

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
SARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Penelitian	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	3
I.4. Manfaat Penelitian	3
I.5. Lokasi Penelitian	3
I.6. Ruang Lingkup Penelitian	4
I.7. Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN GEOLOGI	7
II.1. Fisiografi Regional	7
II.2. Stratigrafi Regional	8
II.3. Struktur Geologi & Tektonik Regional	11
II.4. Geologi Batubara Formasi Tanjung & Warukin	12
BAB III DASAR TEORI	14
III.1. Batubara	14
III.1.1. Pengertian Batubara	14
III.1.2. Pembentukan Batubara	14
III.1.3. Kandungan Mineral & Zat Radioaktif pada Batubara	15
III.1.4. Densitas & Porositas Batubara	16
III.1.5. Klasifikasi Batubara berdasarkan Pemeringkatan	17
III.2. <i>Geophysical Well Logging</i>	18
III.2.1. Log <i>Gamma Ray</i>	19
III.2.2. Log Densitas	21
III.3. Analisis Laboratorium untuk Kualitas Batubara	24
III.3.1. Analisis Proksimat	25
III.3.2. Analisis Nilai Kalori	27
III.4. Analisis Statistik	28
III.4.1. Uji Normalitas <i>Kolmogorov – Smirnov</i>	28
III.4.2. Korelasi	31

III.4.3. Regresi.....	35
III.4.4. Penyaringan <i>Outliers</i> Metode <i>Boxplot</i>	39
III.5. Hipotesis	40
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	41
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian	41
IV.2. Tahapan Penelitian.....	42
IV.3. Rencana Jadwal Penelitian	49
IV.4. Diagram Alir Penelitian	50
BAB V PENYAJIAN DATA	51
V.1. Data Sumur Bor.....	51
V.2. Data Pembagian <i>Seam</i> Batubara.....	52
V.3. Data Laboratorium	56
V.3.1. Data Proksimat.....	56
V.3.2. Data Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium	56
V.4. Data <i>Geophysical Well Logging</i>	58
V.5. Data Analisis Statistik	58
V.5.1. Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov	59
V.5.2. Uji Korelasi Pearson & Rank Spearman.....	60
V.5.3. Uji Regresi Linear & Polinomial	61
V.5.4. Uji Regresi Lanjutan	70
V.5.5. Uji <i>Filtering Boxplot</i>	74
BAB VI PEMBAHASAN.....	88
VI.1. Korelasi Log Densitas dan Data Laboratorium	88
VI.1.1. Tingkat Korelasi & Hasil Interpretasi	88
VI.1.2. Hasil Filtering	92
VI.1.3. Perbandingan dengan Densitas Laboratorium	94
VI.2. Variabel Utama Perekaman Log Densitas	96
VI.2.1. Variabel Utama & Hasil Interpretasi	96
VI.2.2. Hasil Filtering	101
VI.2.3. Perbandingan dengan Densitas Laboratorium	103
VI.2.4. Hasil Estimasi	106
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	129
VII.1. Kesimpulan	129
VII.2. Saran	130
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN.....	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian	4
Gambar 2.1. Lokasi Penelitian dalam Fisiografi Pulau Kalimantan (Van Bemmelen, 1949)	7
Gambar 2.2. Kolom Stratigrafi Regional Sub Cekungan Asam – Asam, Kalimantan Selatan (ESG Department PT. Arutmin Indonesia, 2021).....	9
Gambar 2.3. Sub Cekungan Asam – Asam dalam Tatanan Tektonik Regional (Sapiie dan Rifiyanto, 2017).....	11
Gambar 2.4. Skema Sayatan Regional Kalimantan AA' berarah NW - SE (Sapiie dan Rifiyanto, 2017).....	12
Gambar 3.1. Kalibrasi API dan CPS (Whittaker dkk., 2010).....	19
Gambar 3.2. Respon Log Gamma Ray untuk Litologi (Rider, 1999)	20
Gambar 3.3. Hubungan Satuan CPS dan g/cm^3 (Warren, 2002 dalam Dwi Putro dkk., 2014)	22
Gambar 3.4. Respon Log Densitas untuk Litologi (Rider, 1999).....	23
Gambar 3.5. Rumus Perhitungan untuk Konversi Basis (Speight, 2005)	25
Gambar 3.6. Histogram Terdistribusi Normal (Nuryadi dkk., 2017)	29
Gambar 3.7. Model Regresi Linear (Ray, 2019)	36
Gambar 3.8. Model Regresi Polinomial (Ray, 2019)	38
Gambar 3.9. Metode Boxplot (Maity, 2022)	40
Gambar 4.1. Contoh Data Geophysical Well Logging Titik Bor Y2111C Lapangan Y	44
Gambar 4.2. Contoh Data Laboratorium Titik bor Y2111C Lapangan Y	44
Gambar 4.3. Contoh Borang Eksplorasi & Foto Coring Titik Bor Y2111C Lapangan Y	45
Gambar 4.4. Rekonsiliasi Data Penentuan Ketebalan Seam Batubara	45
Gambar 4.5. Contoh Validasi Data Proksimat (i) dan Pembobotan Kualitas (ii) Titik Bor Y2111C Lapangan Y	46
Gambar 4.6. Diagram Alir Penelitian.....	50
Gambar 5.1. Peta Lokasi persebaran Titik Bor Lapangan X.....	51
Gambar 5.2. Peta Lokasi Persebaran Titik Bor Lapangan Y.....	52
Gambar 5.3. Geometri setiap Seam di Lapangan X	54
Gambar 5.4. Geometri setiap Seam di Lapangan Y	55
Gambar 5.5. Hasil Uji Regresi Log Densitas & IM adb Lapangan X dan lapangan Y	63
Gambar 5.6. Hasil Uji Regresi Log Densitas & AC adb Lapangan X dan lapangan Y	64
Gambar 5.7. Hasil Uji Regresi Log Densitas & VM adb Lapangan X dan lapangan Y	65
Gambar 5.8. Hasil Uji Regresi Log Densitas & FC adb Lapangan X dan lapangan Y	66

Gambar 5.9. Hasil Uji Regresi Log Densitas & CV adb Lapangan X dan lapangan Y	67
Gambar 5.10. Hasil Uji Regresi Log Densitas & CV daf Lapangan X dan lapangan Y	68
Gambar 5.11. Hasil Uji Regresi Log Densitas & CV ar Lapangan X dan lapangan Y	69
Gambar 5.12. Hasil Uji Regresi Log Densitas & CV db lapangan Y	70
Gambar 5.13. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Grup XU Lapangan X	71
Gambar 5.14. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Grup XM Lapangan X	71
Gambar 5.15. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Grup XL Lapangan X	72
Gambar 5.16. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Regional Lapangan X	72
Gambar 5.17. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Grup YU1 Lapangan Y	73
Gambar 5.18. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Grup YU2 Lapangan Y	73
Gambar 5.19. Hasil Uji Regresi Lanjutan Seam Regional Lapangan Y	73
Gambar 5.20. Hasil Uji Filtering Seam Grup XM Lapangan X	76
Gambar 5.21. Hasil Uji Filtering Seam Grup XL Lapangan X	77
Gambar 5.22. Hasil Uji Filtering Seam Regional Lapangan X	79
Gambar 5.23. Hasil Uji Filtering Seam Grup YU1 Lapangan X	81
Gambar 5.24. Hasil Uji Filtering Seam Grup YU2 Lapangan Y	84
Gambar 5.25. Hasil Uji Filtering Seam Regional Lapangan Y	87
Gambar 6.1. Perbandingan Korelasi Log Densitas dan Data Laboratorium di Lapangan X	89
Gambar 6.2. Perbandingan Korelasi Log Densitas dan Data Laboratorium di Lapangan Y	90
Gambar 6.3. Perbandingan Korelasi Log Densitas dan Data Laboratorium Hasil Filtering di Lapangan X	92
Gambar 6.4. Perbandingan Korelasi Log Densitas dan Data Laboratorium Hasil Filtering di Lapangan Y	94
Gambar 6.5. Perbandingan Korelasi Densitas Laboratorium dan Data Laboratorium di Lapangan X	95
Gambar 6.6. Perbandingan Korelasi Densitas Laboratorium dan Data Laboratorium di Lapangan Y	95
Gambar 6.7. Perbandingan Nilai R-Square Lapangan X	102
Gambar 6.8. Perbandingan Nilai R-Square Lapangan Y	103
Gambar 6.9. Peta Perbandingan Iso - Ash Content Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi	108
Gambar 6.10. Peta Perbandingan Iso – Volatile Matter Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi	109
Gambar 6.11. Peta Perbandingan Iso - Fixed Carbon Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi	110
Gambar 6.12. Peta Perbandingan Iso - Calorific Value adb Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi	111

Gambar 6.13. Peta Perbandingan Iso - Calorific Value ar Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi.....	112
Gambar 6.14. Peta Perbandingan Iso - Calorific Value daf Seam XU1 & XUT sebelum dan setelah Prediksi.....	113
Gambar 6.15. Peta Perbandingan Iso - Ash Content Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	114
Gambar 6.16. Peta Perbandingan Iso – Volatile Matter Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	115
Gambar 6.17. Peta Perbandingan Iso – Fixed Carbon Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	116
Gambar 6.18. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value adb Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	117
Gambar 6.19. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value ar Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	118
Gambar 6.20. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value daf Seam XL1 & XL2 sebelum dan setelah Prediksi.....	119
Gambar 6.21. Peta Perbandingan Iso – Inherent Moisture Seam Grup YU1 sebelum dan setelah Prediksi.....	120
Gambar 6.22. Peta Perbandingan Iso – Ash Content Seam Grup YU1 sebelum dan setelah Prediksi.....	121
Gambar 6.23. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value db Seam Grup YU1 sebelum dan setelah Prediksi.....	122
Gambar 6.24. Peta Perbandingan Iso – Inherent Moisture Seam Grup YU2 sebelum dan setelah Prediksi.....	123
Gambar 6.25. Peta Perbandingan Iso – Ash Content Seam Grup YU2 sebelum dan setelah Prediksi	124
Gambar 6.26. Peta Perbandingan Iso – Volatile Matter Seam Grup YU2 sebelum dan setelah Prediksi.....	125
Gambar 6.27. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value db Seam Grup YU2 sebelum dan setelah Prediksi.....	126
Gambar 6.28. Peta Perbandingan Iso – Calorific Value ar Seam Grup YU2 sebelum dan setelah Prediksi.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Peneliti Terdahulu	5
Tabel 2.1. Perbandingan Karakteristik Formasi Tanjung dan Formasi Warukin. 12	
Tabel 3.1. Nilai Densitas Batubara dan Asosiasinya (Thomas, 2013)	16
Tabel 3.2. Klasifikasi Batubara berdasarkan Peringkat (ASTM International, 2019).....	17
Tabel 3.3. Komposisi dan Rentang Properti setiap Peringkat Batubara (Speight, 2005)	18
Tabel 3.4. Parameter Litologi Log Gamma Ray (Hancock, 1992; Khasanah dkk., 2019).....	20
Tabel 3.5. Parameter Litologi Log Densitas (Hancock, 1992; Khasanah dkk., 2019).....	23
Tabel 3.6. Pembagian Kualitas Batubara (Peraturan Pemerintah No. 45 Tahun 2003 dalam (Wibowo and Windarta, 2020)	28
Tabel 3.7. Nilai Z untuk Distribusi (Cahyono, 2017).....	30
Tabel 3.8. Nilai N untuk Distribusi (Frank J. Massey, 1951)	31
Tabel 3.9. Interpretasi Koefisien Korelasi (Schober dkk., 2018).....	32
Tabel 3.10. Tingkat Signifikansi Nilai r Korelasi Pearson (Cahyono, 2017).....	33
Tabel 3.11. Tingkat Signifikansi Nilai t (Cahyono, 2017)	35
Tabel 4.1. Alat Penelitian dan Kegunaannya	41
Tabel 4.2. Bahan Penelitian dan Kegunaannya	42
Tabel 4.3. Contoh Penyesuaian Nilai Log Densitas dan Data Laboratorium Ply by Ply Seam YU2U Titik Bor Y2111C Lapangan Y.....	47
Tabel 4.4. Rencana Jadwal Penelitian	49
Tabel 5.1. Pembagian Seam Batubara Lapangan X dan Y.....	53
Tabel 5.2. Hasil Analisis Proksimat Lapangan X dan Y	56
Tabel 5.3. Hasil Analisis Nilai Kalori & Densitas Laboratorium Lapangan X....	57
Tabel 5.4. Hasil Analisis Nilai Kalori & Densitas Laboratorium Lapangan Y....	57
Tabel 5.5. Rata - Rata Nilai Log Gamma Ray & Log Densitas Lapangan X dan Y	58
Tabel 5.6. Hasil Uji Normalitas Seam Grup XU, XM, XL & Regional Lapangan X	59
Tabel 5.7. Hasil Uji Normalitas Seam Grup YU1, YU2 & Regional Lapangan Y	59
Tabel 5.8. Hasil Uji Korelasi Lapangan X	60
Tabel 5.9. Hasil Uji Korelasi Lapangan Y	61
Tabel 5.10. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Grup XM Lapangan X	74
Tabel 5.11. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Grup XM Lapangan X	76
Tabel 5.12. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Regional Lapangan X	78
Tabel 5.13. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Grup YU1 Lapangan Y	80

Tabel 5.14. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Grup YU2	
Lapangan Y	81
Tabel 5.15. Detail Data Outliers setiap Variabel pada Seam Regional	
Lapangan Y	84
Tabel 6.1. Hasil Penentuan Variabel Utama Lapangan X.....	97
Tabel 6.2. Hasil Penentuan Variabel Utama Lapangan Y.....	98
Tabel 6.3. Hasil Penentuan Variabel Utama berdasarkan Densitas	
Laboratorium Lapangan X	103
Tabel 6.4. Hasil Penentuan Variabel Utama berdasarkan Densitas	
Laboratorium Lapangan Y	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Titik Bor dan Rekonsiliasi Keterdapatan Seam Batubara di Lapangan X.....	138
Lampiran 2. Data Titik Bor dan Rekonsiliasi Keterdapatan Seam Batubara di Lapangan Y.....	141
Lampiran 3. Data Laboratorium (Proksimat, Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium) dan Data Geophysical Logging (Log Gamma Ray & Log Densitas) Seam Grup XU	143
Lampiran 4. Data Laboratorium (Proksimat, Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium) dan Data Geophysical Logging (Log Gamma Ray & Log Densitas) Seam Grup XM.....	145
Lampiran 5. Data Laboratorium (Proksimat, Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium) dan Data Geophysical Logging (Log Gamma Ray & Log Densitas) Seam Grup XL.....	148
Lampiran 6. Data Laboratorium (Proksimat, Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium) dan Data Geophysical Logging (Log Gamma Ray & Log Densitas) Seam Grup YU1	150
Lampiran 7. Data Laboratorium (Proksimat, Nilai Kalori dan Densitas Laboratorium) dan Data Geophysical Logging (Log Gamma Ray & Log Densitas) Seam Grup YU2	157
Lampiran 8. Perhitungan Peringkat Batubara di Lapangan X.....	168
Lampiran 9. Perhitungan Peringkat Batubara di Lapangan Y.....	171
Lampiran 10. Rentang Validasi Hasil Prediksi untuk Seam Grup di Lapangan X.....	175
Lampiran 11. Rentang Validasi Hasil Prediksi untuk Seam Grup di Lapangan Y.....	176
Lampiran 12. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XU	177
Lampiran 13. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XM.....	178
Lampiran 14. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XL.....	179
Lampiran 15. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Regional X.....	180
Lampiran 16. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU1	181
Lampiran 17. Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU2	182

Lampiran 18.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi, Regresi Lanjutan) Data Laboratorium & Data Log Densitas Regional Y	183
Lampiran 19.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Seam Grup XU	184
Lampiran 20.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Seam Grup XM.....	185
Lampiran 21.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Seam Grup XL ..	186
Lampiran 22.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Regional X	187
Lampiran 23.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Seam Grup YU1	188
Lampiran 24.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Seam Grup YU2	189
Lampiran 25.	Hasil Uji Statistik (Normalitas, Korelasi, Regresi) Data Laboratorium & Data Densitas Laboratorium Regional Y	190
Lampiran 26.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XU	191
Lampiran 27.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XM.....	192
Lampiran 28.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XL.....	193
Lampiran 29.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Regional X.....	194
Lampiran 30.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU1	195
Lampiran 31.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU2	196
Lampiran 32.	Hasil Uji Filtering Data Laboratorium & Data Log Densitas Regional Y	197
Lampiran 33.	Hasil Prediksi Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XU	198
Lampiran 34.	Hasil Prediksi Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XM.....	198
Lampiran 35.	Hasil Prediksi Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup XL.....	198
Lampiran 36.	Hasil Prediksi Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU1	199
Lampiran 37.	Hasil Prediksi Data Laboratorium & Data Log Densitas Seam Grup YU2	202
Lampiran 38.	Pembobotan Data Laboratorium Hasil Prediksi Seam Grup XU & XL	207

Lampiran 39. Pembobotan Data Laboratorium Hasil Prediksi Seam Grup	
YU1.....	209
Lampiran 40. Pembobotan Data Laboratorium Hasil Prediksi Seam Grup	
YU2.....	211