



## DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Pernyataan	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
II TINJAUAN PUSTAKA	8
III DASAR TEORI	12
3.1 <i>Bidirectional Temporal Convolutional Network (BiTCN)</i>	12
3.1.1 <i>Causal Convolution</i>	12
3.1.2 <i>Dilated Convolution</i>	13
3.1.3 <i>Residual Connection</i>	14
3.1.4 <i>Dropout Layer</i>	16
3.1.5 Fungsi Aktivasi <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i>	16
3.1.6 <i>Weight Normalization</i>	16
3.2 <i>Transformer Encoder</i>	17
3.2.1 <i>Multi-Head Attention</i>	17
3.2.2 <i>Feed-Forward Network</i>	18
3.3 <i>Cross Entropy Loss</i>	18
3.4 <i>Backpropagation</i>	19



3.5	Protein	19
3.5.1	Struktur Protein	20
3.5.2	Prediksi Struktur Sekunder Protein (PSSP)	21
3.6	<i>Protein Language Model</i>	23
3.6.1	Ankh	24
3.7	Evaluasi	25
3.7.1	Akurasi Q8	26
3.7.2	<i>Precision dan Recall</i>	26
3.7.3	<i>Confusion Matrix</i>	26
IV	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	28
4.1	Deskripsi Penelitian	28
4.2	Analisis Permasalahan	28
4.3	Implementasi Desain Data	29
4.4	Perancangan Arsitektur	31
4.4.1	Input	32
4.4.2	Lapisan Bidirectional Temporal Convolutional Network (BiTCN)	33
4.4.3	Lapisan Transformer Encoder	34
4.4.4	Lapisan Fully Connected	36
4.5	Perancangan Pelatihan	36
4.6	Pengujian dan Evaluasi	37
V	IMPLEMENTASI	38
5.1	Implementasi Desain Data	39
5.2	Implementasi Arsitektur Model PSSP	44
5.3	Implementasi Pelatihan Model PSSP	49
5.3.1	Implementasi Dataset dan <i>Loader</i>	49
5.3.2	Implementasi Pelatihan dan Validasi Model	52
5.4	Implementasi Pengujian dan Evaluasi Model PSSP	56
VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	59
6.1	Pemilihan Kombinasi Parameter Terbaik	59
6.1.1	Ukuran Kernel	59
6.1.2	Jumlah Feature Maps	62
6.1.3	Jumlah Level TCN	65
6.1.4	Jumlah Attention Head	67
6.1.5	Kombinasi Parameter Terbaik	68
6.2	Perbandingan dengan Penelitian Terkait	72
VII	KESIMPULAN DAN SARAN	74
7.1	Kesimpulan	74
7.2	Saran	74



DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	79
Hasil Pelatihan Model	79
Contoh Hasil Prediksi	82