# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

*Test of Proficiency in Korean* (TOPIK) merupakan instrumen resmi yang digunakan secara internasional untuk mengukur kemampuan berbahasa Korea. Struktur TOPIK II yang menekankan kemampuan menulis argumentatif menjadikannya komponen penting dalam seleksi akademik, beasiswa, maupun imigrasi pendidikan. Studi terbaru menunjukkan perlunya pemahaman mendalam terhadap pola penulisan peserta TOPIK untuk meningkatkan akurasi penilaian (S. Kim et al., 2020; Nasrollahi, 2024).

Namun, penilaian bagian *Writing* TOPIK masih mengandalkan penilai manusia dan memerlukan proses kalibrasi serta verifikasi berlapis. Penelitian mutakhir menemukan bahwa ketidakkonsistenan *rater* dapat menurunkan reliabilitas penilaian, sehingga teknologi pendukung penilaian otomatis menjadi semakin relevan (S. Kim, 2022; S. Lee, 2022; Park et al., 2022).

*Automated Essay Scoring* (AES) berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Studi berbasis *transformer* seperti *BERT* dan *KoBERT* menunjukkan performa tinggi untuk penilaian esai bahasa Korea, baik pada penutur L1 maupun L2 (J. Lee et al., 2022; Y. Lee et al., 2023). Model-model ini telah diuji dalam berbagai konteks, termasuk penilaian esai argumentatif, penilaian kreatif, dan evaluasi konten lintas-bahasa (Horbach et al., 2024; D. Kim et al., 2023).

Untuk menerapkan AES pada esai TOPIK, tahap fundamental yang diperlukan adalah digitalisasi tulisan tangan peserta yang ditulis pada format *wongoji*. Di sinilah *Handwritten Text Recognition* (HTR) memainkan peran utama. Penelitian terkini menunjukkan bahwa model transformer untuk HTR mampu menangani variasi tulisan tangan dengan akurasi tinggi, termasuk pada dokumen multibahasa dan manuskrip *modern* (Kang et al., 2020, 2022; Kass & Vats, 2022).

Namun, *wongoji* memiliki karakteristik unik berupa *grid* yang rigid, sehingga sistem HTR harus mampu melakukan segmentasi kotak secara presisi. Studi terbaru menunjukkan bahwa model HTR canggih tetap mengalami hambatan ketika menangani struktur dokumen khusus seperti ini (Díaz et al., 2021; Pippi et al., 2023).

Dengan demikian, diperlukan pendekatan yang lebih adaptif untuk pengenalan karakter Hangeul dalam format *grid* terstruktur.

Dalam penelitian mutakhir, *Quantum Machine Learning* (QML) muncul sebagai pendekatan alternatif yang menawarkan efisiensi representasi dan kemampuan klasifikasi nonlinier. Model seperti *Variational Quantum Classifier* (VQC) dan *hybrid quantum–classical* menunjukkan hasil menjanjikan dalam pengenalan citra dan tekstur kompleks (S. Y. -C. Chen et al., 2021; Maheshwari et al., 2022). Berbagai studi menyebutkan bahwa integrasi CNN klasik dengan *classifier* kuantum dapat meningkatkan performa dibanding model klasik murni (Rath & Date, 2024; Sierra-Sosa et al., 2021).

Berdasarkan perkembangan tersebut, penelitian ini mengusulkan arsitektur *hybrid* QCNN–ResNet-18 untuk pengenalan karakter Hangeul pada *wongoji*. ResNet-18 digunakan sebagai *feature extractor* sebelum fitur dipetakan ke ruang kuantum menggunakan metode *encoding modern* yang efisien (Rath & Date, 2024). Pendekatan ini diproyeksikan mampu menangani kompleksitas visual *wongoji* dengan lebih adaptif. Penelitian ini juga mengembangkan prototipe sistem berbasis *web* menggunakan *framework* Django untuk memvisualisasikan alur digitalisasi *wongoji* dari unggah citra hingga hasil teks digital. Sistem ini diharapkan menjadi dasar bagi implementasi penilaian otomatis pada ujian TOPIK II.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagaimana merancang dan menerapkan algoritma segmentasi *wongoji* (kertas ujian TOPIK II) yang mampu mengekstraksi setiap sel *grid* secara presisi untuk kemudian diintegrasikan dengan arsitektur *Hybrid* Quantum-Klasik (QCNN-ResNet-18) dalam proses pengenalan subset 74 karakter (Hangeul dan angka)?
2) Bagaimana kinerja model *Hybrid* QCNN-ResNet-18 dalam tugas pengenalan karakter Hangeul dan angka yang disimulasikan pada format *wongoji* berdasarkan metrik *Character Error Rate* (CER)?
3) Bagaimana membangun dasbor berbasis *web* (*framework* Django) sebagai sarana pengujian dan alur digitalisasi tulisan tangan *wongoji* secara *end-to-end*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Mengembangkan dan menerapkan algoritma segmentasi *wongoji* serta mengintegrasikannya dengan arsitektur *Hybrid* QCNN-ResNet-18 untuk pengenalan subset 74 karakter Hangeul dan angka.
2) Menganalisis dan mengevaluasi performa model *Hybrid* QCNN-ResNet-18 menggunakan metrik *Character Error Rate* (CER) pada data tulisan tangan yang dikonstruksi menyerupai format *wongoji*.
3) Membangun sebuah dasbor interaktif berbasis Django untuk alur digitalisasi tulisan tangan *wongoji* secara *end-to-end*.

## 1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

**A. Manfaat Teoritis**

1) Memberikan studi awal terkait kelayakan pemanfaatan arsitektur *Hybrid* QCNN-ResNet-18 yang dikombinasikan dengan algoritma segmentasi pada dokumen dengan struktur *grid* khusus, seperti *wongoji*.
2) Menambah kontribusi ilmiah di bidang *Quantum Machine Learning* (QML), terutama dalam penerapan sirkuit kuantum sebagai *classifier* dalam *pipeline Computer Vision* untuk tugas *Handwritten Text Recognition* (HTR).
3) Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan model HTR yang menghadapi tantangan segmentasi dokumen terstruktur (misalnya *wongoji*, kertas formulir, atau dokumen kotak-*grid* lainnya).

**B. Manfaat Praktis**

1) Menghasilkan prototipe sistem fungsional berupa dasbor Django yang berperan sebagai *Proof-of-Concept* (PoC) untuk memperlihatkan alur kerja digitalisasi tulisan tangan *wongoji*.
2) Memberikan *baseline* teknis dan metodologis untuk integrasi model QML hibrida dengan rangkaian *pre-processing Computer Vision* (khususnya

segmentasi *wongoji*), sehingga dapat menjadi pijakan awal bagi pengembangan sistem HTR pada ujian atau dokumen serupa.