

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PROMOTOR	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN PROMOVENDUS	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xix
ABSTRAK	xxvi
ABSTRACT.....	xxvii
PUBLIKASI	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah	7
1.3 Kontribusi dan Keaslian Penelitian.....	8
1.4 Pertanyaan Penelitian.....	13
1.5 Tujuan Penelitian	13
1.6 Manfaat Penelitian	13
1.7 Sistematika Penulisan	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	15
2.1 Tinjauan Pustaka.....	15
2.1.1 <i>Bibliometric Analysis</i> pada Optimasi BESS	15
2.1.2 Perancangan Model Degradasi Baterai Berbasis <i>Data-driven</i>	16
2.1.3 Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS untuk Memaksimalkan Pene- trasi VRE.....	20
2.1.4 Model Degradasi Baterai Sebagai Fungsi Batasan dalam Optima- si Ukuran dan Lokasi BESS	23
2.1.5 Posisi Penelitian	26
2.2 Landasan Teori	28
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik Terintegrasi BESS dan VRE	28
2.2.1.1 Teknologi BESS dalam Sistem Tenaga Listrik	30
2.2.2 Fleksibilitas Sistem Tenaga Listrik	34
2.2.3 Penuaan dan Degradasi Pada Baterai.....	38
2.2.4 Perancangan Model Degradasi Baterai	40
2.2.5 Aliran Daya.....	41
2.2.6 UC pada Sistem Tenaga Listrik.....	43

2.2.7	Model PLTS	44
2.2.8	Model PLTB.....	45
2.2.9	Model Fungsi Objektif Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS	46
2.2.10	Model Batasan Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS.....	47
2.2.10.1	Batasan Keseimbangan Operasi Jaringan Sistem Tenaga Listrik.....	48
2.2.10.2	Batasan Pembangkit Termal	48
2.2.10.3	Batasan Operasional dan Pemangkasan VRE	49
2.2.10.4	Batasan Operasional BESS.....	50
2.2.10.5	Batasan Degradasi BESS	50
2.2.11	MILP.....	52
2.2.12	ANN.....	53
2.2.13	Pengukuran Akurasi Model	54
2.3	Hipotesis.....	55
BAB III	METODE PENELITIAN	56
3.1	Pengkajian Pustaka dan Persiapan Data Masukan	58
3.1.1	Alat dan Bahan Penelitian	58
3.1.2	<i>Dataset</i> Pemodelan Degradasi Baterai.....	58
3.1.3	Data Sistem Kelistrikan Lombok	60
3.2	Perancangan Metode dan Pengerjaan Simulasi	62
3.2.1	Tahap Pemodelan Degradasi Baterai	62
3.2.1.1	Perancangan Model Degradasi Baterai	62
3.2.1.2	Prediksi RUL	65
3.2.2	Tahap Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS	65
3.2.3	Tahap Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS Dengan Degradasi Baterai.....	68
3.3	Analisis Hasil.....	69
3.3.1	Analisis Hasil Pemodelan Degradasi Baterai	69
3.3.2	Analisis Hasil Optimasi BESS Tanpa Degradasi	69
3.3.3	Analisis Hasil Optimasi BESS Dengan Degradasi Baterai	71
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
4.1	Pemodelan Degradasi Baterai	73
4.1.1	Analisis Data Eksperimen dan <i>Dataset</i>	73
4.1.2	Hasil Perancangan Model Degradasi.....	74
4.1.2.1	Model Degradasi Baterai 2 Input	75
4.1.2.2	Model Degradasi Baterai 3 Input	76
4.1.2.3	Model Degradasi Baterai SLB.....	76
4.1.3	Evaluasi Model Degradasi	77
4.1.3.1	Evaluasi Model Degradasi Baterai 2 Input	77
4.1.3.2	Evaluasi Model Degradasi Baterai 3 Input	85
4.1.3.3	Evaluasi Model Degradasi Baterai SLB	87
4.1.4	Hasil Prediksi RUL	87

4.2	Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS.....	90
4.2.1	Sistem Kelistrikan Lombok dengan Penetrasi VRE Maksimum	91
4.2.2	Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS Berbasis SLB Pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan Penetrasi VRE Maksimum	92
4.2.3	Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS Berbasis LFP Pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan Penetrasi VRE Maksimum	95
4.2.4	Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS Berbasis NMC Pada Sistem Kelistrikan Lombok dengan Penetrasi VRE Maksimum	96
4.2.5	Evaluasi Hasil Simulasi Optimasi BESS dari Semua Skenario pada Sistem Kelistrikan Lombok.....	97
4.3	Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS dengan Mempertimbangkan Degradasi Baterai.....	101
4.3.1	Dampak Model Degradasi Polinomial berbasis ANN Pada BESS...	102
4.3.1.1	Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis SLB	103
4.3.1.2	Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> Zhao dkk. Pada BESS Berbasis LFP	105
4.3.1.3	Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> NMC-G 7% UNS	107
4.3.2	Dampak Model Degradasi <i>Calendric Aging</i> dan <i>Cyclic Aging</i> Timur dkk. pada BESS	111
4.3.3	Evaluasi Hasil Optimasi BESS dengan Mempertimbangkan Model Degradasi Baterai	113
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	118
5.1	Kesimpulan	118
5.2	Saran.....	119
	DAFTAR PUSTAKA	120
	LAMPIRAN	L-1
	L-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Statistik penggunaan BESS di dunia [16].....	3
Tabel 1.2	Penelitian Terkait Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS dengan VRE ..	12
Tabel 2.1	Kelebihan dan kekurangan algoritma degradasi baterai untuk optimasi BESS.....	17
Tabel 2.2	Tinjauan penelitian tentang metode dan algoritma optimasi BESS.....	21
Tabel 2.3	Tinjauan Penelitian Terkait Model Optimasi Sistem Tenaga Listrik ...	23
Tabel 2.4	Tinjauan Penelitian Tentang Tujuan Optimasi BESS, Teknologi BESS, Algoritma, dan Deskripsi Degradasi Baterai	24
Tabel 2.5	Tinjauan penelitian <i>feature</i> variabel pada model degradasi baterai untuk optimasi ukuran dan lokasi baterai BESS	25
Tabel 2.6	Tinjauan dari teknologi BESS [106], [107], [110], [112], [113]	32
Tabel 2.7	Tinjauan Pustaka Terkait Variasi Horizon Perencanaan Optimasi BESS.....	35
Tabel 2.8	Tinjauan Model Batasan pada Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS	47
Tabel 2.9	Data degradasi <i>idling</i>	51
Tabel 2.10	Data degradasi <i>cycling</i>	51
Tabel 3.1	<i>Setting Parameter</i> ANN untuk Model Polinomial	64
Tabel 4.1	Perbandingan tingkat <i>importance</i> antar <i>feature</i> pada <i>dataset</i> baterai NMC-G 7% UNS dan LFP 18650 UNS.....	73
Tabel 4.2	Perbandingan tingkat <i>importance</i> antar <i>feature</i> pada <i>dataset</i> Zhao dkk.....	74
Tabel 4.3	Koefisien dan <i>intercept</i> model degradasi polinomial berbasis ANN ...	75
Tabel 4.4	Koefisien dan <i>intercept</i> model degradasi polinomial berbasis ANN ...	76
Tabel 4.5	Nilai RMSE, MAE, MAPE dan <i>R-squared</i> untuk hasil prediksi laju degradasi menggunakan model degradasi polinomial berbasis ANN ..	77
Tabel 4.6	Perbandingan Metrik Hasil Prediksi Model degradasi polinomial berbasis ANN dan model regresi polinomial.....	79
Tabel 4.7	Perbandingan metrik hasil prediksi menggunakan model polinomial berbasis ANN dengan model <i>XGBoost</i> pada <i>dataset</i> baterai NMC-G 7% UNS dan <i>dataset</i> Zhao dkk.....	80
Tabel 4.8	Hasil prediksi model polinomial berbasis ANN pada <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS	83
Tabel 4.9	Hasil prediksi model polinomial berbasis ANN pada <i>dataset</i> Zhao dkk.....	83
Tabel 4.10	Perbandingan efisiensi komputasi model	84
Tabel 4.11	Nilai RMSE, MAE, MAPE dan <i>R-squared</i> untuk hasil prediksi laju degradasi menggunakan model degradasi polinomial berbasis ANN ..	85
Tabel 4.12	Nilai RMSE, MAE, MAPE dan <i>R-squared</i> untuk hasil prediksi laju degradasi baterai SLB menggunakan model degradasi polinomial berbasis ANN.....	87

Tabel 4.13 Perbandingan Prediksi RUL baterai pada <i>dataset</i> Zhao dkk. setelah 100 siklus pertama dengan nilai aktualnya	88
Tabel 4.14 Perbandingan akurasi model prediksi RUL yang diusulkan dengan metode pembandingan (<i>XGBoost</i>)	90
Tabel 4.15 Skenario simulasi optimasi ukuran dan lokasi BESS pada sistem kelistrikan Lombok	91
Tabel 4.16 Perbandingan tingkat penetrasi VRE skenario 4 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok	97
Tabel 4.17 Perbandingan biaya untuk semua skenario optimasi ukuran dan lokasi BESS pada sistem kelistrikan Lombok	99
Tabel 4.18 Perbandingan hasil simulasi optimasi dari semua skenario optimasi ukuran dan lokasi BESS pada sistem kelistrikan Lombok	100
Tabel 4.19 Skenario simulasi optimasi ukuran dan lokasi BESS pada sistem kelistrikan Lombok dengan mempertimbangkan degradasi baterai	102
Tabel 4.20 Hasil simulasi optimasi ukuran dan lokasi BESS berbasis LFP pada beban hari kerja sistem kelistrikan Lombok	102
Tabel 4.21 Hasil Simulasi Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS berbasis SLB pada Beban Hari Kerja Sistem Kelistrikan Lombok	103
Tabel 4.22 Hasil Simulasi Optimasi Ukuran dan Lokasi BESS berbasis NMC pada Beban Hari Kerja Sistem Kelistrikan Lombok	103
Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Operasi BESS dengan Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis SLB	104
Tabel 4.24 Hasil Evaluasi Biaya BESS berbasis SLB dengan Model Degradasi Polinomial berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk.	104
Tabel 4.25 Hasil Evaluasi Operasi BESS dengan Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis LFP	106
Tabel 4.26 Hasil Evaluasi Operasi BESS dengan Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis LFP	107
Tabel 4.27 Hasil Evaluasi Operasi BESS dengan Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> NMC-G 7% UNS pada BESS berbasis NMC	109
Tabel 4.28 Hasil Evaluasi Biaya BESS dengan Model Degradasi Polinomial Berbasis ANN Berdasarkan <i>Dataset</i> NMC-G 7% UNS pada BESS berbasis NMC	109
Tabel 4.29 Hasil Evaluasi Operasi BESS dengan Model Degradasi Berdasarkan <i>Dataset</i> Timur dkk.	111
Tabel 4.30 Hasil Evaluasi Biaya BESS dengan Model Degradasi Berdasarkan <i>Dataset</i> Timur dkk.	112

Tabel 4.31 Perbandingan Hasil Optimasi BESS dengan Mempertimbangkan Degradasi Baterai dari Semua Skenario pada Sistem Kelistrikan Lombok	116
--	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Ilustrasi peran BESS dalam mendukung fleksibilitas sistem aki-bat penetrasi VRE [15].	2
Gambar 1.2	Ilustrasi ukuran optimal BESS [42].	5
Gambar 2.1	Perbandingan jumlah sumber data untuk <i>bibliometric analysis</i>	16
Gambar 2.2	Analisis <i>network vizualization</i> terhadap topik BESS.	16
Gambar 2.3	Diagram <i>fishbone</i> penelitian.	29
Gambar 2.4	BESS dengan konfigurasi pembangkit listrik energi terbarukan [65].	30
Gambar 2.5	Ilustrasi struktur baterai <i>Lithium-ion</i> [107].	31
Gambar 2.6	<i>Roadmap</i> daur ulang SLB [69].	33
Gambar 2.7	Klasifikasi teknologi BESS berdasarkan fungsi, waktu pengosongan, dan kapasitas daya [9].	33
Gambar 2.8	Sistem BESS yang terhubung dengan jaringan sistem tenaga [114].	34
Gambar 2.9	Ilustrasi peningkatan kebutuhan fleksibilitas ketika penetrasi PL-TS semakin tinggi [116].	36
Gambar 2.10	Permasalahan fleksibilitas pada sistem tenaga listrik [115].	36
Gambar 2.11	Strategi untuk meningkatkan fleksibilitas sistem tenaga listrik tenaga listrik [115].	37
Gambar 2.12	Ilustrasi kebutuhan <i>ramping</i> sistem tenaga listrik [5].	37
Gambar 2.13	Ilustrasi TML, DNC, dan <i>netload</i> sistem tenaga listrik [5].	38
Gambar 2.14	Pengaruh nilai DOD terhadap laju degradasi baterai berdasarkan olah data menggunakan referensi [117].	38
Gambar 2.15	Pengaruh nilai SOC terhadap laju degradasi baterai berdasarkan olah data menggunakan referensi [117].	39
Gambar 2.16	Pengaruh nilai <i>C-rate</i> terhadap laju degradasi baterai berdasarkan olah data menggunakan referensi [117].	39
Gambar 2.17	Hubungan model degradasi SOH, RUL, dan baterai [58].	40
Gambar 2.18	Model aliran daya AC.	42
Gambar 2.19	Model aliran daya DC.	43
Gambar 2.20	Keseimbangan daya pada sistem tenaga listrik.	43
Gambar 2.21	Aproksimasi biaya produksi <i>linear piecewise</i> . [123]	44
Gambar 2.22	Struktur jaringan ANN.	54
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.	57
Gambar 3.2	Bauran energi <i>existing</i> sistem kelistrikan Lombok berdasarkan RUPTL 2021-2030 [131].	61
Gambar 3.3	<i>Energy mix</i> sistem kelistrikan Lombok tahun 2023 berdasarkan RUPTL 2021-2030 [131].	61

Gambar 3.4	Diagram alir eksperimen, pengolahan data, dan perancangan model degradasi menggunakan <i>dataset</i> baterai NMC-G 7% UNS dan <i>dataset</i> baterai sekunder Zhao dkk.	63
Gambar 3.5	Diagram alir model degradasi polinomial orde ke-2 berbasis ANN.	64
Gambar 3.6	Diagram alir estimasi nilai RUL dengan metode yang diusulkan. ..	66
Gambar 3.7	Diagram alir tahapan optimasi ukuran dan lokasi BESS.	67
Gambar 3.8	Diagram alir tahapan optimasi ukuran dan lokasi BESS dengan degradasi baterai.	70
Gambar 4.1	Hubungan antara DOD dengan laju degradasi pada <i>dataset</i> NMC-G 7% dan LFP 18650 UNS.	74
Gambar 4.2	Hubungan antara DOD dengan laju degradasi pada <i>dataset</i> Zhao dkk.	75
Gambar 4.3	Hubungan antara SOC, DOD dan laju degradasi hasil prediksi model polinomial berbasis ANN dengan <i>dataset</i> Zhao dkk.	78
Gambar 4.4	Hubungan antara SOC, DOD dan laju degradasi hasil prediksi model polinomial berbasis ANN dengan <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS	78
Gambar 4.5	Perbandingan akurasi hasil prediksi laju degradasi menggunakan model degradasi polinomial model polinomial berbasis ANN dan model regresi polinomial pada <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS.	79
Gambar 4.6	Perbandingan akurasi hasil prediksi laju degradasi menggunakan model polinomial berbasis ANN dan model regresi polinomial pada <i>dataset</i> Zhao dkk.	80
Gambar 4.7	Perbandingan akurasi model degradasi polinomial berbasis ANN dengan model <i>XGBoost</i> pada <i>dataset</i> baterai NMC-G 7% UNS.	81
Gambar 4.8	Perbandingan akurasi model degradasi polinomial berbasis ANN dengan model <i>XGBoost</i> pada <i>dataset</i> baterai Zhao dkk.	81
Gambar 4.9	Perbandingan prediksi model degradasi polinomial berbasis ANN, model regresi polinomial dan model <i>XGBoost</i> pada <i>dataset</i> baterai NMC-G 7% UNS.	82
Gambar 4.10	Perbandingan prediksi model degradasi polinomial berbasis ANN, model regresi polinomial dan model <i>XGBoost</i> pada <i>dataset</i> baterai Zhao dkk.	82
Gambar 4.11	Perbandingan akurasi model degradasi baterai pada prediksi kapasitas baterai NMC-G 7% UNS dengan pengaturan SOC 100% dan DOD 100%.	83
Gambar 4.12	Perbandingan akurasi model degradasi baterai pada prediksi kapasitas baterai LFP (<i>dataset</i> Zhao dkk.) dengan pengaturan SOC 80% dan DOD 60%.	84
Gambar 4.13	Pengaruh nilai <i>C-rate</i> terhadap laju degradasi pada kondisi nilai SOC dan DOD yang bervariasi pada <i>dataset</i> Zhao dkk.	85

Gambar 4.14	Pengaruh nilai <i>C-rate</i> terhadap laju degradasi pada kondisi nilai SOC dan DOD yang bervariasi pada <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS	86
Gambar 4.15	Pengaruh nilai <i>C-rate</i> terhadap laju degradasi pada kondisi nilai SOC dan DOD yang bervariasi pada <i>dataset</i> LFP 18650 UNS	87
Gambar 4.16	Perbandingan hasil prediksi laju degradasi dengan data aktual berdasarkan model polinomial berbasis ANN untuk baterai SLB. .	88
Gambar 4.17	Prediksi EOL dan RUL baterai pada DOD yang bervariasi.	89
Gambar 4.18	Prediksi EOL dan RUL baterai pada SOC yang bervariasi.	89
Gambar 4.19	Bauran energi pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok <i>existing</i>	91
Gambar 4.20	Penetrasi maksimum terkait kemampuan <i>ramping</i> skenario 3 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	92
Gambar 4.21	Dampak penetrasi VRE terhadap beban bersih (<i>net load</i>) pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	92
Gambar 4.22	Bauran energi skenario 2 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	93
Gambar 4.23	Bauran energi skenario 3 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	93
Gambar 4.24	Profil untuk kerja BESS berbasis SLB (bus 10) skenario 3 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	94
Gambar 4.25	Profil untuk kerja BESS berbasis SLB (bus 14) skenario 3 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	94
Gambar 4.26	Bauran energi skenario 4 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	95
Gambar 4.27	Profil untuk kerja BESS LFP (bus 14) skenario 4 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	96
Gambar 4.28	Profil untuk kerja BESS LFP (bus 10) skenario 4 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	96
Gambar 4.29	Bauran energi skenario 5 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	97
Gambar 4.30	Profil untuk kerja BESS NMC (bus 5) skenario 5 pada kasus hari kerja sistem kelistrikan Lombok.	98
Gambar 4.31	Perbandingan kebutuhan <i>ramping</i> semua skenario optimasi ukuran dan lokasi BESS.....	98
Gambar 4.32	Perbandingan SOC BESS pada skenario 3 dan skenario 4.	99
Gambar 4.33	Perbandingan fungsi objektif biaya total operasi harian terhadap studi kasus skenario sistem kelistrikan Lombok.	101
Gambar 4.34	Bauran energi dari dampak degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis SLB konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	105

Gambar 4.35	Profil untuk kerja BESS berbasis SLB (bus 5) akibat dampak model degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada konfigurasi SOC 60% dan DOD 50% di bus 10. ..	105
Gambar 4.36	Ramping sistem kelistrikan Lombok dampak degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis SLB konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	106
Gambar 4.37	Bauran energi dari dampak degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis LFP konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	107
Gambar 4.38	Profil untuk kerja BESS berbasis LFP (bus 10) akibat dampak model degradasi <i>dataset</i> polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada konfigurasi SOC 60% dan DOD 50% di bus 10.	108
Gambar 4.39	<i>Ramping</i> sistem kelistrikan Lombok dampak degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> Zhao dkk. pada BESS berbasis LFP konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	108
Gambar 4.40	Bauran energi dari dampak degradasi model polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS pada BESS berbasis NMC konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	109
Gambar 4.41	Profil untuk kerja BESS (bus 11) akibat dampak model degradasi polinomial berdasarkan <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS pada konfigurasi SOC 60% dan DOD 50% di bus 11.	110
Gambar 4.42	<i>Ramping</i> sistem kelistrikan Lombok dampak degradasi polinomial Berbasis ANN berdasarkan <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS pada BESS berbasis NMC konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	110
Gambar 4.43	Bauran energi dari dampak degradasi model Timur dkk. pada BESS konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	112
Gambar 4.44	Profil untuk kerja BESS berbasis LFP (bus 10) akibat dampak model degradasi berdasarkan <i>dataset</i> Timur dkk. pada konfigurasi SOC 60% dan DOD 50% di bus 10.	112
Gambar 4.45	<i>Ramping</i> sistem kelistrikan Lombok dampak degradasi Timur dkk. pada BESS konfigurasi SOC 60% dan DOD 50%.	113
Gambar 4.46	Perbandingan SOC BESS berbasis LFP dan BESS berbasis SLB pada bus 10 di setiap studi kasus optimasi.	114
Gambar 4.47	Perbandingan SOC BESS berbasis NMC tanpa degradasi dengan model degradasi berdasarkan <i>dataset</i> NMC-G 7% UNS.	114
Gambar 4.48	Perbandingan unit <i>ramping</i> BESS dengan mempertimbangkan degradasi baterai dari semua skenario pada sistem kelistrikan Lombok.	115
Gambar 4.49	Perbandingan fungsi objektif biaya total operasi harian dengan mempertimbangkan degradasi baterai dari semua skenario pada sistem kelistrikan Lombok.	115

- Gambar 4.50 Degradasi baterai terhadap kapasitas energi BESS berbasis LFP pada model degradasi polinomial berbasis ANN berdasarkan *dataset* Zhao dkk..... 117
- Gambar 4.51 Persentase degradasi baterai terhadap RUL BESS berbasis LFP pada model degradasi polinomial berbasis ANN berdasarkan *dataset* Zhao dkk..... 117