

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
INTISARI.....	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pemilihan <i>Dataset</i> sebagai <i>Input Machine learning</i>	7
2.2 Teknik <i>Preprocessing</i> untuk Pengondisian Data <i>Input Machine learning</i> ...	9
2.3 Klasifikasi Patahan sebagai Input Label <i>Machine learning</i>	14
2.4 Algoritma <i>Convolutional Neural network</i> (CNN) dan Model Arsitektur dalam Deteksi Patahan.....	16
2.5 Analisis Performansi Kinerja Algoritma <i>Convolutional Neural network</i> dari <i>Loss functions</i>	18
2.6 Perbandingan Hasil Deteksi Patahan Menggunakan <i>Convolutional Neural network</i> dengan Atribut Struktur	22
2.7 Kondisi Struktur Geologi Pengontrol Daerah Penelitian	26
BAB III DASAR TEORI	28
3.1 Metode Seismik.....	28
3.1.1 Seismik Refleksi	28
3.1.2 Jenis-Jenis Data Seismik Refleksi 3D	31
3.2 Seismik Atribut.....	34

3.2.1 <i>Structural smoothing</i>	35
3.2.2 Atribut <i>variance</i>	38
3.2.3 Atribut <i>ant-tracking</i>	40
3.2.4 Atribut <i>amplitudo contrast</i>	46
3.3 Interpretasi Seismik pada Konfigurasi Struktur	48
3.4 <i>Machine learning</i>	49
3.5 <i>Preprocessing</i> dalam <i>Machine learning</i>	54
3.5.1 Normalisasi skala amplitudo.....	54
3.5.2 Rekayasa fitur	55
3.5.3 Augmentasi Data.....	57
3.6 Klasifikasi Biner pada Segmentasi Gambar	59
3.7 Jaringan Syaraf Tiruan dalam <i>Machine learning</i>	60
3.8 Algoritma <i>Convolutional Neural network</i>	73
3.8.1 <i>Feature learning</i>	74
3.8.2 <i>Classification</i>	80
3.9 Arsitektur UNet	81
3.10 Evaluasi Model <i>Machine learning</i>	84
BAB IV METODE PENELITIAN	93
4.1 Data Penelitian	93
4.2 Perangkat Pengolahan Data.....	94
4.2.1 Perangkat keras (<i>hardware</i>).....	94
4.2.2 Perangkat lunak (<i>software</i>)	94
4.3 Diagram Alir Penelitian.....	94
4.4 Alur Pengolahan	96
4.4.1 <i>Picking</i> struktur patahan	97
4.4.2 Aplikasi atribut seismik	98
4.4.3 <i>Preconditioning</i> data seismik sebagai input <i>machine learning</i>	103
4.4.4 Normalisasi skala amplitudo pada data seismik	107
4.4.5 Pembagian <i>dataset</i> antara fitur dan label.....	108
4.4.6 Pengaturan <i>patching</i> pada input gambar seismik	109
4.4.7 Augmentasi <i>patch</i> gambar seismik	110
4.4.8 Model <i>machine learning</i> dengan arsitektur UNet.....	111
4.4.9 Pelatihan model <i>machine learning</i> menggunakan data seismik	112

4.4.10 Inferensi pada model <i>machine learning</i> menggunakan data seismik	115
4.4.11 Evaluasi dan <i>scoring</i> pada hasil inferensi <i>machine learning</i>	117
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	118
5.1 Interpretasi Struktur.....	118
5.2 Identifikasi Struktur dengan Seismik Atribut	121
5.2.1 <i>Structural smoothing</i>	121
5.2.2 <i>Variance</i>	123
5.2.3 <i>Ant-tracking</i>	125
5.2.4 <i>Amplitude contrast</i>	128
5.3 Hasil <i>Preprocessing</i> pada <i>Machine learning</i>	131
5.4 Evaluasi Model.....	135
5.4.1 Perbandingan <i>loss functions</i> dan metrik evaluasi.....	135
5.4.2 Perbandingan hasil prediksi dengan data aktual	140
5.4.3 Perbandingan durasi waktu algoritma.....	150
5.5 Perbandingan Kualitas Hasil Deteksi Patahan antara Algoritma <i>Machine learning</i> dengan Atribut <i>Ant-tracking</i>	155
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	158
6.1 Kesimpulan.....	158
6.2 Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	159
LAMPIRAN	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Distribusi tipe konsumsi energi di Indonesia tahun 2022 (Prananto dkk., 2023).....	2
Gambar 1.2	Contoh skema arsitektur UNet dalam proses segmentasi patahan pada data seismik refleksi.....	4
Gambar 2.1	Proses penerapan augmentasi <i>flipping</i> horizontal pada data seismik (kiri) dan digitasi garis patahan (kanan) dengan kondisi, (a) sebelum dilakukan dan (b) sesudah dilakukan (modifikasi dari Cunha dkk., 2019)	10
Gambar 2.2	Alur <i>formatting</i> data seismik dan patahan dalam <i>machine learning</i> (An dkk., 2021)	11
Gambar 2.3	Beberapa contoh berbeda gambar seismik sintetis (kiri) dan garis patahan yang akan diekstraksi (kanan) dengan lokasi patahan ditunjukkan dengan warna putih. (a) garis patahan yang kemiringannya ke kanan dan (b) ke kiri. (c) dan (d) mempunyai dua garis patahan yang berpotongan dengan arah kemiringan yang sama. Terdapat dua garis patahan yang berpotongan dengan arah kemiringan yang berbeda pada (e) dan (f) dengan pola ketidakselarasan (Wei dkk., 2021)	12
Gambar 2.4	Gambaran distribusi nilai amplitudo pada data seismik, (a) merupakan data original, (b) merupakan data yang telah dilakukan standardisasi dengan <i>z-score</i> , dan (c) merupakan data yang telah dilakukan <i>Equal Frequency Normalization</i> (Tang dkk., 2023)	13
Gambar 2.5	Metode dasar dalam algoritma <i>Machine learning</i> untuk identifikasi patahan, (a) segmentasi dan (b) klasifikasi biner (Wu dkk., 2019).....	15
Gambar 2.6	Alur kerja CNN secara umum digunakan untuk prediksi patahan pada data seismik (Islam dkk., 2023).....	17
Gambar 2.7	Modifikasi algoritma CNN dengan arsitektur UNet dalam prediksi patahan pada data seismik (Wang dkk., 2022).....	18
Gambar 2.8	Visualisasi kurva tiap <i>loss functions</i> untuk jumlah epochs 30, (a) nilai <i>loss</i> ; (b) model akurasi (Wang dkk., 2023).....	20
Gambar 2.9	Perbandingan hasil deteksi patahan (a) sebelum dan (b) sesudah diterapkan atribut similaritas (dimodifikasi dari Basir dkk., 2013).....	23
Gambar 2.10	Perbandingan hasil deteksi patahan (a) sebelum dan (b) sesudah diterapkan atribut <i>curvature</i> (dimodifikasi dari Basir dkk., 2013).....	24
Gambar 2.11	Perbandingan hasil deteksi patahan (a) sebelum dan (b) sesudah diterapkan atribut <i>ant-tracking</i> , dan (c) sesudah	26

	dimodifikasi dengan <i>neural network</i> (dimodifikasi dari Basir dkk., 2013).....	
Gambar 2.12	Struktur geologi dari Cekungan Banggai dan sekitarnya (Rudyawan dan Hall, 2012).....	27
Gambar 3.1	Susunan <i>source</i> dan <i>receiver</i> pada survei seismik refleksi 3D (Chaouch dan Mari, 2006).....	30
Gambar 3.2	Tampilan <i>cube</i> seismik 3D (Pormes, 2009).....	30
Gambar 3.3	Sebaran kelebihan dan kekurangan dari masing-masing jenis data seismik refleksi ditinjau dari proses migrasinya (Chopra dan Marfurt, 2007).....	31
Gambar 3.4	Klasifikasi atribut seismik berdasarkan komponen seismik data (Brown, 2004).....	35
Gambar 3.5	Hasil (a) sebelum dan (b) sesudah penerapan atribut <i>structural smoothing</i> pada data seismik (modifikasi dari Pereira, 2009).....	38
Gambar 3.6	Ilustrasi kalkulasi atribut <i>variance</i> pada suatu trace seismik (Pereira, 2009).....	40
Gambar 3.7	Ilustrasi <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO) dengan berbagai variasi waktu (a) untuk $t=0$, (b) untuk $t=1$, dan (c) untuk $t=n$ (Zhao dan Sun, 2013).....	40
Gambar 3.8	Hasil (a) sebelum dan (b) sesudah penerapan atribut <i>amplitude contrast</i> pada data seismik (modifikasi dari Aqrawi, dkk., 2012).....	48
Gambar 3.9	Interpretasi patahan pada suatu data seismik dan karakterisasi reflektor utama sepanjang struktur patahan (dimodifikasi dari Iacopini dkk., 2016).....	49
Gambar 3.10	Ilustrasi metode <i>machine learning</i> dari visualisasi suatu sebaran data statistik, (a) regresi, (b) klasifikasi, dan (c) klusterisasi (Dwihusna, 2020).....	50
Gambar 3.11	Ilustrasi alur kerja sederhana dari <i>machine learning</i> (Dwihusna, 2020).....	54
Gambar 3.12	Hasil (a) sebelum dan (b) sesudah penerapan normalisasi pada data seismik.....	55
Gambar 3.13	Ilustrasi ekstraksi fitur dari objek penampang seismik menjadi beberapa bagian kecil (Islam dkk., 2023).....	56
Gambar 3.14	Hasil fitur seismik (kiri) dan label patahan (kanan) (a) sebelum diaugmentasi, (b) <i>flip</i> horizontal, (c) vertical <i>flip</i> , (d) <i>grid distortion</i> , (e) <i>rotation</i> 40°, dan (f) <i>shear transformation</i>	59
Gambar 3.15	Ilustrasi tipe klasifikasi pada <i>supervised learning</i> , (a) <i>binary</i> , (b) <i>multiclass</i> , dan (c) multilabel (Karagoz dkk., 2021).....	60
Gambar 3.16	Ilustrasi model dasar dari jaringan syaraf tiruan (LeCun, Bengio, dan Hinton, 2015).....	61

Gambar 3.17	Ilustrasi pengembangan algoritma <i>Artificial Neural network</i> (Goodfellow, Bengio, dan Courville, 2016).....	62
Gambar 3.18	Ilustrasi kurva <i>loss function</i> , (a) klasifikasi berdasarkan kualitas model dan (b) penyebab kualitas model dapat diklasifikasikan (dimodifikasi dari Saito dkk., 2015).....	64
Gambar 3.19	Skema grafik hubungan antara bobot dan nilai serta penerapan <i>Stochastic Gradient Descent</i> (Zeiler, 2012).....	70
Gambar 3.20	Ilustrasi algoritma <i>Artificial Neural network</i> dengan skema <i>Backpropagation</i> dalam perhitungan <i>error</i> (Goodfellow, Bengio, dan Courville, 2016).....	73
Gambar 3.21	Ilustrasi arsitektur dari algoritma <i>Convolutional Neural network</i> (Dumuolin dan Visin, 2016).....	74
Gambar 3.22	Ilustrasi perhitungan konvolusi antara suatu input gambar dan kernel (modifikasi dari Dumuolin dan Visin, 2016)....	75
Gambar 3.23	Ilustrasi hasil perhitungan fungsi aktivasi ReLU (dimodifikasi dari Dumuolin dan Visin, 2016).....	77
Gambar 3.24	Skema penerapan <i>max pooling</i> dalam proses downsampling (dimodifikasi dari Dumuolin dan Visin, 2016).....	78
Gambar 3.25	Ilustrasi proses <i>flattening</i> dari hasil <i>layer</i> konvolusi (dimodifikasi dari Dumuolin dan Visin, 2016).....	79
Gambar 3.26	Ilustrasi arsitektur UNet dalam pengolahan data seismik (modifikasi dari Ronneberger, Fischer, dan Brox, 2015)...	82
Gambar 3.27	Ilustrasi <i>confusion matrix</i> untuk klasifikasi suatu data (Sokolova dan Lapalme, 2009).....	85
Gambar 3.28	Ilustrasi kurva PR-AUC dan pengaruhnya terhadap <i>threshold</i> (Saito dan Rehmsmeier, 2015)	88
Gambar 3.29	Ilustrasi kurva ROC-AUC secara umum (Fawcett, 2006)...	89
Gambar 3.30	Klasifikasi ROC-AUC untuk mendeskripsikan kualitas model (Fawcett, 2006)	90
Gambar 3.31	Ilustrasi pengaruh (a) sebelum modifikasi <i>threshold</i> , (b) modifikasi <i>threshold</i> = 0.5, (c) modifikasi <i>threshold</i> = 0.8, (d) modifikasi <i>threshold</i> = 0.95, dan (e) respons terhadap kurva ROC-AUC (modifikasi dari Fawcett, 2006)	91
Gambar 3.32	Klasifikasi kualitas model berdasarkan nilai AUC, (a) AUC = 1.0 dan (b) AUC = 0.5 (Fawcett, 2006).....	92
Gambar 4.1	Informasi header mengenai data seismik yang digunakan...	93
Gambar 4.2	Diagram alir pengolahan data penelitian.....	95
Gambar 4.3	Penampang <i>z-map slice</i> pada kedalaman -2600 m.....	96
Gambar 4.4	Lokasi <i>picking</i> patahan di <i>inline</i> 2590 pada 2D <i>interpretation window</i>	97
Gambar 4.5	Parameter yang digunakan pada perhitungan atribut <i>structural smoothing</i> pada perangkat lunak PETREL 2017.....	98

Gambar 4.6	Parameter yang digunakan pada perhitungan atribut <i>variance</i> pada perangkat lunak PETREL 2017.....	100
Gambar 4.7	Parameter yang digunakan pada perhitungan atribut <i>ant-track</i> (a) dan stereonet (b) pada perangkat lunak PETREL 2017.....	101
Gambar 4.8	Parameter yang digunakan pada perhitungan atribut <i>amplitude contrast</i>	102
Gambar 4.9	Hasil <i>picking</i> patahan dalam satu <i>file fault sticks</i> dengan rincian dari kiri ke kanan yaitu <i>inline</i> , <i>xline</i> , koordinat sumbu-x, koordinat sumbu-y, kedalaman, dan indeks patahan.....	103
Gambar 4.10	Ilustrasi mengubah data input dari software Petrel menjadi data input <i>machine learning</i>	104
Gambar 4.11	Dataset <i>array</i> patahan berdasarkan input yang sudah dihapus sehingga menyisakan <i>inline</i> , <i>xline</i> , dan kedalaman (contoh pada list patahan di <i>inline</i>).....	105
Gambar 4.12	Hasil rekonstruksi titik-titik pada list patahan dengan metode interpolasi (contoh pada list patahan <i>inline</i>).....	106
Gambar 4.13	Perbandingan secara visual interpolasi data patahan pada penampang seismik (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan <i>binary_dilation</i>	107
Gambar 4.14	Perbandingan nilai minimum dan maksimum pada data seismik (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan normalisasi	108
Gambar 4.15	<i>Script code</i> yang digunakan untuk pembagian dataset train dan test.....	108
Gambar 4.16	Proses <i>patching</i> (a) <i>Script code</i> yang digunakan untuk <i>patching</i> pada fitur dan label, (b) hasil <i>patching</i>	109
Gambar 4.17	Proses pemisahan (a) <i>Script code</i> yang digunakan untuk pemisahan <i>patching</i> pada fitur dan label, (b) hasil pemisahan <i>patching</i>	110
Gambar 4.18	hasil augmentasi patahan (a) sebelum dan (b) sesudah menggunakan transformasi geometri horizontal <i>flip</i>	111
Gambar 4.19	Skema arsitektur UNet yang digunakan dalam penelitian.....	112
Gambar 4.20	Parameter yang mengontrol proses pelatihan pada arsitektur UNet.....	113
Gambar 4.21	Ilustrasi perhitungan <i>loss functions</i> dalam kurva <i>loss</i> vs <i>epochs</i>	114
Gambar 4.22	Ilustrasi <i>overlap</i> pada suatu <i>patch</i>	115
Gambar 4.23	<i>Script code</i> untuk proses inferensi model <i>machine learning</i> (contoh dilakukan pada <i>inline</i>).....	117

Gambar 5.1	Hasil <i>picking</i> patahan pada salah satu penampang seismik (<i>xline</i> 10222).....	118
Gambar 5.2	Perbandingan penampang seismik pada <i>xline</i> 10222 (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan <i>structural smoothing</i> ...	123
Gambar 5.3	Perbandingan penampang seismik pada <i>xline</i> 10222 (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan <i>variance</i>	124
Gambar 5.4	Tampilan <i>z-map</i> setelah dilakukan atribut <i>variance</i> pada $z = -2600$ m.....	125
Gambar 5.5	Perbandingan penampang seismik pada <i>xline</i> 10222 (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan <i>ant-tracking</i>	126
Gambar 5.6	Tampilan <i>z-map</i> setelah dilakukan atribut <i>ant-tracking</i> pada $z = -2600$ m.....	128
Gambar 5.7	Perbandingan penampang seismik pada <i>xline</i> 10222 (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan <i>amplitude contrast</i>	129
Gambar 5.8	Tampilan <i>z-map</i> setelah dilakukan atribut <i>amplitude contrast</i> pada $z = -2600$ m.....	131
Gambar 5.9	Perbandingan secara visual pada contoh penampang seismik di <i>xline</i> 10222 (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan normalisasi.....	132
Gambar 5.10	Ilustrasi proses <i>patching</i> pada penampang seismik yang telah didefinisikan.....	133
Gambar 5.11	Pembagian dataset untuk proses pelatihan algoritma <i>machine learning</i>	134
Gambar 5.12	Grafik visualisasi nilai <i>loss</i> yang ternormalisasi terhadap epochs pada masing-masing jenis fungsi.....	135
Gambar 5.13	Grafik trade-off antara precision terhadap recall pada <i>loss functions</i> BCE.....	137
Gambar 5.14	Kurva ROC-AUC yang ditinjau berdasarkan nilai <i>False Positive Rate</i> dan <i>True Positive Rate</i>	139
Gambar 5.15	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label patahan (gambar kiri).....	140
Gambar 5.16	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label tanpa patahan atau <i>blind test</i> (gambar kiri)	142
Gambar 5.17	Hasil prediksi <i>machine learning</i> dengan skenario (b) <i>overlap</i> 25% dan (c) 50% dengan pembandingnya dengan label patahan (a) dengan skenario.....	143
Gambar 5.18	Hasil prediksi <i>machine learning</i> dengan skenario (b) <i>overlap</i> 25% dan (c) 50% dengan pembandingnya dengan tanpa label patahan (a) dengan skenario.....	144
Gambar 5.19	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label patahan (gambar kiri) dengan skenario normalisasi setelah <i>patching</i>	145

Gambar 5.20	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label tanpa patahan atau <i>blind test</i> (gambar kiri) dengan skenario normalisasi setelah <i>patching</i>	146
Gambar 5.21	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label patahan (gambar kiri) dengan skenario normalisasi setelah <i>patching</i> pada (a) <i>overlap</i> 25% dan (b) <i>overlap</i> 50%.....	147
Gambar 5.22	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya yaitu label tanpa patahan atau <i>blind test</i> dengan skenario normalisasi setelah <i>patching</i> pada (a) <i>overlap</i> 25% dan (b) <i>overlap</i> 50%.....	148
Gambar 5.23	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label patahan (gambar kiri) dengan skenario <i>feature creation</i>	149
Gambar 5.24	Hasil prediksi <i>machine learning</i> (gambar kanan) dan pembandingnya dengan label tanpa patahan atau <i>blind test</i> (gambar kiri) dengan skenario <i>feature creation</i>	150
Gambar 5.25	Perbandingan <i>running time</i> dari masing-masing jenis metrik evaluasi dan <i>loss functions</i>	151
Gambar 5.26	Perbandingan <i>running time</i> dari masing-masing jenis modifikasi dengan skenario <i>overlap</i>	153
Gambar 5.27	Perbandingan hasil prediksi pola diskontinuitas (patahan) berdasarkan (a) intuisi interpreter, (b) seismik atribut <i>ant-tracking</i> , dan (c) algoritma <i>machine learning</i>	156
Gambar 5.28	Perbandingan hasil prediksi kehadiran struktur pada kedalaman $z=-2600$ berdasarkan (a) data input, (b) seismik atribut <i>ant-tracking</i> , dan (c) algoritma <i>machine learning</i>	157

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan dataset yang digunakan sebagai input <i>machine learning</i>	7
Tabel 2.2	Perbandingan masing-masing metrik evaluasi dengan masing-masing <i>loss functions</i> (modifikasi dari Wang, dkk., 2023).....	20
Tabel 2.3	Perbandingan metrik evaluasi dan <i>loss functions</i> dari masing-masing eksperimen (modifikasi dari Wei, dkk., 2022).....	21
Tabel 2.4	Parameter atribut <i>ant-tracking</i> dengan input dari masing-masing atribut (modifikasi dari Basir dkk., 2013).....	25
Tabel 3.1	Rangkuman detail penjelasan tiap-tiap kategori pada <i>machine learning</i> (Dwihusna, 2020).....	51
Tabel 4.1	Parameter tuning yang dilakukan pada penelitian.....	114
Tabel 5.1	Data patahan yang teridentifikasi pada <i>inline</i>	119
Tabel 5.2	Data patahan yang teridentifikasi pada <i>xline</i>	120
Tabel 5.3	Perbandingan total dataset yang telah dilakukan split saat sebelum, sesudah <i>patching</i> , dan sesudah pemisahan patahan dan nonpatahan.....	133
Tabel 5.4	Perbandingan hasil skor metrik evaluasi terhadap masing-masing <i>loss functions</i>	136
Tabel 5.5	Summarize hasil secara kuantitatif mengenai skor evaluasi dan <i>running time</i> dari masing-masing skenario.....	154

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z=-2600$ m dengan skenario normalisasi – <i>patch</i> tanpa <i>overlap</i> – augmentasi.....	164
Lampiran A.2	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z=-2600$ m dengan skenario <i>patch</i> tanpa <i>overlap</i> – normalisasi – augmentasi.....	165
Lampiran A.3	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z=-2600$ m dengan skenario normalisasi – <i>patch overlap</i> 25 – augmentasi.....	165
Lampiran A.4	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z=-2600$ m dengan skenario <i>patch overlap</i> 25 – normalisasi – augmentasi.....	165
Lampiran A.5	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z=-2600$ dengan skenario normalisasi – <i>patch overlap</i> 50 – augmentasi.....	166
Lampiran A.6	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z = -2600$ m dengan skenario <i>patch overlap</i> 50 – normalisasi – augmentasi.....	166
Lampiran A.7	Hasil prediksi <i>z-map</i> pada $z = -2600$ m dengan skenario pertama yang divariasikan dengan <i>feature creation</i>	167
Lampiran B.1	Import libraries yang digunakan untuk seluruh proses....	168
Lampiran B.2	Konversi tipe data seismik dari .SEG Y ke .npz.....	168
Lampiran B.3	Processing data patahan dari .ASCII ke .txt.....	169
Lampiran B.4	Membuat list patahan (contoh pada <i>inline</i>).....	169
Lampiran B.5	Pembuatan garis interpolasi patahan.....	170
Lampiran B.6	Menggabungkan data patahan menjadi satu label.....	170
Lampiran B.7	Menebalkan garis interpolasi pada label patahan.....	170
Lampiran B.8	Proses normalisasi pada amplitudo data seismik.....	170
Lampiran B.9	Split data untuk memisahkan penampang dengan patahan	171
Lampiran B.10	Proses pengubahan penampang seismik menjadi <i>patch</i>	171
Lampiran B.11	Pemisahan data <i>patch</i> agar hanya data dengan label.....	172
Lampiran B.12	Proses pembuatan dataset dan augmentasi.....	172
Lampiran B.13	Arsitektur UNet untuk proses model <i>machine learning</i> ...	174
Lampiran B.14	Pelatihan model <i>machine learning</i>	176
Lampiran B.15	Parameter input model pelatihan <i>machine learning</i>	176
Lampiran B.16	Perhitungan <i>loss functions</i> dengan masing-masing jenis..	177
Lampiran B.17	Inferensi model <i>machine learning</i> pada 3D cube seismik..	178
Lampiran B.18	Visualisasi hasil prediksi patahan terhadap label.....	178