

LAPORAN PELAKSANAAN
MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
SEMESTER GENAP 2025/2026

QR CODE WATERMARKING PADA TANDA TANGAN
DIGITAL MENGGUNAKAN DFT DENGAN OPTIMASI PSO
UNTUK AUTENTIKASI DOKUMEN

PENELITIAN/RISET

Disusun oleh:

Nama : Azwa Fazilatunnisa
NIM : 231730013
Prodi/Jurusan : Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Universitas : UIN Sultan Maulana Hasanudiin Banten
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom.
2. M. Iman Wahyudi, S.Pd.I., M.Kom

PUSAT RISET KECERDASAN ARTIFIAL DAN KEAMANAN
SIBER
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
BANDUNG, 22 JUNI 2026

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PELAKSANAAN
MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
SEMESTER GENAP 2025/2026**

**QR CODE WATERMARKING PADA TANDA TANGAN
DIGITAL MENGGUNAKAN DFT DENGAN OPTIMASI PSO
UNTUK AUTENTIKASI DOKUMEN**

PENELITIAN/RISET

Disusun oleh:

Nama : Azwa Fazilatunnisa
NIM : 231730013
Prodi/Jurusan : Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Universitas : UIN Sultan Maulana Hasanudiin Banten
Unit Kerja BRIN : Pusat Riset Kecerdasan Artifial dan Keamanan Siber

Bandung, 22 Juni 2026

Menyetujui,

Pembimbing BRIN



Prof. Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom

NIP. 19750414200502100

Mengetahui,

Pembimbing Perguruan Tinggi



M. Iman Wahyudi, S.Pd.I., M.Kom

NIP. 1998507142020121003

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Kegiatan MBKM	2
1.3 Sasaran Kegiatan MBKM	3
BAB II.....	4
PROFIL MITRA KEGIATAN MBKM.....	4
2.1 Sejarah Badan Riset dan Inovasi Nasional.....	4
2.2 Struktur Organisasi Badan Riset dan Inovasi Nasional	5
2.3 Visi dan Misi Tujuan dan Sasaran Strategis Badan Riset dan Inovasi Nasional	8
2.4 Profil Satuan Kerja Tempat Pelaksanaan MBKM	10
2.5 Profil Kelompok Penelitian/Fungsi Kerja Tempat Pelaksanaan MBKM	12
BAB III	15
PELAKSANAAN KEGIATAN MBKM.....	15
3.1 Uraian Umum Kegiatan MBKM yang Dilakukan	15
3.2 Keterlibatan Penelitian/Riset atau Magang/Praktik Kerja yang Dilakukan	16
3.3 Penugasan-Penugasan yang Telah Diselesaikan.....	18
3.4 Pembelajaran Hal Baru (<i>Lessons Learned</i>) yang Diperoleh.....	24
BAB IV	27
PENUTUP	27
4.1 Kesimpulan	27
4.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	30
Lampiran Biodata Peserta MBKM	30
Lampiran Biodata Pembimbing BRIN.....	31
Lampiran Biodata Pembimbing Universitas	33
Dokumentasi Kegiatan MBKM	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Struktur Modul dan Fungsi Program Python DFT-PSO	23
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)	4
Gambar 2.2 Struktur Organisasi BRIN	5
Gambar 2.3 Profil Pusat Riset Kecerdasan Artifial dan Keamanan Siber	11
Gambar 2.4 Profil Kelompok Riset Keamanan Siber (<i>Cybersecurity</i>)	13
Gambar 3.1 <i>Literature Review Jurnal</i>	18
Gambar 3.2 Diagram Alur Sistem	20
Gambar 3.3 <i>Output DFT Baseline</i>	20
Gambar 3.4 <i>PSO Convergence + Alpha</i>	21
Gambar 3.5 <i>Output Robustness Testing</i>	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian memegang peran krusial dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta merupakan aspek tak terpisahkan dalam upaya meningkatkan daya saing dan kemandirian suatu bangsa. Dalam hal ini, peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) di bidang penelitian menjadi faktor utama yang mendorong kemajuan riset serta pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia. Sebagai respons atas kebutuhan tersebut, pemerintah melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi meluncurkan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yang memberikan kesempatan luas bagi mahasiswa untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam serta keterampilan yang relevan dengan perkembangan zaman.

Salah satu bentuk implementasi dari program MBKM adalah kegiatan riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Dalam hal ini, mahasiswa terlibat langsung dalam proyek-proyek riset yang dilakukan oleh satuan kerja dan kelompok penelitian di lingkungan BRIN, seperti di Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS). Pusat ini memiliki beberapa kelompok riset yaitu kelompok riset *computer vision & image processing*, *machine learning*, dan keamanan siber (*cybersecurity*) yang berperan penting dalam pengembangan, pengkajian, dan penerapan, serta invensi dan inovasi di bidang kecerdasan artifisial dan keamanan siber.

Sebelum mahasiswa terlibat lebih jauh dalam kegiatan riset, BRIN menyelenggarakan Pelatihan Pengantar MBKM BRIN sebagai bentuk pembekalan awal. Pelatihan ini mencakup pengantar mengenai BRIN, penguatan integritas penelitian, pengelolaan referensi ilmiah, kerja tim, dan teknik presentasi. Tujuannya adalah membekali mahasiswa dengan pemahaman dasar tentang dunia riset serta meningkatkan kesiapan mereka dalam berinteraksi secara profesional di lingkungan lembaga penelitian.

Melalui program ini, mahasiswa tidak hanya mendapatkan pengalaman riset

praktis, tetapi juga diperkenalkan secara langsung pada budaya kerja dan ekosistem inovasi nasional. Hal ini menjadi langkah awal yang penting dalam menyiapkan sumber daya manusia unggul yang mampu berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.

Selain itu, Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) yang berlokasi di BRIN Bandung, menjadi salah satu satuan kerja tempat pelaksanaan kegiatan MBKM. PRKAKS memiliki beberapa kelompok riset, termasuk kelompok riset *cybersecurity* yang secara berfokus pada pengembangan solusi keamanan informasi digital, termasuk di bidang pengamanan dan autentikasi dokumen digital. Fokus penelitian inilah yang menjadi dasar relevansi topik yang saya pilih dalam kegiatan MBKM ini.

Perkembangan teknologi digital yang pesat telah membawa perubahan mendasar dalam pengelolaan dokumen, termasuk dokumen yang memuat tanda tangan. Meskipun transformasi digital membawa banyak kemudahan, ia juga memunculkan ancaman serius berupa pemalsuan dokumen elektronik. Di Indonesia, pemalsuan dokumen elektronik telah menjadi permasalahan nyata yang berdampak luas, dibuktikan dengan berbagai kasus yang telah disidangkan di pengadilan Indonesia antara tahun 2020 hingga 2023 (Setiawan & Hartiwiningsih, 2025).

Kondisi ini menunjukkan urgensi pengembangan mekanisme autentikasi dokumen digital yang lebih andal, khususnya pada elemen tanda tangan sebagai penanda identitas dan keabsahan dokumen. Salah satu pendekatan yang banyak dikaji untuk pengamanan dokumen digital adalah *digital image watermarking*, yaitu teknik penyembunyian informasi ke dalam citra digital secara tidak kasat mata (*invisible*), di mana efektivitasnya bergantung pada tiga aspek utama yaitu *robustness*, *imperceptibility*, dan keamanan (Bushra Abdulla & Navas, 2020).

1.2 Tujuan Kegiatan MBKM

Tujuan utama kegiatan MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) di BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) adalah untuk memberikan pengalaman belajar di luar kampus, khususnya dalam kegiatan riset dan praktik kerja, serta

mengembangkan kompetensi dan potensi diri mahasiswa. Program ini bertujuan agar mahasiswa memiliki keterampilan yang relevan dengan dunia kerja, menguasai ilmu pengetahuan, teknologi, dan inovasi, serta berkontribusi pada riset yang bermanfaat bagi masyarakat, juga memberikan pengalaman belajar langsung (*experiential learning*) bagi mahasiswa melalui riset atau kerja praktik di lingkungan BRIN.

1.3 Sasaran Kegiatan MBKM

Sasaran peserta pada kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) ini adalah mahasiswa yang berasal dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Program ini dirancang untuk meningkatkan kompetensi lulusan perguruan tinggi, baik *soft skills* maupun *hard skills*, serta untuk menyiapkan mahasiswa menjadi pemimpin masa depan yang unggul dan berintegritas.

BAB II

PROFIL MITRA KEGIATAN MBKM

2.1 Sejarah Badan Riset dan Inovasi Nasional

BRIN adalah institusi pemerintah yang beroperasi di bawah naungan Presiden dan memiliki kewajiban untuk melaksanakan berbagai kegiatan seperti penelitian, pengembangan, penerapan, invensi, dan keantariksaan, serta pengelolaan ketenaganukliran. Definisi ini berlandaskan Peraturan Presiden Nomor 78 tahun 2021. Berdasarkan ketentuan tersebut, Presiden Joko Widodo melantik Laksana Tri Handoko sebagai Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional di Istana Negara pada 28 April 2021, yang kemudian dituangkan dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia (Keppres) Nomor 19/M tahun 2021 pada tanggal yang sama mengenai pengangkatan Kepala BRIN. Logo Badan Riset dan Inovasi Nasional dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Logo Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

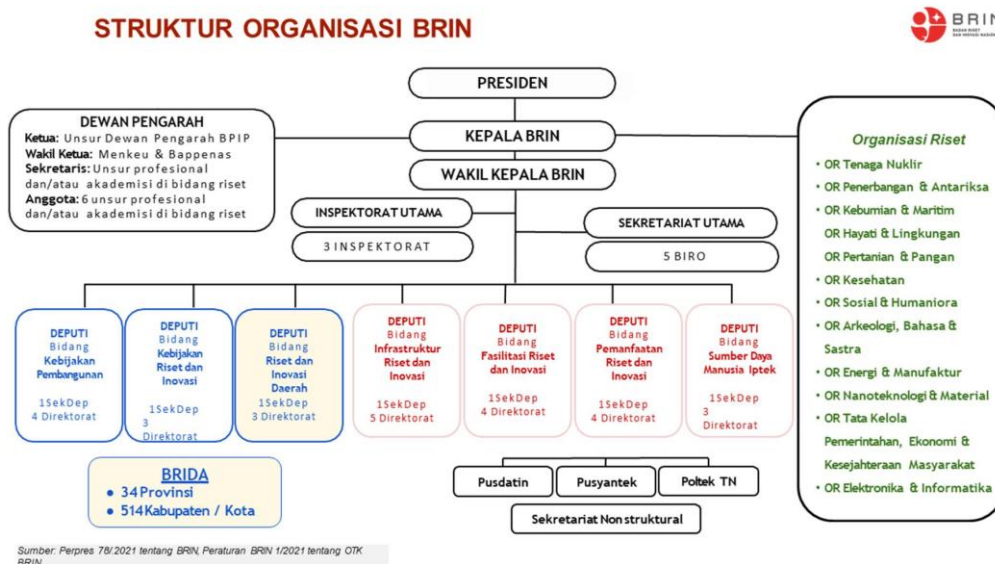
Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) pertama kali dibentuk oleh Presiden Joko Widodo pada tahun 2019 untuk memenuhi Undang-Undang Nomor 11 tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (UU SISNAS IPTEK). Awalnya Lembaga ini menjadi satu dengan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek), namun pada 5 Mei 2021, Presiden Joko Widodo menandatangani Peraturan Presiden Nomor 33 Tahun 2021, yang secara efektif menetapkan BRIN sebagai satu-satunya badan penelitian nasional. Peraturan ini membuat semua badan penelitian nasional Indonesia melebur menjadi satu, badan-badan penelitian itu meliputi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), hasil

peleburan badan-badan penelitian yang merupakan BRIN.

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2021, BRIN adalah lembaga pemerintah yang berada dibawah dan bertanggung jawab langsung kepada Presiden dalam menyelenggarakan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan keantariksaan yang terintegrasi. Dalam peraturan presiden tersebut BRIN terdiri dari Organisasi Riset (OR) yang merupakan organisasi nonstruktural yang menyelenggarakan teknis penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran dan keantariksaan. Selain OR juga terdapat Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) yang menyelenggarakan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan, serta invensi dan inovasi yang terintegrasi di daerah (Nasional, 2026).

2.2 Struktur Organisasi Badan Riset dan Inovasi Nasional

Berdasarkan Peraturan Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 1 Tahun 2021, berikut merupakan struktur organisasi di lingkungan BRIN. Struktur organisasi BRIN dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur Organisasi BRIN

Berdasarkan Pusat Pengembangan Kompetensi BRIN (2021), tugas dan fungsi dari para pelaksana di lingkungan BRIN antara lain :

1. Kepala BRIN
 - a. Memimpin dan bertanggung jawab atas pelaksanaan tugas dan fungsi BRIN.
 - b. Dalam melaksanakan tugas dan fungsi BRIN, kepala memperhatikan arahan dari dewan pengawas.
 - c. Kepala merupakan pengguna anggaran / pengguna barang.
2. Wakil Kepala BRIN
 - a. Membantu kepala dalam perumusan kebijakan dan atau pelaksanaan kebijakan BRIN.
 - b. Membantu kepala dalam mengkoordinasikan pencapaian kebijakan strategis lintas unit organisasi jabatan pimpinan tinggi madya dan Organisasi Riset (OR) di lingkungan BRIN.
3. Sekretariat Utama
 - a. Pengintegrasian sistem penyusunan perencanaan, program, kelembagaan, dan sumber daya penelitian, pengembangan, pengkajian, penerapan, serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran dan penyelenggaraan keantariksaan.
 - b. Pembinaan dan pemberian dukungan administrasi, ketatausahaan, sumber daya manusia, keuangan kerumahtanggaan, arsip dan dokumentasi BRIN.
 - c. Pengelolaan hubungan masyarakat, keprotokolan, dan pengamanan.
 - d. Pelaksanaan kerjasama dalam rangka optimalisasi tugas dan fungsi BRIN.
 - e. Pembinaan dan penataan organisasi dan tata laksana.
 - f. Pelaksanaan reformasi birokrasi di lingkungan BRIN.
 - g. Pelaksanaan dan pengoordinasian penyusunan produk hukum dan advokasi hukum.
 - h. Penyelenggaraan pengelolaan barang milik/kekayaan negara dan pengelolaan pengadaan barang/jasa.
 - i. Manajemen aparatur sipil negara BRIN.
4. Inspektorat Utama

Bertugas menyelenggarakan pengawasan intern di lingkungan BRIN.

5. Deputi Bidang Kebijakan Pembangunan

Bertugas menyelenggarakan pelaksanaan penelitian, pengembangan, pengkajian, penerapan, serta invensi dan inovasi dalam rangka penyusunan rekomendasi kebijakan arah dan prinsip rancangan perencanaan pembangunan nasional dengan berpedoman pada nilai Pancasila.

6. Deputi Bidang Kebijakan Riset dan Inovasi

Bertugas menyelenggarakan perumusan dan penetapan kebijakan di bidang riset dan inovasi meliputi rencana induk memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta peta jalan penelitian, pengembangan, pengkajian, penerapan, serta invensi dan inovasi penyelenggaraan ketenaganukliran dan penyelenggaraan keantariksaan dengan berpedoman pada nilai Pancasila.

7. Deputi Bidang Sumber Daya Manusia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Memiliki tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang pembinaan, pengembangan kompetensi, pengembangan profesi, manajemen talenta, serta pengawasan dan pengendalian sumber daya manusia ilmu pengetahuan teknologi.

8. Deputi Bidang Infrastruktur Riset dan Inovasi

Bertugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang infrastruktur riset dan inovasi.

9. Deputi Bidang Fasilitas Riset dan Inovasi

Memiliki tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang fasilitas riset dan inovasi.

10. Deputi Bidang Pemanfaatan Riset dan Inovasi

Bertugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang pemanfaatan riset dan inovasi.

11. Deputi Bidang Riset dan Inovasi Daerah

Bertugas menyelenggarakan koordinasi dan pengendalian penelitian, pengembangan, pengkajian, serta invensi dan inovasi BRIDA.

12. Pusat Pelayanan Teknologi

Bertugas melaksanakan manajemen pemasaran, manajemen proyek,

manajemen kontrak dan lisensi, serta manajemen keuangan dan tata usaha Pusat Pelayanan teknologi.

13. Pusat Data dan Informasi

Melaksanakan penyiapan penyusunan kebijakan teknis, pelaksanaan, pemanfaatan, evaluasi, dan pelaporan di bidang data.

2.3 Visi dan Misi Tujuan dan Sasaran Strategis Badan Riset dan Inovasi

Nasional

1. Visi

Dalam rangka melaksanakan agenda pembangunan RPJMN 2020-2024 dan menjalankan amanah sesuai tugas dan fungsinya, pada tahun 2020-2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional menetapkan visi sebagai berikut: "Badan Riset dan Inovasi Nasional yang andal, professional, inovatif dan berintegritas dalam pelayanan kepada Presiden dan Wakil Presiden untuk mewujudkan Visi dan Misi Presiden dan Wakil Presiden: Indonesia Maju yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian berlandaskan Gotong Royong".

2. Misi

Sebagai upaya untuk mewujudkan visi di atas, misi Badan Riset dan Inovasi Nasional adalah:

- a) Peningkatan Kualitas Manusia Indonesia,
- b) Peningkatan Struktur Ekonomi yang Produktif, Mandiri, dan Berdaya Saing,
- c) Pembangunan yang Merata dan Berkeadilan,
- d) Mencapai Lingkungan Hidup yang Berkelanjutan,
- e) Kemajuan Budaya yang Mencerminkan Kepribadian Bangsa,
- f) Pengelolaan Pemerintahan yang Bersih, Efektif, dan Terpercaya, dengan uraian sebagai berikut:
 - 1) Peningkatan Kapabilitas IPTEK, Budaya Riset, dan Penciptaan Inovasi melalui peningkatan Kualitas SDM IPTEK, Penguatan Transformasi Ekonomi, dan Pembangunan

Berkelanjutan berlandaskan Budaya Iptek untuk Peningkatan Daya Saing.

- 2) Peningkatan Pengelolaan Pemerintahan yang Bersih, Efektif, dan Terpercaya.

Misi ini mencakup upaya menjawab permasalahan pembangunan Iptek pada periode 2020-2024 dalam aspek kebijakan riset dan inovasi, kerja sama pembangunan dan kemitraan, peningkatan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan Iptek pada beberapa fokus prioritas riset dan inovasi nasional, serta peningkatan tata kelola pemerintahan yang baik dalam rangka reformasi birokrasi.

3. Tujuan Strategis BRIN

Dalam rangka mencapai visi dan misi Badan Riset dan Inovasi Nasional seperti yang dikemukakan di atas, maka visi dan misi tersebut dirumuskan ke dalam bentuk yang lebih terarah dan operasional berupa perumusan tujuan strategis (*strategic goals*). Untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya serta dalam rangka mewujudkan visi dan melaksanakan misi Badan Riset dan Inovasi Nasional, maka tujuan strategis yang harus dicapai adalah:

- a) Meningkatkan Produktivitas Inovasi dan Inovasi untuk Daya Saing.
- b) Meningkatkan Tata Kelola Pemerintahan yang Baik dalam Rangka Reformasi Birokrasi.

4. Sasaran Strategis BRIN

Tujuan strategis di atas dijabarkan dalam 2 (dua) sasaran strategis sesuai dengan permasalahan-permasalahan yang harus diselesaikan dalam kurun waktu 2020- 2024. Dengan demikian, sasaran strategis Badan Riset dan Inovasi Nasional pada periode 2020-2024 adalah:

- a) Meningkatnya Produktivitas Inovasi dan Inovasi untuk Memperkuat Transformasi Ekonomi yang Berdayasaing dan Berkelanjutan.
- b) Meningkatnya Tata Kelola Pemerintahan yang Baik Dalam Rangka Reformasi Birokrasi.

2.4 Profil Satuan Kerja Tempat Pelaksanaan MBKM

Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) merupakan salah satu dari 7 Pusat Riset yang berada di bawah Organisasi Riset Elektronika dan Informatika (OREI), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Pusat riset ini dibentuk serta disahkan melalui Peraturan BRIN Nomor 18 Tahun 2023 tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 10 Tahun 2022 tentang Tugas, Fungsi dan Struktur Organisasi Riset Elektronika dan Informatika pada 19 Desember 2023. Dipimpin oleh Dr. Anto Satriyo Nugroho, B.Eng., M.Eng., PRKAKS memiliki peran strategis dalam merespons meningkatnya intensitas penggunaan teknologi ICT (*Information and Communication Technology*) serta *Artificial Intelligence* (AI) yang telah menyentuh seluruh aspek kehidupan manusia, yang mana hal tersebut juga harus disertai dengan peningkatan aspek keamanan siber (Nasional, 2023).

Sebagai pusat riset yang berfokus pada teknologi masa depan, PRKAKS berkomitmen untuk melaksanakan transformasi digital melalui pendekatan inovatif dalam kebijakan pembangunan nasional. Fokus utamanya adalah meningkatkan daya saing bangsa melalui pemanfaatan teknologi TIK yang cerdas, khususnya kecerdasan buatan (AI) dan keamanan siber (*cybersecurity*). Hal ini sejalan dengan Strategi Nasional Kecerdasan Buatan yang menjadi salah satu agenda utama penelitian dan pengembangan di lembaga ini. Guna memperluas penguasaan teknologi utama dan pemanfaatannya di berbagai bidang pembangunan yang bertanggung jawab, PRKAKS secara aktif menjalankan berbagai program unggulan, publikasi ilmiah, pengelolaan kekayaan intelektual, serta menjalin kerja sama riset dan inovasi baik di tingkat nasional maupun internasional.

Dalam menjalankan fungsinya, PRKAKS didukung oleh struktur organisasi yang solid dan terbagi ke dalam beberapa kelompok riset, di antaranya adalah:

1. Kelompok Riset *Computer Vision & Image Processing*, yang diketuai oleh Dewi Habsari Budiarti, ST., M.T., Ph.D.
2. Kelompok Riset *Machine Learning*, yang diketuai oleh Dr. Rika Sustika, S.T., M.T.

3. Kelompok Riset *Cybersecurity*, yang diketuai oleh Muhammad Arief, MSEE., M.Sc.



Gambar 2.3 Profil Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber

Sebagai tempat pelaksanaan kegiatan MBKM, PRKAKS menjadi wadah belajar yang sangat ideal bagi mahasiswa, khususnya yang memiliki latar belakang di bidang ilmu komputer, sistem informasi, dan teknik informatika. Selama menjalani program magang di sini, mahasiswa tidak hanya terlibat langsung dalam kegiatan riset mutakhir, tetapi juga memperoleh pemahaman praktis mengenai standar kerja profesional, etika pengembangan kecerdasan buatan, serta tata kelola keamanan siber yang komprehensif guna memperkuat ekosistem inovasi digital di Indonesia.

2.5 Profil Kelompok Penelitian/Fungsi Kerja Tempat Pelaksanaan MBKM



Muhammad Arief, MSEE, M.Sc.

Ketua Cyber Security



Aan Khunaifi, S.Kom.



Ir. Achmad Farid Wajidi, M.M.



Dipl. Ing. (FH) Agoeng Srimoeljanto



Dipl.-Ing. Agus Sutejo



Akbari Indra Basuki, M.T.



Ali Reza Syariati, S.Kom.



Andri Puji Prasetyo, S.Kom.



Almuchlisin, S.T.



Andri Saputra, S.Kom., M.Kom.



Arief Indriarto Haris, S.Kom.



Arti Dian Nastiti, S.Kom., M.T.



Fajaryan Wijananto, S.T.



Budhi Riyanto, S.Kom, MTI.



Cahyono Nugroho, S.Kom.



Dewi Suci Rafianti, S.Kom.



Samsudiat, S.T.



Prof. Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom.



Elfrin Erawan, S.Kom.



Eddy Maruli Tua Sianturi, S.Si., M.Si.



Drs. Wenwen Ruswendy, M.Si.



Prof. Dr. Ir. Hammam Riza, M.Sc.



Iwan Setiawan, S.Si., M.T.



Dr. Heru Susanto, S.Kom., MSc.



Ir. Sri Saraswati Wisjnu Wardhani, M.Kom.



Raden Muhammad Taufik Yudiantoro, ST., MTI.



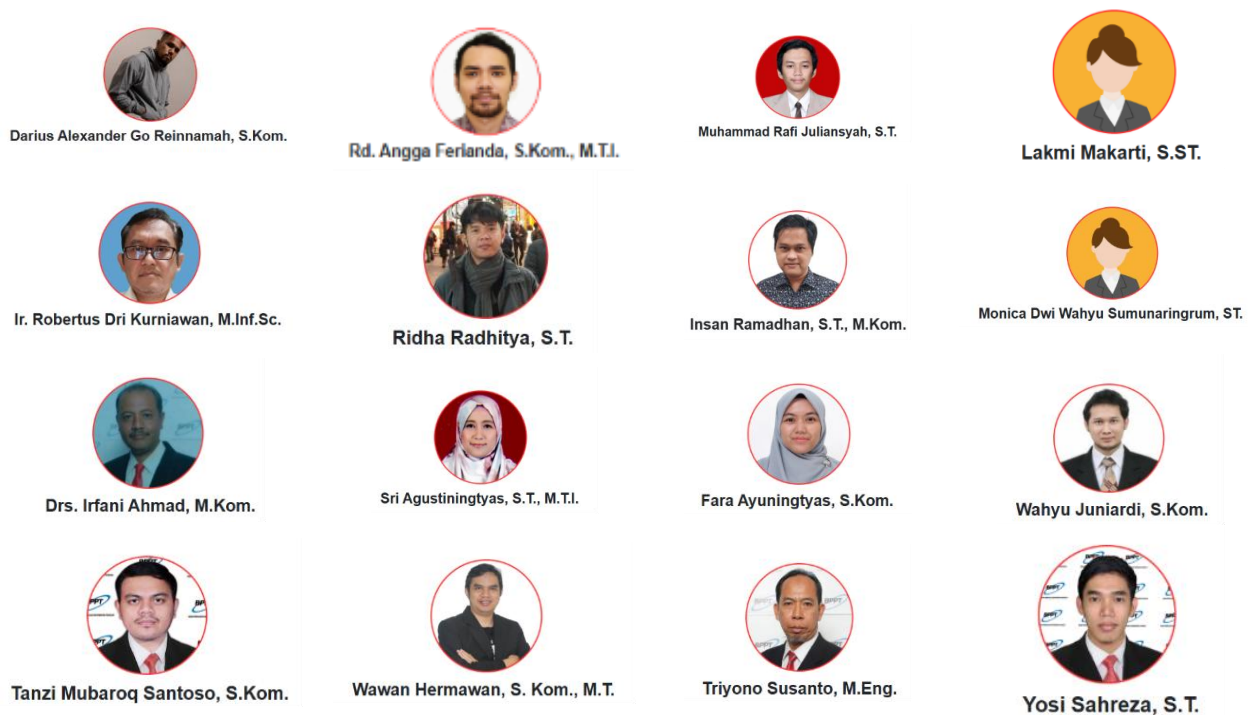
Marini Wulandari, S.T., M.T.



Karina Mayasita Handoyo, S.Kom., M.T.



Rizki Triyani Pusparini, S.Kom., M.Kom.



Gambar 2.4 Profil Kelompok Riset Keamanan Siber (*Cybersecurity*)

Kelompok Riset Keamanan Siber (*Cybersecurity*) merupakan salah satu kelompok riset di bawah Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) BRIN yang berlokasi di Kawasan Sains dan Teknologi (KST) Samaun Samadikun, Bandung. Kelompok riset ini berfokus pada kegiatan penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan (litbangjirap) dalam bidang keamanan siber dengan tujuan strategis untuk mendukung negara dan bangsa dalam menciptakan lingkungan siber Indonesia yang aman, andal, dan berdaulat. Dipimpin oleh Muhammad Arief, MSEE., M.Sc., kelompok riset ini memainkan peran penting dalam memperkuat benteng pertahanan digital nasional melalui inovasi teknologi yang mutakhir.

Salah satu fungsi kerja penting dari kelompok ini adalah melakukan riset mendalam pada ruang lingkup teknologi siber masa depan, seperti *Smart Cyber Security* (kecerdasan artifisial dalam keamanan siber), *Cyber Security* untuk *Smart City*, Teknologi *Blockchain*, *Certification Authority*, identitas digital, hingga kriptografi. Riset-riset tersebut diaplikasikan ke dalam berbagai program unggulan, seperti pengembangan *Machine Learning/Deep Learning* dalam *Intrusion Detection/Prevention System* (ID/PS), penyusunan *Blockchain Implementation*

Framework, implementasi *Blockchain* untuk *e-Government*, *Advance Blockchain Technology*, penerapan *Blockchain* pada *e-voting*, serta teknik-teknik perlindungan data seperti *Steganography* dan *Watermarking*.

Kelompok riset ini juga aktif menjalin kerja sama dengan berbagai mitra kolaborator terkemuka guna menunjang kegiatan riset, peningkatan kapasitas, transfer teknologi, serta penguatan kualitas hasil penelitian. Beberapa mitra strategis yang bekerja sama dengan kelompok riset ini di antaranya adalah Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), Perum Peruri/Blocktogo, Pengelola Nama Domain Internet Indonesia (PANDI), Universitas Prasetya Mulya, KORIKA, PT Angkasa Pura II, Politeknik META Industri, dan institusi lainnya.

Sebagai tempat pelaksanaan kegiatan MBKM, Kelompok Riset Keamanan Siber menjadi wadah yang sangat interaktif dan menantang bagi mahasiswa untuk mengasah kompetensi teknis mereka. Mahasiswa MBKM yang tergabung dalam kelompok ini mendapatkan kesempatan berharga untuk belajar secara langsung melalui keterlibatan dalam proyek riset riil, mulai dari analisis dataset ID/PS, perancangan model keamanan siber berbasis AI, hingga simulasi arsitektur jaringan yang aman. Kegiatan ini memberikan pengalaman praktis yang tidak hanya memperkuat pemahaman akademik di perkuliahan, tetapi juga membekali mahasiswa dengan keahlian serta standar kerja profesional yang sangat relevan dalam industri keamanan siber dan dunia riset global.

BAB III

PELAKSANAAN KEGIATAN MBKM

3.1 Uraian Umum Kegiatan MBKM yang Dilakukan

Program MBKM Penelitian/Riset yang dilakukan mahasiswa meliputi kegiatan penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi. Program ini diselenggarakan oleh Direktorat Manajemen Talenta Badan Riset dan Inovasi Nasional yang berlangsung selama 6 (enam) bulan. Kegiatan ini dimulai pada tanggal 18 Februari 2026 hingga 30 Juli 2026 serta dibagi menjadi 2 tahap kegiatan yaitu pelatihan pengantar selama 1 (satu) minggu dan proses pembimbingan selama 24 minggu (Nasional, n.d.).

Selama pelaksanaan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) di Kelompok Riset Keamanan Siber (*Cybersecurity*), Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber – BRIN Bandung, mahasiswa terlibat secara aktif dalam berbagai kegiatan yang dirancang untuk membangun pemahaman konseptual dan keterampilan teknis dalam bidang keamanan siber dan kecerdasan artifisial.

Kegiatan utama dimulai dengan studi literatur yang mencakup kajian jurnal ilmiah internasional, artikel penelitian, dokumen standardisasi keamanan, serta tren teknologi siber terkini. Studi ini bertujuan untuk memperkuat dasar teori mahasiswa mengenai konsep-konsep krusial seperti *Intrusion Detection/Prevention System* (ID/PS), kriptografi, arsitektur *blockchain*, maupun pemanfaatan algoritma *Machine Learning / Deep Learning* untuk mitigasi ancaman siber, sekaligus memberikan gambaran menyeluruh mengenai metodologi penelitian yang valid.

Selanjutnya, mahasiswa dilibatkan secara praktis dalam kegiatan simulasi, eksperimen, dan pengembangan teknis sesuai dengan fokus riset yang berjalan. Mahasiswa mempelajari cara mengolah dan menganalisis data (seperti *ID/PS* dataset), menyusun model algoritma yang cerdas, melakukan simulasi penetrasi atau pertahanan jaringan, serta mengevaluasi performa sistem keamanan yang dikembangkan. Penguasaan terhadap perangkat lunak (*software*), bahasa pemrograman (seperti *Python*), serta *tools* analisis keamanan siber menjadi keterampilan teknis utama yang diasah secara intensif selama kegiatan ini.

Untuk mendukung proses pembelajaran dan pemantauan kemajuan, mahasiswa juga menyusun laporan kemajuan secara berkala dan mengikuti sesi presentasi progres (logbook/diskusi mingguan) di hadapan pembimbing. Kegiatan ini tidak hanya melatih kemampuan komunikasi ilmiah dan presentasi mahasiswa, tetapi juga menjadi wadah diskusi interaktif serta evaluasi konstruktif untuk mempertajam analisis dan memperbaiki arah riset.

Secara keseluruhan, program MBKM di Kelompok Riset Keamanan Siber ini memberikan pengalaman belajar yang komprehensif melalui kombinasi penguatan teori, praktik simulasi teknologi siber, serta pelatihan komunikasi ilmiah di lingkungan riset profesional.

3.2 Keterlibatan Penelitian/Riset atau Magang/Praktik Kerja yang Dilakukan

Dalam pelaksanaan program MBKM di Kelompok Riset Keamanan Siber (*Cybersecurity*), Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) BRIN Bandung, mahasiswa terlibat dalam berbagai kegiatan riset terstruktur yang berfokus pada topik optimasi proteksi data. Rangkaian kegiatan riset ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahapan awal, mahasiswa melakukan studi literatur yang berfokus pada konsep dasar proteksi data, teknik pemrosesan sinyal digital, serta algoritma optimasi metaheuristik. Kegiatan ini mencakup pengumpulan, pembacaan, dan pengkajian *paper* acuan dari tim periset BRIN serta jurnal-jurnal ilmiah internasional yang relevan. Studi ini sangat penting guna membangun landasan teoritis yang kuat mengenai cara kerja proteksi data sebelum melangkah ke tahap perancangan teknis.

2. Analisis Matematika

Setelah dasar teori terpenuhi, mahasiswa melakukan analisis matematika terkait metode yang akan digunakan. Pada tahap ini, dilakukan pembedahan formula matematis dari *Discrete Fourier Transform* (DFT) untuk analisis domain frekuensi pada data, serta pemodelan fungsi matematika untuk *Particle Swarm Optimization* (PSO). Analisis ini bertujuan untuk merumuskan

bagaimana fungsi objektif dari PSO dapat mengoptimalkan parameter proteksi data agar mencapai tingkat keamanan dan ketahanan yang maksimal.

3. Pembuatan Algoritma / Model / Metode

Berdasarkan hasil analisis matematika, mahasiswa melangkah ke tahap teknis yaitu merancang dan membangun algoritma/model proteksi data. Mahasiswa mengintegrasikan metode DFT sebagai teknik transformasi data dan algoritma PSO sebagai otak pengoptimasi parameter di dalam model tersebut. Implementasi rancangan ini dituangkan ke dalam baris kode pemrograman (menggunakan bahasa *python*) untuk mewujudkan sistem proteksi data yang cerdas.

4. Melakukan Simulasi terhadap Algoritma / Model / Metode

Algoritma dan model yang telah selesai dibuat kemudian diuji melalui tahap simulasi. Mahasiswa melakukan simulasi pengujian dengan memasukkan berbagai skenario serangan atau gangguan data guna mengevaluasi performa model DFT-PSO yang dihasilkan. Melalui simulasi ini, mahasiswa mengumpulkan data performa sistem untuk melihat sejauh mana optimasi proteksi data telah berhasil dilakukan.

5. Evaluasi Progres

Sebagai bentuk monitoring dan penguatan kualitas riset, mahasiswa mengikuti sesi evaluasi dan presentasi progres secara berkala setiap 2 (dua) minggu sekali. Di hadapan pembimbing dan peneliti senior PR KAKS BRIN, mahasiswa memaparkan hasil capaian riset, kendala yang dihadapi, serta rencana tahapan selanjutnya. Sesi ini menjadi wadah diskusi ilmiah dan evaluasi konstruktif untuk menyempurnakan jalannya penelitian.

6. Penyusunan Laporan Akhir

Pada akhir program, mahasiswa menyusun laporan hasil penelitian secara komprehensif yang merangkum seluruh proses dari tahapan studi literatur hingga hasil simulasi algoritma. Selain sebagai pemenuhan luaran magang, hasil riset mengenai optimasi proteksi data berbasis DFT dan PSO ini juga diarahkan untuk dikembangkan menjadi draf artikel ilmiah atau sebagai bagian dari tugas akhir (skripsi), sehingga dapat memberikan kontribusi nyata

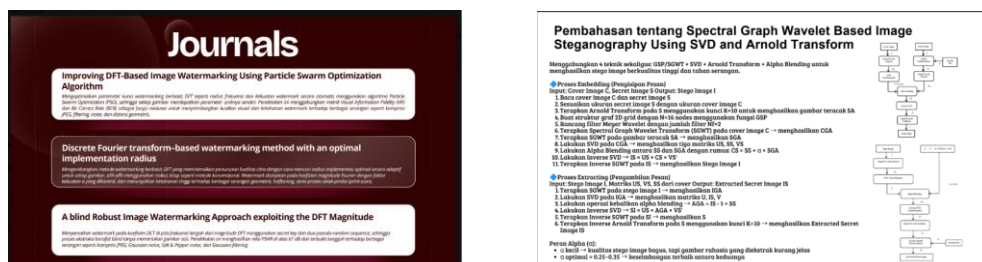
bagi ekosistem keamanan siber di Indonesia

3.3 Penugasan-Penugasan yang Telah Diselesaikan

Selama mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) di kelompok riset keamanan siber (*cybersecurity*), hal-hal yang telah dicapai oleh mahasiswa berupa penugasan-penugasan yang diberikan untuk mendukung pengembangan kompetensi diantaranya sebagai berikut:

1. Dokumen Literature Review Jurnal

Sebagai bagian dari kewajiban dalam melaporkan perkembangan riset pada setiap sesi presentasi progres dua mingguan, mahasiswa telah melakukan *literature review* jurnal secara mendalam terhadap beberapa jurnal ilmiah bereputasi, baik nasional maupun internasional. Dokumen *literature review* ini berfokus pada teknik perlindungan data (*data protection*), khususnya metode *digital watermarking* berbasis domain frekuensi (*Discrete Fourier Transform*) dan algoritma optimasi metaheuristik (*Particle Swarm Optimization*). Penugasan ini berhasil membangun landasan teoritis yang kuat bagi mahasiswa dalam memahami *state-of-the-art* dari teknologi autentikasi dokumen digital sebelum melakukan implementasi kode.



Gambar 3.1 Literature Review Jurnal

2. Draft Artikel Ilmiah

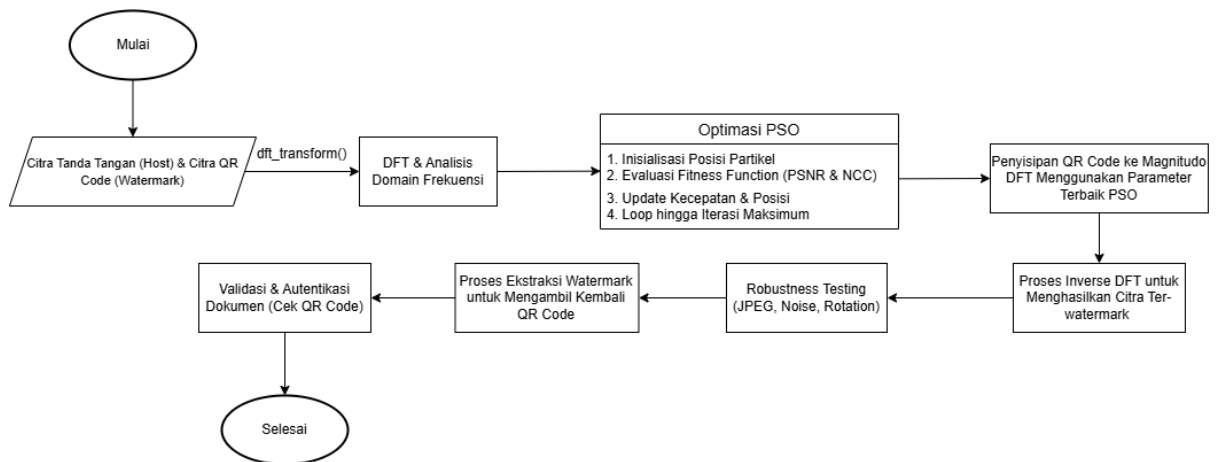
Berdasarkan hasil penelitian dan simulasi yang telah dilakukan, mahasiswa menyusun draft artikel ilmiah untuk dipersiapkan sebagai naskah jurnal. Artikel ini berfokus pada skema *QR Code watermarking* pada citra tanda tangan digital menggunakan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT) yang dioptimasi dengan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO), khususnya pada penelitian ini yang berfokus pada autentikasi dokumen digital

berbasis citra tanda tangan.

Pemalsuan dokumen elektronik di Indonesia merupakan permasalahan nyata yang berdampak luas, dibuktikan dengan berbagai kasus yang telah disidangkan di pengadilan Indonesia antara tahun 2020 hingga 2023 (Setiawan & Hartiwiningsih, 2025). Salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan keamanan ini adalah teknologi *digital watermarking*. Teknik *watermarking* bekerja dengan cara menyisipkan informasi rahasia berupa logo atau *QR Code* ke dalam data *host* (citra utama) tanpa merusak persepsi visualnya (Senthilkumaran & Abinaya, 2016).

Berdasarkan domain kerjanya, penelitian ini memanfaatkan domain frekuensi menggunakan metode *Discrete Fourier Transform (DFT)*. Penyisipan *watermark* pada domain magnitudo DFT memiliki keunggulan yang sangat signifikan karena sifatnya yang cenderung lebih tahan terhadap serangan berbasis geometris atau *RST (Rotation, Scale, Translation) invariant* dibandingkan transformasi lainnya (Jimson & Hemachandran, 2018). Selain itu, pemilihan radius implementasi frekuensi yang tepat pada komponen DFT terbukti mampu meminimalkan efek degradasi kualitas citra setelah disisipi data (Poljicak et al., 2011).

Tantangan utama dari sistem *watermarking* adalah adanya *trade-off* yang kontradiktif antara mempertahankan kualitas visual citra (*imperceptibility*) dan kekuatan pertahanan citra dari manipulasi (*robustness*). Untuk memecahkan masalah optimalisasi parameter faktor skala (*embedding strength*) tersebut, penelitian ini mengintegrasikan algoritma metaheuristik *Particle Swarm Optimization (PSO)* (Cedillo-hernandez et al., 2021). Melalui optimasi PSO, sistem dapat mengevaluasi fungsi kebugaran (*fitness function*) secara iteratif guna mendapatkan nilai parameter penyisipan terbaik secara otomatis, sehingga menghasilkan ketahanan tingkat tinggi dengan distorsi visual yang paling minimal.



Gambar 3.1 Diagram Alur Sistem

Alur pengerjaan riset dibagi menjadi tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah pra-pemrosesan dan transformasi citra tanda tangan menggunakan fungsi *dft_transform()*. Tahap kedua adalah proses pencarian parameter kekuatan penyisipan (*embedding strength*) yang paling seimbang menggunakan iterasi algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) berdasarkan nilai *fitness* PSNR dan NCC, yang dilanjutkan dengan penyisipan komponen QR Code. Tahap ketiga adalah rekonstruksi citra melalui IDFT, dilanjutkan dengan simulasi uji ketahanan (*robustness test*) berupa pemberian *noise*, *rotation*, dan JPEG untuk menguji kekuatan autentikasi sistem saat dilakukan ekstraksi kembali.

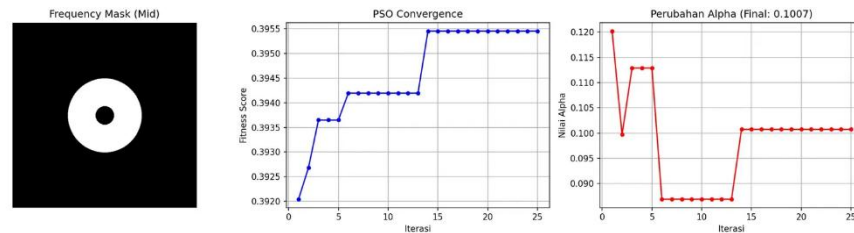
3. Melakukan Simulasi terhadap Algoritma / Model / Metode



Gambar 3.2 Output DFT Baseline

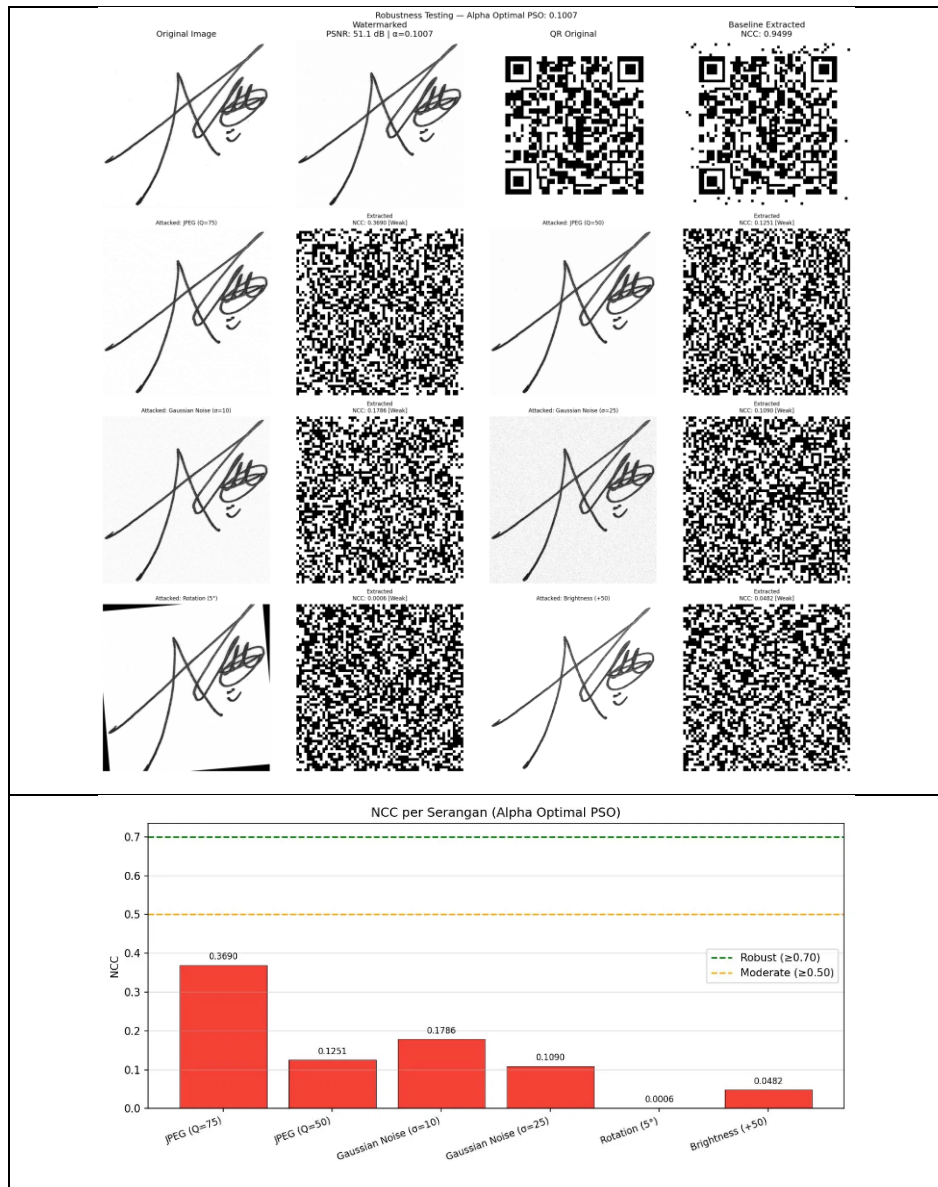
Tahap pertama implementasi sistem watermarking dilakukan menggunakan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT) sebagai baseline. QR Code yang memuat informasi identitas disisipkan ke dalam citra tanda tangan digital dengan nilai parameter kekuatan *embedding* (*alpha*) sebesar 0,05. Hasil

implementasi menunjukkan bahwa citra *watermarked* secara visual tidak dapat dibedakan dari citra aslinya, dengan nilai PSNR sebesar 39,25 dB yang mengindikasikan kualitas visual yang baik. Pada kondisi tanpa serangan, watermark berhasil diekstraksi dengan sempurna ditunjukkan oleh nilai NCC sebesar 1,0000.



Gambar 3.3 *PSO Convergence + Alpha*

Tahap kedua adalah optimasi parameter *embedding* menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan embedding pada domain *mid-frequency* DFT. PSO dijalankan selama 25 iterasi dengan 15 partikel, di mana setiap partikel merepresentasikan kandidat nilai alpha dalam rentang 0,05 hingga 0,50. Grafik konvergensi PSO menunjukkan bahwa *fitness score* meningkat secara bertahap dari iterasi pertama hingga konvergen pada iterasi ke-15 dengan nilai 0,3955. Nilai alpha optimal yang ditemukan PSO adalah 0,1007, yang menghasilkan PSNR sebesar 51,15 dB dan NCC baseline sebesar 0,9499. Dibandingkan dengan baseline, penggunaan *mid-frequency embedding* dengan alpha optimal PSO berhasil meningkatkan nilai PSNR sebesar 11,9 dB, menunjukkan peningkatan signifikan pada imperceptibility watermark.



Gambar 3.4 Output Robustness Testing

Pengujian ketahanan watermark dilakukan terhadap enam jenis serangan menggunakan alpha optimal hasil PSO ($\alpha = 0,1007$). Hasil pengujian dirangkum pada Gambar 3.5 berikut. Nilai NCC tertinggi diperoleh pada serangan JPEG Q=75 sebesar 0,3690, sedangkan nilai terendah terjadi pada serangan rotasi 5° dengan NCC sebesar -0,0047. Secara keseluruhan, seluruh serangan menghasilkan nilai NCC di bawah ambang batas robust ($NCC \geq 0,70$), yang mengindikasikan bahwa sistem watermarking yang dikembangkan

masih memiliki keterbatasan dalam hal robustness terhadap serangan. Hal ini disebabkan oleh sifat metode ekstraksi yang digunakan, yaitu non-blind watermarking, yang sangat sensitif terhadap perubahan koefisien frekuensi akibat serangan. Peningkatan robustness dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya dengan mengadopsi pendekatan blind watermarking yang tidak membutuhkan citra asli dalam proses ekstraksi.

Berikut adalah beberapa fungsi dan modul utama yang dibangun di dalam proyek Python ini:

Tabel 3.1 Struktur Modul dan Fungsi Program Python DFT-PSO

Nama Fungsi / Modul	Keterangan / Fungsi Kerja
<code>create_mid_freq_mask()</code>	Membuat mask cincin (ring) pada domain frekuensi untuk membatasi area embedding watermark hanya pada koefisien mid-frequency, guna menyeimbangkan imperceptibility dan robustness.
<code>embed_watermark()</code>	Melakukan transformasi citra tanda tangan digital dari domain spasial ke domain frekuensi menggunakan DFT, kemudian menyisipkan piksel QR Code ke dalam koefisien mid-frequency citra utama (tanda tangan digital) dengan parameter alpha tertentu.
<code>extract_watermark()</code>	Melakukan proses ekstraksi watermark dengan menghitung selisih koefisien mid-frequency antara citra watermarked dan citra asli, kemudian melakukan inverse DFT (IDFT) untuk memperoleh kembali citra QR Code.
<code>calculate_psnr()</code>	Menghitung nilai Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) untuk mengevaluasi kualitas visual (imperceptibility) antara citra asli dan citra watermarked.
<code>calculate_ncc()</code>	Menghitung nilai Normalized Cross-Correlation (NCC) untuk mengevaluasi tingkat kemiripan antara QR Code asli dan QR Code hasil ekstraksi sebagai

	indikator robustness.
<code>apply_attack()</code>	Menerapkan berbagai jenis serangan (JPEG compression, Gaussian noise, rotasi, dan perubahan brightness) terhadap citra watermarked untuk keperluan pengujian robustness.
<code>fitness_function()</code>	Menginisialisasi populasi <i>swarm</i> dan mengevaluasi fungsi kebugaran (<i>fitness function</i>) berbasis nilai PSNR dan NCC secara simultan untuk mencari parameter alpha penyisipan watermark yang optimal.

4. Sertifikat Pelatihan Mandiri BRILIANT (BRIN)

Sebagai syarat awal sebelum memulai kegiatan riset di satuan kerja, mahasiswa telah menyelesaikan penugasan wajib dari Manajemen Talenta BRIN untuk mengikuti program pelatihan mandiri melalui platform BRILIANT (*BRIN Collaborative Learning Learning Content*). Mahasiswa berhasil menyelesaikan minimal 3 topik pelatihan yang relevan dengan pengembangan kompetensi dasar peneliti di lingkungan BRIN dan telah mendapatkan sertifikat resmi sebagai bukti kelulusan pelatihan tersebut.

3.4 Pembelajaran Hal Baru (*Lessons Learned*) yang Diperoleh

Selama pelaksanaan program MBKM di Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) pada kelompok riset *cybersecurity*, mahasiswa memperoleh berbagai pembelajaran yang signifikan baik dalam aspek teknis, akademik, maupun keterampilan pendukung.

1. Pemahaman tentang Digital Image Watermarking

Mahasiswa memperoleh pemahaman mendalam mengenai konsep dasar dan lanjutan dalam bidang digital image watermarking, termasuk prinsip penyembunyian informasi dalam domain frekuensi, karakteristik transformasi *Discrete Fourier Transform (DFT)*, serta metrik evaluasi watermarking seperti *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)* dan *Normalized Cross-Correlation (NCC)*.

Kajian literatur yang intensif terhadap paper-paper terkait membantu memperkuat landasan teori dalam bidang ini.

2. Keterampilan Implementasi Watermarking Berbasis Python

Pada awal pelaksanaan riset, mahasiswa mendapatkan arahan dari pembimbing BRIN, Prof. Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom., terkait alternatif perangkat lunak open-source seperti Scilab 5.4.1 sebagai pengganti MATLAB yang berlisensi berbayar untuk keperluan pemrosesan citra digital. Namun, dalam pelaksanaannya, mahasiswa memilih untuk mengimplementasikan penelitian menggunakan bahasa pemrograman *python* dengan memanfaatkan library *OpenCV* dan *NumPy*, karena ketersediaan dokumentasi serta dukungan komunitas yang lebih luas untuk pengolahan citra digital dan komputasi numerik. Melalui proses implementasi ini, mahasiswa mengembangkan keterampilan dalam membangun sistem watermarking berbasis transformasi domain frekuensi, mulai dari merancang pipeline embedding dan ekstraksi watermark, memilih koefisien frekuensi yang tepat (*mid-frequency*), hingga melakukan evaluasi kuantitatif terhadap hasil watermarking.

3. Penerapan Algoritma Optimasi Particle Swarm Optimization (PSO)

Mahasiswa mendapatkan pengalaman langsung dalam mengimplementasikan algoritma metaheuristik PSO untuk menyelesaikan permasalahan optimasi parameter pada sistem watermarking. Melalui proses ini, mahasiswa memahami konsep partikel, *personal best*, *global best*, serta mekanisme update *velocity* dan posisi dalam PSO, sekaligus belajar merancang *fitness function* yang mempertimbangkan lebih dari satu kriteria secara simultan.

4. Penyusunan Dokumen dan Draft Artikel Ilmiah

Mahasiswa mendapatkan pengalaman berharga dalam menyusun laporan teknis dan draft artikel ilmiah berdasarkan hasil penelitian. Kegiatan ini memberikan pemahaman tentang standar penulisan akademik, termasuk cara menyajikan hasil eksperimen secara sistematis, menganalisis data secara kritis, serta menyusun pembahasan yang menghubungkan hasil dengan literatur yang ada.

Melalui seluruh proses ini, mahasiswa tidak hanya memperoleh keterampilan teknis di bidang keamanan citra digital dan algoritma optimasi, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menyusun dokumen ilmiah, serta memahami alur kerja penelitian secara menyeluruh mulai dari studi literatur hingga evaluasi hasil.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yang dilaksanakan selama enam bulan di Kelompok Riset *Cybersecurity*, Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber (PRKAKS) BRIN, di bawah bimbingan Prof. Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom., memberikan pengalaman yang komprehensif bagi mahasiswa dalam mengenal dunia riset di bidang keamanan siber dan pengolahan citra digital. Kegiatan selama program mencakup pelatihan pengantar MBKM BRIN, studi literatur mengenai digital image watermarking, implementasi sistem watermarking berbasis Discrete Fourier Transform (DFT), optimasi parameter embedding menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO), pengujian ketahanan watermark, hingga penyusunan laporan akhir dan draft artikel jurnal.

Melalui keterlibatan aktif dalam kegiatan tersebut, mahasiswa memperoleh pemahaman mendalam tentang konsep transformasi domain frekuensi, algoritma optimasi metaheuristik, serta pengembangan model komputasi berbasis *Python* untuk keperluan autentikasi dokumen digital. Selain aspek teknis, kemampuan komunikasi ilmiah, keterampilan menyusun dokumen akademik, serta pemahaman terhadap standar penulisan ilmiah juga mengalami peningkatan yang signifikan selama program berlangsung. Keseluruhan pengalaman ini menjadi bekal penting bagi mahasiswa untuk terlibat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keamanan siber dan kecerdasan artifisial..

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan sistem yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya. Agar pelaksanaan program MBKM ke depan semakin optimal, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan. Pertama, perlunya peningkatan kolaborasi aktif antara mahasiswa, pembimbing, dan peneliti profesional melalui diskusi ilmiah rutin dan bimbingan terstruktur, sehingga setiap tahapan penelitian dapat berjalan terarah dan sesuai dengan standar akademik yang berlaku. Kedua,

program pelatihan lanjutan yang berfokus pada metode-metode keamanan siber dan pengolahan citra digital terkini perlu terus dikembangkan untuk memperkaya wawasan dan kompetensi mahasiswa. Ketiga, ketersediaan akses terhadap perangkat lunak, dataset penelitian, serta literatur ilmiah terbaru juga menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas proses penelitian mahasiswa selama program berlangsung. Pelatihan tambahan dalam keterampilan pemrograman, penulisan ilmiah, serta publikasi jurnal internasional juga diharapkan mampu mempersiapkan mahasiswa secara lebih menyeluruh, baik sebagai calon peneliti maupun sebagai kontributor aktif dalam pengembangan teknologi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bushra Abdulla, N. T., & Navas, K. A. (2020). High Security Watermarking Techniques for Digital Rights Management: A Review. *International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 162–166. <https://doi.org/10.1109/ICCSP48568.2020.9182053>
- Cedillo-hernandez, M., Cedillo-hernandez, A., & Garcia-Ugalde, F. J. (2021). Improving DFT-Based Image Watermarking Using Particle Swarm Optimization Algorithm. *MDPI Journal*, 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/math9151795>
- Nasional, B. R. dan I. (n.d.). *BRILIANT. BRIN Learning Management System*. Badan Riset Dan Inovasi Nasional. <https://briliant.brin.go.id/my/>
- Nasional, B. R. dan I. (2023). *Profil Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber*. Badan Riset Dan Inovasi Nasional. <https://brin.go.id/orei/pusat-ri-set-kecerdasan-artifisial-dan-keamanan-siber/page/selamat-datang-2>
- Nasional, B. R. dan I. (2026). *Modul Mengenal BRIN*. Badan Riset Dan Inovasi Nasional. <https://brin.go.id/page/6/profil>
- Poljicak, A., Mandic, L., & Agic, D. (2011). Discrete Fourier transform–based watermarking method with an optimal implementation radius. *Journal of Electronic Imaging*, 20(3). <https://doi.org/10.1117/1.3609010>
- Senthilkumaran, N., & Abinaya, S. (2016). DIGITAL IMAGE WATERMARKING USING DFT ALGORITHM. *Advanced Computing: An International Journal (ACIJ)*, 7(1), 9–17. <https://doi.org/10.5121/acij.2016.7202>
- Setiawan, E., & Hartiwiningsih. (2025). Optimizing the use of Digital Forensics and Information Technology in Proving Criminal Acts of Electronic Document Forgery in Indonesia. *International Journal of Law, Crime and Justice*, 2(2), 73–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.62951/ijlcj.v2i2.587>

LAMPIRAN

Lampiran Biodata Peserta MBKM



Azwa Fazilatunnisa

Mahasiswa Informatika Semester IV

Serang, Banten
+62 878-9196-0818
azwanisaa01@gmail.com

Mahasiswa aktif semester IV Jurusan Informatika yang memiliki pengalaman berorganisasi dan kepanitiaan di berbagai kegiatan kampus. Mampu bekerja dalam tim, memimpin proyek kecil, dan berkomunikasi efektif. Memiliki dasar yang baik di bidang teknologi informasi dan sedang mengembangkan keterampilan teknis untuk mendukung karier di industri IT.

Educational

SMA 1 Waringinkurung

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)
2020-2023

UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten

Program Studi Informatika
2023-Sekarang

Skills

- Ms. Office
- Interpersonal communication skills
- Problem solving
- Penyusunan laporan administrasi
- Pengelolaan & manajemen dokumen

Sertifikasi

- **Dicoding Indonesia**
AWS Back-End Academy
28 Oktober 2025 - 28 Oktober 2028

Experience

DEWAN EKSEKUTIF MAHASISWA FAKULTAS SAINS (2024-2025)

Anggota Departemen Internal

- Mengelola Administrasi Keanggotaan
- Menyelenggarakan Kegiatan Internal
- Mendukung Proses Regenerasi Organisasi
- Menjadi Penghubung Antaranggota dan Pengurus

EVENT SCDT (SCITECH CHARACTER DEVELOPMENT TRAINING) (2024)

Sekretaris Pelaksana

- Menyusun dan Mengelola Administrasi Kegiatan
- Mencatat Hasil Rapat dan Keputusan Panitia
- Membantu Ketua Pelaksana dalam Koordinasi Internal
- Menyusun Laporan Pertanggungjawaban (LPJ)
- Menjadi Penghubung Resmi Antar Pihak Terkait

SENAT MAHASISWA FAKULTAS SAINS (2025-2026)

Anggota Komisi IV

Mengadvokasi Kesejahteraan Mahasiswa
Menghimpun, menampung, dan menyuarakan aspirasi mahasiswa terkait kebutuhan kesejahteraan, seperti fasilitas kampus, beasiswa, dan layanan mahasiswa.

Lampiran Biodata Pembimbing BRIN



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Biodata Singkat

Nama : Prof. Dr. Didi Rosiyadi., M.Kom
 Kewarganegaraan : Indonesia
 Jenis Kelamin : Pria
 Nama Instansi : Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber, Organisasi Riset Elektronika dan Informatika (OREI) - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
 Jabatan Fungsional : Peneliti Ahli Utama (Profesor Riset)
 Pangkat / Golongan : Pembina Utama Madya IVd
 Kepakaran : Keamanan Siber
 Bidang : Teknik Sistem Informasi
 Keilmuan : Ilmu Komputer
 Tanggal Pengukuhan : 17 Juli 2024
 Professor Riset

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah/PT	Kota dan Negara	Tahun Lulus
1	S3	National Taiwan University of Science and Technology	Taipei, Taiwan	2013
2	S2	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	2003
3	S1	STMIK Bandung	Bandung, Jawa Barat	1997

C. Jabatan Struktural

No.	Jabatan	Instansi	Tahun
1.	Plt. Direktur Pengukuran dan Indikator Riset, Teknologi dan Inovasi	DKRI, BRIN	Maret – Nov 2022
2.	Plt. Kepala Pusat Riset Informatika	IPT, BRIN	Okt 2021 – Feb 2022
3.	Kepala Bidang Sistem Informasi	PP Informatika, LIPI	2019 - 2021
4.	Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) Puslit Informatika	PP Informatika, LIPI	2019-2020

D. Jabatan Fungsional

No	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Utama	09-01-2023
2.	Peneliti Ahli Madya	01-12-2018
3.	Peneliti Ahli Muda	01-08-2007

E. Penugasan Khusus Internasional

No.	Jabatan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Pengajar Tamu di King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) Thailand	BRIN, KMUTT	Nov 2025
2.	PIFI Scientist Fellow, Shenzhen Institute of Advanced Technology (SIAT), Chinese Academy of Sciences (CAS), RRC	BRIN, CAS	Maret – Sep 2025
3.	Keynote Speaker The China-ASEAN Forum on Biological Big Data and Information Processing	BRIN, CAS	2024
4.	Keynote Speaker Annual international workshop on big data and information security, NTUST, Taiwan	BRIN	2022
5.	Program Inisiasi Kolaborasi Riset KMUTT Thailand	LIPI	2019
6.	Staff Mobility Program, Zagreb University, Croatia	LIPI	2019
7.	Visiting Research to NTUST, Taiwan	LIPI, MOE Taiwan	2018
8.	Presenter on ASEAN IVO Forum, Brunei Darussalam	ASEAN IVO, LIPI	2017
9.	Kavli Frontier Fellow, Ambon, Indonesia	National Academic Science, US dan LIPI	2017
10.	Visiting Research, CITI, NTUST, Taiwan	LIPI dan Kemenristekdikti	2016
11.	Postdoctoral Program, NTUST, Taiwan	LIPI dan MOE	2015

	Taiwan		
12.	The Visiting Research on ALICE O2 Upgrade at CERN, Geneva, Switzerland	LIPI, CERN	2014
13.	The ALICE ITS upgrade and O2 Asian Workshop 2014, Krabi, Thailand	LIPI	2014
14.	Research Stay Program, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)	LIPI	2013
15.	PROMISE Winter School, University of Padua, Italy	NTUST, LIPI	2013
16.	Summer School, Bali, Indonesia	LIPI	2012
17.	PhD program, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)	LIPI	2008 - 2013
18.	International Seminar, Islamic University of Technology, Bangladesh	LIPI	2007, 2008

Lampiran Biodata Pembimbing Universitas



Resume of M. Iman Wahyudi

ABOUT ME:

My name is M. Iman Wahyudi. I have 28-year experience in teaching at secondary school, and I am web Developer especially in PHP Programming Language. I am passionate about my work.

PERSONAL INFO:

Father's name: Taswin.
Mother's Name: Emi
Gender: Male
Date of birth: 14-07-1985
Religion: Islam
Nationality: Indonesia
Blood group: O+
Marital status: Married
Height & weight: 164Cm; 65kg
Language: Bahasa
Indonesia.

INTEREST: Reading | Digital Image Processing Innovation | Writing Journal.

WORK EXPERIENCE

ICT Teacher

2003-2020 | Assa'adah Isamic Boarding School.

Headmaster

2018-2020 | SMP Plus Assa'adah.

Lecture: ICT Based Learning Media

2013 - 2016 | Institute Science and Education Center.

Lecture: Management Information System

2013 - 2016 | Institute Science and Education Center.

Lecture: ICT

2021 - now | UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

EDUCATION

Magister Komputer | 2014

Universitas Budiluhur Jakarta. | GPA: 4.76

Sarjana Pendidikan Islam | 2009

Engsih Education Department IAIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten | GPA: 3.20

SMA Pus Assa'adah | 2003

Pondok Pesantren Modern Assa'adah.
National Board : 5.00

MTs Assa'adah | 2000

Pondok Pesantren Modern Assa'adah.
National Board : 5.00

SDN 18 Serang | 1996

Serang Kota Baru Kec. Serang.
National Board : 5.00

LANGUAGE SKILLS

English

Arabic

Bahasa Indonesia

COMPUTER SKILLS

Desian Garaphic

Networking

Computer Troubleshooting

Web Developer

Microsoft Office

Resume of
M. Iman Wahyudi

CONTACT:



Iman.wahyudi@uinbanten.ac.id



+62 859 3950 1925



M. Iman Wahyudi



M. Iman Wahyudi

Association:

1. Member of Rumah Jurnal Indonesia (RJI)
2. Member of Ikatan Ahli Informatika Indonesia (IAII)
3. Member of International Association of Engineer (IAENG)

Editor Journal

1. Jurnal Studi Gender dan Anak (S5)
2. Jurnal Muamalatuna (S4)

Reviewer Journal:

1. Jurnal Rekayasa Sistem dan

ADDRESS:

Pondok Pesantren Modern Assa'adah
Jl. Raya Serang-Pamarayan KM.25,
Dahu, Cikeusal, Dahu, Kec. Cikeusal,
Serang, Banten 42175

ACHIEVEMENT

3rd Winner Headmaster Achievement | 2019

Dinas Pendidikan Kabupaten Serang

Participant Building Peace in School and Communities-Japan ESD Award | 2019

Southeast Asian Ministers of Education Organization

Best Guru Inti in Informatics | 2019

Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan
Pendidik dan Tenaga Kependidikanbidang Kelautan,
Perikanan, Teknologi Informasi dan Komunikasi

2nd Winner in Create Innovation | 2016

Balitbang Banten Province

3rd Winner ICT Based Learning Media | 2013

Pustekkom Banten Province

SCIENTIFIC PUBLICATION

Real-time Printed Document Authentication Using Watermarked QR Code

2015 | *The Fourth International Conference on Cyber Security, Cyber Warfare, and Digital Forensic (CyberSec2015)*

Document Authentication Using Print-Scan Watermarking Based on DCT Algorithm

2013 | *Information System International Conference (ISICO)*

"Analisis Nilai Panca Jiwa di Pondok Pesantren Modern dan Kaitannya Dengan Nilai Pendidikan Karakter Bangsa"

2021 | *Anwarul Jurnal: Jurnal Pendidikan dan Dakwah*

Keran Air Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Sebagai Upaya Meminimalisasi Pemborosan Air.

2022| *Jurnal Applied Computer Science and Technology*

Web-Based Face Recognition Using Line Edge Detection and Euclidean Distance Method"

2022| *Jurnal Applied Computer Science and Technology*

Scopus ID: **57207804393** Scholar ID:

<https://scholar.google.com/citations?user=jlmOwqsAAAAJ&hl=id>

SERTIFICATION

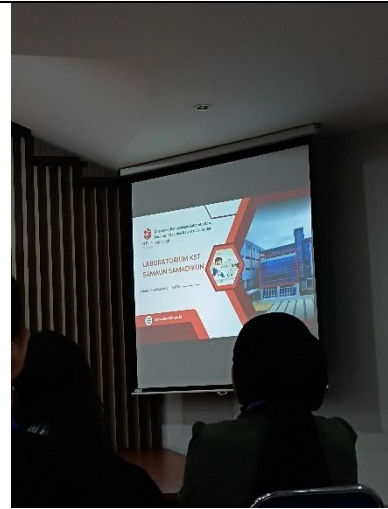
Wordpress 5 Foundation | 2021

Microsoft Certified Educator 2024

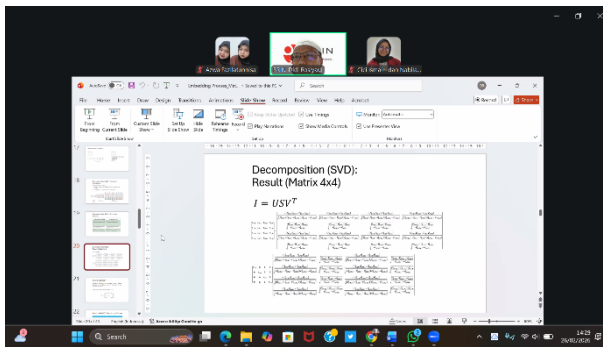
Dokumentasi Kegiatan MBKM



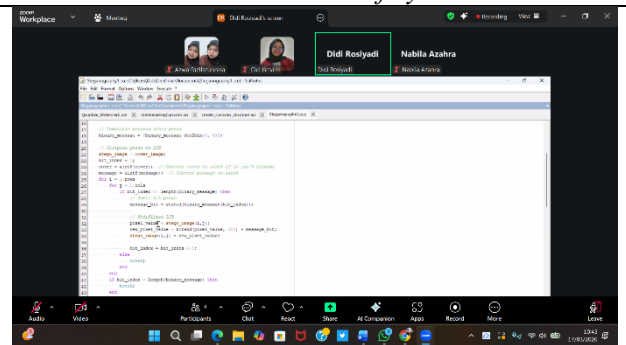
Gambar 1. Pengenalan dan Pemaparan Materi Magang MBKM BRIN



Gambar 2. Sosialisasi *Safety Induction*



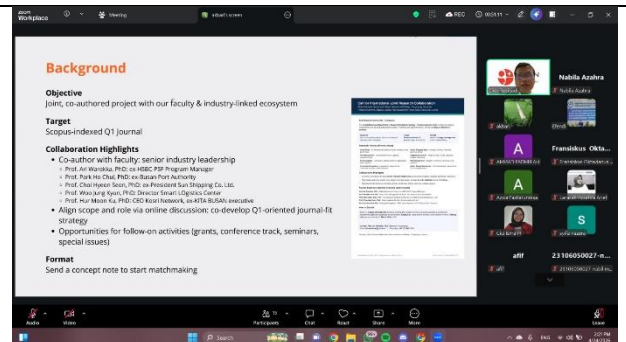
Gambar 3. Laporan Progres Magang 1



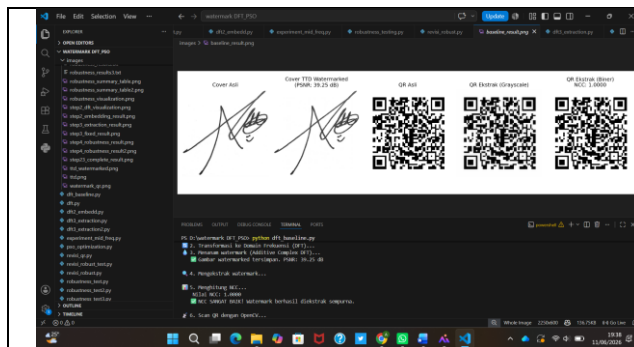
Gambar 4. Bimbingan Terkait Penggunaan Scilab 5.4.1



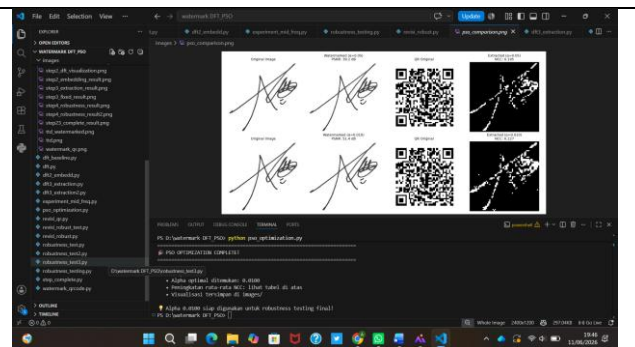
Gambar 5. Laporan Progres Magang 2



Gambar 6. Agenda Pertemuan SKR Multimodal Protection



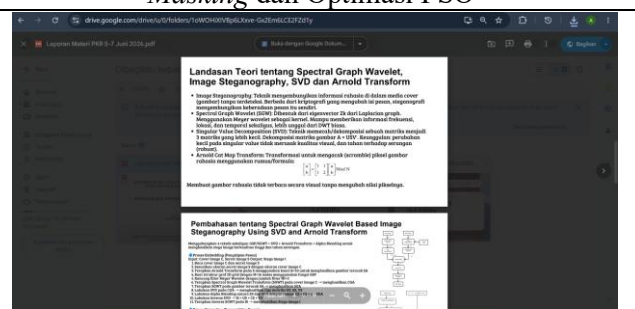
Gambar 7. Pengembangan Modul DFT dan Evaluasi Metrik PSNR-NCC



Gambar 8. Analisis Komparatif Mid-Frequency Masking dan Optimasi PSO



Gambar 9. Laporan Progres Magang 3



Gambar 10. Literature Review Artikel