

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.1.1 Pemantuan Stabilitas Sistem	8
2.1.2 Dampak dan Penanganan <i>Missing Data</i> pada PMU	9
2.1.3 Posisi Penelitian Saat Ini	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Stabilitas Tegangan Sistem Tenaga	11
2.2.1.1 Klasifikasi Stabilitas Tegangan Berdasarkan Skala Waktu	12
2.2.1.2 Analisis Stabilitas Tegangan	12
2.2.1.2.1 Modal Analisis	12
2.2.1.2.2 Analisis Aliran Daya Kontinu	15
2.2.2 Transformasi Digital dan Ledakan Data dalam Sistem Tenaga Lis- trik	18
2.2.3 Pergeseran dari Model Fisik ke Metode Berbasis Data	19
2.2.4 <i>Wide Area Monitoring System (WAMS)</i> dan <i>Phasor Measurement</i> <i>Unit (PMU)</i>	19
2.2.4.1 <i>Wide Area Monitoring System (WAMS)</i>	19
2.2.4.2 <i>Phasor Measurement Unit (PMU)</i>	19
2.2.5 <i>Temporan Convolutional Network (TCN)</i>	20
2.2.5.1 <i>Sequence Modeling</i>	21

2.2.5.2	Konvolusi Kausal	21
2.2.5.3	Konvolusi Terdilasi	22
2.2.5.4	Koneksi Residu	23
2.2.6	<i>Support Vector Machine (SVM)</i>	24
2.2.6.1	Konsep Dasar dan Teori Pembelajaran Statistik	24
2.2.6.2	<i>Optimal Separating Hyperplane</i>	24
2.2.6.3	<i>Soft Margin</i> untuk Data dengan <i>Noise</i>	25
2.2.6.4	Teknik untuk Data Nonlinear	26
2.2.6.5	Klasifikasi Banyak Kelas	26
2.3	Pertanyaan Penelitian	26
2.4	Hipotesis	27
BAB III	METODE PENELITIAN	28
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2	Alur Penelitian	29
3.3	Pengumpulan Data	30
3.3.1	Membangun <i>Test System Model</i>	31
3.3.2	Pengaturan Kondisi Operasi	31
3.3.2.1	Pemodelan Skenario Kontingensi dan Analisis Stabilitas	33
3.3.3	Keluaran Hasil Simulasi dan Proses Pelabelan Data	34
3.3.3.1	Pembebanan Sistem Tenaga	34
3.3.3.2	Kontingensi N-1	35
3.3.3.3	Titik Keruntuhan Tegangan	36
3.3.3.4	Proses Pelabelan Data	36
3.3.4	Perancangan Model	37
3.3.4.1	Imputasi Data	37
3.3.4.2	Penilaian Stabilitas dan Prediksi <i>Critical Bus</i>	40
3.3.4.3	Evaluasi Algoritma Model Penilaian Stabilitas dan Pre- diksi <i>Critical Bus</i>	41
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Deskripsi Dataset dan Skenario Simulasi IEEE 14-Bus	44
4.1.1	Konfigurasi Sistem dan Skenario Sistem	44
4.1.2	Format Data dan Skema Pelabelan Data	44
4.2	Pengaturan dan Optimasi Model	46
4.2.1	<i>Hyperparameter Tuning</i> dari model TCN	46
4.2.2	<i>Hyperparameter Tuning</i> dari Model SVM	47
4.2.2.1	Parameter Model Deteksi Stabilitas (<i>Binary Classifica- tion</i>)	47
4.2.2.2	Parameter Model Deteksi <i>Critical Bus</i> (<i>Multiclass Classification</i>)	48
4.3	Kinerja Rekonstruksi Data PMU (Evaluasi Model TCN)	48
4.3.1	Evaluasi Kuantitatif: Akurasi Rekonstruksi	49
4.3.2	Evaluasi Kualitatif: Visualisasi Rekonstruksi Sinyal	51

4.4	Evaluasi Kinerja Klasifikasi Stabilitas Tegangan	53
4.4.1	Analisis Skenario Sistem Penuh (14-Bus)	53
4.4.2	Skenario Observabilitas Terbatas (3 Bus)	55
4.4.3	Diskusi Komparatif: Dampak Observabilitas terhadap Ketahanan Model	56
4.4.3.1	Peran Resolusi Spasial pada Kinerja Dasar (<i>Baseline</i>)	56
4.4.3.2	Analisis Kerentanan: <i>Graceful Degradation</i> vs <i>Catastrophic Failure</i>	57
4.4.3.3	Signifikansi Imputasi TCN pada Kondisi Minim Sensor .	57
4.5	Evaluasi Deteksi Lokasi <i>Critical Bus</i>	58
4.5.1	Analisis Skenario Sistem Penuh (14 Bus)	58
4.5.2	Evaluasi Deteksi Lokasi <i>Critical Bus</i> pada Skenario Observabilitas Terbatas (3-Bus)	60
4.5.3	Diskusi Komparatif: Dampak Observabilitas terhadap Presisi Penentuan Lokasi Gangguan	61
4.5.3.1	Validasi Penempatan Sensor Optimal pada Kondisi Normal	62
4.5.3.2	Gradasi Kegagalan Spasial: <i>Partial Blindness</i> vs <i>Total Blindness</i>	62
4.5.3.3	Dampak Pemulihan Data Berbasis TCN terhadap Akurasi Deteksi Lokasi <i>Critical Bus</i>	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	Lampiran 1: <i>Dataset</i> Sistem IEEE 14 Bus	69
	Lampiran 2: Algoritma Pandapower	73