

APLIKASI PINTAR UNTUK PAPARAN KEPUTUSAN AI DAN RAMALAN PRESTASI PELAJAR BERDASARKAN KUALITI KIMPALAN MENGGUNAKAN XGBOOST

¹MUHAMMAD SHAH IZMEER BIN ZAKRI, ¹AZIZI BIN ABDULLAH

¹Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Projek ini membangunkan satu sistem aplikasi pintar yang dinamakan WeldAI, bertujuan membantu pensyarah dalam memantau dan menilai prestasi pelajar berdasarkan tugas latihan kimpalan. Dalam kaedah penilaian tradisional, pensyarah menghadapi kesukaran untuk membuat penilaian yang objektif kerana kekangan masa, subjektiviti manusia, dan ketiadaan sistem yang menyokong keputusan berasaskan data. Justeru itu, sistem WeldAI dicadangkan bagi menyelesaikan masalah ini dengan menggabungkan dua komponen utama, iaitu model kecerdasan buatan (AI) untuk pengesanan kecacatan menggunakan YOLOv8 dan model ramalan prestasi pelajar menggunakan XGBoost. Aplikasi dibangunkan menggunakan Flutter untuk antara muka mudah alih, manakala Firebase digunakan sebagai pangkalan data untuk menyimpan maklumat pelajar, imej, dan skor. Cloudinary pula digunakan untuk pengurusan imej, manakala Flask API digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan model AI. Ciri utama sistem termasuk paparan hasil pengesanan kecacatan kimpalan secara visual, muat naik tugas oleh pelajar, dan paparan skor ramalan akhir kepada pensyarah. Strategi pembangunan menggunakan pendekatan inkremental dengan pengujian fungsi dijalankan secara berterusan dalam emulator dan peranti sebenar. Model XGBoost dilatih menggunakan data teknikal pelajar dan mencapai ketepatan tinggi dengan nilai R^2 sebanyak 0.92. Sistem diuji berjaya dari segi fungsi, prestasi dan kebolehgunaan, walaupun terdapat kekangan seperti keperluan input tetap (lima tugas sahaja) dan isu log masuk pada sesetengah peranti. Secara keseluruhan, WeldAI membuktikan kebolehpayaan dalam membantu pensyarah membuat keputusan berdasarkan data yang tepat dan menyokong pembelajaran pelajar secara lebih berstruktur dan efisien.

Kata kunci: YOLOv8, XGBoost, Pembelajaran Mendalam, Kecacatan Kimpalan, Prestasi Pelajar, Firebase, Cloudinary.

ABSTRACT

This project presents the development of WeldAI, an intelligent mobile application designed to assist lecturers in monitoring and evaluating student performance based on welding training tasks. In traditional assessment practices, lecturers often face challenges such as limited time, subjective judgment, and the absence of data-driven tools. To address these issues, WeldAI integrates two key artificial intelligence (AI) components: a defect detection model using YOLOv8 and a performance prediction model using XGBoost. The mobile application is developed using Flutter, with Firebase serving as the primary cloud database to store user profiles, images, and prediction results. Image uploads are managed through Cloudinary, while a Flask API facilitates communication between the mobile app and the AI models. Key features of the system include visual display of welding defects detected from uploaded assignments, student image submission capabilities, and final performance score predictions displayed to lecturers. An incremental development strategy was adopted, with ongoing testing conducted on both Android emulators and physical devices. The XGBoost model was trained using technical student data and demonstrated high accuracy, achieving an R^2 score of 0.92. System testing confirmed that the application meets its functional and non-functional requirements, though some limitations were identified, such as the fixed requirement of five completed assignments for prediction and occasional login issues on specific devices. Overall, WeldAI proves to be a reliable solution for enabling data-driven performance evaluation and supporting structured, efficient student learning in vocational education environments.

Keyword: Welding Defect Detection, YOLOv8, Deep Learning, XGBoost, Firebase, Automated Assessment System

1.0 PENGENALAN

Kimpalan merupakan proses penting dalam industri pembuatan seperti pembinaan, automotif dan pembuatan alat berat, melibatkan penyambungan logam melalui pemanasan bagi menghasilkan sambungan kekal. Walau bagaimanapun, proses ini sering terdedah kepada kecacatan seperti liang pori, retakan, dan penyimpangan dimensi yang boleh mengurangkan kekuatan struktur serta menjejaskan keselamatan pengguna.

Kaedah pemeriksaan kimpalan secara manual memerlukan kepakaran tinggi, mengambil masa yang lama, dan terdedah kepada kesilapan manusia. Dalam konteks pendidikan, pelajar bidang kimpalan menghadapi kesukaran mengenal pasti kecacatan kerana kurang pengalaman dan ketiadaan peralatan canggih. Sistem automatik sedia ada pula mahal, memerlukan penyelenggaraan tinggi, dan kurang sesuai untuk pembelajaran.

Kemajuan dalam teknologi penglihatan komputer dan pembelajaran mesin membolehkan pembangunan kaedah pengesanan automatik yang lebih mampu milik. Model YOLOv8, iaitu algoritma pengesanan objek berasaskan pembelajaran mendalam, dapat mengenal pasti kecacatan kimpalan dengan cepat dan tepat melalui imej yang dimuat naik, manakala hasil analisis dapat dipaparkan dalam aplikasi mudah alih.

Berdasarkan keperluan ini, projek WeldAI dibangunkan sebagai aplikasi mudah alih berasaskan Flutter yang menggabungkan pengesanan kecacatan menggunakan YOLOv8 dan ramalan prestasi pelajar menggunakan XGBoost. Aplikasi ini menyokong pembelajaran yang lebih efisien, interaktif, dan berasaskan data sebenar bagi membantu pelajar serta pensyarah dalam proses penilaian kimpalan sebenar.

2.0 METODOLOGI

Kaedah pembangunan sistem WeldAI menggunakan pendekatan Model Pembangunan Inkremental. Proses pembangunan merangkumi fasa perancangan, pengumpulan keperluan pengguna (pelajar & pensyarah), reka bentuk antara muka, pembangunan sistem, dan pengujian.

Fasa 1: Kajian Kebolehlaksanaan

Pada peringkat awal, kajian dilakukan bagi mengenal pasti masalah utama dalam penilaian hasil kerja kimpalan. Dalam konteks pendidikan teknikal seperti Kolej Vokasional, pemeriksaan hasil kerja pelajar biasanya dilakukan secara manual. Kaedah ini memerlukan tahap kepakaran tinggi, terdedah kepada subjektiviti, dan sering kali mengambil masa yang lama. Masalah ini memberi kesan kepada keberkesanan penilaian serta proses pembelajaran pelajar. Berdasarkan penemuan ini, satu sistem berasaskan kecerdasan buatan (AI) dicadangkan untuk membantu pensyarah menjalankan penilaian secara lebih objektif, cepat, dan tepat, di samping memberikan pelajar panduan visual untuk memperbaiki mutu kerja mereka.

Fasa 2: Pengumpulan dan Penyediaan Data

Fasa ini memfokuskan kepada pengumpulan data prestasi pelajar dalam tugas kimpalan bagi membolehkan model pembelajaran mesin mengenal pasti corak tertentu. Data yang dikumpulkan termasuk:

- Markah tugas praktikal yang diberikan oleh guru.
- Bilangan kecacatan kimpalan yang dikesan oleh sistem.
- Kekekapan penghantaran tugas atau percubaan semula.
- Status lengkap atau tidak lengkap bagi latihan/projek kimpalan.

Data ini digunakan sebagai input untuk melatih model XGBoost yang meramalkan markah akhir pelajar dalam bentuk peratusan. Pemilihan ciri ini adalah berdasarkan kaitannya dengan prestasi sebenar pelajar dalam amali kimpalan.

Fasa 3: Pra-Pemprosesan Data

Sebelum proses latihan model AI dijalankan, data yang diperolehi melalui pembersihan dan penyeragaman. Langkah-langkah pra-pemprosesan termasuk:

- Mengisi atau membuang nilai kosong untuk menjamin integriti data.
- Menyeragamkan format markah, bilangan tugas, dan bilangan kecacatan supaya konsisten.
- Melakukan normalisasi atau penskoran semula jika perlu (contohnya, memastikan semua markah berada pada skala 0–100).
- Membahagikan data kepada set latihan (80%) dan set ujian (20%) untuk memastikan model dapat dinilai prestasinya secara objektif.

Proses ini penting bagi mengelakkan bias data dan memastikan model berfungsi dengan baik apabila digunakan pada data baharu.

Fasa 4: Pembangunan Model Kecerdasan Buatan

Sistem WeldAI menggabungkan dua model AI utama:

1. **Model YOLOv8** — Digunakan untuk pengesanan kecacatan kimpalan seperti liang pori, retakan, dan penyimpangan dimensi daripada imej yang dimuat naik oleh pelajar. Model ini terkenal dengan keupayaan pengesanan masa nyata yang pantas dan tepat.
2. **Model XGBoost Regressor** — Digunakan untuk meramalkan markah akhir pelajar berdasarkan data prestasi yang telah dipra-proses. Model ini dibangunkan menggunakan pustaka xgboost dalam Python dan dinilai menggunakan metrik:
 - Mean Absolute Error (MAE)
 - Root Mean Squared Error (RMSE)
 - R^2 Score (koefisien penentu)

Model yang mencapai prestasi terbaik akan disimpan (saved model) untuk digunakan dalam aplikasi WeldAI. Keputusan ramalan ini membantu pensyarah memantau prestasi pelajar secara objektif dan sistematik.

Fasa 5: Pengujian Sistem

Pengujian dilaksanakan dalam dua peringkat utama:

- Pengujian fungsi aplikasi – Memastikan ciri seperti login, muat naik imej, dan pemarkahan berfungsi dengan baik pada setiap iterasi pembangunan.
- Pengujian model AI – Menilai prestasi YOLOv8 berdasarkan precision, recall, dan F1-score, manakala XGBoost dinilai berdasarkan metrik regresi yang telah ditetapkan.

Pengujian ini dilaksanakan menggunakan data ujian serta peranti sebenar untuk memastikan aplikasi stabil dalam persekitaran sebenar.

Fasa 6: Penyampaian dan Penambahbaikan

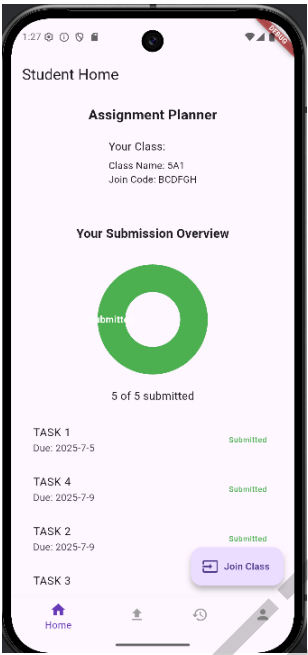
Setelah sistem dibangunkan, ia dipersembahkan kepada kumpulan pengguna sasaran iaitu pelajar dan pensyarah bagi mendapatkan maklum balas. Cadangan penambahbaikan akan dilaksanakan dalam iterasi seterusnya, termasuk penambahan ciri seperti carta prestasi, laporan boleh muat turun, dan ruang komen pensyarah. Proses ini memastikan WeldAI terus relevan dan memenuhi keperluan pengguna dari semasa ke semasa.

3.0 HASIL

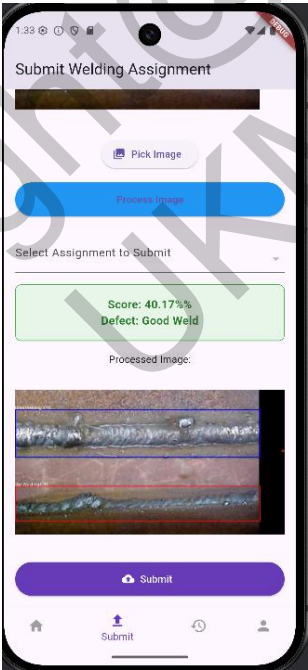
3.1 Pembangunan Antara Muka Aplikasi

Aplikasi WeldAI dibangunkan menggunakan Flutter dan direka bentuk dengan dua jenis antaramuka utama, iaitu Mod Pelajar dan Mod Pensyarah. Reka bentuk ini memastikan fungsi yang ditawarkan bersesuaian dengan keperluan setiap kumpulan pengguna.

Mod Pelajar membolehkan pengguna memuat naik imej kimpalan untuk dianalisis menggunakan model YOLOv8. Keputusan pengesanan kecacatan dipaparkan secara visual melalui kotak pengesanan (bounding box) dan label jenis kecacatan yang memudahkan pemantauan perkembangan sepanjang kursus.

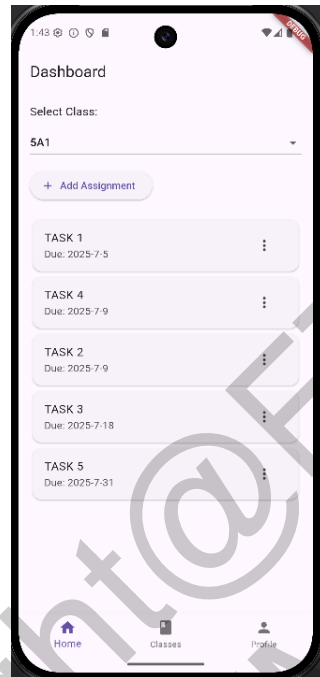


Rajah 3.1 Laman Utama Pelajar

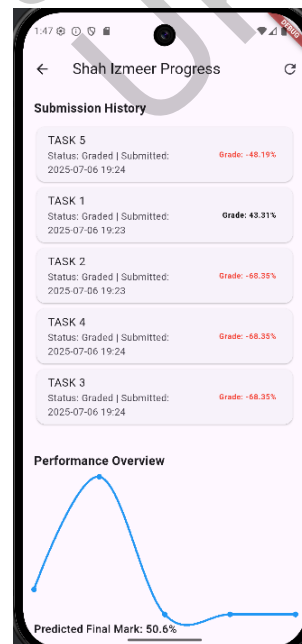


Rajah 3.2 Laman Muat Naik Tugas/Paparan Keputusan YOLOv8

Mod Pensyarah menyediakan akses kepada senarai pelajar beserta markah prestasi yang dijana secara automatik. Pensyarah dapat melihat sejarah penghantaran tugas pelajar, membuat semakan terhadap keputusan pengesanan kecacatan, dan mendapatkan laporan ringkas mengenai prestasi keseluruhan kelas.



Rajah 3.3 Laman Utama Pensyarah



Rajah 3.4 Laman Prestasi Paparan Skor XGBoost

Reka bentuk antaramuka WeldAI menekankan susun atur yang mudah difahami, penggunaan warna yang konsisten, dan ikon yang mesra pengguna. Ini bagi memastikan pengalaman pengguna yang lancar bagi pelajar yang baru mengenali teknologi serta pensyarah yang memerlukan keputusan pantas.

3.2 Keputusan Model YOLOv8

Model YOLOv8 digunakan dalam WeldAI bagi mengesan pelbagai jenis kecacatan pada hasil kimpalan, termasuk liang pori, retakan, dan penyimpangan dimensi. Model ini dipilih kerana keupayaannya melakukan pengesanan masa nyata (real-time detection) dengan tahap ketepatan yang tinggi, sesuai untuk digunakan dalam aplikasi mudah alih.

Model dilatih menggunakan set data imej kimpalan yang telah dilabelkan. Proses latihan melibatkan beberapa epoch sehingga model mencapai prestasi optimum berdasarkan ketepatan pengesanan dan kebolehan mengenal pasti objek dalam pelbagai keadaan pencahayaan dan sudut pandangan.

Dalam aplikasi WeldAI, keputusan pengesanan dipaparkan dalam bentuk imej dengan kotak pengesanan (*bounding box*) berwarna serta label kecacatan yang dikesan. Paparan ini membantu pengguna memahami hasil analisis secara visual dan membolehkan pensyarah atau pelajar membuat tindakan susulan dengan lebih pantas.



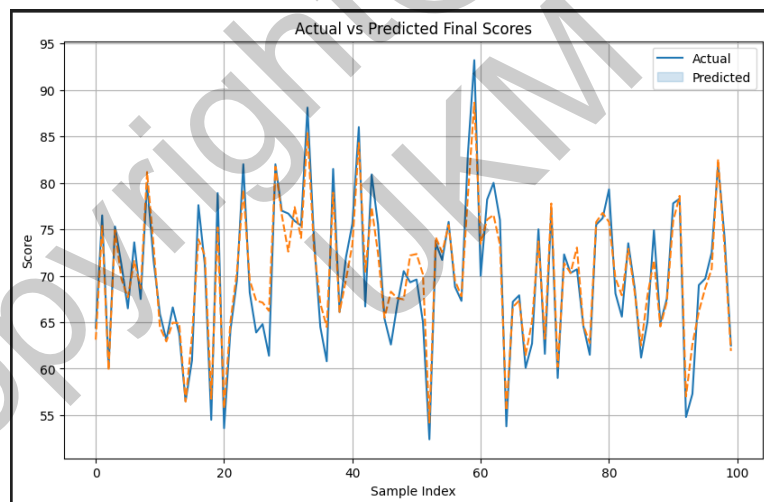
Rajah 3.5 Contoh Paparan Imej Kimpalan dengan Keputusan Pengesanan YOLOv8

3.3 Keputusan Model XGBoost

Model XGBoost Regressor digunakan dalam WeldAI untuk meramalkan markah akhir pelajar berdasarkan data prestasi yang diperoleh daripada aktiviti pembelajaran kimpalan. Data input termasuk markah tugas praktikal, bilangan kecacatan yang dikesan, kekerapan penghantaran tugas, dan status latihan.

Proses latihan model melibatkan pembahagian data kepada set latihan dan ujian bagi memastikan ketepatan ramalan dapat dinilai secara objektif. Hasil daripada latihan menunjukkan bahawa model mampu menjana ramalan markah yang hampir menyerupai markah sebenar pelajar, membuktikan keberkesanan algoritma XGBoost dalam mengenal pasti pola daripada data pelbagai ciri.

Dalam aplikasi WeldAI, markah ramalan dipaparkan secara langsung dalam profil pelajar. Pensyarah boleh menggunakan maklumat ini untuk memantau prestasi pelajar secara berkala, manakala pelajar dapat menilai tahap pencapaian mereka dan mengambil langkah penambahbaikan sebelum penilaian akhir.



Rajah 3.6 Contoh Paparan Graf Perbandingan Markah Sebenar dan Markah Ramalan oleh Model XGBoost

Perbincangan

Hasil pembangunan dan pengujian WeldAI menunjukkan bahawa integrasi model YOLOv8 dan XGBoost dapat memberikan penyelesaian yang berkesan dalam proses penilaian hasil kerja kimpalan di peringkat pendidikan teknikal.

Penggunaan YOLOv8 membolehkan pengesanan kecacatan dilakukan secara automatik melalui imej yang dimuat naik, sekaligus mengurangkan kebergantungan kepada pemeriksaan manual yang memerlukan kepakaran tinggi dan mengambil masa yang lama. Kaedah ini juga membantu pelajar memahami dengan lebih jelas jenis kecacatan yang berlaku pada hasil kerja mereka, kerana ia dipaparkan secara visual dengan label yang jelas.

Sementara itu, XGBoost menyediakan ramalan prestasi pelajar berdasarkan data prestasi terkumpul. Ramalan ini memberi nilai tambah kepada proses pembelajaran kerana pensyarah dapat mengenal pasti pelajar yang berisiko rendah pencapaiannya lebih awal, manakala pelajar sendiri boleh memantau tahap pencapaian secara berterusan.

Walaupun begitu, terdapat beberapa kekangan yang dikenal pasti sepanjang pembangunan sistem ini:

- Dataset latihan YOLOv8 perlu dipelbagaikan lagi bagi meningkatkan ketepatan pengesanan untuk semua jenis kecacatan, terutamanya dalam keadaan pencahayaan berbeza.
- Model XGBoost bergantung kepada kualiti dan kuantiti data prestasi pelajar. Kekurangan data akan menjejaskan keupayaan model membuat ramalan tepat.
- Aplikasi memerlukan penambahbaikan dari segi kebolehsuaian bilangan tugas dan sokongan bagi peranti mudah alih dengan spesifikasi rendah.

Secara keseluruhannya, WeldAI berjaya membuktikan potensi teknologi kecerdasan buatan dalam meningkatkan keberkesanan dan keberobjektifan proses penilaian kimpalan di peringkat pendidikan.

Cadangan Masa Hadapan

Sepanjang pembangunan dan pengujian sistem WeldAI, beberapa aspek telah dikenal pasti untuk ditambah baik bagi meningkatkan keberkesanan, ketepatan, dan kebolegunaan aplikasi ini. Pertama, dari segi ketepatan pengesanan, penambahan jumlah dan kepelbagaian imej kimpalan dalam dataset latihan model YOLOv8 amat penting. Dataset yang lebih meluas, meliputi pelbagai jenis kecacatan serta variasi keadaan pencahayaan dan sudut pandangan, dijangka dapat meningkatkan prestasi pengesanan dan mengurangkan kesilapan pengelasan.

Selain itu, prestasi aplikasi boleh dipertingkatkan melalui pengoptimuman masa pemprosesan imej dan ramalan prestasi pelajar. Ini boleh dicapai dengan menyesuaikan kod, mengoptimumkan model AI, atau menggunakan teknik seperti model quantization bagi mengurangkan penggunaan sumber pemprosesan. Antara muka pengguna (UI/UX) juga wajar ditambah baik dengan reka bentuk yang lebih responsif dan mesra pengguna, termasuk panduan penggunaan yang jelas, ikon yang mudah difahami, serta penggunaan warna yang membantu interpretasi hasil pengesanan dengan lebih cepat.

Dari segi fungsi, penambahan ciri maklum balas pensyarah secara terus pada keputusan pengesanan akan membolehkan pelajar memahami kesilapan mereka dengan lebih terarah dan melakukan pembetulan segera. Selain itu, integrasi fungsi penjaan laporan prestasi automatik dalam format PDF atau Excel akan memudahkan proses dokumentasi dan perkongsian maklumat antara pelajar dan pensyarah.

Akhir sekali, aplikasi ini perlu disesuaikan supaya dapat berfungsi dengan baik pada pelbagai jenis peranti mudah alih, termasuk yang mempunyai spesifikasi rendah. Penyesuaian ini akan memastikan WeldAI boleh digunakan secara meluas tanpa mengira tahap kemampuan peranti, sekaligus menjadikan sistem ini lebih inklusif dan praktikal untuk semua pengguna.

5.0 KESIMPULAN

Projek WeldAI telah berjaya dibangunkan sebagai sebuah aplikasi pintar berasaskan Flutter yang mengintegrasikan model YOLOv8 untuk pengesanan kecacatan kimpalan dan XGBoost Regressor untuk ramalan prestasi pelajar. Pembangunan sistem ini menggunakan pendekatan Model Pembangunan Inkremental, yang membolehkan setiap modul diuji dan ditambah baik secara berperingkat berdasarkan maklum balas pengguna.

Keputusan pengujian menunjukkan bahawa YOLOv8 mampu mengesan pelbagai jenis kecacatan kimpalan secara automatik dengan paparan visual yang jelas, sekali gus mengurangkan kebergantungan kepada kaedah pemeriksaan manual yang memakan masa dan berisiko kepada kesilapan manusia. Sementara itu, model XGBoost mampu menjana ramalan prestasi pelajar yang hampir menyerupai markah sebenar, membolehkan pensyarah mengenal pasti prestasi pelajar dengan lebih objektif dan pelajar pula dapat memantau perkembangan mereka secara berterusan.

Secara keseluruhannya, WeldAI telah memenuhi objektif yang ditetapkan iaitu menyediakan satu platform yang efisien, interaktif, dan berasaskan data sebenar untuk membantu proses pengajaran dan pembelajaran dalam bidang kimpalan. Sistem ini bukan sahaja memberi manfaat kepada pelajar dan pensyarah, malah berpotensi untuk digunakan secara lebih meluas dalam industri bagi tujuan kawalan kualiti kimpalan.

6.0 PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyiapkan laporan projek tahun akhir ini. Pertama sekali, terima kasih kepada Tuhan atas rahmat dan petunjuk-Nya.

Seterusnya, penghargaan ikhlas kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Azizi bin Abdullah, atas bimbingan, nasihat, dan sokongan sepanjang pelaksanaan projek. Terima kasih juga kepada semua pensyarah dan kakitangan Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat atas ilmu dan bantuan yang diberikan.

Akhir sekali, saya menghargai sokongan ahli keluarga dan rakan-rakan yang sentiasa memberi dorongan. Segala kekurangan adalah kelemahan diri saya sendiri.

7.0 RUJUKAN

FACULTY OF BIOENGINEERING AND TECHNOLOGY Universiti Malaysia Kelantan. (n.d.). The uniqueness of welding technology. Retrieved August 13, 2025, from

<https://fbt.umk.edu.my>

NDT.net. (n.d.). Non-destructive testing (NDT) in welding inspection. Retrieved August 13, 2025, from <https://www.ndt.net>

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.02767>

Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). YOLOv8: Ultralytics official repository. Ultralytics. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>

Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 785–794. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>

Google. (n.d.). Flutter documentation. Retrieved August 13, 2025, from <https://flutter.dev>

Python Software Foundation. (n.d.). Python documentation. Retrieved August 13, 2025, from <https://www.python.org>

Firebase. (n.d.). Firebase documentation. Retrieved August 13, 2025, from <https://firebase.google.com>

Muhammad Shah Izmeer Bin Zakri (A192680)

Prof. Madya Dr. Azizi bin Abdullah

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia