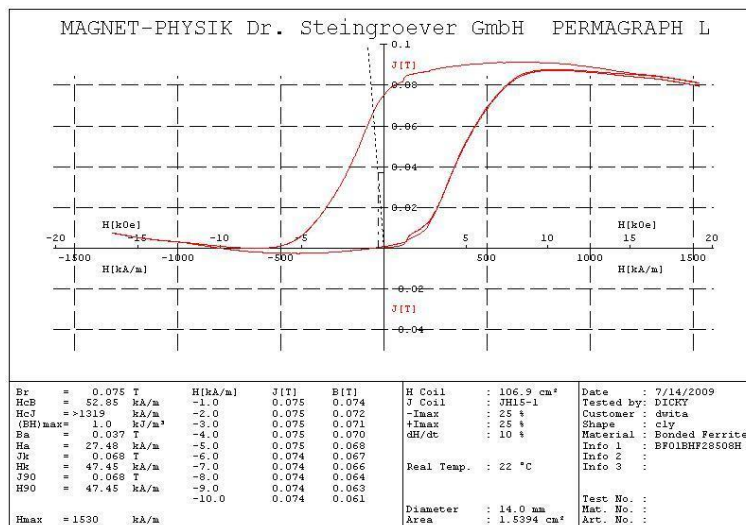




Gambar 5.16. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 8 Jam



Gambar 5.17. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 10 Jam



Gambar 5.18. Kurva Hysteresis Serbuk Dengan Sinter 850°C Selama 12 Jam

Data-data kuantitatif pada Gambar 5.10 sampai dengan 5.18 dapat dituangkan ke dalam tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2.

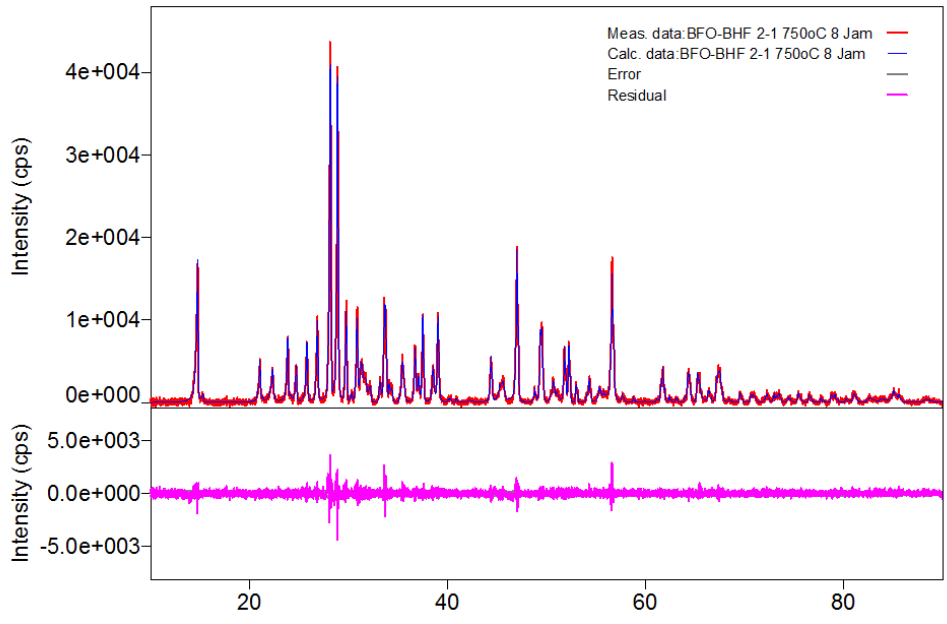
Tabel 5.2. Sifat Magnetik Serbuk untuk Semua Kondisi

Kode	Temp Sinter (°C)	Waktu Sinter (Jam)	Remanen (T)	Koersivitas kA/m)	Energi Magnetik (TkA/m)
1	750	8	0.044	210.3	9.2532
2	750	10	0.026	369.4	9.6044
3	<b>750</b>	<b>12</b>	0.046	216.5	9.959
4	800	8	0.032	399.5	12.784
5	800	10	0.026	494	12.844
6	800	12	0.03	446.6	13.398
7	850	8	0.027	562.9	15.1983
8	850	10	0.027	592.7	16.0029
9	850	12	0.075	349.4	26.205

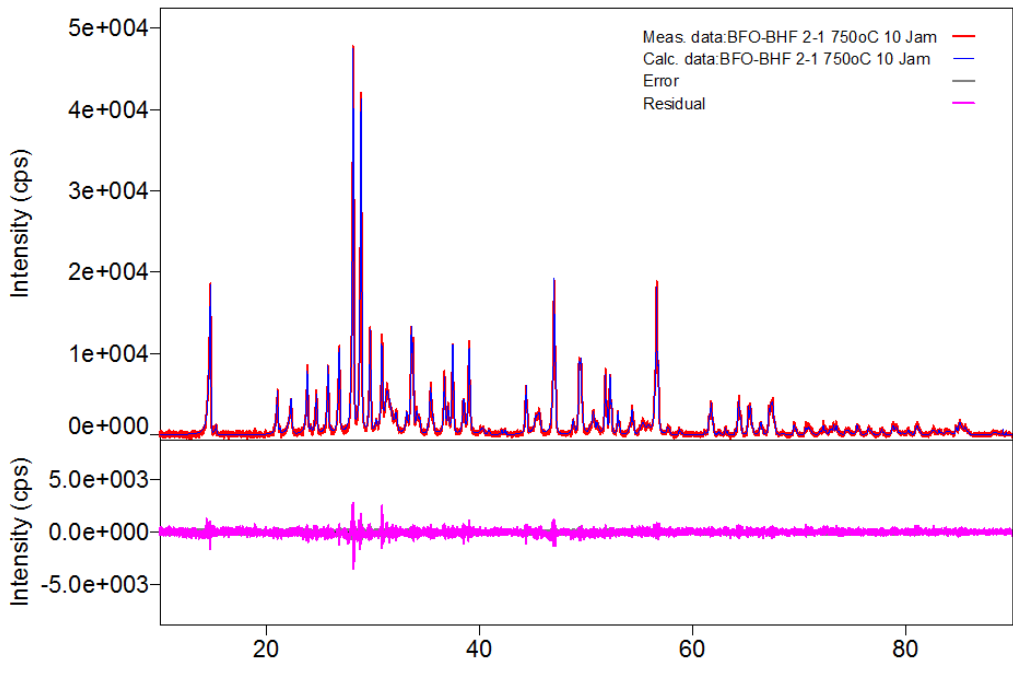
Jika Tabel 5.1 dan 5.2 dibandingkan ternyata jika kandungan BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> lebih banyak akan memberikan nilai energi magnetik yang lebih besar. Di samping itu Seluruh serbuk menunjukkan sifat magnetik yang baik dibuktikan dengan terbentuknya kurva hysteresis.

### Hasil Uji XRD

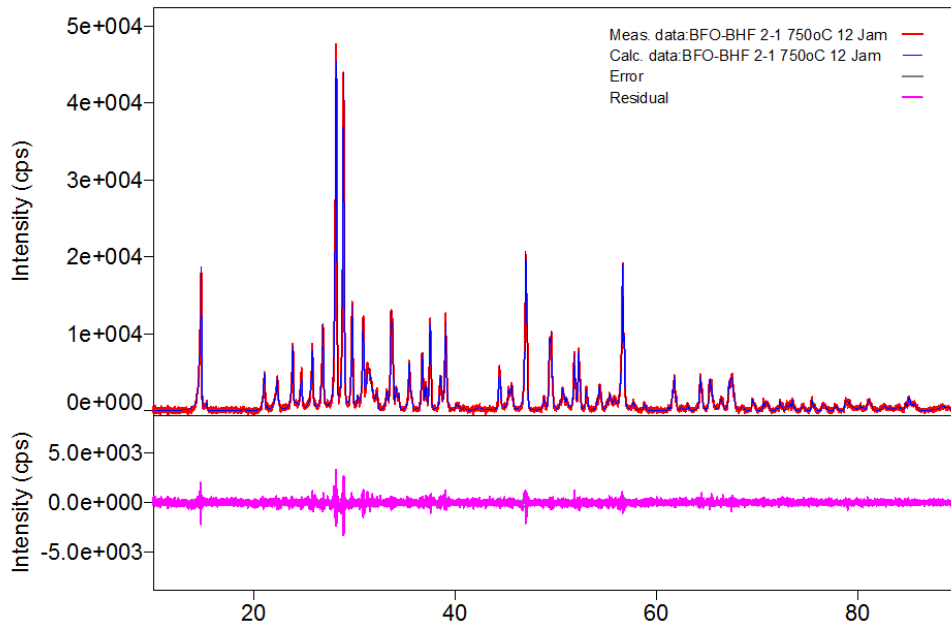
Dari hasil pengujian *X Ray Diffraction* diperoleh gambar pola difraksi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.19 sampai dengan Gambar 5.27



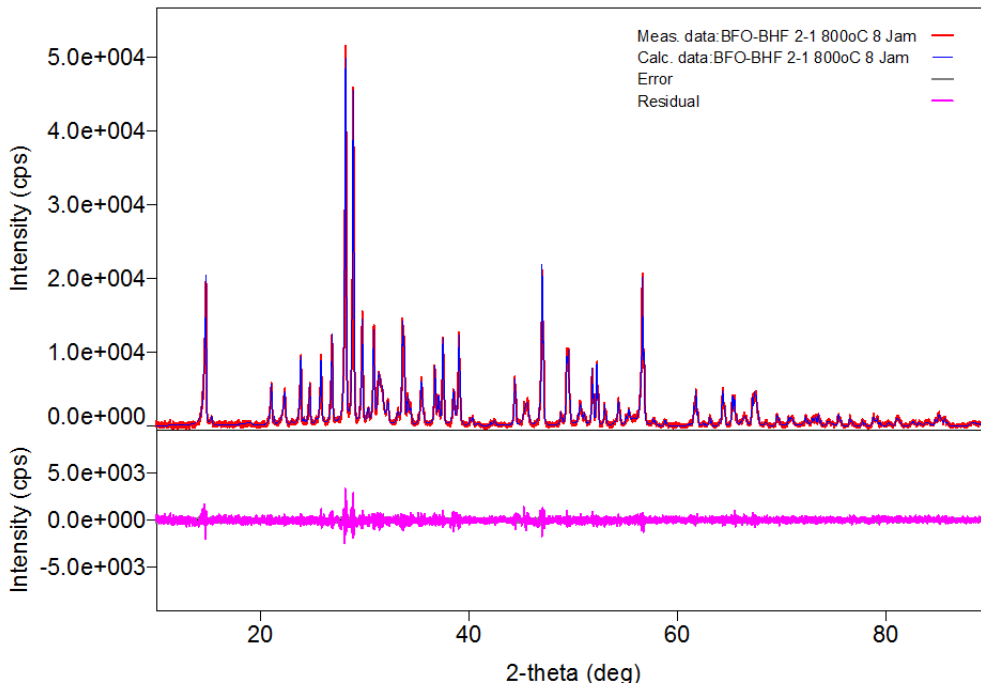
Gambar 5.19. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 750°C 8 Jam



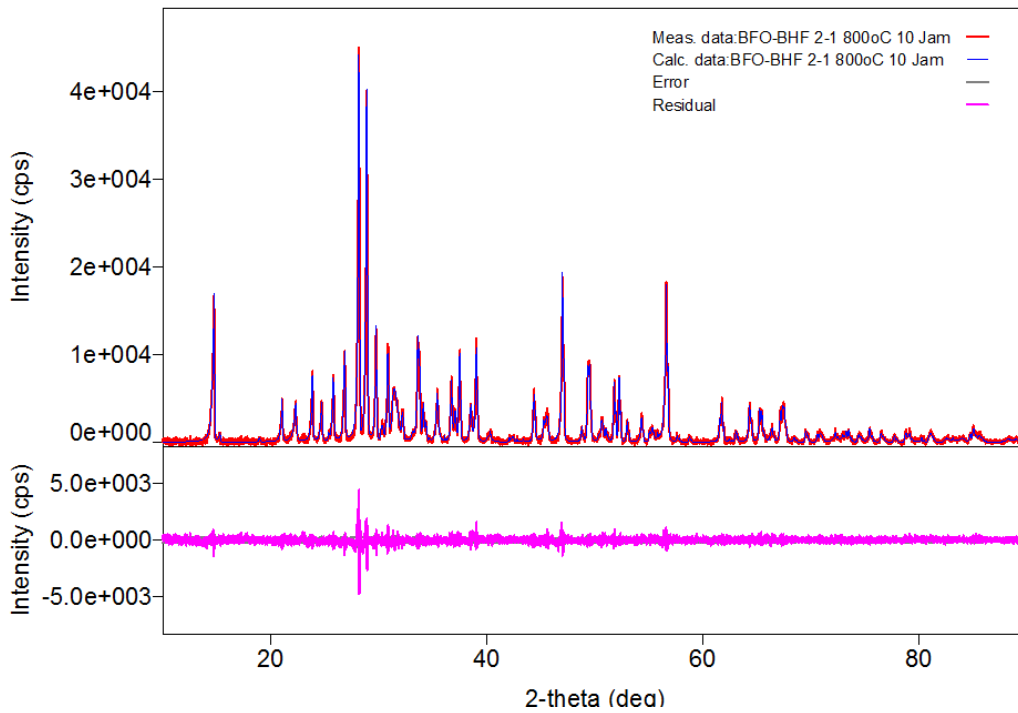
Gambar 5.20. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 750°C 10 Jam



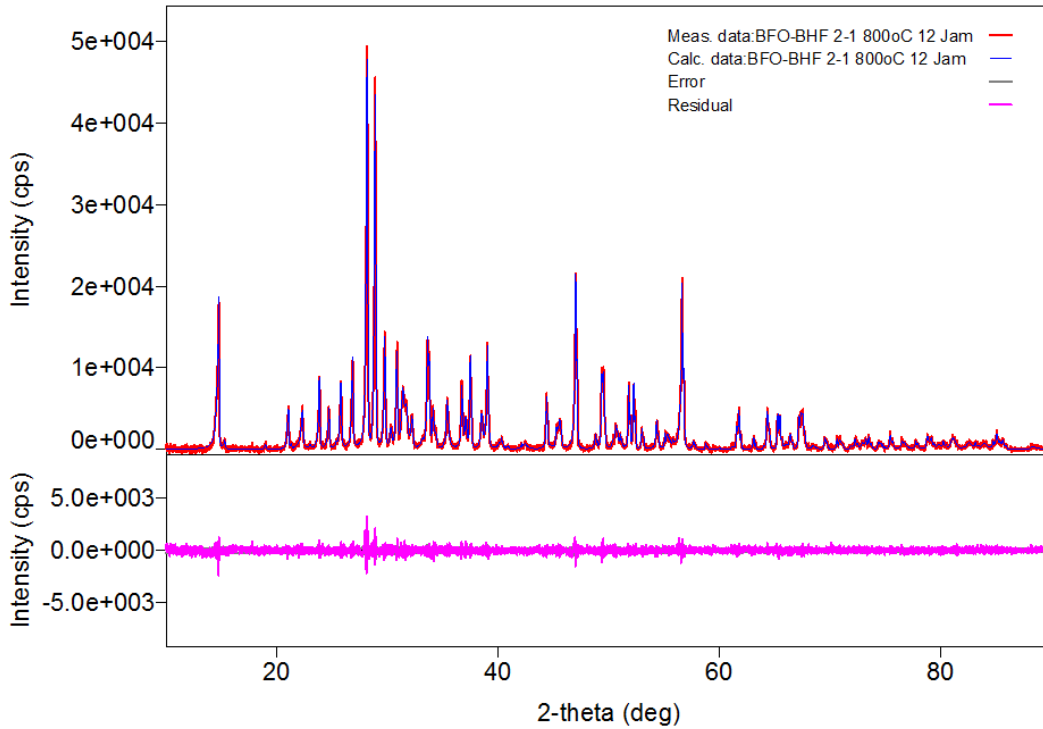
Gambar 5.21. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 750°C 12 Jam



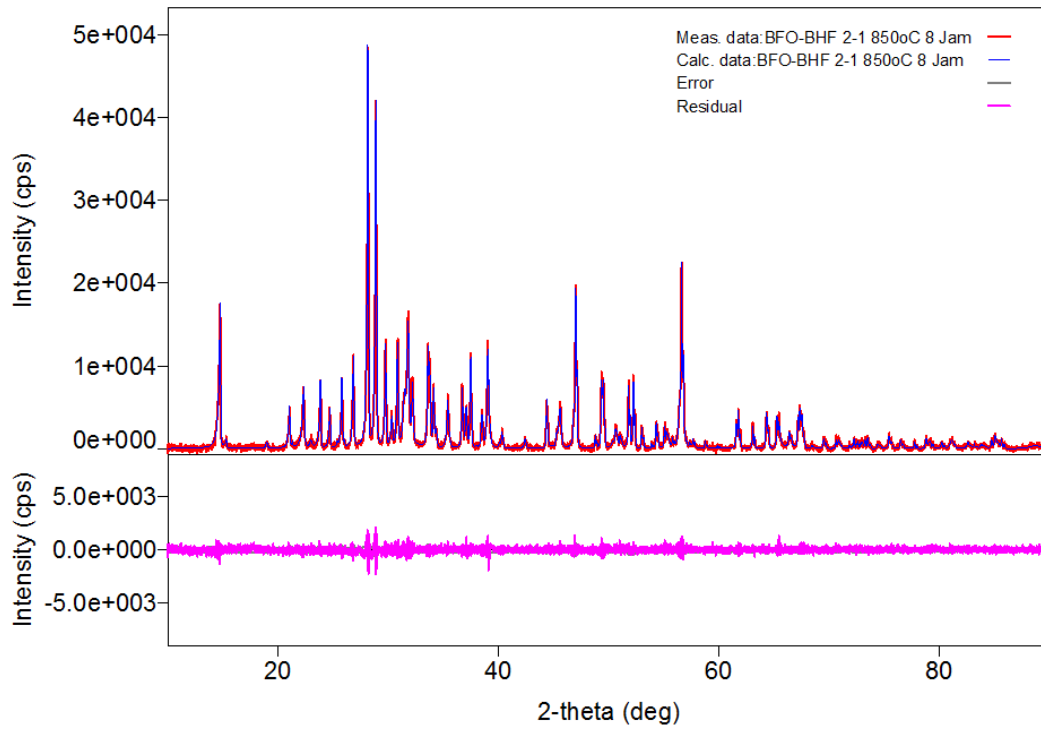
Gambar 5.22. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 800°C 8 Jam



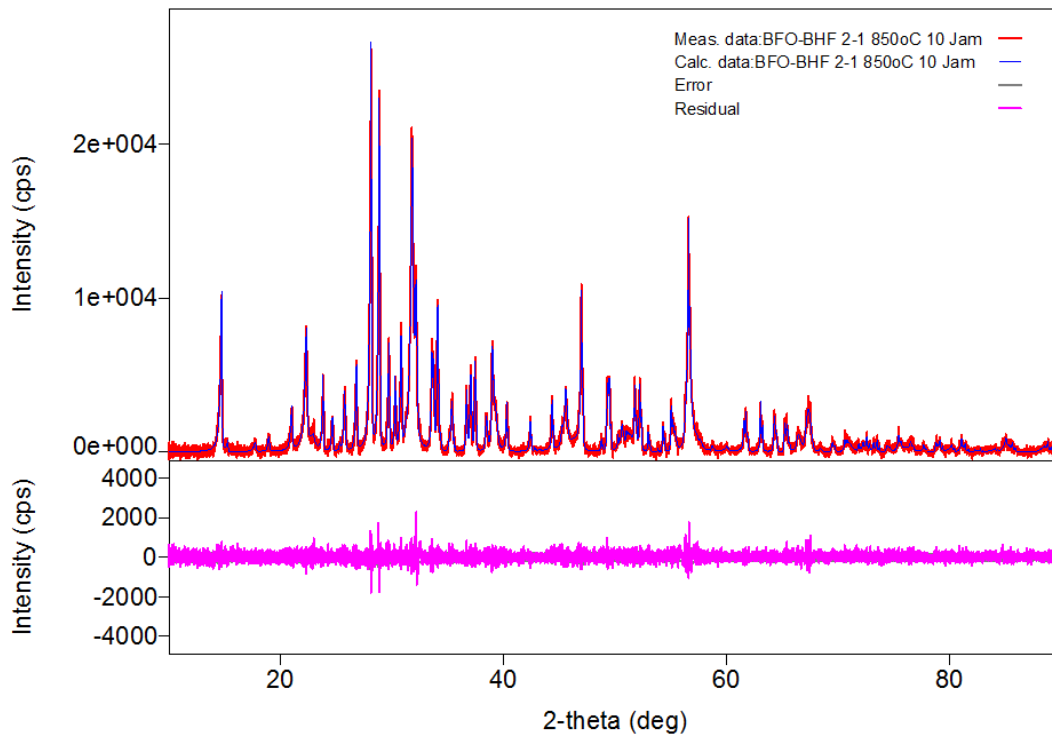
Gambar 5.23. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 800°C 10 Jam



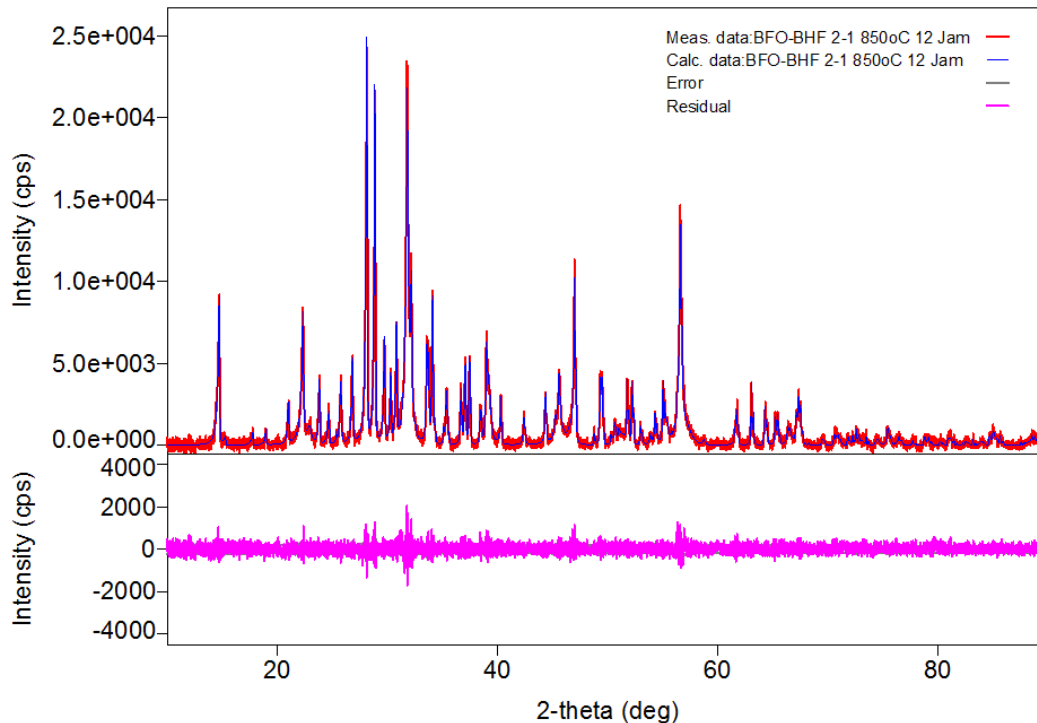
Gambar 5.24. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 800°C 12 Jam



Gambar 5.25. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 850°C 8 Jam



Gambar 5.26. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 850°C 10 Jam



Gambar 5.27. Pola Difraksi Rasio BFO : BHF = 1:2 Sinter 850°C 12 Jam

#### A. STATUS LUARAN

**Luaran Wajib :** Publikasi pada Jurnal Internasional dengan judul Improving Magnetic Properties of  $\text{BiFeO}_3\text{-BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  Solid Solution by Different Sintering Time and Temperatures of Sol-Gel Method. Nama Jurnal : Asian Journal of Applied Sciences (ISSN: 2321 – 0893) Volume 07 – Issue 05, October 2019, <https://ajouronline.com/index.php/AJAS/article/view/5926/3117>

#### **Luaran tambahan :**

1. Keikutsertaan dalam seminar internasional sudah terlaksana pada the 4<sup>th</sup> International Conference on Mechanical Engineering (ICOME 2019) tanggal 28-29 Agustus 2019 (bukti terlampir)
2. Prosiding dalam pertemuan ilmiah internasional : IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1153 (2019) 012052, doi:10.1088/1742-6596/1153/1/012052, terindex Scopus (bukti terlampir).

3. Publikasi ilmiah jurnal nasional terakreditasi : pada jurnal JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI) Vol. 3 No. 2 Tahun 2019
4. Keikutsertaan dalam seminar nasional : diselenggarakan pada 22 Oktober 2019 pada seminar nasional Technopex 2019

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari kegiatan penelitian ini adalah :

- Semua variabel proses menghasilkan serbuk dengan ukuran partikel di bawah 100 nm (nanopartikel)
- Dengan penambahan  $\text{BaTiO}_3$  ke dalam  $\text{BiFeO}_3$  sebagai *solid solution*, akan meningkatkan sifat listrik maksimum pada temperatur sinter  $750^\circ\text{C}$  selama 2, 4 dan 6 jam untuk rasio  $\text{BiFeO}_3 : \text{BaTiO}_3 = 1:1$  dan  $1:2$
- Dengan penambahan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  ke dalam  $\text{BiFeO}_3$  sebagai *solid solution* akan meningkatkan sifat magnetik maksimum pada temperatur sinter  $850^\circ\text{C}$  selama 8, 10 dan 12 jam untuk rasio  $\text{BiFeO}_3:\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$  dan  $1:2$
- Ketika serbuk yang dihasilkan diberi efek medan magnet luar maka serbuk solid solution  $\text{BiFeO}_3\text{-BaTiO}_3$  dan  $\text{BiFeO}_3\text{-BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  akan memberikan respons tegangan listrik
- Direkomendasikan untuk menghasilkan serbuk *multiferroic* dengan respons tegangan listrik, menggunakan parameter  $\text{BiFeO}_3:\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} = 1:1$  atau  $1:2$  dengan temperatur sinter  $850^\circ\text{C}$  selama 6 jam.



## DAFTAR PUSTAKA

- Chappert, C.; Fert, A. and Van Dau, F.N, (2008), The Emergence of Spin Electronics in Data Storage, *Nature Materials*, vol. 6, no. 11, pp. 813–823.
- Dwita S, Marlin W, (2016), Effects of Citric Acid/BaTiO<sub>3</sub> Weight Fractions and Time of Sintering in Sol-Gel Process on Electric Saturation Polarization Values and Phase, Composition, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, no. 2, pp 891-895.
- Elzbieta Jartich, Tomasz Pikula, Karol Kowal, Jolanta Dzik et al, (2016), Magnetoelectric Effect in Ceramics Based on Bismuth Ferrite *Nanoscale Research Letters* 11 (1), 234.
- J.T. Han, Y.H. Huang, X.J. Wu, C.L. Wu, W. Wei, B. Peng, W. Huang, J.B, (2008), Goodenough Tunable synthesis of bismuth ferrites with various morphologies *Advanced Material*, 18(2006) 2145–2148.
- Kimura, T et al, (2008), *Journal of Nature* 426, 55.
- M.M. Vopson, Y.K Fetisov, G. Caruntu, G. Srinivasan, (2017), Measurement Techniques of The Magneto-Electric Coupling in Multiferroic Materials *MDPI Review*, 10 (8),963.
- N. Ortega, Ashok Kumar, J.F. Scott, Ram S. Kasiyar, (2015), Multifunctional Magnetoelectric Materials for Device Applications *Journal of Physics : Condensed Matter* 27 (50), 504002.
- Scott, J.F, (2008), Data Storage: Multiferroic Memories, *Nature Materials*, vol. 6, no. 4, pp. 256–257.
- V.A.Khomchenko, D.V. Karpinsky, J.A. Paixao, (2017), Magnetostructural Correlations in BiFeO<sub>3</sub>-based multiferroic , *Journal of Materials Chemistry C5* (14), 3623-3629.
- Wang, S.X. and Taratorin,(2008), A. *Magnetic information storage technology*, Academic Press, San Diego, Calif, USA.
- X.Z. Chen, Z.C. Qiu, J.P. Zhou, G. Zhu, X.B. Bian, P. Liu, (2011), Large-scale growth and shape evolution of bismuth ferrite particles with a hydrothermal *Material Chemical Physics* , 126 560–56.

# LAMPIRAN

## 1. Bukti keikutsertaan seminar internasional ICOME 2019




2. Artikel yang dipublished di prosiding . Prosiding IOP terindeks scopus

PAPER • OPEN ACCESS

Magnetic properties of nanomagnetic material based on  $\text{BaTiO}_3$  and  $\text{BiFeO}_3$  with variation of temperatures and times of sintering

To cite this article: D. Suastyanti et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1153 012052

View the [article online](#) for updates and enhancements.



**IOP ebooks™**  
Bringing you innovative digital publishing with leading voices to create your essential collection of books in STEM research.  
Start exploring the collection - download the first chapter of every title for free.

This content was downloaded from IP address 139.192.178.28 on 05/07/2019 at 17:24

## Magnetic properties of nanomagnetic material based on BaTiO<sub>3</sub> and BiFeO<sub>3</sub> with variation of temperatures and times of sintering

D. Suastiyanti<sup>1</sup>, S. Yatmani<sup>2</sup> and M. Wijaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mechanical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Puspiptek-Raya-Street, Serpong, Indonesia

<sup>2</sup>Electrical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Puspiptek-Raya-Street, Serpong, Indonesia

<sup>3</sup>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Serpong, Indonesia

E-mail: dwita.suastiyanti@iti.ac.id

**Abstract.** This research uses basic compound of BaTiO<sub>3</sub> (BTO) and single phase multiferroic material BiFeO<sub>3</sub> (BFO) with weight ratio of BTO: BFO = 2: 1 to produce multiferroic ceramic. The purpose of this research is to know magnetic properties of the ceramic which consists of BFO multiferroic material combined with BTO electrical material. Changes in magnetic properties will affect the quality of multiferroic materials. The process used sol-gel method using temperature and time of calcination of 350°C and 4 hours, then sintered at 700, 750 and 800°C for 2, 4 and 6 hours respectively. The sample was characterized by XRD test with diffraction angle of 20°-100° and the machine was made in Phillips type of PW 1835. This test is to know types of phases. To know magnetic properties of sample, it was used Permagraph test. To know particle size, it was used Particle Size Measurement from Nano Instrument of Beckman Coulter DelsaTM. The results show that new phase is formed which is the dominant phase, Barium Bismuth Iron (III) Oxide (BaBiFe<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) with the largest percentage (98,79%) obtained at sintering process with temperature of 750°C for 6 hours. Increasing the percentage of dominant phases is linear by increasing of magnetic properties of the sample. The highest value of magnetic properties among other coercivity of 247.1 kA / m, remanent of 0.275 Tesla and Saturation of 0.41 Tesla belongs to ceramic with condition of sintering temperature and time of 750°C and 6 hours. The smallest particle size is also obtained under the same conditions equal to the particle size of 54-57 nm.

### 1. Introduction

Permanent magnets require high coercivity values to show strong and stable of net magnetization in external fields requiring high coercivity. In hard magnetic material, uniaxial magnetic anisotropy is required and some of the following characteristics are high coercivity, large magnetization and rectangular hysteresis loop [1,2,3,4,5,6,7]. Coercivity is also called the coercive field is the intensity of the magnetic field required to reduce the magnetization of the material to zero after the magnetization of the sample reaches saturation. The intrinsic properties of magnetics are grouped into primary and secondary. Primary properties such as saturation magnetization  $J_s$  and magneto crystalline anisotropy  $K_1$  constants are directly related to magnetic structures, whereas secondary intrinsic magnetic forces such as HA anisotropic field strength and energy of specific domain wall  $\gamma_w$ , are derived from the primary properties. The primary and secondary magnetic properties characterize the actual magnetic state.

### 3. Bukti keikutsertaan seminar nasional Technopex 2019





**A CHEMICAL ROUTE TO THE SYNTHESIS OF  $\text{Bi}_{1-x}\text{Mg}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0.1$  and  $x=0.07$ ) NANOPARTICLE WITH ENHANCED ELECTRICAL PROPERTIES AS MULTIFERROIC MATERIAL**

Dwita Suastiyanti <sup>1</sup>, Sri Yatmani <sup>2</sup>, YuliNurul Maulida <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mechanical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup> Electrical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup> Chemical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Indonesia

**Abstract:**

*Bismuth ferrite ( $\text{BiFeO}_3$ ) is one of multiferroic material group, but it is difficult to produce  $\text{BiFeO}_3$  in single phase as multiferroic material because it occurs leakage of current arising from non stoichiometric. So, to minimize it, it has already been engineering processed to synthesis  $\text{BiFeO}_3$  doped by Mg to produce  $\text{Bi}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$  and  $\text{Bi}_{0.93}\text{Mg}_{0.07}\text{FeO}_3$ . It used sol-gel method to produce the ceramics. The result of TGA/DTA (Thermo Gravimetric Analysis/Differential Thermal Analysis) test shows that the temperature of calcination is about of 150 and 175°C and temperature of sintering is about of 650°C. Characterization of the powder has already been done by using X-Ray Diffraction (XRD) test and electrical properties test. The results of XRD test show that the powder of  $\text{Bi}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$  has minimum impurities with total oxide of 6.9% (bismite 3.5% and silenite 3.4%) at calcination temperature of 175°C for 4 hours and sintering at 650°C for 6 hours. Meanwhile at same parameter,  $\text{Bi}_{0.93}\text{Mg}_{0.07}\text{FeO}_3$  has more oxide phases with total oxide of 14.5% which consists of silenite (2.5%) and  $\text{Bi}_2\text{O}_4$  (12%). Presence of oxide phases could cause leakage of current decreasing electrical properties. The values of electrical saturation polarization for ceramic having minimum total oxide ( $\text{Bi}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$ ) is higher than ceramic having more oxide ( $\text{Bi}_{0.93}\text{Mg}_{0.07}\text{FeO}_3$ ). The value of electric saturation polarization for  $\text{Bi}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{FeO}_3$  is of 0.26 kV/cm and for  $\text{Bi}_{0.93}\text{Mg}_{0.07}\text{FeO}_3$  is of 0.11 kV/cm.*

**Keywords:** Electrical; Saturation Polarization; Multiferroic; Sol-Gel; Ceramic.





# Electric Voltage Response of Multiferroic Material Based on BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> System in Single Phase

Dwita Suastiyanti<sup>1</sup> and Marlin Wijaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering Institut Teknologi Indonesia, Puspiptek, Serpong-Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Indonesia, Puspiptek, Serpong-Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

## Abstract

This research tries to synthesize ceramic as multiferroic material based on BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> system, which BaTiO<sub>3</sub>, an electric material is integrated into BiFeO<sub>3</sub> as multiferroic material in single phase. It is hoped that the integration of BiFeO<sub>3</sub> with electrical material, BaTiO<sub>3</sub> will provide magnetic field and electrical voltage response higher than those of BiFeO<sub>3</sub> itself. This research used sol-gel synthesis method using compound of a purity of 99.99% such as Bi<sub>2</sub>O(OH)<sub>9</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> and citric acid C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> as fuel. It used weight ratio of BaTiO<sub>3</sub>: BiFeO<sub>3</sub> = 1: 1. The calcination process was done at 350°C for 4 hours and sintering process at 700, 750 and 800°C for 2, 4 and 6 hours respectively. To characterize ceramics, it was used X-Ray Diffraction (XRD) test using XRD Phillips PW 1835 type, 2θ°-100° diffraction angle and CuK<sub>α1</sub> to confirm single-phase formation. Test of magnetic field effect on electric voltage response used function generator that will produce magnetic field. From result of XRD test, it is known that there is single phase which is dominant phase, BaBiFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> more than 80% for all process conditions. The highest of electrical voltage response is given by ceramic sintered at 750°C for 6 hours. This condition also produces ceramic with the largest percentage of dominant phase of 99.62%.

**Keywords:** *Magnetic Field, Electric Voltage Response, Sol-Gel, Multiferroic.*

## 1. Introduction

The multiferroic material is a class of materials that exhibits two or more ferrous phases and combines several ferroic properties, namely ferroelectric, ferromagnetic, ferroelasticity, and ferodicty. Electromagnetism and magnetism have been combined in a common discipline since the nineteenth century that led to Maxwell's equations. Currently, several studies are focused on materials that combine electrical and ferromagnetic properties [1,2]. The material is composed of ferroelectric-magnetic material is called multiferroic term. This

electrical materials (BaTiO<sub>3</sub>) into multiferroic materials BiFeO<sub>3</sub> is widely developed for the enhancement of multiferroic properties of materials. The combination of magnetic, polar and piezo-elastic properties makes multiferroic materials very attractive for fundamental research but also technological applications because it could improve quality of multiferroic material. The present challenges are the discovery and manufacturing of multiferroic materials and structures that show large magneto-electric coupling at room temperature, and the development of accurate experimental characterization techniques [4]. The high room-temperature ME coupling in single phase of BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> ceramics, provides a possibility of developing electrically or magnetically tunable thin-film devices [5,6,7,8]. It also increase magnetolectric coupling especially for ultimate memory devices application. In multiferroic magnetolectric (ME) materials, coupling occurs between the magnetic and electric subsystems. This enables the control of dielectric polarization P by a magnetic field H and the manipulation of magnetization M by an electric field E [9,10].

The aim of this research is to know the effects of sinter temperatures and times of sol-gel process on the effect and response of magnetic and electric field. Process variables used are sinter temperature of 700, 750 and 800°C and sinter time of 2, 4 and 6 hours respectively. The characterization of the ceramic powder is X-Ray Diffraction (XRD) test to confirm the formation of a single phase and test of magnetic field effect on electric voltage response using function generator producing magnetic field. The basic compounds used are of pro-analysis. Bi<sub>2</sub>O(OH)<sub>9</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> and citric acid C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> as fuel. The synthesis used weight ratio of BaTiO<sub>3</sub>: BiFeO<sub>3</sub> = 1: 1.

Keikutsertaan Sebagai Pemakalah pada Seminar Internasional ICOPIA 9<sup>th</sup>, 2018



Keikutsertaan Sebagai Pemakalah pada Seminar Internasional IMIEC 2018





## Penghargaan Pemakalah Terbaik ke 3 pada Seminar Internasional IMIEC 2018



## Publikasi pada Prosiding

MATEC Web of Conferences **204**, 05005 (2018)  
IMIEC 2018

<https://doi.org/10.1051/mateconf/201820405005>

### Electric polarization properties of BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> as nanomultiferroic material produced by sol-gel method

Dwita Suastiyanti<sup>1\*</sup>, Maykel T.E. Manawan<sup>2</sup> and Marlin Wijaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mechanical Engineering Study Program, Institut Teknologi Indonesia, Puspiptek-Raya-Street, 15320 Serpong, Indonesia

<sup>2</sup>Politeknik Negeri Jakarta, 16424 Depok, West Java, Indonesia

<sup>3</sup>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 10340 Serpong, Indonesia

**Abstract.** The nanomultiferroic material which is synthesized in this research used sol-gel method. The research used weight ratio of BaTiO<sub>3</sub>:BiFeO<sub>3</sub> of 2: 1. Gel formed after heating at 80-90°C was calcined at 350°C for 4 hours and then sintered at 700,750 and 800°C for 2, 4 and 6 hours

Pemakalah pada Seminar Nasional SNIPS 2018





# SEMINAR NASIONAL PAKAR

Tema:  
**Penelitian Multidisiplin Untuk Indonesia Lebih Baik**

Penyelenggara:



## SERTIFIKAT

Diberikan kepada:  
**Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si**

Atas partisipasinya sebagai:  
**Invited Speaker**

Jakarta, 1 Maret 2018

Koordinator Kerjasama  
  
Prof. Ir. Agus Budi Purnomo, MSc, PhD

Ketua Panitia  
  
  
Dr. Ir. Dody Prayitno, M.Eng