

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR ALGORITMA	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Kontribusi Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Perkembangan Sistem <i>Joint Intent Detection</i> dan <i>Entity Recognition</i> sebelum adanya DIET.....	11
2.2 Perkembangan sistem <i>Joint Intent Detection</i> dan <i>Entity Recognition</i> setelah adanya DIET	17
2.3 Penelitian terkait <i>Chatbot</i> Cerdas dengan Domain Restoran	28
BAB III DASAR TEORI	33
3.1 NLU	33
3.2 Pra-pemrosesan	34
3.3 Model DIET	35

3.3.1	Fiturisasi Teks.....	40
3.3.2	Klasifikasi <i>Intent</i>	42
3.3.3	Ekstraksi Entitas	44
3.3.4	<i>Feed Forward</i>	46
3.3.5	<i>Transformer</i>	47
3.4	Metode <i>Weighted Product</i>	52
3.5	Metode Pengujian.....	55
3.5.1	<i>Confusion Matrix</i>	55
3.5.2	<i>Mean Average Precision (MAP)</i>	57
BAB IV	METODE PENELITIAN	59
4.1	Tahapan Penelitian	59
4.2	Pengumpulan Data	62
4.3	Pemrosesan Data	71
4.3.1	<i>Case Folding</i>	72
4.3.2	Tokenisasi	72
4.3.3	Normalisasi	73
4.4	Pengembangan Model NLU.....	73
4.4.1	<i>Baseline Non-DIET</i>	76
4.4.2	<i>Baseline DIET</i>	77
4.4.3	DIET + IndoBERT	79
4.4.4	HASA-DIET	84
4.5	Model Rekomendasi Restoran dengan WPM	98
4.6	Evaluasi Model.....	106
4.6.1	Evaluasi Model NLU	106
4.6.2	Pengujian Sistem Rekomendasi.....	107
4.7	Publikasi	111
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	114
5.1	Eksperimen <i>Setup</i>	114

5.2 Hasil Evaluasi Model DIET+IndoBERT	115
5.3 Hasil Evaluasi Model HASA-DIET	119
5.3.1 Hasil Deteksi <i>Intent</i>	120
5.3.2 Hasil Deteksi Entitas.....	124
5.3.3 Hasil dan Pembahasan Model NLU.....	131
5.4 Hasil Evaluasi Rekomendasi Restoran.....	142
5.5 Hasil Evaluasi Rekomendasi pada <i>Dataset</i> Publik	145
5.5.1 Hasil Deteksi <i>Intent</i>	146
5.5.2 Hasil Deteksi Entitas.....	149
5.5.3 Hasil dan Pembahasan Model NLU.....	152
5.6 Pengujian <i>End-to-End Chatbot</i>	155
5.7 Analisis Kompleksitas Komputasi dan Efisiensi Model.....	157
5.8 Implikasi Penelitian.....	158
5.8.1 Implikasi Praktis	159
5.8.2 Implikasi Teoretis	159
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	161
6.1 Kesimpulan.....	161
6.2 Saran	163
LAMPIRAN	166
DAFTAR PUSTAKA.....	167

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu tentang <i>joint intent detection</i> dan <i>entity recognition</i> sebelum adanya DIET.....	15
Tabel 2.2 Perkembangan sistem <i>joint intent detection</i> dan <i>entity recognition</i> setelah adanya DIET	24
Tabel 2.3 Penelitian terkait <i>chatbot</i> cerdas dengan domain restoran.....	30
Tabel 2.3 Penelitian terkait <i>chatbot</i> cerdas dengan domain restoran.....	31
Tabel 3.1 Contoh <i>confusion matrix</i> prediksi dua kelas	56
Tabel 4.1 Contoh pemetaan <i>intent</i> dan kalimat input	62
Tabel 4.2 Distribusi <i>dataset per-intent</i>	65
Tabel 4.3 Distribusi <i>dataset per-entitas</i>	66
Tabel 4.4 Sampel dari menu.....	70
Tabel 4.5 Sampel data restoran	70
Tabel 4.6 Perbandingan antara <i>baseline Non-DIET</i> , <i>baseline DIET</i> dan <i>DIET+IndoBERT</i>	75
Tabel 4.7 Perbandingan konfigurasi <i>HASA-DIET</i> , <i>DIET-Sparse</i> , serta <i>DIET-Dense</i>	97
Tabel 4.8 Kriteria dan bobot masing-masing kriteria	102
Tabel 4.9 Kriteria jumlah <i>review</i> dan nilainya.....	103
Tabel 4.10 Kriteria harga rata-rata dan nilainya	103
Tabel 4.11 Kriteria <i>rating</i> dan nilainya.....	103
Tabel 4.12 Kriteria jenis tempat makan dan nilainya	104
Tabel 4.13 Kriteria jarak dan nilainya.....	104
Tabel 4.14 Nilai kriteria untuk lima alternatif restoran.....	105
Tabel 4.15 Perhitungan normalisasi bobot kriteria	105
Tabel 4.16 Perhitungan nilai <i>weighted product</i> vektor S	105
Tabel 4.17 Perhitungan <i>weighted product</i> (V_i).....	106
Tabel 4.18 <i>Hyperparameter transformer</i>	107
Tabel 4.19 Daftar publikasi.....	113

Tabel 5.1 Hasil evaluasi <i>intent</i> dan entitas untuk tiga konfigurasi	116
Tabel 5.2 <i>Confusion matrix</i> setiap <i>intent</i> pada <i>dataset</i> primer.....	120
Tabel 5.3 <i>Confusion matrix</i> setiap entitas pada <i>dataset</i> primer	125
Tabel 5.4 Perbedaan hasil untuk HASA-DIET, <i>Basic</i> DIET (<i>Sparse</i>), dan <i>Basic</i> DIET (<i>Dense</i>)	133
Tabel 5.5 <i>F1-score</i> <i>train</i> dan <i>validasi</i> di <i>dataset</i> primer.....	134
Tabel 5.6 Hasil untuk setiap komponen di <i>dataset primer</i>	134
Tabel 5.7 Perbandingan kinerja entitas implisit (<i>location</i>)	136
Tabel 5.8 Contoh distribusi probabilitas <i>Softmax</i> dan <i>Sparsemax</i>	139
Tabel 5.9 Statistik distribusi probabilitas entitas (<i>data test</i>)	140
Tabel 5.10 Hasil MAP@5 untuk ketiga model menggunakan WPM dan CBF	143
Tabel 5.11 Analisis statistik dari DIET model untuk <i>dataset</i> primer	145
Tabel 5.12 <i>Confusion matrix</i> setiap <i>intent</i> pada <i>dataset</i> publik.....	153
Tabel 5.13 <i>Confusion matrix</i> untuk setiap entitas pada <i>dataset</i> publik.....	154
Tabel 5.14 Perbandingan komputasi DIET dan HASA-DIET.....	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Arsitektur DIET (Bunk et al., 2020)	38
Gambar 3. 2 Diagram alir antar proses model DIET	40
Gambar 3.3 Perbedaan <i>recurrent</i> dan <i>Transformer</i> (sumber: Rasa Algorithm).....	49
Gambar 3.4 Contoh arsitektur <i>Transformer</i> (Vaswani et al., 2017)	50
Gambar 4.1 Tahapan penelitian	61
Gambar 4.2 Contoh percakapan <i>chatbot</i>	65
Gambar 4.3 Contoh <i>intent</i> pada <i>chatbot</i>	68
Gambar 4.4 Contoh <i>stories</i> dari percakapan <i>chatbot</i>	69
Gambar 4.5 Contoh <i>rule</i> pada <i>chatbot</i>	69
Gambar 4.6 Metode pra-pemrosesan	72
Gambar 4.7 Contoh <i>case folding</i> dalam pra-pemrosesan.....	72
Gambar 4.8 Contoh tokenisasi dalam pra-pemrosesan	73
Gambar 4.9 Contoh normalisasi dalam pra-pemrosesan.....	73
Gambar 4.10 Arsitektur <i>model</i> DIET+IndoBERT	80
Gambar 4.11 Proses <i>training chatbot</i>	81
Gambar 4.12 Proses <i>testing chatbot</i>	81
Gambar 4.13 Proses <i>chatbot</i> dari <i>input</i> hingga jawaban <i>chatbot</i>	82
Gambar 4.14 Diagram alir HASA-DIET untuk rekomendasi restoran.....	88
Gambar 4.15 Ilustrasi cara kerja <i>co-attention</i> dan <i>hybrid embedding</i>	94
Gambar 5.1 Perbandingan <i>F1-Score</i> dari DIET+IndoBERT	119
Gambar 5.2 <i>Confusion matrix</i> terhadap deteksi <i>intent</i>	122
Gambar 5.3 Distribusi <i>confidence</i> untuk deteksi <i>intent</i> pada <i>dataset</i>	124
Gambar 5.4 <i>Confusion matrix</i> untuk pengenalan entitas pada <i>dataset</i> primer	128
Gambar 5.5 Distribusi <i>confidence</i> untuk prediksi entitas pada <i>dataset</i> primer	130



Gambar 5.6 Perbandingan <i>f1-score</i> untuk <i>dataset</i> primer (a) dan <i>dataset</i> publik (b).....	132
Gambar 5. 7 Contoh visualisasi <i>heatmap attention</i>	138
Gambar 5.8 <i>Confusion matrix</i> terhadap deteksi <i>intent</i> pada <i>dataset</i> publik	147
Gambar 5.9 Distribusi <i>confidence</i> pada prediksi <i>intent</i> di <i>dataset</i> publik ...	148
Gambar 5.10 <i>Confusion matrix</i> terhadap pengenalan entitas di <i>public dataset</i>	150
Gambar 5.11 Distribusi <i>confidence</i> pada prediksi entitas di <i>public dataset</i>	152

DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 4.1 Ekstraksi <i>Embedding</i> IndoBERT	83
Algoritma 4.2 HASA-DIET	89
Algoritma 4.3 WPM untuk Sistem Rekomendasi	100
Algoritma 4.4 <i>Mean Average Precision</i>	108