

TEMPLATE LAPORAN HASIL PKL/MAGANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SULTAN MAULANA
HASANUDDIN BANTEN
BERDASARKAN PEDOMAN PKL/MAGANG TAHUN 2022

PETUNJUK PENGGUNAAN: Bagian ini hanya panduan template. Jika laporan sudah final, halaman petunjuk ini boleh dihapus. Isi bagian bertanda [kurung siku] sesuai data masing-masing mahasiswa.

A. Aturan Format Utama

1. Seluruh naskah menggunakan Times New Roman ukuran 12.
2. Naskah di tulis menggunakan kertas A4
3. Jarak antarbaris isi laporan menggunakan 1,5 spasi.
4. Bagian ringkasan, kutipan langsung, judul tabel dan gambar yang lebih dari satu baris, serta daftar pustaka menggunakan 1 spasi.
5. Margin laporan: atas 4 cm, bawah 3 cm, kiri 4 cm, kanan 3 cm.
6. 7. Alinea baru dimulai pada ketukan ke-5 dari batas tepi kiri.
7. Judul bab ditulis kapital semua, tebal, simetris di tengah, tanpa titik.
8. Perincian ke bawah menggunakan angka atau huruf. Penggunaan tanda hubung atau bullet tidak diperkenankan.

B. Aturan Tabel dan Gambar

1. Tabel
 - a. Nomor dan judul tabel ditulis di atas tabel, posisinya di tengah, dan tidak diakhiri dengan tanda titik.
 - b. Tabel diberi nomor urut menggunakan angka biasa, seperti Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan seterusnya.
 - c. Tabel sebaiknya tidak dipotong ke halaman lain. Namun, jika tabel terlalu panjang dan harus dilanjutkan ke halaman berikutnya, pada halaman lanjutan cukup ditulis nomor tabel dan kata “lanjutan”, tanpa menulis ulang judul tabel.
 - d. Setiap kolom dalam tabel harus diberi nama agar isi tabel mudah dipahami.

- e. Jarak dan batas antar kolom harus dibuat jelas agar data dalam tabel tidak terlihat membingungkan.
- f. Bagian atas dan bawah tabel diberi garis batas agar tabel terlihat terpisah dari isi paragraf laporan.
- g. Tabel diletakkan di tengah halaman atau dibuat simetris.
- h. Jika tabel terlalu panjang, lebih dari dua halaman, atau harus dilipat, tabel tersebut sebaiknya diletakkan pada bagian lampiran.
- i. Sumber tabel ditulis di bawah tabel. Jika data dibuat atau diolah sendiri oleh penulis, maka sumber dapat ditulis “Sumber: Data diolah oleh penulis, [tahun]”. Jika data berasal dari instansi, buku, jurnal, website, atau sumber lain, maka sumber asli harus dicantumkan.

2. Gambar

- a. Bagan, grafik, peta, potret, dan foto semuanya disebut sebagai gambar.
- b. Gambar diberi nomor urut menggunakan angka biasa, seperti Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan seterusnya.
- c. Nomor dan judul gambar ditulis di bawah gambar, posisinya di tengah, dan tidak diakhiri dengan tanda titik.
- d. Gambar tidak boleh terpotong atau terpisah ke halaman lain.
- e. Jika gambar berasal dari sumber lain atau dokumentasi pribadi, sumber gambar harus dicantumkan.
- f. Keterangan gambar ditulis pada bagian kosong yang tersedia di dalam gambar, bukan pada halaman lain.
- g. Ukuran gambar dibuat sewajarnya, tidak terlalu kecil, tidak terlalu besar, tidak terlalu kurus, dan tidak terlalu lebar.
- h. Jika gambar berupa grafik, skala pada grafik harus dibuat jelas agar mudah dibaca dan dipahami.
- i. Bagan dan grafik sebaiknya dibuat dengan garis yang jelas dan menggunakan warna atau tinta yang tidak mudah hilang.
- j. Letak gambar diatur di tengah halaman atau dibuat simetris.
- k. Sumber gambar ditulis di bawah judul gambar. Jika gambar merupakan dokumentasi pribadi, maka sumber dapat ditulis “Sumber: Dokumentasi

Penulis, [tahun]”. Jika gambar berasal dari website, jurnal, buku, instansi, atau sumber lain, maka sumber asli harus dicantumkan.

C. Aturan Bahasa

1. Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia baku sesuai EYD.
2. Kalimat tidak menggunakan kata ganti orang pertama atau kedua seperti saya, aku, kita, dan engkau. Gunakan kata penulis pada kata pengantar.
3. Istilah asing ditulis miring, misalnya *in vivo*, *in vitro* dan sebagainya.
4. Catatan kaki tidak diperkenankan dalam laporan.

D. Sitasi dan Daftar Pustaka Format IEEE

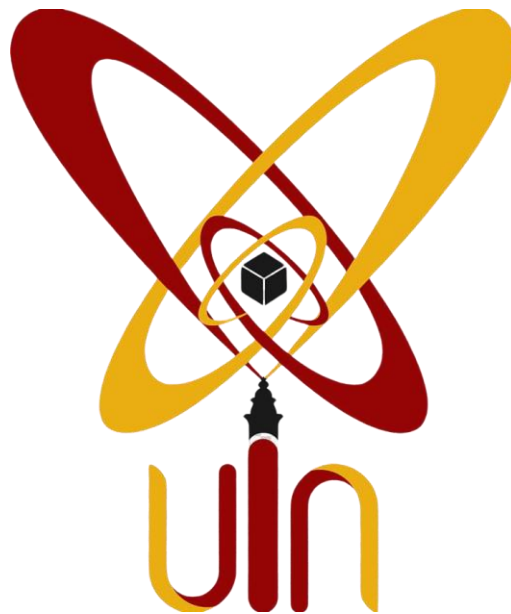
Sitasi dalam teks menggunakan format IEEE. Jika satu pernyataan didukung lebih dari satu sumber, tuliskan sitasi seperti [1], [2] atau [1]-[3]. Daftar pustaka disusun berdasarkan urutan kemunculan sitasi di dalam teks, bukan berdasarkan abjad nama penulis. Nomor pada daftar pustaka harus sama dengan nomor sitasi yang muncul di dalam isi laporan. Sitasi menggunakan Mendeley dan Turnitin maksimal 20%.

Contoh sitasi dalam kalimat:

Sistem informasi digunakan untuk mengolah data menjadi informasi yang bermanfaat bagi organisasi [1]. Penggunaan teknologi informasi juga dapat membantu proses administrasi agar lebih efektif [2].

LAPORAN HASIL PELAKSANAAN PKL/MAGANG
JUDUL PKL/MAGANG “PENGEMBANGAN APLIKASI
DIGITAL TWIN DAS CILIWUNG BERBASIS WEB UNTUK
VISUALISASI DAN ANALISIS RISIKO BANJIR
MENGGUNAKAN PENDEKATAN DIGITAL TWIN”

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat pelaksanaan PKL/Magang
pada Program Studi Informatika



Disusun oleh:

Nama : Akmal Haikal Hamzah

NIM : 231730041

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SULTAN MAULANA HASANUDDIN BANTEN

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan hasil pelaksanaan PKL/Magang ini telah disusun oleh:

Nama	:	Akmal Haikal Hamzah
NIM	:	231730041
Program Studi	:	Informatika
Judul PKL/Magang	:	PENGEMBANGAN APLIKASI DIGITAL TWIN DAS CILIWUNG BERBASIS WEB UNTUK VISUALISASI DAN ANALISIS RISIKO BANJIR MENGUNAKAN PENDEKATAN DIGITAL TWIN
Tempat PKL/Magang	:	BRIN Bandung KST Samaun Samadikun
Waktu Pelaksanaan	:	18 february sampai Tanggal 17 july Selesai

Laporan ini telah diperiksa dan disahkan sebagai laporan hasil pelaksanaan PKL/Magang.

[Tempat], [Tanggal Pengesahan]

Dosen Pembimbing PKL/Magang,

Pembimbing Lapangan,

Ahmah Tabrani, M.T.I

NIP/NIDN. 198509172018011002

Abdurrahman Prasetyadi S.Sos.,

M.P.

Peneliti Muda

Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika

Ahmah Tabrani, M.T.I

NIP/NIDN. 198509172018011002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan hasil pelaksanaan PKL/Magang yang berjudul “PENGEMBANGAN APLIKASI DIGITAL TWIN DAS CILIWUNG BERBASIS WEB UNTUK VISUALISASI DAN ANALISIS RISIKO BANJIR MENGGUNAKAN PENDEKATAN DIGITAL TWIN” dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai salah satu bentuk pertanggungjawaban atas kegiatan PKL/Magang yang telah dilaksanakan di [Badan Riset dan Inovasi Nasional]. Melalui kegiatan ini, penulis memperoleh pengalaman, pengetahuan, serta pemahaman secara langsung mengenai dunia kerja, khususnya dalam bidang Riset – Interaksi Manusia-Komputer dan Visualisasi (Human Computer Interaction and Visualisation).

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan selama pelaksanaan PKL/Magang hingga penyusunan laporan ini, terutama kepada:

1. Ahmah Tabrani, M.T.I
2. Ahmah Tabrani, M.T.I
3. Abdurrahman Prasetyadi S.Sos., M.P.
4. Badan Riset dan Inovasi Nasional
5. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan PKL/Magang.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar laporan ini dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandung, 20 juni 2026

Penulis
Akmal Haikal Hamzah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
Rumusan Masalah	3
Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan khusus	4
1.4 Manfaat PKL/Magang	5
1.4.1 Manfaat teoritis	5
1.4.2 Manfaat praktis	5
1.1 Kajian Pustaka	8
2.1.1 Pengertian Pengertian Digital Twin	8
2.1.2 Konsep Topik Pendukung	9
2.2 Kerangka Pikir Teoritis	12
3.1 Lokasi PKL/Magang	15
3.2 Desain Pelaksanaan PKL/Magang	15
3.3 Penentuan Objek PKL/Magang	16
3.4 Metode Pengumpulan Data	17
3.5 Instrumen PKL/Magang	20
3.6 Teknik Analisis Data	23
4.1 Deskripsi Kegiatan PKL/Magang	25
4.2 Permasalahan yang Ditemukan	27
4.3 Metode Penyelesaian Masalah	29
4.4 Hasil Pelaksanaan PKL/Magang	30
4.5 Pembahasan	32
4.6 Pelajaran yang Diperoleh	34
5.1 Kesimpulan	37

5.2 Keterbatasan.....	38
5.3 Implikasi.....	40
5.4 Saran.....	41
1. Saran bagi Mahasiswa.....	41
2. Saran bagi Instansi Tempat PKL/Magang	42
3. Saran bagi Perguruan Tinggi.....	42

RINGKASAN

Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang merupakan salah satu kegiatan akademik yang bertujuan memberikan pengalaman kerja nyata kepada mahasiswa serta menghubungkan teori yang diperoleh di bangku perkuliahan dengan praktik di dunia kerja. Selama pelaksanaan PKL/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, penulis terlibat dalam pengembangan aplikasi **Digital Twin DAS Ciliwung** berbasis web untuk visualisasi dan analisis risiko banjir menggunakan pendekatan Digital Twin. Permasalahan utama yang ditemukan adalah perlunya sistem yang mampu menyajikan informasi kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung secara visual, interaktif, dan terintegrasi guna mendukung kegiatan monitoring serta analisis risiko banjir. Kondisi yang diharapkan adalah tersedianya sebuah aplikasi yang mampu memvisualisasikan data secara lebih informatif sehingga dapat membantu proses mitigasi bencana dan pengambilan keputusan secara lebih efektif. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi Digital Twin menjadi penting sebagai salah satu inovasi dalam pemanfaatan teknologi informasi di bidang kebencanaan.

Pelaksanaan PKL/Magang dilaksanakan pada bulan **Februari hingga Juli 2026** di **Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi**, dengan pembimbing lapangan **Abdurrahkman Prasetyadi**. Objek kegiatan magang adalah pengembangan aplikasi **Digital Twin DAS Ciliwung** berbasis web yang digunakan untuk monitoring dan analisis risiko

banjir. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi terhadap proses pengembangan sistem, wawancara dengan pembimbing lapangan, serta dokumentasi berupa catatan, foto kegiatan, dan dokumen pendukung. Instrumen yang digunakan meliputi laptop, perangkat lunak Visual Studio Code, Git, GitHub, serta platform deployment Vercel. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu dengan menyusun, mengolah, dan menginterpretasikan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk memperoleh gambaran mengenai proses pengembangan aplikasi dan hasil pelaksanaan PKL/Magang.

Hasil kegiatan PKL/Magang menunjukkan bahwa aplikasi **Digital Twin DAS Ciliwung** berhasil dikembangkan dengan berbagai fitur utama, antara lain **Dashboard Monitoring, Twin Layer Visualization, Flood Inundation Overlay, Flood Risk Heatmap, Scenario Builder, Impact Assessment Map,** dan **AI Flood Assistant**. Pengembangan aplikasi tersebut berhasil mengimplementasikan konsep Digital Twin dalam bentuk visualisasi digital yang interaktif sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi sungai, melakukan simulasi skenario banjir, serta menganalisis potensi dampak yang mungkin terjadi. Selain menghasilkan aplikasi yang dapat diakses melalui platform web, kegiatan magang juga meningkatkan pengetahuan dan keterampilan penulis dalam bidang pengembangan perangkat lunak, visualisasi data geospasial, pengelolaan proyek menggunakan GitHub, serta deployment aplikasi berbasis web. Secara keseluruhan, kegiatan PKL/Magang memberikan manfaat yang signifikan bagi penulis, instansi, dan perguruan tinggi serta menunjukkan bahwa penerapan teknologi Digital Twin berpotensi mendukung sistem monitoring dan analisis risiko banjir secara lebih efektif.

Kata kunci: Praktik Kerja Lapangan, Digital Twin, Daerah Aliran Sungai Ciliwung, Visualisasi Data, Analisis Risiko Banjir, Pengembangan Aplikasi Berbasis Web, BRIN.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana, dan pengambilan keputusan berbasis data. Salah satu teknologi yang saat ini berkembang pesat adalah **Digital Twin**, yaitu representasi virtual dari suatu objek, sistem, atau proses fisik yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan, simulasi, analisis, dan prediksi secara digital. Teknologi ini telah banyak diterapkan dalam berbagai sektor, seperti industri, transportasi, kesehatan, hingga pengelolaan lingkungan dan kebencanaan.

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), khususnya **Pusat Riset Sains Data dan Informasi**, merupakan salah satu lembaga penelitian yang aktif mengembangkan pemanfaatan teknologi digital, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), analisis data, dan sistem informasi untuk mendukung penyelesaian berbagai permasalahan nasional. Salah satu bidang yang menjadi perhatian adalah pengembangan teknologi digital untuk mendukung mitigasi dan manajemen risiko bencana, khususnya bencana banjir yang masih menjadi permasalahan utama di berbagai wilayah Indonesia.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung merupakan salah satu wilayah strategis yang memiliki peran penting dalam sistem hidrologi di wilayah Bogor, Depok, dan Jakarta. DAS Ciliwung juga dikenal sebagai salah satu kawasan yang memiliki tingkat kerawanan banjir cukup tinggi. Tingginya intensitas curah hujan di wilayah hulu, perubahan tata guna lahan, pertumbuhan kawasan permukiman, serta keterbatasan kapasitas saluran drainase menyebabkan risiko banjir di sepanjang aliran Sungai Ciliwung semakin meningkat dari waktu ke waktu. Kondisi tersebut mengakibatkan perlunya sistem pemantauan dan analisis yang mampu memberikan informasi secara cepat, akurat, dan mudah dipahami oleh pengguna maupun pengambil keputusan.

Berdasarkan kondisi yang ditemukan selama kegiatan magang, proses pemantauan kondisi DAS dan informasi banjir umumnya masih dilakukan melalui berbagai sumber data yang terpisah. Informasi mengenai tinggi muka air, kondisi sungai, wilayah terdampak, maupun potensi genangan sering kali tersebar dalam berbagai platform sehingga menyulitkan proses analisis secara menyeluruh. Selain itu, visualisasi data yang tersedia umumnya masih terbatas pada tampilan statistik atau laporan konvensional sehingga kurang mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi aktual dan potensi risiko banjir di suatu wilayah.

Secara ideal, sistem pemantauan banjir seharusnya mampu mengintegrasikan berbagai sumber data ke dalam satu platform yang dapat menampilkan kondisi DAS secara real-time, menyediakan simulasi berbagai skenario banjir, serta memberikan analisis dampak yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Sistem tersebut juga diharapkan mampu memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence (AI) dan visualisasi geospasial untuk meningkatkan pemahaman pengguna terhadap kondisi lingkungan yang sedang dipantau.

Terdapat kesenjangan antara kondisi aktual dan kondisi ideal tersebut. Di satu sisi, kebutuhan akan sistem pemantauan dan analisis banjir yang terintegrasi semakin meningkat, namun di sisi lain masih terdapat keterbatasan dalam penyajian informasi yang komprehensif, interaktif, dan mudah digunakan. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pengembangan suatu sistem yang mampu mengintegrasikan data, visualisasi, simulasi, dan analisis dalam satu platform yang terpadu.

Berdasarkan kondisi tersebut, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama, yaitu: (1) belum tersedianya media visualisasi yang mampu merepresentasikan kondisi DAS secara digital dan interaktif; (2) keterbatasan dalam melakukan simulasi skenario banjir untuk mendukung analisis risiko; (3) belum optimalnya integrasi data dan informasi yang berkaitan dengan kondisi DAS dan potensi banjir; serta (4) perlunya pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence untuk mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan.

Permasalahan tersebut menjadi penting untuk diselesaikan karena banjir merupakan salah satu bencana yang berdampak langsung terhadap masyarakat, infrastruktur, aktivitas ekonomi, dan lingkungan. Ketersediaan sistem yang mampu menyajikan informasi secara cepat dan akurat dapat membantu meningkatkan kesiapsiagaan, mempercepat proses analisis, serta mendukung pengambilan keputusan dalam upaya mitigasi dan penanganan bencana banjir.

Sebagai upaya untuk menjawab permasalahan tersebut, selama kegiatan magang di BRIN penulis terlibat dalam pengembangan aplikasi **Digital Twin DAS Ciliwung** berbasis web. Aplikasi ini dirancang untuk menampilkan representasi digital DAS Ciliwung melalui visualisasi interaktif, pemantauan tinggi muka air, simulasi skenario banjir, analisis dampak genangan, serta pemanfaatan Artificial Intelligence dalam bentuk AI Flood Assistant. Pengembangan aplikasi ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mendukung monitoring dan analisis risiko banjir secara lebih efektif.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis mengangkat judul **“Pengembangan Sistem Digital Twin DAS Ciliwung untuk Monitoring dan Analisis Risiko Banjir Berbasis Kecerdasan Buatan”**. Judul tersebut selaras dengan permasalahan yang ditemukan selama kegiatan magang, yaitu kebutuhan akan sistem yang mampu mengintegrasikan visualisasi digital, simulasi, dan analisis risiko banjir dalam satu platform terpadu. Melalui kegiatan ini diharapkan dapat diperoleh pemahaman mengenai penerapan teknologi Digital Twin dalam bidang kebencanaan sekaligus menghasilkan sistem yang dapat mendukung proses mitigasi risiko banjir secara lebih optimal.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web untuk monitoring kondisi sungai dan risiko banjir?
2. Bagaimana mengimplementasikan visualisasi digital yang mampu merepresentasikan kondisi DAS Ciliwung secara interaktif?

3. Bagaimana mengintegrasikan fitur simulasi dan analisis risiko banjir ke dalam sistem Digital Twin?
4. Bagaimana memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence untuk mendukung analisis dan mitigasi risiko banjir?

1.3 Tujuan PKL/Magang

Tujuan umum

Tujuan umum pelaksanaan magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, adalah untuk memberikan pengalaman kerja nyata kepada mahasiswa dalam menerapkan ilmu pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama perkuliahan ke dalam lingkungan kerja profesional. Selain itu, kegiatan magang bertujuan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang teknologi informasi, khususnya pengembangan sistem berbasis Digital Twin, visualisasi data, dan pemanfaatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) untuk mendukung analisis serta mitigasi risiko banjir. Melalui kegiatan ini, mahasiswa juga diharapkan mampu memahami proses penelitian dan pengembangan teknologi yang dilakukan di lingkungan BRIN serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan profesional dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi di dunia kerja.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Mengembangkan sistem Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web.
2. Membangun visualisasi interaktif yang merepresentasikan kondisi DAS Ciliwung secara digital.
3. Mengimplementasikan fitur simulasi dan analisis dampak banjir.

4. Menerapkan teknologi Artificial Intelligence sebagai pendukung analisis dan mitigasi risiko banjir.
5. Menghasilkan platform yang dapat digunakan sebagai media monitoring dan pengambilan keputusan terkait risiko banjir.

1.4 Manfaat PKL/Magang

1.4.1 Manfaat teoritis

Laporan hasil magang ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi informasi, sains data, sistem informasi geografis, dan teknologi Digital Twin. Laporan ini dapat menjadi referensi akademik bagi mahasiswa, peneliti, maupun pihak lain yang tertarik untuk mempelajari penerapan konsep Digital Twin dalam pemantauan dan analisis risiko bencana banjir.

Selain itu, laporan ini menyajikan pengalaman praktis dalam pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web yang mengintegrasikan visualisasi data, simulasi skenario banjir, dan pemanfaatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence). Hasil yang diperoleh selama kegiatan magang dapat dijadikan sebagai bahan kajian, perbandingan, maupun referensi dalam penelitian dan pengembangan sistem serupa pada masa mendatang.

Laporan ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai penerapan teknologi Digital Twin dalam bidang mitigasi bencana, sehingga dapat mendukung pengembangan penelitian yang berorientasi pada pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan efektivitas pemantauan, analisis, dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko banjir.

1.4.2 Manfaat praktis

Penyusunan laporan hasil magang ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik bagi mahasiswa, instansi tempat magang, maupun pihak perguruan tinggi.

1. Bagi Mahasiswa

- a. Menambah wawasan dan pengalaman praktis dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan ke dalam lingkungan kerja profesional.
- b. Meningkatkan kemampuan teknis dalam bidang teknologi informasi, khususnya pengembangan aplikasi berbasis web, visualisasi data, sistem informasi geografis (GIS), serta penerapan teknologi Digital Twin dan Artificial Intelligence.
- c. Melatih kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan yang ditemukan selama pelaksanaan magang.
- d. Meningkatkan keterampilan komunikasi, kerja sama tim, serta pemahaman mengenai budaya kerja di lingkungan penelitian dan pengembangan teknologi.
- e. Menjadi sarana untuk mempersiapkan diri menghadapi dunia kerja melalui pengalaman langsung dalam pelaksanaan proyek penelitian dan pengembangan sistem.

2. Bagi Instansi Tempat Magang

- a. Memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung sebagai media monitoring dan analisis risiko banjir.
- b. Mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), khususnya pada Pusat Riset Sains Data dan Informasi.
- c. Menjadi salah satu bentuk kerja sama antara instansi dan perguruan tinggi dalam pengembangan sumber daya manusia yang kompeten di bidang teknologi dan penelitian.
- d. Menyediakan dokumentasi hasil kegiatan pengembangan sistem yang dapat dijadikan bahan evaluasi maupun referensi untuk pengembangan sistem pada masa mendatang.

3. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Memperkuat hubungan kerja sama antara perguruan tinggi dengan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dalam bidang pendidikan, penelitian, dan pengembangan teknologi.

b. Menjadi bahan evaluasi terhadap kesesuaian antara materi perkuliahan dengan kebutuhan dunia kerja dan dunia penelitian.

c. Menambah referensi akademik mengenai penerapan teknologi Digital Twin, sistem informasi geografis, dan kecerdasan buatan dalam mitigasi risiko banjir.

d. Menjadi sumber informasi dan bahan pembelajaran bagi mahasiswa lain yang akan melaksanakan kegiatan magang maupun penelitian pada bidang yang sejenis.

e. Mendukung pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya pada aspek pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat melalui pengembangan teknologi yang bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

1.1 Kajian Pustaka

Digital Twin merupakan representasi virtual dari suatu objek, sistem, atau proses fisik yang dibuat untuk merefleksikan kondisi aktual secara digital. Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan, simulasi, analisis, dan prediksi berdasarkan data yang diperoleh dari lingkungan nyata. Konsep Digital Twin pertama kali banyak diterapkan pada sektor industri untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pemeliharaan sistem.

Dalam perkembangannya, Digital Twin tidak hanya digunakan pada bidang manufaktur, tetapi juga telah diterapkan pada berbagai sektor seperti transportasi, kesehatan, kota pintar (smart city), dan pengelolaan lingkungan. Pada bidang mitigasi bencana, Digital Twin dapat digunakan untuk memvisualisasikan kondisi suatu wilayah, melakukan simulasi berbagai skenario bencana, serta membantu proses pengambilan keputusan berdasarkan data yang tersedia.

Penerapan Digital Twin pada Daerah Aliran Sungai (DAS) memungkinkan pengguna memperoleh gambaran kondisi sungai secara lebih komprehensif melalui visualisasi digital yang terintegrasi dengan data lingkungan, hidrologi, dan geospasial.

2.1.1 Pengertian Pengertian Digital Twin

Digital Twin merupakan representasi virtual dari suatu objek, sistem, proses, atau lingkungan fisik yang dibuat untuk merefleksikan kondisi sebenarnya dalam bentuk digital. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk memantau, menganalisis, mensimulasikan, dan memprediksi kondisi suatu sistem berdasarkan data yang diperoleh dari dunia nyata.

Konsep Digital Twin pertama kali diperkenalkan dalam bidang manufaktur dan rekayasa industri sebagai sarana untuk meningkatkan efisiensi operasional serta mendukung proses pengambilan keputusan. Seiring perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, penerapan Digital Twin semakin meluas ke berbagai sektor, seperti transportasi, kesehatan, energi, kota pintar (smart city), dan pengelolaan lingkungan.

Digital Twin bekerja dengan menghubungkan objek fisik dan model digital melalui pertukaran data yang berlangsung secara terus-menerus. Dengan adanya hubungan tersebut, kondisi yang terjadi pada objek fisik dapat direpresentasikan secara real-time atau mendekati kondisi sebenarnya pada model virtual yang tersedia.

Dalam bidang pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana, Digital Twin digunakan untuk memvisualisasikan kondisi wilayah, melakukan simulasi berbagai skenario, serta membantu proses analisis dan pengambilan keputusan. Kemampuan tersebut menjadikan Digital Twin sebagai salah satu teknologi yang potensial dalam mendukung sistem monitoring dan analisis risiko bencana.

Pada kegiatan magang ini, konsep Digital Twin diterapkan pada pengembangan sistem Digital Twin DAS Ciliwung yang bertujuan untuk memvisualisasikan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), memantau parameter terkait banjir, serta mendukung analisis risiko banjir melalui dashboard interaktif, simulasi skenario, dan fitur berbasis kecerdasan buatan.

2.1.2 Konsep Topik Pendukung

Digital Twin merupakan konsep yang menghubungkan objek fisik dengan representasi digital melalui integrasi data secara berkelanjutan. Konsep ini memungkinkan suatu sistem fisik direpresentasikan dalam bentuk model virtual yang dapat digunakan untuk memantau kondisi aktual, melakukan simulasi, serta menganalisis berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada sistem tersebut.

Secara umum, konsep Digital Twin terdiri atas tiga komponen utama, yaitu **objek fisik (physical entity)**, **objek virtual (virtual entity)**, dan **koneksi data (data connection)**. Objek fisik merupakan sistem nyata yang diamati, sedangkan objek virtual merupakan model digital yang merepresentasikan kondisi objek fisik tersebut. Koneksi data berfungsi sebagai media pertukaran informasi antara objek fisik dan objek virtual sehingga kondisi yang terjadi di dunia nyata dapat ditampilkan pada model digital secara akurat.

Dalam implementasinya, Digital Twin memanfaatkan berbagai teknologi pendukung seperti Internet of Things (IoT), sensor, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), komputasi awan (cloud computing), dan sistem informasi geografis (GIS). Integrasi teknologi tersebut memungkinkan proses pengumpulan data, pengolahan informasi, visualisasi, serta analisis dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

Pada pengembangan Digital Twin DAS Ciliwung, konsep ini diterapkan dengan merepresentasikan kondisi sungai dan wilayah sekitarnya ke dalam bentuk model digital berbasis web. Data mengenai tinggi muka air, kondisi sungai, wilayah terdampak banjir, serta berbagai parameter lainnya divisualisasikan dalam bentuk dashboard dan peta interaktif. Melalui pendekatan ini, pengguna dapat memahami kondisi DAS secara lebih komprehensif dan melakukan analisis risiko banjir berdasarkan informasi yang tersedia.

Penerapan konsep Digital Twin dalam sistem monitoring banjir memberikan berbagai keuntungan, seperti kemudahan dalam visualisasi kondisi wilayah, kemampuan melakukan simulasi berbagai skenario banjir, serta dukungan terhadap proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data.

2.1.3 Penelitian atau referensi terkait

Penelitian mengenai penerapan teknologi Digital Twin dalam berbagai bidang terus berkembang, termasuk pada bidang pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana. Beberapa penelitian yang relevan dengan pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung dijelaskan sebagai berikut.

Menurut Grieves dan Vickers (2017), Digital Twin merupakan representasi digital dari suatu objek atau sistem fisik yang dapat digunakan untuk melakukan

pemantauan, simulasi, dan analisis berdasarkan data yang diperoleh dari lingkungan nyata. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa Digital Twin mampu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan melalui integrasi antara dunia fisik dan dunia digital.

Tao et al. (2019) dalam penelitiannya mengenai perkembangan teknologi Digital Twin menyatakan bahwa Digital Twin memiliki kemampuan untuk menghubungkan data fisik, model virtual, dan layanan analitik dalam satu sistem yang terintegrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Digital Twin dapat membantu proses monitoring secara real-time dan mendukung analisis prediktif pada berbagai sektor.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Jones et al. (2020) menunjukkan bahwa penerapan Digital Twin pada pengelolaan lingkungan dapat membantu visualisasi kondisi wilayah secara lebih komprehensif. Dengan memanfaatkan data spasial dan simulasi digital, pengguna dapat memahami kondisi lingkungan serta mengidentifikasi potensi risiko yang mungkin terjadi pada suatu wilayah.

Pada bidang mitigasi banjir, penelitian yang dilakukan oleh Bruwier et al. (2024) menunjukkan bahwa integrasi Digital Twin dengan data hidrologi dan sistem informasi geografis (GIS) mampu meningkatkan kemampuan analisis risiko banjir. Sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk memvisualisasikan kondisi sungai, melakukan simulasi skenario banjir, dan memperkirakan dampak yang mungkin terjadi pada wilayah terdampak.

Selain itu, penelitian mengenai pemanfaatan Artificial Intelligence dalam sistem mitigasi banjir menunjukkan bahwa teknologi AI dapat digunakan untuk membantu proses analisis data, identifikasi pola, serta memberikan rekomendasi berdasarkan kondisi yang diamati. Integrasi AI dengan Digital Twin memungkinkan sistem tidak hanya menampilkan kondisi aktual, tetapi juga memberikan dukungan dalam proses pengambilan keputusan.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi Digital Twin memiliki potensi yang besar untuk diterapkan dalam sistem monitoring dan analisis risiko banjir. Oleh karena itu, pengembangan

aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mendukung visualisasi kondisi DAS, simulasi skenario banjir, serta analisis risiko secara lebih efektif dan interaktif.

1. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). *Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems*.
2. Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). *Digital Twin in Industry: State-of-the-Art*. IEEE Transactions on Industrial Informatics.
3. Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). *Characterising the Digital Twin: A Systematic Literature Review*.
4. Bruwier, M., dkk. (2024). *Digital Twin Approaches for Flood Risk Assessment and Management*.
5. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). *Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research*.

2.2 Kerangka Pikir Teoritis

Banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi pada wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS), termasuk DAS Ciliwung. Tingginya curah hujan, perubahan tata guna lahan, serta peningkatan aktivitas manusia di sekitar wilayah sungai menyebabkan meningkatnya risiko banjir yang dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu membantu proses monitoring dan analisis risiko banjir secara efektif.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung proses tersebut adalah Digital Twin. Digital Twin merupakan representasi virtual dari suatu objek atau sistem fisik yang memungkinkan proses pemantauan, visualisasi, simulasi, dan analisis berdasarkan data yang tersedia. Dalam pengelolaan risiko banjir, Digital Twin dapat digunakan untuk merepresentasikan kondisi DAS

secara digital sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi wilayah dan potensi risiko yang terjadi.

Pada kegiatan magang ini, objek yang menjadi fokus pengembangan adalah aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan konsep Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS), visualisasi data, dan Artificial Intelligence (AI) untuk menampilkan informasi terkait kondisi DAS, simulasi banjir, serta analisis dampak risiko banjir.

Data yang digunakan dalam pengembangan sistem meliputi data geospasial wilayah DAS Ciliwung, data tinggi muka air sungai, data wilayah terdampak banjir, serta data pendukung lainnya yang digunakan dalam proses visualisasi dan simulasi. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi sistem yang dikembangkan, dokumentasi proyek, dan pengumpulan data sekunder yang relevan dengan kebutuhan aplikasi.

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan magang meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka, implementasi aplikasi berbasis web, serta pengujian sistem untuk memastikan seluruh fitur dapat berjalan dengan baik. Selanjutnya, data dan hasil implementasi dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Melalui penerapan konsep Digital Twin pada aplikasi DAS Ciliwung, diharapkan sistem yang dikembangkan mampu menyediakan media visualisasi dan analisis risiko banjir yang interaktif, informatif, dan mudah digunakan sehingga dapat mendukung proses monitoring serta pengambilan keputusan dalam mitigasi bencana banjir.

Diagram Kerangka Pikir

Permasalahan Banjir pada DAS Ciliwung



Teori Digital Twin

Teori Gis

Teori Artificial Intelligence

Teori Visualisasi Data



Pengembangan Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung Berbasis Web



Pengumpulan Data

- Studi Literatur
- Observasi Sistem
- Dokumentasi Proyek
- Data Geospasial dan Hidrologi



Implementasi Sistem

- Dashboard Monitoring
- Twin Layer Visualization
- Scenario Builder
- AI Flood Assistant
- Impact Assessment Map



Analisis dan Pengujian Sistem



Hasil:

Visualisasi dan Analisis Risiko Banjir yang Interaktif serta Mendukung Monitoring DAS Ciliwung

BAB III

METODE PKL/MAGANG

3.1 Lokasi PKL/Magang

[Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Sangkuriyang No. 10, Bandung, West Java 40135, Riset – Interaksi Manusia-Komputer dan Visualisasi, CWS, dan 18 February sampai 17 July 2026.]

3.2 Desain Pelaksanaan PKL/Magang

Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode observasi, studi literatur, serta pengembangan sistem. Pendekatan ini dipilih karena kegiatan magang berfokus pada pengamatan proses kerja, analisis kebutuhan sistem, serta implementasi aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung untuk visualisasi dan analisis risiko banjir.

Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi yang ditemukan selama pelaksanaan magang, baik terkait kebutuhan sistem, proses pengembangan aplikasi, maupun penerapan teknologi Digital Twin dalam mendukung monitoring dan analisis risiko banjir. Melalui pendekatan ini, penulis dapat mendeskripsikan setiap tahapan kegiatan secara sistematis berdasarkan pengalaman dan hasil yang diperoleh selama magang.

Metode observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan di lingkungan Pusat Riset Sains Data dan Informasi BRIN. Kegiatan observasi meliputi pengamatan terhadap kebutuhan pengguna, struktur sistem yang dikembangkan, teknologi yang digunakan, serta fitur-fitur yang diterapkan pada aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung.

Selain observasi, dilakukan juga studi literatur untuk memperoleh pemahaman mengenai konsep Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS),

visualisasi data, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), serta berbagai penelitian terkait mitigasi risiko banjir. Studi literatur dilakukan melalui jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan dokumen pendukung lainnya yang relevan dengan topik magang.

Dalam proses pengembangan aplikasi, digunakan tahapan yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan antarmuka (user interface), implementasi sistem, pengujian fitur, dan evaluasi hasil pengembangan. Tahapan tersebut dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna serta mendukung tujuan penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh BRIN.

Pemilihan pendekatan deskriptif, observasi, dan pengembangan sistem dilakukan karena sesuai dengan karakteristik kegiatan magang yang tidak hanya berfokus pada pengumpulan data, tetapi juga pada keterlibatan langsung dalam proses perancangan dan pengembangan aplikasi. Dengan pendekatan tersebut, penulis dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan teknologi Digital Twin dalam bidang mitigasi bencana banjir sekaligus menghasilkan aplikasi yang dapat digunakan sebagai media visualisasi dan analisis risiko banjir pada DAS Ciliwung.

3.3 Penentuan Objek PKL/Magang

Objek yang menjadi fokus pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang pada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi adalah pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web untuk visualisasi dan analisis risiko banjir menggunakan pendekatan Digital Twin.

Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung merupakan sistem berbasis web yang dirancang untuk merepresentasikan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dalam bentuk digital. Sistem ini bertujuan untuk mendukung proses monitoring, visualisasi data, simulasi kondisi banjir, serta analisis risiko banjir

melalui integrasi teknologi Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS), visualisasi data, dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence).

Fokus utama kegiatan magang meliputi proses analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka pengguna (user interface), pengembangan fitur aplikasi, serta pengujian sistem yang telah dibangun. Beberapa fitur utama yang menjadi objek pengembangan antara lain dashboard monitoring kondisi sungai, visualisasi Digital Twin DAS Ciliwung, simulasi skenario banjir (Scenario Builder), peta dampak banjir (Impact Assessment Map), peta tingkat risiko banjir (Flood Risk Heatmap), serta AI Flood Assistant yang berfungsi membantu pengguna dalam memperoleh informasi terkait kondisi dan risiko banjir.

Selain pengembangan aplikasi, objek magang juga mencakup pengelolaan dan visualisasi data yang digunakan dalam sistem. Data tersebut meliputi data wilayah DAS Ciliwung, data lokasi sensor pemantauan tinggi muka air, data wilayah terdampak banjir, serta data pendukung lainnya yang digunakan untuk kebutuhan simulasi dan analisis.

Pemilihan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung sebagai objek magang didasarkan pada relevansinya dengan bidang penelitian yang dilakukan oleh Pusat Riset Sains Data dan Informasi BRIN, khususnya dalam pemanfaatan teknologi Digital Twin, sains data, dan kecerdasan buatan untuk mendukung pengelolaan lingkungan serta mitigasi bencana banjir. Melalui objek tersebut, penulis memperoleh kesempatan untuk memahami dan terlibat langsung dalam proses pengembangan sistem berbasis teknologi modern yang memiliki manfaat bagi masyarakat dan lingkungan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan selama pelaksanaan PKL/Magang. Dalam

kegiatan magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Pemilihan metode tersebut dilakukan karena dapat memberikan informasi yang lengkap mengenai proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung serta mendukung penyusunan laporan secara sistematis.

a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan secara langsung terhadap kegiatan yang berlangsung di tempat PKL/Magang. Melalui metode ini, penulis mengamati proses penelitian dan pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, mulai dari analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka, implementasi fitur, hingga pengujian aplikasi.

Metode observasi dipilih karena memungkinkan penulis memperoleh data secara langsung mengenai proses kerja, teknologi yang digunakan, serta penerapan konsep Digital Twin dalam pengembangan sistem. Selain itu, observasi membantu penulis memahami alur kerja dan mekanisme pengembangan aplikasi secara lebih mendalam.

b. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui kegiatan tanya jawab dengan pembimbing lapangan maupun pihak yang terlibat dalam kegiatan magang. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai tujuan pengembangan aplikasi, kebutuhan sistem, teknologi yang digunakan, serta berbagai aspek teknis yang berkaitan dengan proyek Digital Twin DAS Ciliwung.

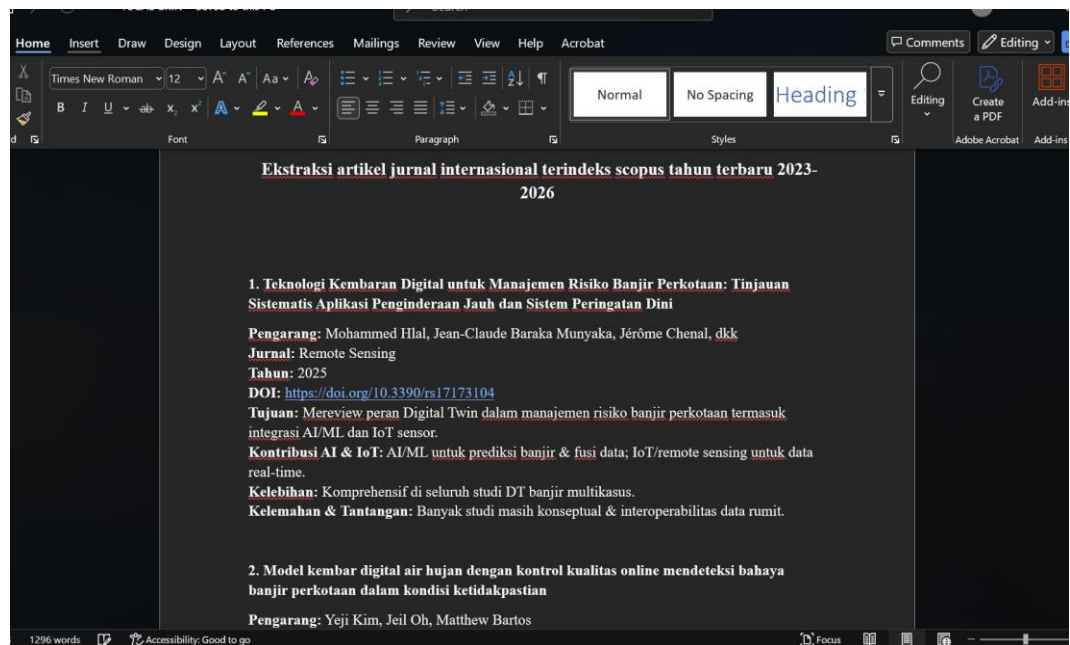
Metode wawancara dipilih karena dapat memberikan informasi yang lebih rinci dan akurat yang tidak selalu dapat diperoleh melalui observasi. Selain itu, wawancara membantu penulis memahami kebutuhan pengguna dan memperoleh masukan terkait pengembangan sistem yang sedang dilakukan.

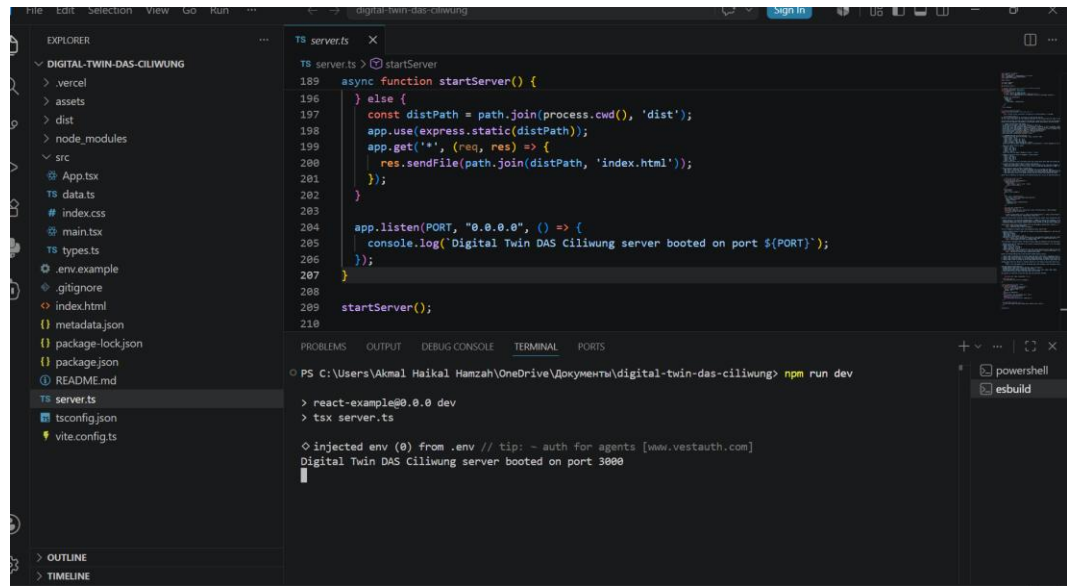
c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan berbagai dokumen, arsip, catatan, foto kegiatan, tangkapan layar (screenshot), serta dokumen pendukung lainnya yang berkaitan dengan pelaksanaan PKL/Magang. Dokumentasi juga mencakup pengumpulan source code, hasil pengujian sistem, dan referensi yang digunakan selama proses pengembangan aplikasi.

Metode dokumentasi dipilih karena dapat menjadi bukti pendukung terhadap data yang diperoleh melalui observasi dan wawancara. Selain itu, dokumentasi memudahkan proses analisis data serta penyusunan laporan magang secara lebih sistematis dan objektif.

Dengan menggunakan ketiga metode tersebut, data yang diperoleh selama kegiatan magang diharapkan dapat menggambarkan secara lengkap proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung serta mendukung pencapaian tujuan PKL/Magang yang telah ditetapkan.





3.5 Instrumen PKL/Magang

Instrumen PKL/Magang merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung pelaksanaan kegiatan magang, mulai dari proses pengumpulan informasi, pengembangan aplikasi, pengujian sistem, hingga penyusunan laporan. Instrumen yang digunakan selama pelaksanaan magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, adalah sebagai berikut:

1. Perangkat Keras (Hardware)

a. Laptop

Laptop digunakan sebagai perangkat utama dalam pengembangan aplikasi, pengolahan data, pengujian sistem, serta penyusunan dokumentasi dan laporan magang.

b. Jaringan Internet

Jaringan internet digunakan untuk mengakses repository proyek, referensi ilmiah, dokumentasi teknologi, serta melakukan proses deployment dan pengujian aplikasi berbasis web.

2. Perangkat Lunak (Software)

a. Visual Studio Code (VS Code)

Digunakan sebagai text editor dan lingkungan pengembangan (Integrated Development Environment/IDE) dalam proses penulisan, pengeditan, dan pengelolaan source code aplikasi.

b. Git dan GitHub

Digunakan sebagai media version control untuk mengelola perubahan source code, menyimpan repository proyek, serta mendukung kolaborasi dalam pengembangan aplikasi.

c. Web Browser

Browser seperti Google Chrome digunakan untuk menjalankan, menguji, dan mengevaluasi tampilan maupun fungsi aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung.

d. Vercel

Digunakan sebagai platform deployment untuk mempublikasikan aplikasi berbasis web sehingga dapat diakses secara online oleh pengguna.

e. Microsoft Word

Digunakan untuk menyusun laporan hasil magang, dokumentasi kegiatan, serta berbagai dokumen pendukung lainnya.

3. Instrumen Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

Digunakan untuk memperoleh informasi dan teori yang berkaitan dengan Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS), Artificial Intelligence, visualisasi data, dan mitigasi risiko banjir melalui jurnal, buku, artikel ilmiah, dan dokumen resmi.

b. Lembar Observasi

Digunakan untuk mencatat hasil pengamatan terhadap proses pengembangan sistem, kebutuhan pengguna, fitur aplikasi, serta teknologi yang digunakan selama kegiatan magang.

c. Dokumentasi

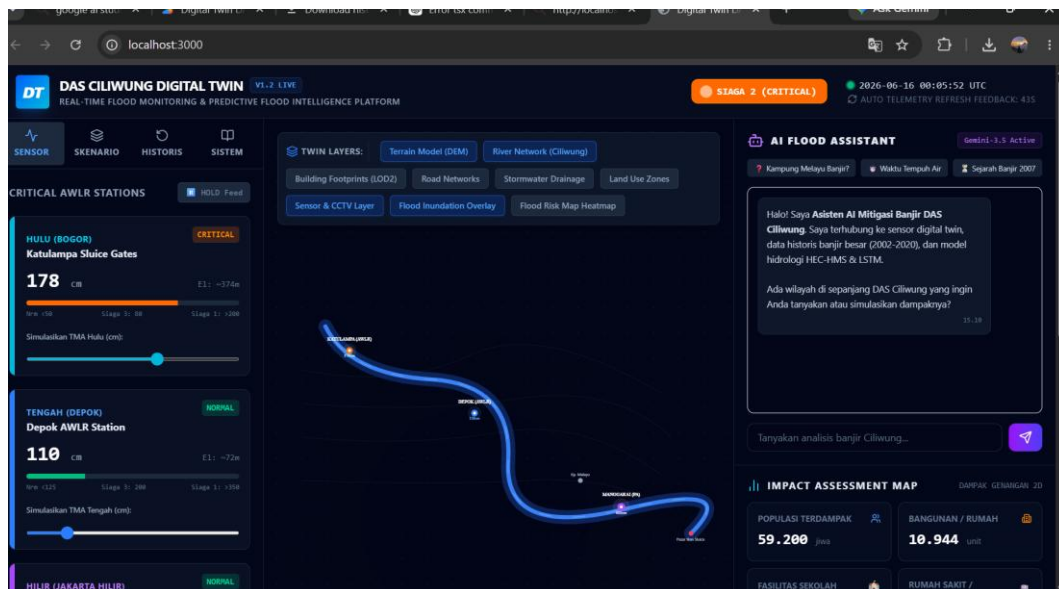
Dokumentasi berupa tangkapan layar (screenshot), catatan kegiatan, dan arsip proyek digunakan sebagai bahan pendukung dalam proses analisis dan penyusunan laporan.

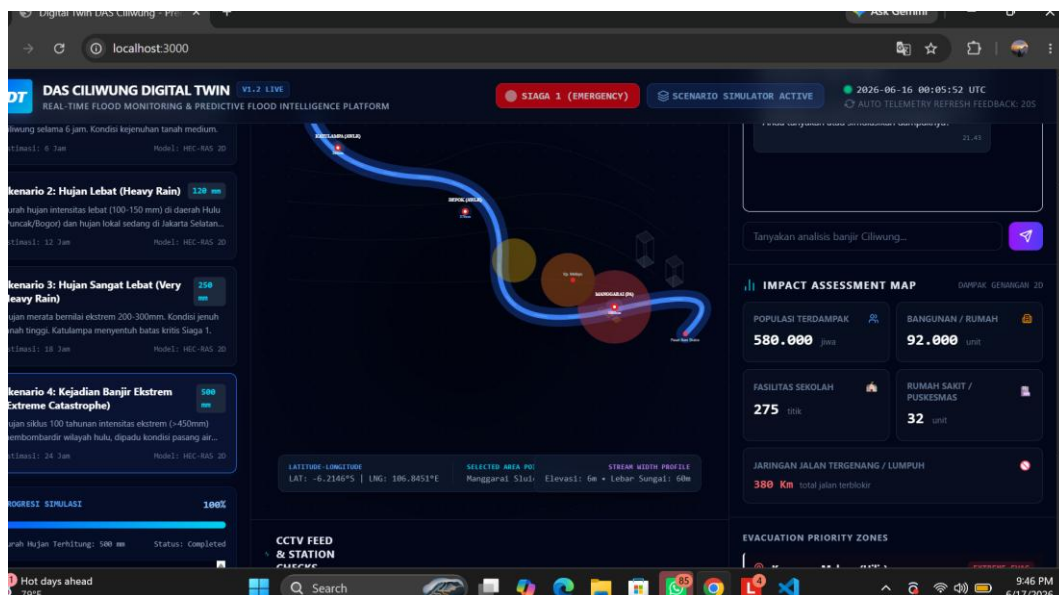
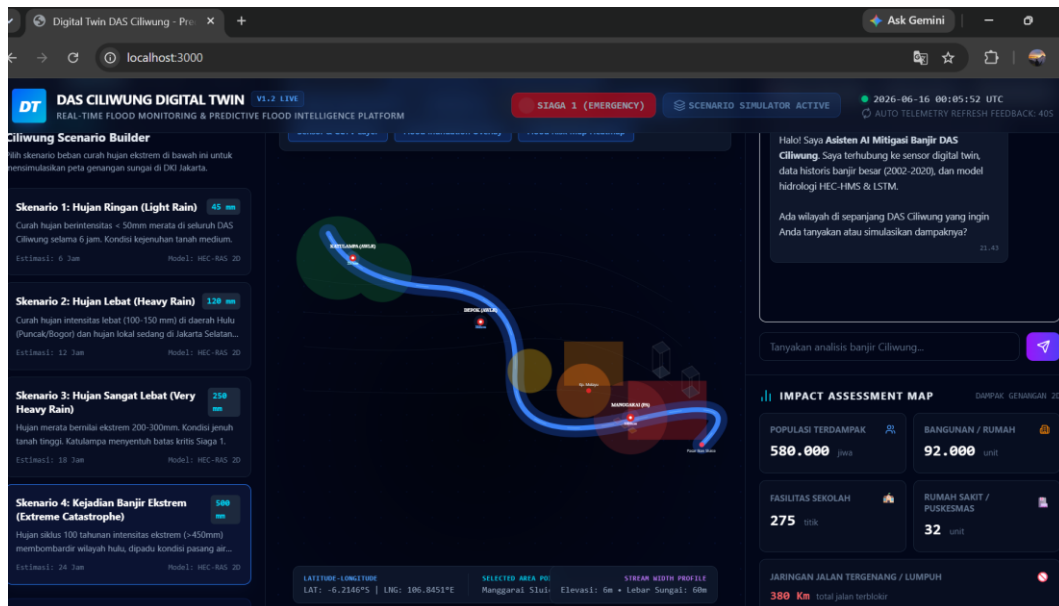
4. Sistem atau Aplikasi yang Menjadi Objek Magang

Instrumen utama dalam kegiatan magang adalah Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung Berbasis Web untuk Visualisasi dan Analisis Risiko Banjir Menggunakan Pendekatan Digital Twin. Aplikasi ini digunakan sebagai objek pengembangan dan pengujian yang mencakup berbagai fitur, antara lain:

- Dashboard Monitoring DAS Ciliwung.
- Twin Layer Visualization.
- Flood Risk Heatmap.
- Flood Inundation Overlay.
- Scenario Builder.
- Impact Assessment Map.
- AI Flood Assistant.

Instrumen-instrumen tersebut digunakan secara terpadu untuk mendukung proses analisis kebutuhan, pengembangan aplikasi, pengujian sistem, serta evaluasi hasil selama pelaksanaan PKL/Magang di BRIN.





3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam pelaksanaan PKL/Magang ini adalah **analisis deskriptif**. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan menginterpretasikan data yang diperoleh selama kegiatan

magang secara sistematis sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai objek yang diteliti.

Data yang dianalisis diperoleh melalui kegiatan observasi, studi literatur, dan dokumentasi selama proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses pengembangan sistem, fitur-fitur yang diterapkan, serta teknologi yang digunakan dalam aplikasi. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh teori dan informasi pendukung yang berkaitan dengan Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS), Artificial Intelligence (AI), visualisasi data, dan mitigasi risiko banjir. Sementara itu, dokumentasi diperoleh dari catatan kegiatan, tangkapan layar (screenshot) aplikasi, source code, serta dokumen pendukung lainnya yang berkaitan dengan pelaksanaan magang.

Data yang telah dikumpulkan kemudian disusun dan dikelompokkan berdasarkan aspek yang relevan dengan tujuan kegiatan magang, seperti proses analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka, implementasi fitur aplikasi, dan hasil pengujian sistem. Selanjutnya, data tersebut dianalisis dan diinterpretasikan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil pengembangan aplikasi dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Melalui teknik analisis deskriptif, hasil observasi, studi literatur, dan dokumentasi dapat dijelaskan secara rinci sehingga diperoleh gambaran mengenai proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, fungsi dari setiap fitur yang dikembangkan, serta manfaat sistem dalam mendukung visualisasi dan analisis risiko banjir. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kesimpulan dan rekomendasi pada laporan PKL/Magang.

BAB IV

HASIL PKL/MAGANG DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Kegiatan PKL/Magang

Pelaksanaan PKL/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, dilaksanakan selama periode Februari sampai Juli. Selama kegiatan magang, penulis terlibat dalam proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web yang bertujuan untuk mendukung visualisasi dan analisis risiko banjir menggunakan pendekatan Digital Twin.

Kegiatan yang dilakukan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka pengguna, implementasi fitur aplikasi, pengujian sistem, hingga dokumentasi hasil pengembangan. Seluruh kegiatan dilakukan di bawah bimbingan pembimbing lapangan serta disesuaikan dengan kebutuhan penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh BRIN.

Tabel 1. Kegiatan PKL/Magang

No	Tanggal	Kegiatan	Keterangan
1	[Februari 2026]	[Orientasi dan Pengenalan Lingkungan Kerja]	[Mengenal lingkungan kerja BRIN, tugas yang akan dilaksanakan, serta ruang lingkup proyek Digital Twin DAS Ciliwung.]
2	[Februari 2026]	[Studi Literatur]	[Mempelajari konsep Digital Twin, GIS, Artificial Intelligence, dan mitigasi risiko banjir dari berbagai referensi ilmiah.]
3	[Februari 2026]	[Analisis Kebutuhan Sistem]	[Mengidentifikasi kebutuhan sistem, fitur yang akan dikembangkan, dan kebutuhan pengguna aplikasi.]

4	Maret 2026	Perancangan Antarmuka (UI/UX	Mendesain tampilan aplikasi, dashboard monitoring, dan struktur navigasi sistem.
5	Maret 2026	Perancangan Arsitektur Sitem	Menentukan struktur aplikasi, alur data, serta teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem.
6	April 2026	Implementasi Dashboard Monitoring	Mengembangkan dashboard untuk menampilkan informasi kondisi DAS dan data pemantauan banjir.
7	April 2026	Pengembangan Twin Layer Visualization	Mengimplementasikan visualisasi digital wilayah DAS Ciliwung dalam bentuk peta interaktif.
8	Mei 2026	Pengembangan Flood Inundation Overlay	Mengembangkan fitur visualisasi area genangan banjir berdasarkan skenario tertentu.
9	Mei 2026	Pengembangan Flood Risk Heatmap	Membuat peta tingkat risiko banjir untuk membantu analisis wilayah rawan banjir.
10	Juni 2026	Pengembangan Scenario Builder	Mengimplementasikan fitur simulasi berbagai skenario banjir berdasarkan parameter yang ditentukan pengguna.
11	Juni 2026	Pengembangan AI Flood Assistant	Mengembangkan fitur berbasis Artificial Intelligence untuk membantu analisis dan penyajian informasi banjir.
12	Juni 2026	Impact Assessment Map	Mengembangkan fitur analisis dampak banjir terhadap wilayah terdampak.
13	July 2026	Pengujian Sistem	Melakukan pengujian terhadap fitur-fitur yang telah dikembangkan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik.

14	July 2026	Perbaikan dan Evaluasi Sistem	Melakukan penyempurnaan berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi sistem.
15	July 2026	Penyusunan Dokumentasi dan Laporan	Menyusun dokumentasi proyek serta laporan hasil PKL/Magang.

Sumber: Data diolah oleh penulis, 2026

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, penulis memperoleh pengalaman dalam proses pengembangan aplikasi berbasis web, pemanfaatan teknologi Digital Twin, visualisasi data geospasial, serta penerapan kecerdasan buatan untuk mendukung analisis risiko banjir. Selain meningkatkan kemampuan teknis, kegiatan magang juga memberikan pemahaman mengenai proses penelitian dan pengembangan teknologi yang dilakukan di lingkungan BRIN.

4.2 Permasalahan yang Ditemukan

Selama pelaksanaan PKL/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, terdapat beberapa permasalahan dan kendala yang ditemukan selama proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web. Permasalahan tersebut berkaitan dengan aspek teknis pengembangan sistem, pengelolaan data, serta integrasi fitur-fitur yang terdapat dalam aplikasi.

Salah satu permasalahan yang ditemukan adalah kompleksitas dalam proses visualisasi data geospasial pada peta interaktif. Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung memanfaatkan berbagai data spasial yang harus ditampilkan secara akurat dan responsif. Proses integrasi data spasial ke dalam sistem memerlukan penyesuaian format data dan pengelolaan layer peta yang cukup kompleks. Kendala ini menyebabkan proses pengembangan fitur visualisasi membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan fitur lainnya.

Permasalahan berikutnya adalah integrasi berbagai fitur dalam satu aplikasi yang terintegrasi. Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa fitur utama, seperti Dashboard Monitoring, Twin Layer Visualization, Flood Risk Heatmap, Flood Inundation Overlay, Scenario Builder, Impact Assessment Map, dan AI Flood Assistant. Integrasi antarfitur memerlukan pengelolaan data dan alur

komunikasi sistem yang baik agar setiap fitur dapat berjalan secara optimal tanpa mengganggu kinerja aplikasi secara keseluruhan.

Selain itu, selama proses pengembangan ditemukan kendala pada pengujian dan optimasi performa aplikasi. Semakin banyak data dan komponen visual yang ditampilkan, semakin besar pula kebutuhan sumber daya sistem. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kecepatan pemuatan halaman (loading time) dan respons aplikasi, terutama ketika pengguna mengakses fitur yang memanfaatkan peta interaktif dan visualisasi data dalam jumlah besar.

Permasalahan lain yang ditemukan adalah kebutuhan untuk memahami teknologi dan framework yang digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis web modern. Proses adaptasi terhadap teknologi seperti React, TypeScript, GitHub, dan platform deployment memerlukan waktu pembelajaran agar pengembangan sistem dapat dilakukan secara efektif dan sesuai dengan standar yang diterapkan dalam proyek.

Permasalahan-permasalahan tersebut memberikan dampak terhadap proses pengembangan aplikasi, antara lain bertambahnya waktu yang diperlukan untuk implementasi dan pengujian fitur, perlunya penyesuaian desain sistem secara berkala, serta meningkatnya kebutuhan koordinasi dengan pembimbing lapangan dalam menyelesaikan kendala teknis yang ditemukan. Meskipun demikian, berbagai kendala tersebut menjadi pengalaman yang berharga karena memberikan kesempatan bagi penulis untuk meningkatkan kemampuan dalam analisis masalah, pengembangan perangkat lunak, serta penerapan teknologi Digital Twin dalam lingkungan kerja yang sesungguhnya.

Dengan adanya identifikasi terhadap berbagai permasalahan tersebut, proses pengembangan aplikasi dapat terus disempurnakan sehingga menghasilkan sistem yang lebih stabil, informatif, dan mampu mendukung visualisasi serta analisis risiko banjir pada DAS Ciliwung secara lebih efektif.

4.3 Metode Penyelesaian Masalah

Untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ditemukan selama pelaksanaan PKL/Magang, dilakukan beberapa langkah penyelesaian yang disesuaikan dengan jenis kendala yang dihadapi. Penyelesaian masalah dilakukan melalui observasi, diskusi dengan pembimbing lapangan, studi literatur, implementasi solusi teknis, serta pengujian sistem secara berkala.

Permasalahan terkait kompleksitas visualisasi data geospasial diselesaikan dengan melakukan observasi terhadap struktur data yang digunakan dan mempelajari dokumentasi teknologi pemetaan yang diterapkan dalam aplikasi. Selain itu, dilakukan penyesuaian format data serta pengelolaan layer peta agar informasi dapat ditampilkan secara lebih terstruktur dan mudah dipahami oleh pengguna. Langkah ini membantu meningkatkan akurasi visualisasi serta mempermudah proses integrasi data spasial ke dalam sistem.

Untuk mengatasi kendala integrasi berbagai fitur aplikasi, dilakukan diskusi secara berkala dengan pembimbing lapangan guna memperoleh arahan mengenai struktur sistem dan alur komunikasi antarfitur. Selanjutnya, dilakukan perbaikan pada struktur kode program dan pengelolaan komponen aplikasi sehingga setiap fitur dapat berjalan secara terintegrasi tanpa mengganggu fungsi fitur lainnya. Pendekatan ini membantu meningkatkan stabilitas dan konsistensi sistem secara keseluruhan.

Permasalahan yang berkaitan dengan performa aplikasi diselesaikan melalui proses pengujian dan optimasi sistem. Pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi bagian aplikasi yang memerlukan perbaikan, khususnya pada fitur yang menampilkan data visual dalam jumlah besar. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dilakukan optimasi pada proses pemuatan data, pengelolaan komponen antarmuka, serta penggunaan sumber daya aplikasi agar kinerja sistem menjadi lebih responsif dan efisien.

Dalam menghadapi kendala terkait pemahaman teknologi yang digunakan, penulis melakukan studi literatur melalui dokumentasi resmi, artikel teknis, dan berbagai sumber pembelajaran yang relevan. Selain itu, penulis juga berdiskusi dengan pembimbing lapangan mengenai implementasi teknologi seperti React,

TypeScript, GitHub, dan platform deployment yang digunakan dalam pengembangan aplikasi. Kegiatan tersebut membantu meningkatkan pemahaman terhadap teknologi yang digunakan sehingga proses pengembangan dapat berjalan dengan lebih baik.

Selain penyelesaian secara teknis, dilakukan pula dokumentasi terhadap setiap permasalahan dan solusi yang diterapkan selama proses pengembangan. Dokumentasi tersebut digunakan sebagai bahan evaluasi dan referensi apabila ditemukan permasalahan serupa pada tahap pengembangan berikutnya.

Melalui berbagai langkah penyelesaian tersebut, kendala yang ditemukan selama pelaksanaan PKL/Magang dapat diatasi secara bertahap sehingga proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung dapat berjalan dengan baik. Hasil dari penyelesaian masalah tersebut juga memberikan pengalaman dan pengetahuan baru bagi penulis dalam mengembangkan aplikasi berbasis web serta menerapkan teknologi Digital Twin untuk mendukung visualisasi dan analisis risiko banjir.

4.4 Hasil Pelaksanaan PKL/Magang

Pelaksanaan PKL/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, memberikan berbagai hasil yang bermanfaat baik dari sisi teknis maupun nonteknis. Selama kegiatan magang, penulis terlibat secara langsung dalam proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web yang bertujuan untuk mendukung visualisasi dan analisis risiko banjir menggunakan pendekatan Digital Twin.

Hasil utama yang diperoleh dari kegiatan magang adalah berhasil dikembangkannya aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web yang dapat digunakan sebagai media visualisasi kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung secara interaktif. Aplikasi yang dikembangkan memiliki berbagai fitur yang mendukung proses monitoring dan analisis risiko banjir, di antaranya Dashboard Monitoring, Twin Layer Visualization, Flood Risk Heatmap, Flood

Inundation Overlay, Scenario Builder, Impact Assessment Map, dan AI Flood Assistant.

Fitur Dashboard Monitoring memungkinkan pengguna memperoleh informasi terkait kondisi DAS dan parameter yang digunakan dalam proses pemantauan banjir. Selanjutnya, fitur Twin Layer Visualization memberikan representasi digital wilayah DAS Ciliwung dalam bentuk peta interaktif yang memudahkan pengguna dalam memahami kondisi wilayah secara visual.

Selain itu, fitur Flood Risk Heatmap dan Flood Inundation Overlay berhasil dikembangkan untuk membantu pengguna mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat risiko banjir tinggi serta memvisualisasikan area yang berpotensi terdampak genangan banjir. Fitur tersebut mendukung proses analisis risiko secara lebih efektif dibandingkan dengan penyajian data dalam bentuk tabel atau teks.

Hasil lainnya adalah pengembangan fitur Scenario Builder yang memungkinkan pengguna melakukan simulasi berbagai skenario banjir berdasarkan parameter tertentu. Fitur ini dapat digunakan untuk membantu memahami dampak yang mungkin terjadi pada kondisi yang berbeda sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih baik.

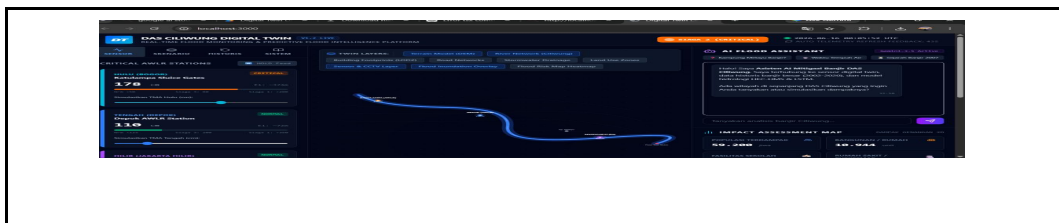
Dalam aplikasi yang dikembangkan juga terdapat fitur AI Flood Assistant yang memanfaatkan konsep kecerdasan buatan untuk membantu pengguna memperoleh informasi terkait kondisi banjir dan analisis risiko secara lebih cepat dan interaktif. Kehadiran fitur ini menjadi nilai tambah dalam pengembangan sistem karena mampu meningkatkan kemudahan akses informasi bagi pengguna.

Selain menghasilkan aplikasi, pelaksanaan magang juga memberikan peningkatan keterampilan teknis kepada penulis. Penulis memperoleh pengalaman dalam pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan teknologi modern, pengelolaan source code menggunakan Git dan GitHub, proses deployment aplikasi menggunakan Vercel, serta penerapan konsep Digital Twin dalam pengembangan sistem informasi.

Dari sisi nonteknis, penulis memperoleh pengalaman bekerja dalam lingkungan penelitian dan pengembangan teknologi, meningkatkan kemampuan komunikasi, kerja sama tim, pemecahan masalah, serta kemampuan berpikir kritis

dalam menyelesaikan berbagai kendala yang muncul selama proses pengembangan aplikasi.

Secara keseluruhan, pelaksanaan PKL/Magang telah memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, yaitu menghasilkan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung yang dapat digunakan sebagai media visualisasi dan analisis risiko banjir, sekaligus meningkatkan kompetensi penulis dalam bidang teknologi informasi, pengembangan perangkat lunak, dan pemanfaatan teknologi Digital Twin untuk mendukung mitigasi bencana.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan PKL/Magang
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2026

4.5 Pembahasan

Hasil pelaksanaan PKL/Magang menunjukkan bahwa pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web telah berhasil mengimplementasikan konsep Digital Twin yang telah dibahas pada BAB II. Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Grieves dan Vickers (2017), Digital Twin merupakan representasi virtual dari suatu objek atau sistem fisik yang digunakan untuk melakukan pemantauan, simulasi, dan analisis berdasarkan data yang diperoleh dari kondisi nyata. Konsep tersebut telah diterapkan pada aplikasi yang dikembangkan dengan memvisualisasikan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dalam bentuk model digital yang interaktif.

Penerapan konsep Digital Twin terlihat pada fitur Twin Layer Visualization yang mampu menampilkan representasi digital wilayah DAS Ciliwung melalui berbagai lapisan informasi, seperti model medan (Terrain Model), jaringan sungai (River Network), jaringan jalan (Road Network), bangunan, sensor pemantauan, serta area genangan banjir. Fitur tersebut sesuai

dengan teori yang menyatakan bahwa Digital Twin menghubungkan objek fisik dengan model virtual untuk memberikan gambaran kondisi yang lebih mudah dipahami oleh pengguna.

Selain itu, hasil pengembangan juga menunjukkan kesesuaian dengan teori Sistem Informasi Geografis (GIS). Menurut teori GIS, data spasial dapat digunakan untuk menyajikan informasi geografis secara visual sehingga memudahkan proses analisis dan pengambilan keputusan. Dalam aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, konsep GIS diterapkan melalui penggunaan peta interaktif yang menampilkan lokasi stasiun pemantauan, jalur sungai, serta area yang berpotensi terdampak banjir. Dengan adanya visualisasi tersebut, pengguna dapat memahami kondisi wilayah secara lebih cepat dan efektif.

Penerapan teori visualisasi data juga terlihat pada dashboard monitoring yang menampilkan informasi tinggi muka air, status siaga banjir, serta data dampak banjir dalam bentuk indikator visual yang mudah dipahami. Berdasarkan teori visualisasi data, penyajian informasi secara visual dapat meningkatkan pemahaman pengguna terhadap data yang kompleks. Hasil yang diperoleh selama pengembangan aplikasi menunjukkan bahwa informasi yang ditampilkan dalam bentuk grafik, peta, dan indikator visual lebih mudah diinterpretasikan dibandingkan penyajian dalam bentuk teks atau tabel.

Selanjutnya, teori kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) juga telah diterapkan melalui fitur AI Flood Assistant. Fitur ini memungkinkan pengguna memperoleh informasi dan analisis terkait kondisi banjir secara lebih interaktif. Kehadiran fitur tersebut menunjukkan bahwa integrasi AI dapat meningkatkan kemudahan akses informasi serta mendukung proses pengambilan keputusan dalam sistem monitoring dan analisis risiko banjir.

Secara umum, hasil yang diperoleh selama pelaksanaan PKL/Magang telah sesuai dengan teori-teori yang dibahas pada BAB II. Konsep Digital Twin, GIS, visualisasi data, dan kecerdasan buatan berhasil diimplementasikan ke dalam aplikasi yang dikembangkan. Namun demikian, terdapat beberapa perbedaan antara teori dan implementasi di lapangan. Secara teoritis, Digital Twin idealnya terhubung langsung dengan sensor fisik yang menghasilkan data real-time secara

berkelanjutan. Pada tahap pengembangan aplikasi ini, beberapa data yang digunakan masih bersifat simulasi dan digunakan untuk kebutuhan visualisasi serta demonstrasi sistem. Meskipun demikian, struktur aplikasi telah dirancang agar dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung integrasi data sensor secara penuh pada implementasi berikutnya.

Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kegiatan PKL/Magang telah berhasil menerapkan teori yang dipelajari selama perkuliahan ke dalam pengembangan aplikasi nyata. Pengalaman ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan teknologi Digital Twin dalam bidang mitigasi bencana serta memperkuat kompetensi penulis dalam pengembangan sistem berbasis web dan visualisasi data geospasial.

4.6 Pelajaran yang Diperoleh

Pelaksanaan PKL/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, memberikan berbagai pengalaman dan pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis, baik dari aspek akademik maupun profesional. Melalui keterlibatan langsung dalam pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, penulis memperoleh kesempatan untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama perkuliahan ke dalam lingkungan kerja yang sesungguhnya.

Dari aspek pengetahuan, penulis memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep Digital Twin, Sistem Informasi Geografis (GIS), visualisasi data, dan pemanfaatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dalam mendukung monitoring serta analisis risiko banjir. Selain itu, penulis juga memahami bagaimana proses penelitian dan pengembangan teknologi dilakukan dalam sebuah lembaga riset nasional, mulai dari tahap perencanaan hingga implementasi sistem.

Dari aspek keterampilan teknis, penulis memperoleh pengalaman dalam pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan teknologi modern. Penulis

belajar mengelola source code menggunakan Git dan GitHub, melakukan pengujian sistem, memperbaiki kesalahan program (debugging), serta melakukan deployment aplikasi agar dapat diakses secara online. Pengalaman tersebut meningkatkan kemampuan penulis dalam bidang pemrograman, pengembangan perangkat lunak, dan pengelolaan proyek teknologi informasi.

Selain keterampilan teknis, kegiatan magang juga memberikan pembelajaran terkait kemampuan komunikasi. Selama pelaksanaan magang, penulis berinteraksi dengan pembimbing lapangan dan rekan kerja untuk mendiskusikan kebutuhan sistem, kendala yang dihadapi, serta solusi yang dapat diterapkan. Melalui kegiatan tersebut, kemampuan penulis dalam menyampaikan ide, menerima masukan, dan berkomunikasi secara profesional mengalami peningkatan.

Dari aspek kerja sama tim, penulis belajar pentingnya kolaborasi dalam menyelesaikan suatu proyek. Pengembangan aplikasi tidak dapat dilakukan secara individu, melainkan memerlukan koordinasi dengan berbagai pihak yang terlibat. Pengalaman ini memberikan pemahaman mengenai pentingnya tanggung jawab, saling menghargai pendapat, serta kemampuan bekerja sama untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Pelaksanaan magang juga memberikan pembelajaran mengenai kedisiplinan dan manajemen waktu. Penulis dituntut untuk menyelesaikan tugas sesuai jadwal yang telah ditentukan, mengikuti arahan pembimbing, serta menjaga kualitas hasil pekerjaan. Pengalaman tersebut membantu membentuk sikap profesional yang sangat dibutuhkan dalam dunia kerja.

Selain itu, penulis memperoleh pengalaman berharga dalam menghadapi dan menyelesaikan berbagai permasalahan yang muncul selama proses pengembangan aplikasi. Setiap kendala yang ditemukan menjadi sarana pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan analisis, berpikir kritis, dan pemecahan masalah. Kemampuan tersebut sangat penting dalam bidang teknologi informasi yang terus berkembang dan menghadirkan berbagai tantangan baru.

Secara keseluruhan, kegiatan PKL/Magang memberikan manfaat yang besar bagi pengembangan kompetensi penulis. Selain meningkatkan pengetahuan dan

keterampilan teknis, kegiatan ini juga membantu membentuk sikap kerja profesional, kemampuan komunikasi, kerja sama tim, serta kesiapan dalam menghadapi dunia kerja setelah menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, serta berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berbasis web berhasil dilakukan dengan memanfaatkan konsep Digital Twin untuk merepresentasikan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dalam bentuk digital yang interaktif. Aplikasi yang dikembangkan mampu menampilkan berbagai informasi yang berkaitan dengan kondisi sungai, wilayah terdampak, serta risiko banjir melalui visualisasi yang mudah dipahami oleh pengguna.
2. Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung berhasil mengintegrasikan berbagai fitur yang mendukung proses monitoring dan analisis risiko banjir, seperti Dashboard Monitoring, Twin Layer Visualization, Flood Inundation Overlay, Flood Risk Heatmap, Scenario Builder, Impact Assessment Map, dan AI Flood Assistant. Fitur-fitur tersebut memungkinkan pengguna memperoleh informasi secara lebih cepat, akurat, dan interaktif.
3. Penerapan pendekatan Digital Twin dalam aplikasi memberikan manfaat dalam proses visualisasi data dan analisis risiko banjir. Melalui representasi digital wilayah DAS Ciliwung, pengguna dapat memahami kondisi wilayah, melakukan simulasi skenario banjir, serta mengidentifikasi potensi dampak yang mungkin terjadi pada area tertentu.
4. Selama pelaksanaan magang, penulis memperoleh pengalaman dan keterampilan baru dalam bidang pengembangan aplikasi berbasis web, pengelolaan data, visualisasi geospasial, penggunaan Git dan GitHub,

deployment aplikasi, serta penerapan teknologi Digital Twin dan Artificial Intelligence dalam penyelesaian permasalahan lingkungan.

5. Kegiatan PKL/Magang memberikan kesempatan kepada penulis untuk menerapkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam lingkungan kerja profesional, sekaligus meningkatkan kemampuan teknis, komunikasi, kerja sama tim, kedisiplinan, dan kemampuan pemecahan masalah yang diperlukan dalam dunia kerja.

Dengan demikian, tujuan pelaksanaan PKL/Magang dan pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung telah tercapai dengan baik. Aplikasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi media pendukung dalam visualisasi dan analisis risiko banjir serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung sistem mitigasi bencana yang lebih komprehensif di masa mendatang.

5.2 Keterbatasan

Selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, terdapat beberapa keterbatasan yang dihadapi dalam proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung. Keterbatasan tersebut dapat memengaruhi ruang lingkup pekerjaan dan hasil yang diperoleh selama kegiatan magang.

Salah satu keterbatasan yang dihadapi adalah keterbatasan waktu pelaksanaan magang. Dalam periode magang yang berlangsung selama beberapa bulan, penulis harus menyesuaikan waktu untuk mempelajari teknologi yang digunakan, memahami kebutuhan sistem, mengembangkan fitur aplikasi, melakukan pengujian, serta menyusun laporan magang. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa pengembangan lanjutan belum dapat diimplementasikan secara maksimal.

Keterbatasan berikutnya berkaitan dengan akses terhadap data yang digunakan dalam sistem. Sebagian data yang dibutuhkan untuk simulasi dan visualisasi risiko banjir masih menggunakan data demonstrasi atau data yang telah

disesuaikan untuk kebutuhan pengembangan aplikasi. Oleh karena itu, belum seluruh fitur dapat memanfaatkan data real-time secara penuh sebagaimana konsep Digital Twin yang ideal.

Selain itu, penulis juga menghadapi keterbatasan pengalaman dalam penggunaan beberapa teknologi dan framework yang digunakan dalam pengembangan aplikasi, seperti React, TypeScript, pengelolaan repository menggunakan GitHub, serta proses deployment aplikasi berbasis web. Meskipun keterbatasan tersebut dapat diatasi melalui proses pembelajaran mandiri dan bimbingan dari pembimbing lapangan, diperlukan waktu adaptasi agar dapat memahami dan mengimplementasikan teknologi tersebut dengan baik.

Keterbatasan lain yang ditemukan adalah kompleksitas dalam pengembangan sistem Digital Twin yang mengintegrasikan berbagai komponen, seperti visualisasi geospasial, simulasi skenario banjir, analisis dampak, dan fitur berbasis kecerdasan buatan. Integrasi berbagai fitur tersebut memerlukan proses pengujian dan penyesuaian yang cukup intensif untuk memastikan seluruh komponen dapat berjalan secara optimal dalam satu aplikasi.

Meskipun terdapat berbagai keterbatasan tersebut, kegiatan PKL/Magang tetap memberikan pengalaman dan pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis. Keterbatasan yang dihadapi justru menjadi sarana untuk meningkatkan kemampuan belajar, beradaptasi dengan teknologi baru, serta mengembangkan kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan yang muncul selama proses pengembangan aplikasi.

Dengan adanya keterbatasan tersebut, diharapkan pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung dapat dilanjutkan pada masa mendatang melalui integrasi data real-time yang lebih lengkap, penyempurnaan fitur analisis, serta peningkatan performa sistem sehingga dapat memberikan manfaat yang lebih optimal dalam mendukung monitoring dan analisis risiko banjir.

5.3 Implikasi

Hasil pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang memberikan berbagai implikasi positif bagi mahasiswa, instansi tempat magang, maupun perguruan tinggi. Implikasi tersebut tidak hanya berkaitan dengan peningkatan kompetensi individu, tetapi juga mendukung pengembangan kerja sama antara dunia pendidikan dan dunia penelitian.

Bagi mahasiswa, kegiatan PKL/Magang memberikan pengalaman nyata dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan ke dalam lingkungan kerja profesional. Melalui keterlibatan dalam pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, penulis memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengembangan perangkat lunak berbasis web, visualisasi data geospasial, penerapan teknologi Digital Twin, serta pemanfaatan kecerdasan buatan dalam analisis risiko banjir. Pengalaman tersebut menjadi bekal yang berharga dalam mempersiapkan diri menghadapi dunia kerja maupun pengembangan karier di bidang teknologi informasi.

Bagi instansi tempat magang, yaitu Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), hasil kegiatan magang memberikan kontribusi dalam proses pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung yang dapat digunakan sebagai media visualisasi dan analisis risiko banjir. Aplikasi yang dikembangkan dapat mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi yang dilakukan oleh Pusat Riset Sains Data dan Informasi, khususnya dalam pemanfaatan teknologi digital untuk pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana. Selain itu, keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan penelitian juga dapat membantu mempercepat proses pengembangan sistem serta memperkuat kolaborasi antara instansi penelitian dan perguruan tinggi.

Bagi perguruan tinggi, pelaksanaan PKL/Magang memberikan manfaat sebagai sarana evaluasi terhadap kesesuaian antara materi pembelajaran di kampus dengan kebutuhan dunia kerja dan penelitian. Hasil kegiatan magang dapat menjadi referensi bagi pengembangan kurikulum yang lebih relevan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri. Selain itu, laporan magang yang

dihasilkan dapat menjadi sumber referensi akademik bagi mahasiswa lain yang akan melaksanakan penelitian atau kegiatan magang pada bidang yang sejenis.

Secara keseluruhan, hasil PKL/Magang menunjukkan bahwa kolaborasi antara mahasiswa, perguruan tinggi, dan instansi penelitian dapat memberikan manfaat yang saling mendukung. Pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung tidak hanya menghasilkan luaran berupa sistem yang dapat dimanfaatkan dalam visualisasi dan analisis risiko banjir, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas sumber daya manusia, pengembangan penelitian, serta penguatan hubungan kerja sama antara perguruan tinggi dan BRIN dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

5.4 Saran

Berdasarkan pengalaman dan hasil yang diperoleh selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi mahasiswa, instansi tempat magang, maupun pihak perguruan tinggi.

1. Saran bagi Mahasiswa

Mahasiswa yang akan melaksanakan PKL/Magang disarankan untuk mempersiapkan diri dengan baik, baik dari segi pengetahuan maupun keterampilan teknis yang relevan dengan bidang magang yang dipilih. Selain itu, mahasiswa perlu memiliki kemampuan belajar mandiri, komunikasi yang baik, serta sikap proaktif dalam mencari informasi dan menyelesaikan tugas yang diberikan. Pemahaman mengenai teknologi pengembangan perangkat lunak, pengelolaan data, dan penggunaan tools kolaborasi seperti GitHub juga perlu ditingkatkan agar proses adaptasi di lingkungan kerja dapat berlangsung lebih cepat dan efektif.

2. Saran bagi Instansi Tempat PKL/Magang

Bagi Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), khususnya Pusat Riset Sains Data dan Informasi, diharapkan dapat terus memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat dalam proyek-proyek penelitian dan pengembangan teknologi yang inovatif. Selain itu, penyediaan dokumentasi teknis yang lebih lengkap serta program pembimbingan yang terstruktur dapat membantu mahasiswa memahami alur kerja dan teknologi yang digunakan secara lebih optimal. Untuk pengembangan aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung, disarankan agar dilakukan pengembangan lanjutan melalui integrasi data real-time yang lebih komprehensif, peningkatan fitur analisis, serta optimalisasi performa sistem agar dapat memberikan informasi yang lebih akurat dan bermanfaat bagi pengguna.

3. Saran bagi Perguruan Tinggi

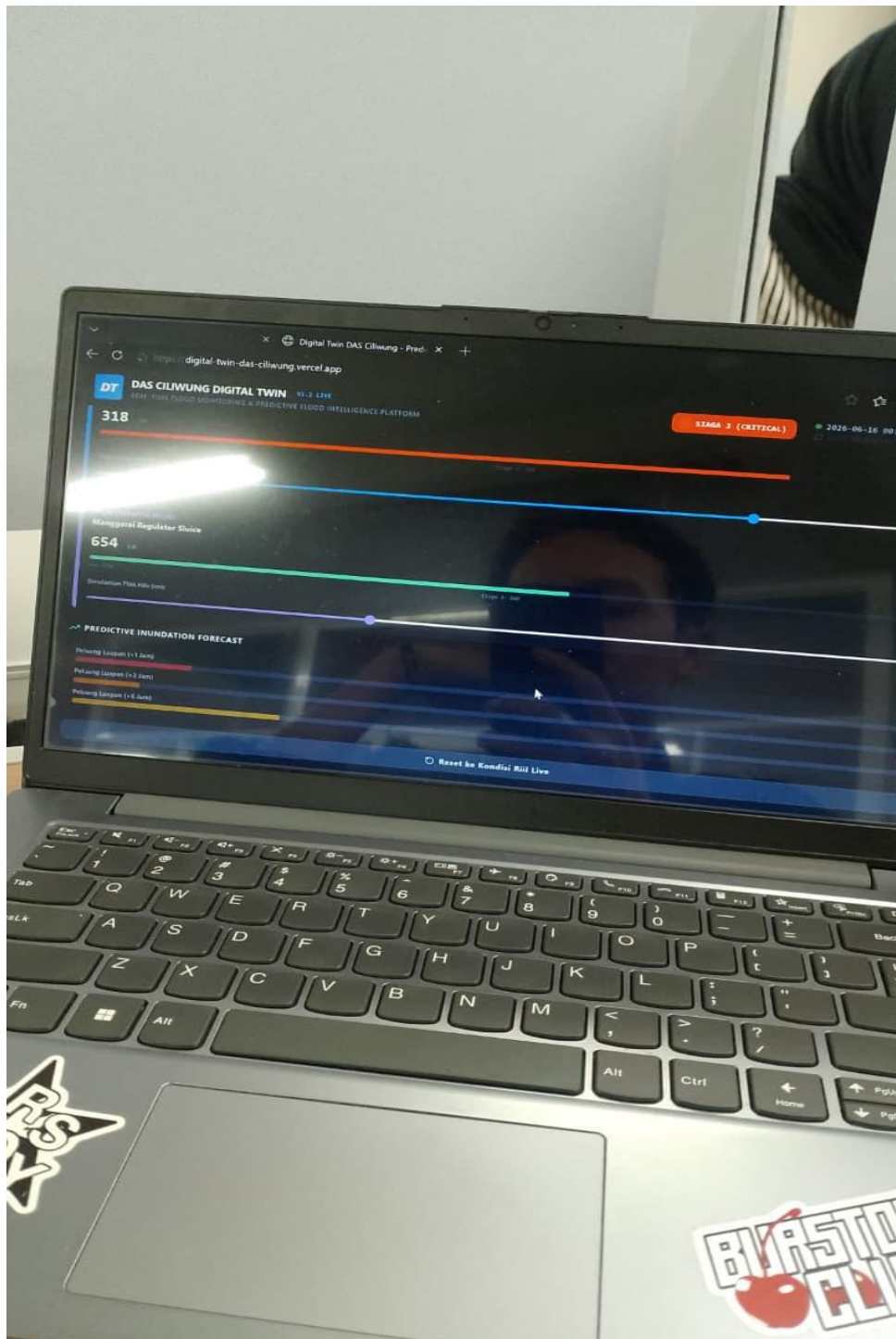
Bagi pihak perguruan tinggi, diharapkan dapat terus memperkuat kerja sama dengan lembaga penelitian, instansi pemerintah, maupun industri sehingga mahasiswa memiliki lebih banyak kesempatan untuk memperoleh pengalaman kerja yang relevan dengan bidang studinya. Selain itu, perguruan tinggi perlu terus menyesuaikan kurikulum dengan perkembangan teknologi terkini, khususnya pada bidang pengembangan perangkat lunak, kecerdasan buatan, analisis data, dan teknologi Digital Twin. Dengan demikian, mahasiswa akan memiliki bekal yang lebih baik dalam menghadapi kebutuhan dunia kerja dan perkembangan teknologi di masa mendatang.

Secara keseluruhan, pelaksanaan PKL/Magang telah memberikan manfaat yang besar bagi seluruh pihak yang terlibat. Oleh karena itu, diharapkan kegiatan serupa dapat terus dilaksanakan dan ditingkatkan kualitasnya sehingga mampu menghasilkan lulusan yang kompeten, inovatif, dan siap berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Grieves and J. Vickers, “Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems,” in *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems*, Cham, Switzerland: Springer, 2017, pp. 85–113.
- [2] F. Tao, H. Zhang, A. Liu, and A. Y. C. Nee, “Digital Twin in Industry: State-of-the-Art,” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 15, no. 4, pp. 2405–2415, 2019.
- [3] D. Jones, C. Snider, A. Nassehi, J. Yon, and B. Hicks, “Characterising the Digital Twin: A Systematic Literature Review,” *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 29, pp. 36–52, 2020.
- [4] A. Fuller, Z. Fan, C. Day, and C. Barlow, “Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 108952–108971, 2020.
- [5] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic Information Systems and Science*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2015.
- [6] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson, 2021.
- [7] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
- [8] A. Kadir, *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2014.
- [9] Badan Riset dan Inovasi Nasional, *Profil Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)*. Jakarta: BRIN, 2024.
- [10] Badan Riset dan Inovasi Nasional, *Pusat Riset Sains Data dan Informasi*. Jakarta: BRIN, 2024.

LAMPIR



Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Pengembangan Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung

Gambar L.1 Dokumentasi Pengujian Aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2026.

Keterangan:

Gambar L.1 menunjukkan kegiatan pengujian aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung yang dilakukan selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL)/Magang di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pusat Riset Sains Data dan Informasi. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap fitur simulasi tinggi muka air (AWLR) dan prediksi potensi banjir untuk memastikan fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Pengujian dilakukan menggunakan perangkat laptop dengan mengakses aplikasi melalui peramban web. Beberapa parameter yang diuji meliputi perubahan tinggi muka air pada setiap stasiun pemantauan, perubahan status siaga banjir, serta respons sistem terhadap skenario simulasi yang diberikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu menampilkan perubahan kondisi secara visual dan interaktif sesuai dengan parameter yang dimasukkan.

Dokumentasi ini menjadi salah satu bukti bahwa penulis terlibat secara langsung dalam proses pengembangan, implementasi, dan pengujian aplikasi Digital Twin DAS Ciliwung selama kegiatan PKL/Magang.