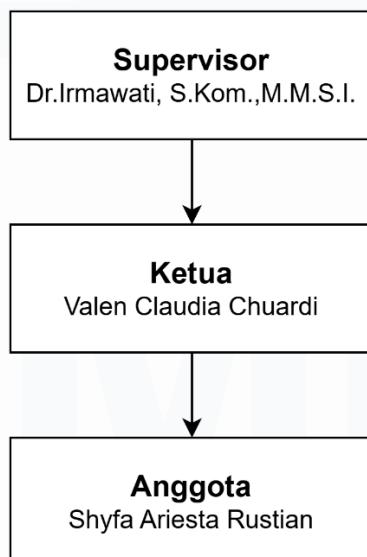


BAB III

PELAKSANAAN PRO-STEP: ROAD TO CHAMPION

3.1 Kedudukan dan Koordinasi

Pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program dilaksanakan dengan struktur koordinasi yang jelas antara penulis, anggota kelompok, dan dosen pembimbing. Kejelasan struktur koordinasi ini menjadi aspek penting untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari proses penelitian, penyusunan karya ilmiah, hingga persiapan mengikuti kompetisi, dapat berjalan secara terarah dan sesuai dengan standar akademik yang berlaku. Dalam pelaksanaan Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0, penulis berperan sebagai ketua tim yang bertanggung jawab terhadap keseluruhan alur kerja penelitian, sedangkan dosen pembimbing berperan sebagai pihak yang memberikan arahan akademik serta supervisi selama proses berlangsung.



Gambar 3.1 Kedudukan Pelaksanaan Road to Champion

Koordinasi yang dilakukan tidak hanya mencakup aspek administratif, tetapi juga melibatkan diskusi substantif terkait metodologi penelitian, evaluasi hasil sementara, serta pembahasan atas kendala teknis maupun konseptual yang muncul selama proses pengerjaan. Melalui komunikasi yang dilakukan secara berkala,

penulis memperoleh masukan dan saran yang digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan penelitian, baik dalam penentuan metode, pengolahan data, maupun penyusunan laporan ilmiah.

Pola kerja yang terbangun bersifat kolaboratif dan saling melengkapi. Dosen pembimbing berperan dalam memberikan pandangan akademik dan memastikan kesesuaian penelitian dengan kaidah ilmiah, sementara penulis mengelola aspek teknis penelitian serta mengoordinasikan pelaksanaan tugas bersama anggota kelompok. Dengan adanya koordinasi yang terstruktur dan berkelanjutan, setiap tahapan penelitian dapat dijalankan secara sistematis, sehingga keputusan yang diambil tetap berada dalam koridor akademik yang tepat dan mendukung pencapaian tujuan kompetisi.

Kedudukan dalam penelitian ini menggambarkan hubungan kerja antara dosen pembimbing, ketua tim, dan anggota kelompok selama pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program melalui jalur kompetisi. Setiap pihak memiliki peran yang saling melengkapi dengan tujuan utama menghasilkan karya ilmiah yang tidak hanya memenuhi standar akademik, tetapi juga layak dipresentasikan dalam kompetisi ilmiah tingkat nasional. Struktur koordinasi ini memungkinkan proses penelitian berjalan secara efektif sekaligus menjaga kualitas ilmiah dari setiap tahapan yang dilaksanakan.

Secara lebih rinci, kedudukan dan pembagian peran dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Dr.Irmawati, S.Kom.,M.M.S.I. (Supervisor)

Sebagai dosen pembimbing internal, beliau memiliki peran dan tanggung jawab sebagai berikut:

- Memberikan arahan akademik terkait pemilihan topik penelitian agar sesuai dengan tema kompetisi dan memiliki nilai kebaruan.

- Membimbing penulis dalam perumusan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan kelayakan pendekatan metodologis.
- Melakukan supervisi terhadap proses pengembangan model, termasuk hasil coding, analisis data, dan interpretasi temuan penelitian.
- Memberikan masukan konseptual dan teknis ketika penulis menghadapi kendala dalam proses penelitian.
- Melakukan evaluasi sistematis terhadap draf karya ilmiah, baik dari sisi metodologi, alur penulisan, maupun ketepatan analisis.
- Memastikan konsistensi antara tujuan penelitian, metode yang digunakan, dan kesimpulan yang dihasilkan.
- Menjamin kualitas akhir penelitian agar layak dipresentasikan dan diikutsertakan dalam kompetisi tingkat nasional.

2. Valen Claudia Chuardi (Ketua)

Sebagai ketua tim, penulis memiliki tanggung jawab strategis dan teknis, sebagai berikut:

- Mengoordinasikan aktivitas penelitian dan penyusunan karya ilmiah.
- Menyusun dan mengatur pembagian tugas anggota tim secara proporsional.
- Mengelola timeline penelitian agar seluruh tahapan dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal kompetisi.
- Menjadi penghubung utama antara tim dan dosen pembimbing dalam menyampaikan perkembangan penelitian.
- Melakukan pengolahan dataset citra fundus, termasuk *preprocessing* gambar dan penyusunan pipeline data.

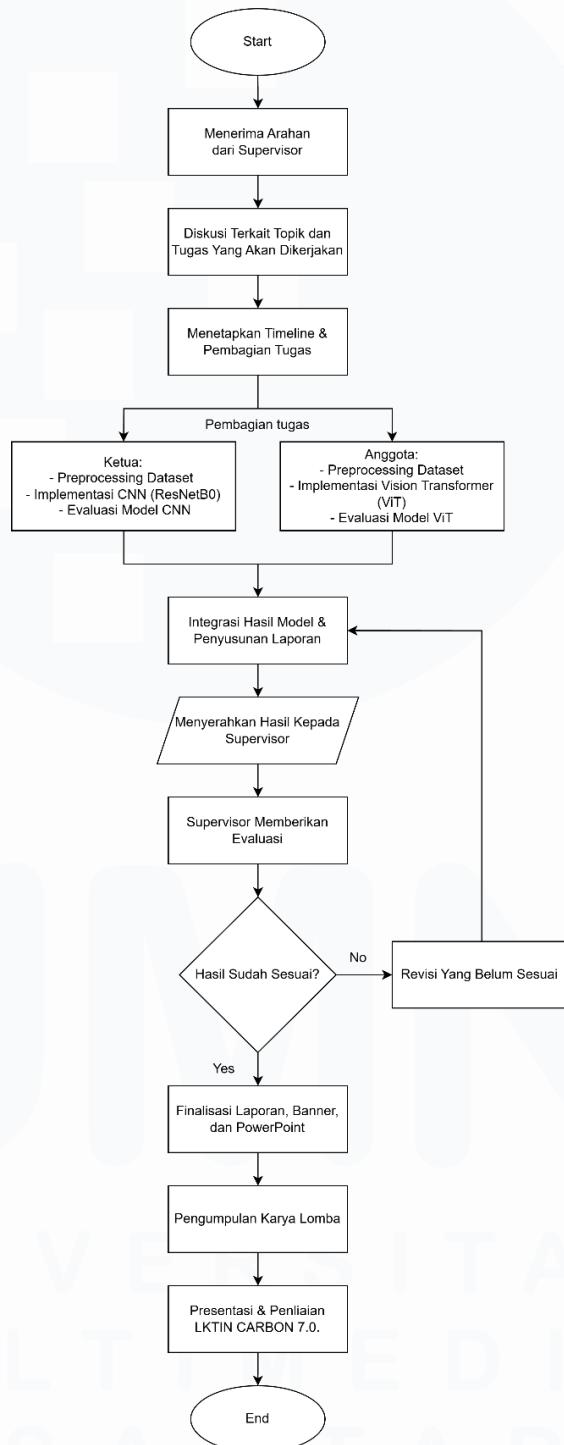
- Mengimplementasikan model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *transfer learning* menggunakan arsitektur *ResNet50*.
- Melakukan pelatihan model, evaluasi kinerja, serta analisis hasil eksperimen.
- Menyusun visualisasi hasil penelitian dan menuliskan pembahasan teknis pada karya ilmiah.
- Bertanggung jawab atas penyusunan banner ilmiah dan materi presentasi agar hasil penelitian dapat disampaikan secara akademis dan komunikatif.
- Mengelola finalisasi dan pengumpulan seluruh luaran penelitian sesuai ketentuan lomba.

3. Shyfa Ariesta Rustian (Anggota)

Sebagai anggota tim sekaligus peneliti, memiliki peran penting dalam kelancaran proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah, melalui tugas-tugas berikut:

- Melakukan pengolahan dataset citra fundus serta validasi hasil *preprocessing*.
- Membantu penyusunan pipeline data untuk memastikan kesiapan dataset dalam proses pemodelan.
- Mengimplementasikan model Vision Transformer (ViT) sebagai model pembanding untuk mengevaluasi performa arsitektur alternatif.
- Melakukan pelatihan dan evaluasi kinerja model ViT.
- Menyusun grafik, tabel, dan ringkasan hasil pengujian model ViT.
- Menuliskan pembahasan teknis terkait performa model pembanding dalam karya ilmiah.
- Membantu ketua tim dalam peninjauan ulang struktur penulisan dan revisi isi laporan.

- Berpartisipasi aktif dalam diskusi internal terkait metodologi, hasil penelitian, dan interpretasi temuan guna memperkuat kualitas analisis



Gambar 3.2 Bagan Alur Koordinasi

Pada gambar 3.2 di atas, alur koordinasi antara dosen pembimbing, ketua tim, dan anggota tim dalam pelaksanaan penelitian pada PRO-STEP: Road to Champion Program. Bagan alur ini disusun untuk menggambarkan mekanisme kerja penelitian yang terstruktur, mulai dari tahap perencanaan hingga tahap evaluasi akhir, sehingga setiap proses yang dilalui dapat dipertanggungjawabkan secara akademik dan selaras dengan ketentuan LKTIN CARBON 7.0.

Proses koordinasi diawali pada tahap Start, yang menandai dimulainya seluruh rangkaian kegiatan penelitian. Tahap awal dimulai dengan penerimaan arahan dari supervisor, di mana dosen pembimbing memberikan penjelasan mengenai ketentuan lomba, ruang lingkup penelitian, fokus permasalahan yang diangkat, serta batasan-batasan metodologis yang perlu diperhatikan. Arahan ini menjadi landasan awal bagi tim dalam menentukan arah penelitian agar tetap selaras dengan tema dan kriteria penilaian kompetisi.

Setelah arahan awal diberikan, tahapan selanjutnya adalah diskusi terkait topik dan tugas yang akan dikerjakan. Pada tahap ini, penulis sebagai ketua tim bersama anggota tim menyampaikan gagasan awal, alternatif pendekatan penelitian, serta kemungkinan metode yang dapat digunakan. Diskusi dilakukan secara dua arah dengan dosen pembimbing, sehingga ide yang diajukan dapat disesuaikan dengan masukan akademik dan pertimbangan metodologis yang relevan

Tahap berikutnya adalah penetapan timeline dan pembagian tugas. Pada fase ini, tim menyusun jadwal kerja yang realistik dan terstruktur, mencakup seluruh rangkaian kegiatan mulai dari penyusunan abstrak, pengembangan model, penulisan *fullpaper*, hingga persiapan presentasi akhir. Selain itu, pembagian peran antara ketua dan anggota tim ditetapkan secara jelas agar setiap tahapan penelitian dapat berjalan efektif dan saling mendukung.

Setelah pembagian tugas disepakati, alur kerja kemudian bercabang menjadi dua jalur utama. Jalur pertama merupakan tanggung jawab ketua tim, yang berfokus pada kegiatan *preprocessing* dataset, implementasi model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *ResNet50*, serta evaluasi kinerja model CNN yang

dikembangkan. Jalur kedua dijalankan oleh anggota tim, yang meliputi *preprocessing* dataset, implementasi Vision Transformer (ViT) sebagai model pembanding, serta evaluasi performa model ViT. Pembagian jalur kerja ini bertujuan untuk memperoleh sudut pandang komparatif terhadap performa dua pendekatan model yang berbeda.

Hasil dari kedua jalur kerja tersebut kemudian diintegrasikan pada tahap penyusunan laporan ilmiah. Pada tahap ini, seluruh hasil eksperimen, evaluasi model, serta visualisasi data dirangkum secara sistematis untuk membentuk satu kesatuan karya ilmiah. Draf laporan yang telah disusun selanjutnya diserahkan kepada dosen pembimbing untuk memperoleh evaluasi dan umpan balik akademik.

Apabila hasil penelitian dinilai belum memenuhi standar yang ditetapkan, tim melakukan revisi sesuai masukan yang diberikan. Proses ini dapat berlangsung secara berulang hingga kualitas penelitian dinyatakan memadai. Setelah supervisor menyatakan bahwa hasil penelitian telah sesuai, tim melanjutkan ke tahap finalisasi laporan, banner ilmiah, dan media presentasi, yang kemudian dikumpulkan kepada panitia lomba.

Tahap akhir dalam alur koordinasi ini adalah presentasi dan penilaian LKTIN CARBON 7.0. Pada tahap tersebut, penulis memaparkan hasil penelitian di hadapan dewan juri dan menjawab pertanyaan yang diajukan sebagai bagian dari evaluasi ilmiah. Setelah seluruh rangkaian kegiatan tersebut dilalui, proses dinyatakan selesai pada tahap End.

Dengan demikian, bagan alur pada Gambar 3.2 menunjukkan bahwa setiap tahapan penelitian dan penyusunan karya ilmiah dilakukan melalui mekanisme koordinasi yang jelas, evaluasi berkelanjutan, serta revisi yang terarah. Alur ini memastikan bahwa *output* penelitian yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar kompetisi, tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

3.2 Pencatatan Rangkuman Mingguan Proses PRO-STEP: Road to Champion Program

Pencatatan rangkuman mingguan dalam PRO-STEP: Road to Champion Program disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai aktivitas yang dilakukan penulis selama mengikuti rangkaian kegiatan kompetisi. Rangkuman ini berfungsi sebagai dokumentasi perkembangan pekerjaan secara kronologis, sehingga setiap tahapan yang dilalui dapat ditelusuri dengan jelas dan sistematis.

Melalui pencatatan mingguan ini, dapat terlihat bahwa proses yang dijalani tidak hanya berfokus pada hasil akhir kompetisi, tetapi juga pada tahapan perencanaan, pengembangan, dan evaluasi yang dilakukan secara bertahap. Kegiatan diawali dengan pemahaman brief lomba dan alur Road to Champion, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan dan analisis literatur, penentuan topik serta judul penelitian, hingga penyusunan abstrak dan *fullpaper*. Pada tahap selanjutnya, penulis melakukan pekerjaan teknis berupa *preprocessing* dataset, pengembangan model CNN dan Vision Transformer, serta analisis performa model sebagai bagian inti dari penelitian.

Selain aspek penelitian, rangkuman mingguan ini juga mencakup kegiatan penyusunan media pendukung kompetisi, seperti pembuatan banner ilmiah dan slide presentasi, hingga persiapan presentasi final di hadapan dewan juri. Dengan adanya pencatatan ini, penulis dapat memastikan bahwa seluruh tahapan kerja berjalan sesuai dengan timeline yang telah ditetapkan, selaras dengan ketentuan LKTIN CARBON 7.0, serta mengikuti arahan dan masukan dari dosen pembimbing secara berkelanjutan.

Rincian kegiatan mingguan yang dilakukan penulis selama PRO-STEP: Road to Champion Program disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Table 3.1 Rincian Kegiatan yang Dilakukan selama PRO-STEP: Road to Champion

Minggu	Proyek	Keterangan
1	Mendapatkan brief lomba & pemahaman alur Road to Champion	Konsultasi skema, memahami alur kompetisi, orientasi awal penelitian
2	Pengumpulan literatur & penetapan arah topik	Penyusunan daftar referensi, membaca jurnal, analisis literatur, diskusi penentuan topik
3	Penentuan judul & penyusunan abstrak	Menentukan judul, tujuan penelitian, menulis abstrak awal, revisi abstrak
4	Finalisasi abstrak & persiapan <i>fullpaper</i>	Finalisasi format abstrak, pengumpulan abstrak, mulai menyusun struktur <i>fullpaper</i>
5	Penyusunan Bab 1 & persiapan coding dataset	Penulisan pendahuluan, penulisan urgensi penelitian, setup environment coding
6	<i>Preprocessing</i> data & augmentasi dataset	Penyusunan pipeline <i>preprocessing</i> , coding <i>preprocessing</i> & augmentasi data, perbaikan struktur coding
7	Pengembangan model CNN & analisis baseline	Mendesain arsitektur CNN, training baseline, analisis hasil, penyusunan Bab 2–3, revisi <i>fullpaper</i>
8	Pengumpulan <i>fullpaper</i> & pembuatan desain banner	Finalisasi <i>fullpaper</i> , mulai desain banner, membuat layout, mengisi visualisasi hasil coding
9	Finalisasi banner & penyusunan PPT	Mendesain banner final, export final banner, membuat struktur PPT, memasukkan grafik coding
10	Finalisasi presentasi, technical meeting, dan presentasi lomba	Penyempurnaan PPT, latihan presentasi, pengumpulan PPT final, technical meeting, sesi presentasi, fieldtrip, dan pengumuman pemenang

3.3 Uraian Pelaksanaan Kerja Dalam PRO-STEP: Road to Champion Program

Uraian pelaksanaan kerja pada bagian ini menjelaskan secara menyeluruh rangkaian aktivitas yang dilakukan penulis selama mengikuti PRO-STEP: Road to Champion Program melalui jalur lomba/kompetisi Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0. Seluruh kegiatan disusun dan dijalankan secara bertahap, mulai dari tahap perencanaan awal hingga tahap akhir berupa presentasi karya ilmiah di hadapan dewan juri. Pelaksanaan program ini tidak hanya berorientasi pada pencapaian hasil akhir, tetapi juga menekankan proses penelitian yang sistematis, terstruktur, dan sesuai dengan kaidah akademik.

Dalam pelaksanaannya, penulis menjalani berbagai tahapan yang saling berkaitan, mencakup proses perumusan ide penelitian, pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model berbasis *deep learning*, hingga penyusunan luaran akademik berupa karya tulis ilmiah dan media presentasi. Seluruh rangkaian kegiatan tersebut dilaksanakan dengan mengacu pada ketentuan kompetisi CARBON 7.0 serta arahan dari dosen pembimbing, sehingga setiap langkah yang diambil tetap berada dalam koridor akademik yang dapat dipertanggungjawabkan.

3.3.1 Proses Pelaksanaan

Proses pelaksanaan penelitian dalam PRO-STEP: Road to Champion Program dibagi ke dalam lima belas tahap yang menggambarkan alur kerja penulis secara kronologis sejak tahap awal hingga tahap akhir penyelesaian karya ilmiah. Pembagian tahapan ini bertujuan untuk mempermudah pengelolaan waktu, memastikan ketercapaian target pada setiap fase, serta menjaga konsistensi proses penelitian sesuai dengan kebutuhan kompetisi LKTIN CARBON 7.0.

Tahap awal pelaksanaan difokuskan pada pemahaman terhadap alur program dan ketentuan lomba. Pada fase ini, penulis melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai skema Road to Champion, kriteria penilaian lomba, serta batasan-batasan yang perlu diperhatikan dalam penyusunan karya ilmiah. Bersamaan

dengan itu, penulis mulai melakukan eksplorasi awal terhadap isu-isu yang relevan dengan tema lomba, khususnya pada bidang kesehatan dan teknologi, sebagai dasar dalam menentukan arah penelitian.

Setelah memperoleh pemahaman yang cukup, penulis melanjutkan ke tahap pengumpulan literatur dan studi teoretis. Berbagai jurnal ilmiah, prosiding, dan sumber referensi lain dikaji untuk memperkuat landasan teori serta mengidentifikasi celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Tahap ini menjadi fondasi penting dalam perumusan judul, tujuan penelitian, serta penyusunan abstrak, sehingga karya yang dihasilkan memiliki relevansi akademik dan nilai kebaruan yang jelas.

Tahapan berikutnya memasuki fase teknis penelitian, yang melibatkan persiapan environment pemrograman, peninjauan dataset, serta pengolahan data citra fundus. Pada tahap ini, penulis melakukan proses *preprocessing* dataset, seperti penyesuaian ukuran citra, normalisasi pencahayaan, dan peningkatan kualitas visual agar data siap digunakan dalam pemodelan. Selanjutnya, penulis mengembangkan model klasifikasi menggunakan pendekatan *deep learning*, meliputi pembangunan model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *ResNet50* dan model pembanding *Vision Transformer* (ViT). Proses training dan evaluasi dilakukan secara bertahap dengan berbagai penyesuaian parameter untuk memperoleh performa model yang optimal.

Tahap teknis ini menjadi bagian yang paling intensif karena penulis harus melakukan beberapa kali percobaan dan evaluasi untuk memastikan stabilitas serta keandalan model. Hasil dari setiap eksperimen kemudian dianalisis dan dicatat sebagai bahan utama dalam penyusunan bagian metodologi, hasil, dan pembahasan pada *fullpaper*.

Setelah seluruh eksperimen selesai, penulis memasuki tahap penyusunan dan penyempurnaan *fullpaper*. Pada tahap ini, seluruh hasil penelitian dirangkai ke dalam format penulisan ilmiah sesuai dengan pedoman lomba.

Proses penulisan dilakukan secara bertahap dan disertai dengan revisi berulang, baik dari sisi substansi, alur penulisan, maupun kesesuaian format akademik. Revisi dilakukan berdasarkan evaluasi mandiri serta masukan dari dosen pembimbing untuk memastikan kualitas karya ilmiah yang dihasilkan.

Tahap akhir dari proses pelaksanaan meliputi penyusunan media presentasi, berupa banner ilmiah dan slide PowerPoint, yang berfungsi sebagai sarana penyampaian hasil penelitian pada sesi final kompetisi. Penulis menyesuaikan isi presentasi agar dapat menyampaikan inti penelitian secara ringkas, jelas, dan komunikatif. Setelah seluruh media siap, penulis mengikuti technical meeting, melakukan persiapan presentasi, dan memaparkan karya ilmiah di hadapan dewan juri pada tahap final.

Secara keseluruhan, rangkaian proses pelaksanaan dalam PRO-STEP: Road to Champion Program memberikan pengalaman komprehensif bagi penulis dalam menjalani proses penelitian ilmiah dari tahap perencanaan hingga tahap evaluasi akhir. Pengalaman ini tidak hanya meningkatkan pemahaman penulis terhadap metodologi penelitian dan implementasi teknologi, tetapi juga melatih kemampuan manajemen waktu, komunikasi ilmiah, serta kesiapan dalam menghadapi kompetisi akademik tingkat nasional.

3.3.1.1 Tahap 1— Pemahaman Lomba dan Penentuan Arah Penelitian

Tahap pertama dalam rangkaian pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada pemahaman menyeluruh terhadap ketentuan lomba sekaligus penentuan arah penelitian yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, penulis berupaya memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai mekanisme Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0 agar setiap langkah penelitian yang dilakukan pada tahap selanjutnya selaras dengan aturan, tujuan, serta standar akademik kompetisi.

Kegiatan pada tahap ini diawali dengan sesi konsultasi awal bersama dosen pembimbing. Melalui konsultasi tersebut, penulis memperoleh penjelasan mengenai skema PRO-STEP: Road to Champion, tahapan seleksi lomba, sistem penilaian yang digunakan oleh dewan juri, serta ekspektasi akademik terhadap karya ilmiah yang akan dihasilkan. Dosen pembimbing juga menekankan pentingnya menjaga konsistensi antara topik penelitian, metodologi yang digunakan, dan tema besar kompetisi agar karya yang disusun memiliki relevansi serta nilai kompetitif.



Gambar 3.3 Konsultasi Pertama

Selain melalui konsultasi, penulis melakukan analisis mendalam terhadap dokumen pedoman lomba yang diterbitkan oleh panitia CARBON 7.0. Dokumen tersebut mencakup batasan dan cakupan tema penelitian, ketentuan format penulisan abstrak dan *fullpaper*,

sistematika penulisan karya ilmiah, jadwal pengumpulan pada setiap tahapan, serta aturan teknis pelaksanaan presentasi pada tahap final. Analisis ini dilakukan secara cermat untuk meminimalkan potensi kesalahan administratif maupun teknis yang dapat memengaruhi kelayakan karya dalam proses seleksi.

Proses pemahaman lomba ini berperan krusial sebagai dasar penyusunan rencana kerja penelitian. Melalui tahap ini, penulis dapat mengidentifikasi ruang lingkup topik yang sesuai dengan tema kompetisi, memperkirakan beban kerja pada setiap tahapan, serta menyesuaikan alur penelitian dengan tenggat waktu yang telah ditetapkan oleh penyelenggara. Dengan perencanaan yang matang sejak awal, pengelolaan waktu dan sumber daya selama proses penelitian dapat dilakukan secara lebih efektif.

Tahap ini kemudian dilanjutkan dengan konsultasi lanjutan bersama dosen pembimbing untuk menentukan arah penelitian secara lebih spesifik. Dalam sesi tersebut, penulis mengajukan beberapa alternatif topik penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam bidang kesehatan digital. Alternatif ide yang diajukan disesuaikan dengan subtema *Health and Technology* yang ditetapkan oleh panitia lomba serta didasarkan pada ketertarikan penulis terhadap penerapan *machine learning* dalam analisis data medis.



Gambar 3.4 Konsultasi Kedua

Dosen pembimbing memberikan masukan akademik terhadap setiap ide yang diajukan, terutama terkait relevansi topik dengan isu kesehatan yang aktual, tingkat kebaruan dibandingkan penelitian terdahulu, serta kelayakan metodologis yang dapat diterapkan dengan mempertimbangkan waktu dan sumber daya yang tersedia. Selain itu, penulis juga diarahkan untuk mempertimbangkan ketersediaan dataset, kompleksitas metode yang digunakan, serta potensi kendala teknis yang mungkin muncul selama proses penelitian.

Berdasarkan hasil diskusi tersebut, penulis diarahkan untuk memfokuskan penelitian pada topik deteksi dan klasifikasi retinopati diabetik menggunakan pendekatan *deep learning*. Topik ini dinilai memiliki relevansi yang tinggi terhadap permasalahan kesehatan nasional serta memberikan peluang pengembangan model kecerdasan buatan yang aplikatif dan bernilai ilmiah.

Hasil dari tahap pemahaman lomba dan konsultasi awal ini menjadi landasan konseptual dalam menetapkan arah penelitian secara terstruktur. Penulis mulai menentukan fokus kajian, membatasi ruang

lingkup penelitian agar tetap realistik, serta menyusun kerangka awal penelitian yang akan dikembangkan pada tahap-tahap berikutnya. Dengan demikian, tahap ini berfungsi sebagai pijakan awal yang menentukan keberhasilan keseluruhan proses penelitian, karena seluruh keputusan selanjutnya dirancang dengan mengacu pada pemahaman terhadap ketentuan lomba, tujuan kompetisi, dan arahan akademik yang telah ditetapkan.

3.3.1.2 Tahap 2—Pengumpulan Literatur dan Studi Teoritis

Tahap kedua dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada kegiatan pengumpulan literatur dan pendalaman landasan teoretis yang relevan dengan topik penelitian. Tahap ini bertujuan untuk membangun dasar akademik yang kuat sebelum penelitian dilanjutkan ke tahap teknis, sekaligus memastikan bahwa penelitian yang dikembangkan memiliki pijakan ilmiah yang jelas serta selaras dengan perkembangan riset terkini.

Pada tahap ini, penulis melakukan penelusuran berbagai sumber literatur ilmiah yang membahas klasifikasi retinopati diabetik serta penerapan kecerdasan buatan dalam pengolahan citra medis. Literatur yang dikaji mencakup artikel jurnal, prosiding konferensi ilmiah, buku elektronik, dan publikasi akademik lain yang relevan dengan bidang *medical imaging*, *deep learning*, serta arsitektur model seperti Convolutional Neural Network (CNN) dan Vision Transformer (ViT). Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data ilmiah yang kredibel, antara lain Google Scholar, ScienceDirect, IEEE Xplore, dan repositori penelitian internasional lainnya.

Dalam proses penelusuran tersebut, penulis menggunakan kata kunci yang sesuai dengan fokus penelitian, seperti *diabetic retinopathy*, *fundus image classification*, *deep learning in medical imaging*, *CNN-based classification*, dan *Vision Transformer*. Setiap referensi yang diperoleh kemudian diseleksi secara bertahap dengan mempertimbangkan relevansi topik, tahun publikasi, serta kontribusi

ilmiah yang diberikan terhadap pengembangan metode maupun hasil penelitian. Proses seleksi ini dilakukan untuk memastikan bahwa literatur yang digunakan benar-benar mendukung tujuan penelitian dan mencerminkan kondisi riset terkini.

Tahap pengumpulan literatur ini juga dimanfaatkan untuk mempelajari pendekatan metodologis yang umum digunakan dalam penelitian terdahulu. Penulis melakukan pencatatan sistematis terhadap aspek-aspek penting dari setiap referensi, seperti teknik preprocessing citra yang diterapkan, jenis arsitektur model yang digunakan, strategi pelatihan dan evaluasi, serta capaian performa yang dilaporkan. Selain itu, penulis mencermati berbagai permasalahan yang sering muncul dalam penelitian klasifikasi citra medis, seperti ketidakseimbangan jumlah data antar kelas, variasi kualitas citra, serta tantangan dalam membedakan fitur visual pada tingkat keparahan penyakit yang memiliki karakteristik serupa.

Tidak hanya berfokus pada aspek teknis, penulis juga mempelajari literatur yang membahas retinopati diabetik dari sudut pandang medis. Kajian ini mencakup pemahaman mengenai jenis dan tingkat keparahan retinopati diabetik, karakteristik lesi pada retina seperti mikroaneurisma, eksudat, dan perdarahan mikro, serta indikator visual yang digunakan oleh tenaga medis dalam proses diagnosis. Pemahaman terhadap aspek medis ini menjadi penting agar pendekatan teknis yang dikembangkan tetap relevan dengan konteks klinis dan tidak terlepas dari tujuan utama deteksi dini penyakit.

Melalui proses pengumpulan literatur dan studi teoretis yang dilakukan secara sistematis, penulis memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai posisi penelitian yang akan dikembangkan. Tahap ini membantu penulis dalam mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) yang masih dapat dieksplorasi, sekaligus menentukan kontribusi dan kebaruan yang dapat ditawarkan. Hasil kajian literatur kemudian dijadikan dasar dalam perumusan rumusan masalah, penetapan tujuan

penelitian, serta pemilihan metode dan pendekatan pemodelan yang akan digunakan pada tahap selanjutnya.

Dengan demikian, tahap pengumpulan literatur dan studi teoretis berperan sebagai fondasi akademik yang menghubungkan pemahaman konseptual dengan implementasi teknis penelitian. Landasan ilmiah yang kuat dari tahap ini memastikan bahwa penelitian yang dilakukan memiliki arah yang jelas, didukung oleh teori dan penelitian terdahulu, serta dapat dipertanggungjawabkan secara akademik dalam konteks kompetisi ilmiah tingkat nasional.

3.3.1.3 Tahap 3—Peninjauan Dataset dan Pemilihan Data Penelitian

Tahap ketiga dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada peninjauan dataset serta penetapan data penelitian yang akan digunakan sebagai dasar utama dalam proses pemodelan. Tahap ini memiliki peran penting karena kualitas, karakteristik, dan kesiapan data sangat menentukan keberhasilan pengembangan model serta validitas hasil penelitian yang dihasilkan.

Pada tahap ini, penulis melakukan peninjauan terhadap beberapa dataset citra fundus retina yang tersedia secara publik. Peninjauan dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian dataset dengan tujuan penelitian, ketersediaan label tingkat keparahan retinopati diabetik, serta kelengkapan dan jumlah data yang memadai untuk proses pelatihan model berbasis *deep learning*. Dari beberapa alternatif yang dikaji, penulis menetapkan penggunaan dataset Diabetic Retinopathy Detection yang tersedia pada platform Kaggle sebagai sumber data utama penelitian.

Pemilihan dataset tersebut didasarkan pada beberapa pertimbangan. Dataset ini telah banyak digunakan dalam penelitian terdahulu sehingga memiliki tingkat kredibilitas yang baik, menyediakan jumlah data yang relatif besar, serta mencakup lima tingkat keparahan retinopati diabetik, yaitu *Normal*, *Mild*, *Moderate*, *Severe*, dan *Proliferative*. Keberadaan label yang jelas pada setiap citra

memungkinkan dilakukannya klasifikasi multi-kelas secara sistematis sesuai dengan tujuan penelitian.

Setelah dataset ditetapkan, penulis melakukan peninjauan secara menyeluruh terhadap struktur dan karakteristik data. Peninjauan ini meliputi pemeriksaan format file citra, struktur direktori dataset, serta kesesuaian label dengan kelas yang ditetapkan. Selain itu, penulis melakukan pengamatan visual terhadap citra fundus untuk menilai kualitas gambar, tingkat ketajaman, variasi resolusi, kondisi pencahayaan, serta keberadaan noise. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dataset memiliki variasi kualitas citra yang cukup tinggi, mulai dari citra dengan kualitas baik hingga citra dengan kondisi buram, kontras rendah, atau pantulan cahaya berlebih.

Penulis juga melakukan analisis terhadap distribusi jumlah data pada setiap kelas tingkat keparahan. Hasil analisis menunjukkan adanya ketidakseimbangan jumlah data antar kelas, di mana kelas *Normal* memiliki jumlah citra yang jauh lebih banyak dibandingkan kelas *Mild* hingga *Proliferative*. Temuan ini menjadi perhatian penting karena ketidakseimbangan data berpotensi memengaruhi proses pelatihan model dan menyebabkan bias terhadap kelas mayoritas.

Berbeda dengan pendekatan yang mengeliminasi citra dengan kualitas visual rendah, penulis memilih untuk mempertahankan seluruh data yang masih dapat dibaca secara teknis. Keputusan ini diambil untuk menghindari pengurangan jumlah data, terutama pada kelas dengan jumlah sampel yang terbatas. Oleh karena itu, penulis merencanakan penerapan strategi preprocessing yang lebih optimal pada tahap selanjutnya guna meningkatkan kualitas citra tanpa menghilangkan informasi penting yang terkandung di dalamnya.

Selain aspek visual, penulis juga melakukan pengecekan integritas data secara teknis untuk memastikan tidak terdapat file yang rusak, tidak terbaca, atau memiliki label yang tidak sesuai. Proses peninjauan ini dilakukan secara sistematis agar seluruh data yang digunakan berada

dalam kondisi konsisten dan siap diproses lebih lanjut pada tahap pengolahan data dan pemodelan.

Melalui tahap peninjauan dataset dan penetapan data penelitian ini, penulis memastikan bahwa data yang digunakan telah memenuhi kriteria akademik dan teknis yang diperlukan. Tahap ini menjadi fondasi penting sebelum memasuki tahap preprocessing dan pengembangan model, karena memastikan bahwa dataset yang digunakan representatif terhadap variasi tingkat keparahan retinopati diabetik serta layak digunakan untuk mendukung proses penelitian secara menyeluruh.

3.3.1.4 Tahap 4— Penetapan Judul, Rumusan Masalah, dan Penyusunan Abstrak

Tahap keempat dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada penetapan judul penelitian, perumusan masalah, serta penyusunan abstrak sebagai representasi awal dari keseluruhan penelitian yang akan dikembangkan. Tahap ini memiliki peran strategis karena menjadi titik awal gagasan penelitian ke dalam kerangka ilmiah yang terstruktur dan siap mengikuti proses seleksi kompetisi.

Penetapan judul penelitian dilakukan berdasarkan hasil kajian literatur serta peninjauan dataset yang telah dilaksanakan pada tahap sebelumnya. Dalam proses ini, penulis mempertimbangkan kesesuaian topik dengan tema LKTIN CARBON 7.0, relevansi terhadap isu kesehatan dan teknologi, serta kejelasan ruang lingkup penelitian yang akan dibahas. Judul dirumuskan secara spesifik agar mampu menggambarkan fokus penelitian secara jelas, baik dari sisi objek kajian maupun pendekatan metode yang digunakan. Melalui proses diskusi bersama dosen pembimbing, penulis menetapkan judul penelitian “Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetik pada Citra Fundus Berbasis CNN dengan Pemrosesan Citra”, yang dinilai telah merepresentasikan substansi penelitian secara komprehensif.

Setelah judul ditetapkan, penulis melanjutkan dengan perumusan masalah penelitian. Perumusan masalah dilakukan dengan mengidentifikasi tantangan yang masih dihadapi dalam penelitian-penelitian terdahulu, khususnya terkait klasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetik menggunakan pendekatan *deep learning*. Beberapa permasalahan yang menjadi perhatian utama antara lain variasi kualitas citra fundus, ketidakseimbangan jumlah data antar kelas, serta keterbatasan model dalam membedakan karakteristik visual pada tingkat keparahan yang memiliki kemiripan fitur. Berdasarkan identifikasi tersebut, rumusan masalah disusun untuk menelaah bagaimana penerapan pemrosesan citra dan model Convolutional Neural Network (CNN) dapat meningkatkan performa klasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetik secara lebih optimal.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan abstrak penelitian sebagai ringkasan singkat yang menggambarkan keseluruhan isi karya ilmiah. Penyusunan abstrak dilakukan dengan memperhatikan ketentuan format dan batasan jumlah kata yang ditetapkan oleh panitia lomba. Abstrak dirancang untuk memuat unsur-unsur utama penelitian, meliputi latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, pendekatan metodologis yang digunakan, serta gambaran umum hasil yang diharapkan. Penulis berupaya menyusun abstrak dengan bahasa yang ringkas, padat, dan jelas, namun tetap mencerminkan kedalaman substansi penelitian.

Dalam proses penyusunannya, abstrak tidak hanya berfungsi sebagai ringkasan deskriptif, tetapi juga sebagai alat komunikasi ilmiah untuk menunjukkan urgensi dan kontribusi penelitian. Oleh karena itu, penulis memastikan bahwa abstrak mampu menonjolkan relevansi penelitian terhadap permasalahan deteksi dini retinopati diabetik, sekaligus menunjukkan pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan sebagai solusi yang aplikatif. Penyusunan abstrak dilakukan melalui beberapa kali revisi berdasarkan masukan dari dosen pembimbing, baik

dari sisi alur penulisan, ketepatan istilah ilmiah, maupun kekuatan argumentasi yang disampaikan.

Secara keseluruhan, tahap penetapan judul, perumusan masalah, dan penyusunan abstrak menjadi fondasi konseptual yang mengarahkan keseluruhan proses penelitian. Tahap ini memastikan bahwa penelitian yang dikembangkan memiliki fokus yang jelas, tujuan yang terdefinisi dengan baik, serta disajikan secara sistematis sejak tahap awal. Dengan landasan konseptual yang kuat, penulis dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dengan arah penelitian yang lebih terstruktur dan selaras dengan standar akademik serta ketentuan kompetisi ilmiah tingkat nasional.

3.3.1.5 Tahap 5— Penyusunan Kerangka Fullpaper dan Perumusan Metodologi Awal

Tahap kelima dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada penyusunan kerangka *fullpaper* serta perumusan metodologi awal penelitian. Tahap ini menjadi penghubung antara gagasan konseptual yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dengan implementasi teknis yang akan dilakukan pada tahap selanjutnya. Penyusunan kerangka dan metodologi dilakukan secara terencana agar keseluruhan proses penelitian dapat berjalan secara sistematis, terarah, dan sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

Penyusunan kerangka *fullpaper* diawali dengan penyesuaian terhadap pedoman penulisan yang ditetapkan oleh panitia LKTIN CARBON 7.0. Penulis menyusun struktur penulisan dengan mengacu pada sistematika karya ilmiah yang sering digunakan, yang terdiri atas pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Setiap bagian kemudian dirinci ke dalam subbab yang memuat pokok-pokok bahasan utama, sehingga alur penulisan dapat terjaga secara logis dan berkesinambungan. Melalui kerangka ini, penulis memperoleh

gambaran menyeluruh mengenai cakupan pembahasan dan kebutuhan data yang harus dipenuhi pada setiap bagian.

Setelah kerangka penulisan tersusun, penulis melanjutkan dengan perumusan metodologi awal penelitian. Metodologi dirancang berdasarkan hasil studi literatur dan peninjauan dataset yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, penulis menyusun alur penelitian secara konseptual, dimulai dari pengolahan data citra fundus, penerapan teknik pemrosesan citra, pengembangan model klasifikasi berbasis *deep learning*, hingga evaluasi performa model. Perumusan metodologi dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, ketersediaan data, serta sumber daya komputasi yang tersedia, sehingga rancangan penelitian tetap realistik untuk dilaksanakan.

Dalam perumusan metodologi, penulis menetapkan penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *transfer learning* dengan arsitektur *ResNet50* sebagai model utama. Pemilihan arsitektur ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengekstraksi fitur visual kompleks pada citra medis, khususnya citra fundus retina. Selain itu, penulis juga merencanakan penerapan tahapan pemrosesan citra, seperti pemangkasan area fundus, normalisasi pencahayaan, dan peningkatan kontras, untuk meningkatkan kualitas citra sebelum digunakan sebagai input model. Strategi augmentasi data turut dirancang sebagai bagian dari metodologi untuk mengatasi permasalahan ketidakseimbangan jumlah data antar kelas.

Sebagai bagian dari metodologi awal, penulis juga menetapkan pendekatan evaluasi yang akan digunakan untuk menilai kinerja model. Beberapa metrik evaluasi, seperti akurasi dan *confusion matrix*, direncanakan untuk digunakan guna memperoleh gambaran performa klasifikasi pada setiap tingkat keparahan retinopati diabetik. Perencanaan ini bertujuan agar hasil penelitian tidak hanya disajikan

secara kuantitatif, tetapi juga dapat dianalisis secara lebih mendalam dari sisi distribusi prediksi model.

Seluruh rancangan kerangka *fullpaper* dan metodologi awal kemudian dikonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk memperoleh masukan dan evaluasi akademik. Melalui proses konsultasi tersebut, penulis melakukan penyesuaian terhadap struktur penulisan dan alur metodologi agar penelitian tetap selaras dengan tujuan yang telah ditetapkan serta memenuhi standar akademik kompetisi. Dengan demikian, tahap penyusunan kerangka *fullpaper* dan perumusan metodologi awal menjadi landasan penting yang memastikan bahwa penelitian dapat dikembangkan secara konsisten, terarah, dan siap memasuki tahap implementasi teknis pada tahap berikutnya.

3.3.1.6 Tahap 6— Persiapan Environment Coding, Preprocessing Dataset, Pembersihan Data, Augmentasi Data dan Penyusunan Pipeline Final

Tahap keenam dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada persiapan teknis penelitian, yang mencakup penyiapan *environment* pemrograman, pelaksanaan *preprocessing* citra, penerapan teknik augmentasi data, serta penyusunan *pipeline* pemrosesan data secara menyeluruh. Tahap ini menjadi fondasi penting sebelum memasuki proses pembangunan dan pelatihan model, karena stabilitas lingkungan komputasi dan kualitas data sangat menentukan keberhasilan tahapan pemodelan selanjutnya.

Persiapan *environment coding* diawali dengan penyiapan lingkungan pemrograman yang terpisah dan terstruktur. Penulis menggunakan Anaconda sebagai *package manager* untuk mengelola dependensi dan meminimalkan konflik antar pustaka. *Environment* dikonfigurasi menggunakan versi Python yang kompatibel dengan *framework deep learning* yang digunakan, khususnya *TensorFlow* dan *Keras*. Selanjutnya, berbagai pustaka pendukung dipasang, antara lain

NumPy dan *Pandas* untuk pengolahan data, *OpenCV* untuk pemrosesan citra, *Matplotlib* untuk visualisasi, serta *Scikit-learn* untuk kebutuhan evaluasi model. Setelah proses instalasi selesai, penulis melakukan pengujian awal untuk memastikan seluruh pustaka dapat berjalan dengan baik dan saling kompatibel.

Setelah *environment* dinyatakan stabil, penulis melanjutkan ke tahap *preprocessing* dataset citra fundus retina. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar informasi visual yang relevan dapat ditangkap secara optimal oleh model. Tahapan *preprocessing* yang dilakukan meliputi pemangkasan area fundus untuk menghilangkan bagian latar belakang yang tidak relevan, normalisasi pencahayaan untuk mengurangi variasi intensitas cahaya antar citra, serta peningkatan kontras menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Penerapan teknik ini bertujuan untuk memperjelas struktur penting pada retina, seperti pembuluh darah, mikroaneurisma, dan lesi lain yang menjadi indikator tingkat keparahan retinopati diabetik.

Selain peningkatan kualitas visual, penulis juga melakukan penyeragaman ukuran citra agar sesuai dengan kebutuhan input arsitektur model yang digunakan. Seluruh citra diubah ke ukuran 224×224 piksel dan dinormalisasi ke dalam rentang nilai tertentu untuk menjaga konsistensi data selama proses pelatihan. Pada tahap ini, penulis tidak melakukan penghapusan citra berdasarkan kualitas visual semata, melainkan memastikan bahwa seluruh data berada dalam kondisi teknis yang layak untuk diproses dan memiliki label yang sesuai.

Tahap selanjutnya adalah penerapan teknik augmentasi data untuk mengatasi permasalahan ketidakseimbangan jumlah data antar kelas tingkat keparahan retinopati diabetik. Penulis menerapkan augmentasi secara terkontrol, terutama pada kelas dengan jumlah data yang relatif lebih sedikit. Teknik yang digunakan meliputi rotasi sudut kecil,

horizontal dan *vertical flipping, zooming*, serta penyesuaian tingkat kecerahan. Seluruh transformasi dilakukan dengan parameter yang dijaga agar tidak mengubah karakteristik anatomi retina, sehingga validitas medis citra tetap terjaga. Penerapan augmentasi ini bertujuan untuk meningkatkan keragaman data sekaligus membantu model dalam mempelajari pola visual secara lebih robust.

Seluruh tahapan *preprocessing* dan augmentasi kemudian diintegrasikan ke dalam sebuah *pipeline* pemrosesan data yang terstruktur. *Pipeline* ini dirancang menggunakan *framework* *TensorFlow* dan *Keras* untuk memastikan proses pemuatan data, pemrosesan citra, augmentasi, serta pengelompokan data ke dalam *batch* dapat berjalan secara konsisten dan efisien. Penyusunan *pipeline* dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi komputasi serta kemudahan replikasi eksperimen, sehingga setiap proses dapat dijalankan secara berulang dengan hasil yang konsisten.

Untuk memastikan *pipeline* yang disusun berjalan dengan baik, penulis melakukan serangkaian pengujian awal dengan menjalankan proses pemuatan dan pemrosesan data secara bertahap. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kesalahan teknis, seperti ketidaksesuaian dimensi citra atau kesalahan pembacaan data. Penyesuaian dilakukan apabila ditemukan kendala, hingga *pipeline* dapat dijalankan secara stabil pada seluruh dataset.

Dengan selesainya tahap persiapan *environment coding*, *preprocessing*, augmentasi, dan penyusunan *pipeline* final, penulis memperoleh fondasi teknis yang kuat untuk memasuki tahap pembangunan dan pelatihan model. Tahap ini memastikan bahwa data yang digunakan telah diproses secara optimal dan lingkungan komputasi berada dalam kondisi stabil, sehingga proses pemodelan pada tahap berikutnya dapat dilakukan secara lebih terarah dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

3.3.1.7 Tahap 7—Pembangunan Model, Training, dan Evaluasi

Tahap ketujuh dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program berfokus pada proses pembangunan model klasifikasi, *training*, serta evaluasi performa model berdasarkan dataset yang telah dipersiapkan pada tahap sebelumnya. Tahap ini merupakan inti dari kegiatan penelitian karena menjadi titik utama dalam penerapan pendekatan *deep learning* untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan retinopati diabetik pada citra fundus retina.

Pembangunan model diawali dengan pemilihan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) berbasis *transfer learning*, yaitu *ResNet50*, sebagai model utama penelitian. Pemilihan arsitektur ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengekstraksi fitur visual yang kompleks serta kestabilannya dalam berbagai penelitian klasifikasi citra medis. Pada tahap awal, penulis memanfaatkan bobot *pretrained* dari dataset ImageNet dan menetapkan seluruh lapisan konvolusional pada bagian dasar (*base model*) dalam kondisi *frozen*. Pendekatan ini bertujuan untuk memanfaatkan fitur umum yang telah dipelajari sebelumnya sekaligus mengurangi risiko *overfitting* pada tahap awal pelatihan.

Setelah *base model* siap digunakan, penulis menambahkan beberapa lapisan tambahan pada bagian klasifikasi untuk menyesuaikan arsitektur dengan kebutuhan penelitian. Lapisan *Global Average Pooling* digunakan untuk merangkum hasil ekstraksi fitur, diikuti oleh lapisan *Dense* dengan fungsi aktivasi *ReLU* untuk meningkatkan kemampuan model dalam mempelajari hubungan *non-linear*. Sebagai bentuk regularisasi, lapisan *Dropout* turut ditambahkan sebelum lapisan keluaran guna menekan potensi *overfitting*. Lapisan keluaran (*output layer*) menggunakan fungsi aktivasi *softmax* untuk menghasilkan probabilitas prediksi pada lima kelas tingkat keparahan retinopati diabetik, yaitu *Normal, Mild, Moderate, Severe, dan Proliferative*.

Tahap berikutnya adalah proses kompilasi model, di mana penulis menentukan konfigurasi pelatihan yang sesuai. *Optimizer Adam* dipilih

karena kemampuannya dalam menjaga kestabilan proses *optimasi gradien*. Untuk fungsi kerugian (*loss function*), penulis menggunakan *Focal Loss* yang dirancang untuk menangani permasalahan ketidakseimbangan kelas pada dataset. Pemilihan *Focal Loss* memungkinkan model memberikan perhatian lebih pada kelas minoritas yang cenderung sulit diprediksi, sehingga pembelajaran tidak didominasi oleh kelas dengan jumlah data terbesar. Selain metrik akurasi, penulis juga menyiapkan metrik evaluasi tambahan untuk memperoleh gambaran performa model yang lebih komprehensif.

Proses pelatihan model dilakukan secara bertahap dengan jumlah *epoch* yang telah disesuaikan dengan kapasitas komputasi dan kompleksitas model. Selama proses *training*, penulis memantau perkembangan nilai *training loss* dan *validation loss* untuk mengamati pola konvergensi model. Mekanisme *model checkpoint* diterapkan untuk menyimpan bobot model terbaik berdasarkan nilai performa tertentu, sehingga model dengan kinerja optimal dapat digunakan pada tahap evaluasi lanjutan. Selain itu, penulis juga memperhatikan perbedaan performa antara data pelatihan dan data validasi sebagai indikasi awal terhadap kemungkinan terjadinya *overfitting* atau *underfitting*.

Setelah proses pelatihan selesai, penulis melanjutkan ke tahap evaluasi model. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan data validasi untuk menilai kemampuan generalisasi model terhadap data yang tidak dilibatkan secara langsung dalam proses pelatihan. Penulis menganalisis hasil prediksi model melalui berbagai metrik evaluasi, seperti akurasi dan *confusion matrix*, guna melihat distribusi prediksi pada masing-masing kelas tingkat keparahan. Analisis ini membantu penulis dalam mengidentifikasi kelas-kelas yang masih sulit diklasifikasikan serta pola kesalahan yang muncul selama proses prediksi.

Sebagai bagian dari evaluasi, penulis juga membandingkan hasil performa model CNN berbasis *ResNet50* dengan model pembanding yang dikembangkan menggunakan pendekatan *Vision Transformer* (ViT). Perbandingan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran objektif mengenai efektivitas masing-masing arsitektur dalam konteks dataset dan strategi *preprocessing* yang digunakan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model CNN berbasis *ResNet50* memberikan performa yang lebih stabil dan konsisten dibandingkan model ViT pada penelitian ini, terutama dalam mengklasifikasikan kelas dengan karakteristik visual yang saling berdekatan.

Secara keseluruhan, tahap pembangunan model, *training*, dan evaluasi memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan pendekatan *deep learning* yang digunakan dalam penelitian ini. Melalui tahapan ini, penulis tidak hanya memperoleh hasil kuantitatif berupa nilai performa model, tetapi juga pemahaman yang lebih mendalam mengenai perilaku model, keterbatasan pendekatan yang digunakan, serta potensi pengembangan lebih lanjut. Temuan pada tahap ini selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan pembahasan dan kesimpulan pada bagian akhir karya ilmiah.

3.3.1.8 Tahap 8—Penyempurnaan *Fullpaper* dan Revisi Akhir

Tahap kedelapan dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada proses penyempurnaan naskah *fullpaper* serta pelaksanaan revisi akhir sebelum karya ilmiah diserahkan kepada panitia Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0. Tahap ini memiliki peran penting karena kualitas *fullpaper* yang dihasilkan akan menjadi dasar utama dalam proses penilaian karya ilmiah pada tingkat nasional, baik dari sisi substansi penelitian maupun ketepatan penyampaian secara akademik.

Proses penyempurnaan *fullpaper* diawali dengan peninjauan menyeluruh terhadap seluruh bagian naskah, mulai dari pendahuluan hingga kesimpulan. Pada tahap ini, penulis mengevaluasi kembali

keterkaitan untuk memastikan bahwa alur pembahasan tersusun secara logis dan saling mendukung. Penulis memastikan bahwa latar belakang penelitian telah mengarah secara jelas pada perumusan masalah, metodologi yang digunakan selaras dengan tujuan penelitian, serta hasil dan pembahasan mampu menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.

Selain itu, penulis juga melakukan perbaikan pada struktur dan gaya penulisan agar sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Perbaikan dilakukan pada tata bahasa, kejelasan kalimat, serta konsistensi penggunaan istilah teknis, khususnya yang berkaitan dengan *deep learning*, pemrosesan citra medis, dan klasifikasi retinopati diabetik. Beberapa bagian yang dinilai terlalu panjang atau kurang efektif kemudian diringkas tanpa mengurangi makna dan kedalaman pembahasan, sehingga naskah menjadi lebih fokus dan mudah dipahami oleh pembaca.

Pada tahap ini, penulis juga menata ulang penyajian tabel, grafik, dan gambar hasil penelitian agar lebih sistematis dan informatif. Setiap visualisasi dievaluasi kembali untuk memastikan kesesuaian dengan isi pembahasan serta kejelasan informasi yang disampaikan. Caption dan penomoran disesuaikan secara konsisten agar memudahkan pembaca dalam menelusuri keterkaitan antara teks dan visual yang disajikan.

Aspek sitasi dan daftar pustaka turut menjadi perhatian utama dalam tahap penyempurnaan ini. Penulis melakukan pengecekan ulang terhadap seluruh referensi yang digunakan untuk memastikan bahwa setiap sumber telah disitasi secara tepat dan tercantum secara lengkap pada daftar pustaka. Penyesuaian format sitasi dilakukan agar sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh panitia lomba, sehingga integritas akademik karya ilmiah tetap terjaga.

Setelah melakukan revisi secara mandiri, penulis kembali melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing untuk memperoleh umpan balik terhadap versi terbaru *fullpaper*. Masukan yang diberikan

mencakup penajaman analisis pada bagian pembahasan, penguatan argumentasi ilmiah, serta perbaikan redaksi agar bahasa yang digunakan lebih akademis dan lugas. Seluruh masukan tersebut kemudian ditindaklanjuti melalui proses revisi lanjutan hingga naskah dinilai telah memenuhi standar kualitas akademik dan kompetisi.

Tahap akhir dari penyempurnaan *fullpaper* adalah pengecekan teknis secara menyeluruh terhadap dokumen. Penulis memastikan bahwa seluruh ketentuan lomba telah dipenuhi, seperti jumlah halaman, format penulisan, ukuran huruf, pengaturan margin, serta format file yang akan diunggah. Pengecekan ini dilakukan untuk meminimalkan kesalahan teknis yang dapat memengaruhi proses penilaian.

Dengan selesainya tahap penyempurnaan *fullpaper* dan revisi akhir, penulis menghasilkan naskah karya ilmiah yang lebih matang, sistematis, dan siap untuk dipresentasikan pada kompetisi tingkat nasional. Tahap ini tidak hanya menandai selesainya proses penulisan ilmiah, tetapi juga menjadi refleksi atas keseluruhan proses penelitian yang telah dijalani secara terstruktur dan berkesinambungan.

3.3.1.9 Tahap 9—Pembuatan Banner Ilmiah dan Material Presentasi

Tahap kesembilan dalam pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program difokuskan pada penyusunan media pendukung berupa banner ilmiah dan materi presentasi yang digunakan pada tahap final Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0. Tahap ini memiliki peran penting karena menjadi sarana utama dalam menyampaikan hasil penelitian secara ringkas, jelas, dan komunikatif kepada dewan juri serta peserta lain dalam forum ilmiah.

Proses pembuatan banner ilmiah diawali dengan perancangan struktur informasi yang akan ditampilkan. Penulis menentukan bagian-bagian utama yang perlu dimuat, antara lain latar belakang singkat penelitian, tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, tahapan pemrosesan citra, arsitektur model yang diterapkan, hasil evaluasi, serta kesimpulan utama. Penyusunan konten dilakukan secara selektif

dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang pada media banner, sehingga informasi yang ditampilkan tetap padat, relevan, dan tidak berlebihan.

Setelah struktur konten ditetapkan, penulis melanjutkan dengan perancangan tata letak banner. Pada tahap ini, penulis memperhatikan aspek keterbacaan, proporsi visual, dan keselarasan warna agar banner mudah dipahami serta tetap terlihat profesional. Pemilihan ukuran huruf, kombinasi warna, serta penempatan teks dan gambar disesuaikan dengan prinsip desain ilmiah yang baik dan ketentuan lomba, sehingga fokus pembaca tetap tertuju pada substansi penelitian yang disampaikan.

Selanjutnya, penulis menyiapkan berbagai elemen visual pendukung yang akan dimasukkan ke dalam banner. Elemen tersebut meliputi diagram alur *preprocessing* citra fundus, ilustrasi arsitektur model CNN berbasis *ResNet50*, grafik hasil pelatihan dan validasi model, serta tabel ringkasan performa klasifikasi. Seluruh visualisasi dirancang agar tetap jelas dan informatif ketika ditampilkan dalam bentuk cetak, sehingga dapat membantu dewan juri memahami alur dan hasil penelitian secara lebih cepat.

Setelah banner ilmiah disusun dan melalui proses peninjauan, penulis kemudian melanjutkan ke penyusunan materi presentasi dalam bentuk slide PowerPoint. Penyusunan slide dilakukan secara sistematis, dimulai dari pengantar dan latar belakang permasalahan, penjelasan singkat mengenai metode penelitian, paparan hasil eksperimen, hingga kesimpulan dan potensi pengembangan penelitian di masa mendatang. Setiap slide dirancang untuk menyampaikan satu gagasan utama agar penyampaian materi dapat berlangsung secara efektif dan terstruktur.

Selain menyiapkan materi visual, penulis juga menyusun alur narasi presentasi yang selaras dengan isi slide. Penulis melakukan latihan presentasi secara bertahap untuk memastikan alur penyampaian berjalan lancar, sesuai dengan durasi yang ditentukan, serta mampu

menekankan kontribusi utama penelitian. Umpang balik dari dosen pembimbing dan anggota tim digunakan sebagai bahan evaluasi untuk memperbaiki kejelasan penjelasan, urutan materi, serta pemilihan visual yang paling representatif.

Secara keseluruhan, tahap pembuatan banner ilmiah dan materi presentasi bertujuan untuk memastikan bahwa hasil penelitian yang telah disusun dalam bentuk *fullpaper* dapat dikomunikasikan secara efektif dalam forum ilmiah. Melalui media visual yang terstruktur dan penyampaian yang terencana, penulis dapat menyampaikan kontribusi penelitian secara jelas, meningkatkan daya tarik presentasi, serta mendukung proses penilaian pada tahap final kompetisi ilmiah tingkat nasional.

Selain menyusun slide, penulis juga mempersiapkan alur narasi presentasi yang selaras dengan materi visual. Penulis melakukan latihan presentasi secara mandiri maupun bersama anggota tim untuk memastikan penyampaian materi berjalan lancar, terstruktur, dan sesuai dengan durasi yang ditentukan. Umpang balik dari dosen pembimbing dan anggota tim digunakan sebagai bahan evaluasi untuk memperbaiki penekanan materi, alur penyampaian, serta pemilihan visual yang paling representatif terhadap hasil penelitian.

Secara keseluruhan, tahap pembuatan banner ilmiah dan material presentasi menjadi bagian penting dalam memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya kuat dari sisi metodologi dan teknis, tetapi juga mampu dikomunikasikan secara efektif dan profesional. Media presentasi yang disusun dengan baik membantu penulis menyampaikan kontribusi penelitian secara jelas, meningkatkan daya tarik visual, serta mendukung proses penilaian pada tahap final kompetisi ilmiah tingkat nasional.

3.3.1.10 Tahap 10— Keberangkatan ke Jambi, Technical Meeting, Presentasi Final, Field Trip, dan Pengumuman Pemenang

Tahap kesepuluh merupakan tahap akhir sekaligus puncak dari rangkaian pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program melalui jalur kompetisi Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0. Pada tahap ini, penulis mengikuti rangkaian kegiatan final yang diselenggarakan secara luring di Kota Jambi. Tahap ini menjadi momen implementasi langsung dari seluruh proses penelitian, penulisan ilmiah, serta persiapan presentasi yang telah dilakukan pada tahap-tahap sebelumnya.



Gambar 3.5 Tiba di Jambi

Setibanya di Jambi, penulis mengikuti proses registrasi ulang sebagai finalis kompetisi. Registrasi ini bertujuan untuk memastikan kehadiran peserta serta kelengkapan administrasi sebelum memasuki rangkaian kegiatan inti. Setelah proses registrasi, seluruh finalis diwajibkan mengikuti *technical meeting* yang diselenggarakan oleh panitia. Pada sesi ini, panitia menyampaikan penjelasan teknis terkait alur presentasi, durasi pemaparan, mekanisme tanya jawab, kriteria penilaian, serta tata tertib yang harus dipatuhi selama pelaksanaan

kompetisi. Melalui *technical meeting* tersebut, penulis memperoleh kejelasan mengenai aspek teknis presentasi sehingga dapat melakukan penyesuaian akhir terhadap materi yang telah disiapkan.



Gambar 3.6 Technincal Meeting

Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan presentasi final karya ilmiah di hadapan dewan juri. Pada sesi ini, penulis memaparkan hasil penelitian mengenai klasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetik berbasis *deep learning* secara sistematis, mulai dari latar belakang permasalahan, metodologi penelitian, tahapan pemrosesan citra, pengembangan model, hingga hasil evaluasi dan kesimpulan. Penyampaian materi dilakukan dengan mengacu pada slide presentasi dan banner ilmiah yang telah disusun sebelumnya. Setelah pemaparan, penulis mengikuti sesi tanya jawab dengan dewan juri yang bertujuan untuk menguji pemahaman konseptual, ketepatan metodologi, serta relevansi hasil penelitian terhadap permasalahan nyata di bidang kesehatan.



Gambar 3.7 Presentasi Final



Gambar 3.8 Presentasi Final



Gambar 3.9 Presentasi Final



Gambar 3.10 Dokumentasi



Gambar 3.11 Dokumentasi

Selain sesi presentasi, panitia juga menyelenggarakan kegiatan *field trip* sebagai bagian dari rangkaian acara final. Kegiatan ini bersifat rekreatif dan edukatif, serta bertujuan untuk memberikan pengalaman tambahan bagi para finalis sekaligus mempererat interaksi antar peserta dari berbagai perguruan tinggi. Melalui kegiatan ini, penulis memperoleh kesempatan untuk berinteraksi secara informal dengan peserta lain, bertukar pengalaman akademik, serta memperluas jejaring di lingkungan kompetisi ilmiah tingkat nasional.



Gambar 3.12 Field Trip



Gambar 3.13 Field Trip



Gambar 3.14 Field Trip

Rangkaian kegiatan final diakhiri dengan pengumuman pemenang LKTIN CARBON 7.0. Pada sesi ini, panitia mengumumkan peraih penghargaan utama serta penghargaan kategori khusus yang diberikan berdasarkan hasil penilaian dewan juri. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, penulis berhasil memperoleh penghargaan Best Poster. Penghargaan ini diberikan atas kualitas penyajian visual penelitian yang dinilai mampu menyampaikan informasi ilmiah secara jelas, sistematis, dan komunikatif. Capaian ini menjadi bentuk apresiasi terhadap kemampuan penulis dalam mengemas hasil penelitian ke dalam media visual yang efektif dan sesuai dengan standar presentasi ilmiah.



Gambar 3.15 Pengumuman Pemenang



Gambar 3.16 Pengumuman Pemenang

Secara keseluruhan, tahap pelaksanaan final di Jambi memberikan pengalaman yang komprehensif bagi penulis dalam mengikuti kompetisi ilmiah tingkat nasional. Tahap ini tidak hanya menjadi ajang evaluasi terhadap kualitas penelitian yang telah dilakukan, tetapi juga melatih kemampuan komunikasi ilmiah, kepercayaan diri dalam presentasi akademik, serta kesiapan penulis dalam berpartisipasi pada forum ilmiah yang lebih luas. Perolehan penghargaan *Best Poster* menjadi penutup yang bermakna dari seluruh rangkaian PRO-STEP: Road to Champion Program, sekaligus memperkuat nilai capaian akademik yang diperoleh dari kegiatan ini.

3.3.2 Kendala yang Ditemukan

Selama menjalani rangkaian kegiatan dalam PRO-STEP: Road to Champion Program, penulis menghadapi sejumlah kendala yang muncul pada berbagai tahapan penelitian dan persiapan kompetisi. Kendala tersebut tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga non-teknis, dan secara keseluruhan menjadi bagian dari proses pembelajaran dalam menyusun karya ilmiah berbasis riset. Setiap kendala yang dihadapi memberikan tantangan tersendiri yang menuntut penulis untuk melakukan penyesuaian, evaluasi ulang, serta pengambilan keputusan yang tetap berada dalam koridor akademik dan ketentuan kompetisi.

Salah satu kendala utama yang dihadapi berkaitan dengan kualitas dataset citra fundus retina yang digunakan. Dataset yang diperoleh memiliki variasi kualitas citra yang cukup signifikan, di mana sebagian citra menunjukkan kondisi buram, pencahayaan yang tidak merata, serta pantulan cahaya berlebih (*glare*). Variasi kualitas ini berpotensi mengganggu proses ekstraksi fitur oleh model *deep learning* karena karakteristik visual yang tidak konsisten. Kondisi tersebut mendorong penulis untuk merancang dan menerapkan strategi *preprocessing* yang lebih komprehensif agar citra tetap dapat dimanfaatkan secara optimal dalam proses pelatihan model. Proses ini memerlukan waktu tambahan karena penulis harus melakukan pengujian dan evaluasi visual secara berulang untuk menentukan teknik peningkatan kualitas citra yang paling sesuai.

Selain permasalahan kualitas citra, kendala lain yang cukup menonjol adalah ketidakseimbangan jumlah data antar kelas tingkat keparahan retinopati diabetik. Distribusi data menunjukkan bahwa kelas *Normal* memiliki jumlah citra yang jauh lebih besar dibandingkan kelas *Mild*, *Moderate*, *Severe*, dan *Proliferative*. Ketidakseimbangan ini menimbulkan risiko bias model terhadap kelas mayoritas dan berpotensi menurunkan performa klasifikasi pada kelas minoritas. Kondisi tersebut menuntut penulis untuk menyesuaikan strategi pemodelan, baik melalui penerapan augmentasi data maupun pemilihan fungsi kerugian yang lebih adaptif, agar hasil klasifikasi tetap representatif untuk seluruh kelas.

Dari sisi teknis pemrograman, kendala juga muncul pada tahap persiapan dan penggunaan *environment coding*. Penulis menghadapi beberapa permasalahan terkait kompatibilitas versi *library deep learning*, khususnya *TensorFlow*, *NumPy*, dan *OpenCV*. Ketidaksesuaian versi *library* menyebabkan terjadinya error pada proses instalasi maupun saat eksekusi kode pelatihan model. Untuk mengatasi hal tersebut, penulis perlu melakukan proses *troubleshooting*, penyesuaian versi dependensi, serta konfigurasi

ulang *environment* secara bertahap hingga sistem pemodelan dapat berjalan secara stabil dan konsisten.

Proses pelatihan model turut menghadirkan tantangan tersendiri. Pada beberapa percobaan awal, model menunjukkan indikasi *overfitting* serta fluktuasi performa antar kelas, terutama pada kelas dengan jumlah data yang relatif terbatas. Kondisi ini mendorong penulis untuk melakukan evaluasi ulang terhadap parameter pelatihan, strategi augmentasi, serta struktur arsitektur model yang digunakan. Selain itu, waktu komputasi yang dibutuhkan dalam proses *training* relatif panjang, sehingga penulis perlu menyesuaikan jadwal pengerjaan penelitian agar tetap sejalan dengan timeline kompetisi yang telah ditetapkan.

Kendala lain yang turut dirasakan adalah keterbatasan waktu pelaksanaan penelitian. Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pengumpulan data, pengembangan model, hingga penyusunan karya ilmiah dan media presentasi, harus diselesaikan dalam rentang waktu yang relatif singkat. Kondisi ini menuntut penulis untuk mengelola waktu secara lebih disiplin dan efisien, terutama ketika beberapa tahapan harus dikerjakan secara paralel antara proses teknis dan penyusunan laporan.

Dari aspek penulisan karya ilmiah, penulis juga menghadapi tantangan dalam menyusun hasil penelitian secara sistematis serta memastikan kesesuaian dengan format akademik yang ditetapkan oleh panitia lomba. Proses revisi dilakukan secara berulang untuk memperbaiki alur pembahasan, memperjelas interpretasi hasil, serta menyesuaikan penggunaan bahasa dan format penulisan. Tahap ini memerlukan ketelitian yang tinggi agar naskah akhir tidak hanya kuat dari sisi substansi ilmiah, tetapi juga tersaji secara rapi, konsisten, dan mudah dipahami.

Secara keseluruhan, berbagai kendala yang ditemui selama pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program memberikan pengalaman pembelajaran yang berharga bagi penulis. Kendala-kendala tersebut tidak

hanya melatih kemampuan teknis dalam bidang pemrograman dan analisis data, tetapi juga mengasah keterampilan manajemen waktu, ketelitian akademik, serta kemampuan pemecahan masalah dalam konteks penelitian dan kompetisi ilmiah tingkat nasional.

3.3.3 Solusi atas Kendala yang ditemukan

Untuk mengatasi berbagai kendala yang muncul selama pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program, penulis menerapkan sejumlah langkah penyelesaian yang dilakukan secara bertahap dan disesuaikan dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi. Setiap solusi dirancang tidak hanya untuk mengatasi hambatan teknis maupun non-teknis, tetapi juga untuk memastikan bahwa proses dan hasil penelitian tetap berada dalam koridor akademik serta memenuhi ketentuan kompetisi yang berlaku.

Dalam menghadapi kendala terkait kualitas dataset citra fundus retina, penulis memilih pendekatan optimalisasi data melalui proses *preprocessing* yang lebih komprehensif. Citra yang memiliki kualitas visual kurang optimal, seperti kondisi buram, pencahayaan tidak merata, atau pantulan cahaya berlebih, tidak langsung dieliminasi dari dataset. Sebaliknya, penulis melakukan perbaikan kualitas citra dengan menerapkan teknik *cropping* area fundus, normalisasi pencahayaan, serta peningkatan kontras menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Pendekatan ini bertujuan untuk memperjelas fitur visual penting pada retina tanpa mengurangi jumlah data yang tersedia, khususnya pada kelas dengan jumlah sampel terbatas. Selain itu, penulis melakukan pengecekan ulang terhadap kesesuaian citra dan label untuk memastikan integritas dataset sebelum digunakan pada tahap pelatihan model.

Untuk mengatasi kendala teknis pada *environment* pemrograman, penulis melakukan penyesuaian konfigurasi sistem dengan mengacu pada dokumentasi resmi TensorFlow serta referensi dari komunitas pengembang. Penulis membangun *environment* terpisah menggunakan Anaconda dengan versi Python dan *library* yang saling kompatibel guna meminimalkan konflik

dependensi. Permasalahan instalasi dan *runtime error* diselesaikan melalui proses instalasi ulang *library*, penyesuaian versi tertentu, serta pengujian skrip secara bertahap. Dalam proses ini, masukan dari dosen pembimbing turut membantu penulis dalam menentukan solusi yang lebih tepat dan efisien.

Terkait kendala berupa *overfitting* dan ketidakstabilan performa model, penulis melakukan serangkaian penyesuaian pada strategi pelatihan. Penulis meningkatkan variasi augmentasi data untuk memperkaya keragaman citra, khususnya pada kelas minoritas, serta melakukan penyesuaian parameter pelatihan seperti *learning rate*, *batch size*, dan jumlah *epoch*. Selain itu, penerapan teknik regularisasi seperti *dropout* digunakan untuk mengurangi kecenderungan model dalam menghafal data pelatihan. Penulis juga membandingkan beberapa konfigurasi pelatihan secara sistematis untuk memperoleh kombinasi parameter yang memberikan performa paling stabil pada data validasi. Pendekatan berbasis eksperimen ini membantu meningkatkan kemampuan generalisasi model dan menghasilkan performa yang lebih konsisten.

Dalam mengatasi kendala pada tahap penyusunan karya ilmiah, penulis menerapkan proses revisi secara berkelanjutan dengan berpedoman pada masukan dari dosen pembimbing. Setiap umpan balik dianalisis secara cermat untuk memperbaiki alur penulisan, memperjelas pembahasan hasil, serta memperkuat argumentasi ilmiah yang disampaikan. Untuk menjaga keteraturan proses revisi, penulis menyusun daftar perbaikan sebagai alat bantu pemantauan, sehingga setiap perubahan dapat dilakukan secara terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.

Secara keseluruhan, penerapan berbagai solusi tersebut membantu penulis dalam mengatasi kendala yang muncul selama pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion Program. Proses penyelesaian masalah ini tidak hanya berdampak pada peningkatan kualitas hasil penelitian, tetapi juga memberikan pengalaman berharga dalam pengelolaan riset, pengambilan

keputusan berbasis evaluasi, serta pengembangan kemampuan *problem solving* dalam konteks penelitian dan kompetisi ilmiah tingkat nasional.

3.4 Hasil Lomba/Kompetisi

Setelah seluruh tahapan penelitian dan penyusunan karya ilmiah selesai dilaksanakan, penulis melanjutkan kegiatan ke tahap final Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) CARBON 7.0 yang berlangsung pada tanggal 7 hingga 9 November 2025 di Universitas Jambi. Tahap final ini menjadi puncak dari rangkaian PRO-STEP: Road to Champion Program, sekaligus menjadi ajang untuk mempresentasikan hasil penelitian secara langsung dalam forum ilmiah tingkat nasional.

Rangkaian kegiatan final diawali dengan pelaksanaan *technical meeting* yang diikuti oleh seluruh finalis. Pada sesi ini, panitia menyampaikan informasi teknis terkait alur kegiatan lomba, ketentuan presentasi, mekanisme penilaian, serta tata tertib yang harus dipatuhi selama pelaksanaan final. Selain itu, dilakukan pula verifikasi ulang terhadap dokumen karya ilmiah dan kelengkapan administrasi peserta. Melalui kegiatan ini, penulis memperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai teknis pelaksanaan presentasi, sekaligus memastikan bahwa seluruh persyaratan telah dipenuhi sebelum memasuki sesi penilaian utama.

Setelah *technical meeting*, penulis melakukan persiapan akhir terhadap materi presentasi. Persiapan ini meliputi peninjauan kembali struktur *slide PowerPoint*, penyesuaian alur penyampaian materi agar lebih sistematis, serta latihan presentasi untuk memastikan penyampaian hasil penelitian sesuai dengan durasi dan ketentuan yang telah ditetapkan. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa substansi penelitian dapat disampaikan secara jelas, runtut, dan komunikatif di hadapan dewan juri.

Sesi presentasi ilmiah dilaksanakan pada hari berikutnya. Pada kesempatan tersebut, penulis memaparkan karya ilmiah berjudul “*Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetik pada Citra Fundus Retina Berbasis CNN dengan Pemrosesan Citra*.” Presentasi diawali dengan pemaparan latar belakang

permasalahan retinopati diabetik sebagai salah satu komplikasi serius diabetes melitus, dilanjutkan dengan urgensi deteksi dini serta peran teknologi kecerdasan buatan dalam mendukung proses skrining kesehatan. Penulis kemudian menjelaskan tahapan penelitian yang telah dilakukan, mulai dari karakteristik dataset, proses *preprocessing* citra, strategi augmentasi data, hingga pengembangan model Convolutional Neural Network (CNN) berbasis arsitektur *ResNet50* serta penggunaan *Vision Transformer* (ViT) sebagai model banding.

Pada bagian hasil, penulis memaparkan perbandingan performa kedua model berdasarkan metrik evaluasi yang digunakan. Penjelasan difokuskan pada alasan mengapa model CNN berbasis *transfer learning* menunjukkan performa yang lebih stabil dan optimal pada dataset yang digunakan dibandingkan model *Vision Transformer*. Pemaparan hasil dikaitkan dengan kajian literatur yang telah dibahas sebelumnya, sehingga analisis yang disampaikan memiliki landasan ilmiah yang kuat dan relevan.

Sesi presentasi dilanjutkan dengan tanya jawab bersama dewan juri. Pertanyaan yang diajukan mencakup aspek metodologi penelitian, pemilihan teknik *preprocessing* dan augmentasi data, potensi terjadinya *overfitting*, serta kemungkinan penerapan model dalam konteks layanan kesehatan. Penulis memberikan tanggapan berdasarkan hasil eksperimen dan referensi ilmiah yang digunakan, sehingga diskusi berlangsung secara konstruktif dan akademis. Sesi ini menjadi pengalaman penting dalam melatih kemampuan komunikasi ilmiah serta mempertahankan argumen penelitian secara profesional.

Selain presentasi lisan, penulis juga menampilkan banner ilmiah sebagai media visual pendukung. Banner tersebut menyajikan ringkasan penelitian secara padat dan informatif, mencakup latar belakang, metodologi, arsitektur model, serta hasil utama penelitian. Penyajian visual yang sistematis dan komunikatif menjadi salah satu aspek penilaian dalam kompetisi. Berdasarkan hasil penilaian dewan juri, banner ilmiah yang disusun oleh penulis dinilai memiliki kejelasan visual dan ketepatan penyajian informasi, sehingga penulis berhasil memperoleh penghargaan Best Poster pada LKTIN CARBON 7.0.

Pada hari terakhir, rangkaian kegiatan final dilanjutkan dengan pelaksanaan *field trip* yang diikuti oleh seluruh finalis. Kegiatan ini dirancang sebagai sarana edukatif dan rekreatif, sekaligus memberikan kesempatan bagi peserta untuk berinteraksi dan bertukar pengalaman dengan finalis dari berbagai perguruan tinggi. Melalui kegiatan ini, penulis memperoleh wawasan tambahan serta memperluas jejaring akademik dalam suasana yang lebih informal.

Rangkaian kegiatan LKTIN CARBON 7.0 kemudian ditutup dengan pengumuman pemenang. Meskipun penulis tidak meraih posisi juara utama, capaian sebagai finalis nasional serta perolehan penghargaan Best Poster menjadi hasil yang bernalih dan mencerminkan kualitas penelitian yang telah dilakukan.

Adapun luaran yang dihasilkan dari keikutsertaan dalam kompetisi ini meliputi naskah *fullpaper* sebagai hasil utama penelitian, banner ilmiah, slide presentasi PowerPoint, dokumentasi kegiatan selama rangkaian final, sertifikat finalis, serta sertifikat penghargaan *Best Poster*. Seluruh luaran tersebut menjadi bukti konkret dari proses penelitian dan partisipasi aktif penulis dalam kompetisi ilmiah tingkat nasional.

Secara keseluruhan, hasil yang diperoleh dari LKTIN CARBON 7.0 memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan kompetensi akademik penulis. Pengalaman mengikuti kompetisi ilmiah tingkat nasional tidak hanya memperkuat pemahaman mengenai proses penelitian yang sistematis dan penerapan metode *deep learning* pada permasalahan kesehatan, tetapi juga meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah serta kepercayaan diri dalam mempresentasikan hasil penelitian di forum akademik. Pengalaman ini diharapkan dapat menjadi bekal yang bermanfaat bagi penulis dalam kegiatan akademik dan profesional di masa mendatang.