

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT.....	v
PERNYATAAN MENJAGA KERAHASIAAN DATA DAN INFORMASI SERTA HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.4.1 Lokasi Penelitian	4
1.4.2 Batasan Pekerjaan Penelitian.....	5
1.4.3 Ruang Lingkup Pekerjaan	6
1.4.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Penelitian Terdahulu	7
1.6 Keaslian Penelitian	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	12
2.1 Geologi Anggota Zelda dan Gita, Cekungan Asri.....	12
2.1.1 Tektonostratigrafi Cekungan Asri	12
2.1.1.1 Anggota Lower Zelda	16
2.1.1.2 Anggota Middle Zelda Dan Upper Zelda.....	17
2.1.1.3 Anggota Gita	18
2.2 Sejarah dan Perkembangan Lapangan Widi.....	21
2.3 Stratigrafi Dan Geologi Reservoir Lapangan Widi.....	23
2.4 Dasar Teori.....	31
2.4.1 Lingkungan Fluvial Berkelok- Transisi Delta.....	31
2.4.2 Ketidakpastian Dalam Pemodelan Statik Reservoir	36
BAB III HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN.....	41
3.1 Hipotesis.....	41
3.2 Metode Penelitian	42
3.2.1 Ketersediaan Data.....	42
3.2.2 Alat dan Bahan	45
3.2.2.1 Alat.....	45
3.2.2.2 Bahan.....	45
3.2.3 Tahapan Penelitian	45
3.2.4 Diagram Alir Penelitian.....	49
3.3 Waktu Penelitian	51
BAB IV ANALISIS FASIES DAN KORELASI	52
4.1 Pendahuluan.....	52
4.2 Deskripsi Litofasies.....	54
4.2.1 Batupasir Medium-Halus Struktur <i>Planar-Tabular Cross Bedding</i>	55
4.2.2 Batupasir Halus-Sangat Halus Struktur <i>Mud Drapes</i> (Sd).....	59

4.2.3	Batupasir Halus-Sangat Halus Laminasi <i>Ripple-Wavy Laminated</i> (Sr)	67
4.2.4	Batugamping Bioklastik <i>Skeletal Mudstone-Wackestone</i> dan Batulempung Karbonatan (Lm)	69
4.2.5	Batupasir Karbonatan Melimpah Fragmen Cangkang Foraminifera (Sc) ..	72
4.2.6	Batubara dan Batulempung Karbonan (C)	75
4.2.7	Batulempung <i>Rootlet Structure</i> dan <i>Soft-Sediment Deformation Structure</i> (Fb)	77
4.2.8	Batulempung Tinggi Karbon Interlaminasi Batupasir Sangat Halus (Fl) ..	79
4.2.9	Batulempung Laminasi Pasiran Terbioturbasi Intensif-Batupasir Halus Medium Lempungan <i>Coarsening Upward</i> (Fb-Sb)	79
4.2.10	Batulempung Berlaminasi Tinggi Karbon dengan Lamina Batupasir (Flb)	82
4.2.11	Batulempung Berlaminasi Terbioturbasi Intensif Karbon Menengah (Flb)	84
4.2.12	Interlaminasi Batulempung Laminasi Dan Batupasir Sangat Halus <i>Finely Laminated</i> (Fl)	85
4.2.13	Batulempung Hitam <i>Fissile</i> Tinggi Karbon (Fm)	87
4.3	Asosiasi Fasies dan Lingkungan Pengendapan	95
4.3.1	Asosiasi Fasies <i>Distributary Channel</i>	96
4.3.2	Asosiasi Fasies <i>Shallow Marine</i>	97
4.3.3	Asosiasi Fasies <i>Swamp</i>	100
4.3.4	Asosiasi Fasies <i>Interdistributary Bay</i>	100
4.3.5	Asosiasi Fasies <i>Mouth Bar</i>	102
4.3.6	Asosiasi Fasies <i>Tidally Influenced Interdistributary Bay</i>	103
4.4	Geologi Reservoir dan Suksesi Fasies	104
4.4.1	Geologi Reservoir 34-1	104
4.4.2	Geologi Reservoir Seri 33	105
4.4.3	Suksesi Fasies	107
4.5	Korelasi dan Peta Lingkungan Pengendapan	113
4.5.1	Korelasi dan Peta Lingkungan Pengendapan <i>Cycle</i> 34-1	114
4.5.2	Korelasi <i>Cycle</i> 33 (33-6 dan 33-4)	121
BAB V PEMODELAN STATIK RESERVOIR		133
5.1	Pemodelan Statik	133
5.2	Pemodelan Struktur <i>Integrated Structural Modeling</i>	134
5.2.1	<i>Fault Modeling</i>	135
5.2.2	<i>Pillar Gridding</i>	135
5.2.3	<i>Horizon Modeling</i>	137
5.2.4	<i>Layering</i>	137
5.2.5	<i>Quality Control Model Struktur</i>	137
5.3	Pemodelan <i>Property</i> Statik	144
5.3.1	<i>Log Upscaling</i>	145
5.3.2	Analisis Variogram	147
5.3.3	Pemodelan Fasies	149
5.3.3.1	Model 3D Fasies Reservoir	152
5.3.4	Pemodelan <i>Rock Type</i>	158
5.3.4.1	Model 3D <i>Rock Type</i>	161
5.3.5	Pemodelan Petrofisik	163
5.3.5.1	Penentuan <i>Cut Off</i> Reservoir	166
5.3.5.2	Model 3D Petrofisik Reservoir	168
5.4	Perhitungan Cadangan (STOOIP)	176

5.4.1	Batas Area Perhitungan Cadangan dan Kontak Fluida	177
5.4.2	Perhitungan Cadangan Awal (STOOIP) dan Cadangan Tersisa	178
5.5	Analisis <i>Uncertainty</i> dan <i>Sensitivity</i>	183
5.5.1	Distribusi Cadangan Awal (STOOIP)	187
5.5.2	Analisis <i>Sensitivity</i>	191
BAB VI	KESIMPULAN	193
DAFTAR PUSTAKA		196
LAMPIRAN I	(Hasil <i>Horizon Modeling</i>)	201
LAMPIRAN II	(Pemodelan Statik)	213
LAMPIRAN III	(Log Sedimentologi)	220

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Daftar penelitian terdahulu pada lokasi penelitian.	9
Tabel 2.1. Beberapa variabel <i>uncertain</i> yang umum dimodelkan.	38
Tabel 3.1. Tabulasi data yang digunakan dalam penelitian.	43
Tabel 3.2. Tabulasi data pada <i>keywells</i>	44
Tabel 3.3 Waktu penelitian.	51
Tabel 4.1 Skema litofasies <i>tributary channel</i> oleh Payenberg (2003).	53
Tabel 4.2. <i>Review</i> dan interpretasi ulang sayatan petrografi batupasir 34-1 pada <i>core</i> Widi-01.	89
Tabel 4.3. <i>Review</i> dan interpretasi ulang sayatan petrografi batupasir seri 33 pada <i>core</i> Widi-B10.	90
Tabel 4.4. <i>Review</i> analisis <i>point-count</i> sayatan petrografi batupasir 34-1.	91
Tabel 4.5. <i>Review</i> analisis XRD komposisi mineral batupasir 34-1 <i>core</i> Widi-01.	91
Tabel 4.6. <i>Review</i> analisis XRD mineral lempung batupasir 34-1 <i>core</i> Widi-01.	92
Tabel 4.7. <i>Review</i> hasil analisis biostratigrafi sumur Widi-01.	93
Tabel 4.8. <i>Review</i> hasil analisis biostratigrafi sumur Widi-B10 pada reservoir 33.	93
Tabel 4.9. Pola <i>log</i> dan interpretasi lingkungan pengendapan lapangan Widi (dimodifikasi dari Gardner, 2003).	95
Tabel 5.1 <i>Skema horizon modeling</i> model struktur Lapangan Widi dengan metode <i>pillar gridding</i>	138
Tabel 5.2. Statistik <i>geometrical model</i> untuk <i>quality control</i> geometri grid zona reservoir.	141
Tabel 5.3. Jenis model <i>property</i> statik dan algoritma yang digunakan.	145
Tabel 5.4. Metode <i>upscale property</i> yang dimodelkan.	146
Tabel 5.5 Pembagian rentang FZI kelas <i>rock type</i>	159
Tabel 5.6. Nilai metode <i>assign value</i> pada pemodelan.	165
Tabel 5.7. Nilai Boi reservoir yang diteliti.	166
Tabel 5.8. Tabulasi rata-rata properti petrofisik reservoir penelitian.	176
Tabel 5.9. Perhitungan dasar STOOIP model <i>mid</i>	179
Tabel 5.10. Perhitungan cadangan tersisa ketiga reservoir penelitian pada model <i>best technical case/mid</i>	179
Tabel 5.11. <i>Bulk rock volume</i> masing-masing kombinasi model.	185
Tabel 5.12. Perhitungan dasar STOOIP model <i>minimum</i>	187
Tabel 5.13. Perhitungan dasar STOOIP model <i>maximum</i>	187
Tabel 5.14. Distribusi STOOIP pada setiap kombinasi model.	190
Tabel 5.15. Distribusi cadangan tersisa ketiga reservoir.	190
Tabel 5.16. Perhitungan kontribusi tiap reservoir terhadap cadangan tersisa pada tabel sebelumnya.	190

Gambar 1.1. Peta lokasi lapangan Widi di Cekungan Asri, Lepas Pantai Sumatra Tenggara ditandai dengan kotak berwarna merah (dimodifikasi dari Sapie, 2004). Daerah penelitian berbatasan dengan Kepulauan Seribu dan Provinsi Jakarta di sebelah tenggara.	5
Gambar 2.1. Peta elemen tektonik regional Kawasan Cekungan Jawa Barat Utara yang menunjukkan deretan cekungan <i>rift</i> dari Cekungan Asri dan Sunda di barat sampai Cekungan Arjuna di timur yang dibatasi oleh sesar geser interpretative (Sapie, 2004). Kotak merah menunjukkan lokasi penelitian.	13
Gambar 2.2. Perbandingan model <i>rift-system</i> ekstensional (a) East African Rift (Morley, 1995) dengan (b) <i>rift-system</i> transtensional (Sapie, 2004) pada pembentukan Cekungan Asri. Dari percobaan laboratorium, bentuk Cekungan Asri lebih mirip dengan model transtensional karena terdapat sesar-sesar berbentuk huruf L terbalik dan atau S yang mirip dengan <i>boundary fault</i> Cekungan Asri.	13
Gambar 2.3. (A) Stratigrafi regional Cekungan Asri oleh Sukanto dkk., (1998). (B) Stratigrafi Lapangan Widi yang digambar ulang dari Young dkk., (1995). Kotak merah menunjukkan unit stratigrafi objek penelitian.	15
Gambar 2.4. Interpretasi fasies seismik fluvial <i>interfingering</i> dengan <i>shoreface-lacustrine</i> pada sisi utara Cekungan Asri oleh Gardner dkk. (2003).	16
Gambar 2.5. Interpretasi <i>well log</i> endapan sedimen Anggota Lower Zelda pada sumur Hariet-1. Dicirikan oleh dominasi endapan sedimen berbutir halus dengan pola <i>bell-shaped</i> (dimodifikasi dari Gardner dkk., 2003).	17
Gambar 2.6 Interpretasi <i>well log</i> sumur Hariet-1 Anggota Middle Zelda dan Upper Zelda. Pola log <i>blocky</i> menandakan endapan <i>multistory braided river deposits</i> (Gardner dkk., 2003).	18
Gambar 2.7. Ilustrasi pengendapan <i>backstepping</i> pada Anggota Gita-Upper Zelda. Pengendapan terjadi pada penurunan singkat <i>base level superimpose</i> pada peningkatan <i>base level</i> jangka panjang (Gardner dkk., 2003).	19
Gambar 2.8. Hierarki tiga level stratigrafi reservoir Lapangan Widi (Gardner dkk., 2003). Unit-unit reservoir Lapangan Widi terendapan pada <i>short-term stratigraphic cycle</i> terdiri dari 36-1 <i>cycle</i> sampai 33 <i>cycle</i> . Enam (6) siklus tersebut diendapkan pada siklus ke sembilan pada <i>intermediate-term stratigraphic cycle</i> dan siklus ketiga <i>long-term stratigraphic cycle</i> dari Cekungan Asri.	20
Gambar 2.9. Pengendapan <i>reservoir channel</i> 34-1 dan seri 33 pada <i>short-term stratigraphic cycle</i> Anggota Gita (Gardner dkk., 2003).	20
Gambar 2.10. Peta <i>net oil pay</i> lapangan Widi saat ditemukan tahun 1988 dan rencana sumur pengembangan pada dokumen <i>plan of development</i> (digambar ulang oleh Saputra, 2023).	21
Gambar 2.11. Sejarah dan tahapan perkembangan lapangan Widi dari awal ditemukan sampai saat ini (PHE OSES, 2020).	23
Gambar 2.12. Peta <i>seismic attribute</i> impedansi akustik (a) unit 36-dan (b) 35-2. Area coklat-coklat tua menggambarkan daerah dengan keterdapatan batupasir. Lingkungan pengendapan diinterpretasikan sebagai <i>braided fluvial system</i> (Gardner dkk., 2003).	28
Gambar 2.13. Stratigrafi reservoir Lapangan Widi serta <i>drive mechanism</i> nya berdasarkan sumur Widi-A1 (dimodifikasi dari Carter, 2003).	29

- Gambar 2.14. (a) Peta *seismic attribute* impedansi akustik reservoir unit 35-1 dan (b) 34-2. Area coklat-coklat tua menggambarkan daerah dengan keterdapatan batupasir paralel dengan ketebalannya. Terdapat *abandoned channel* (anak panah hitam) yang berosilasi di antara batupasir 35-1. Lingkungan pengendapan diinterpretasikan sebagai *braided fluvial system* (Carter, 2003). 29
- Gambar 2.15. Peta *seismic attribute* impedansi akustik reservoir 34-1 menunjukkan morfologi fluvial berkelok. Area dengan keterdapatan batupasir *channel* berkorelasi dengan area berwarna coklat-coklat tua. Area yang diperbesar menggambarkan endapan *lateral accretion* yang membentuk *point bar*. Lingkungan pengendapan diinterpretasikan sebagai *tributary channel* (dimodifikasi dari Carter, 2003). 30
- Gambar 2.16. (a) Peta *seismic attribute* impedansi akustik menunjukkan morfologi fluvial berkelok reservoir seri 33. (b) Area yang diperbesar pada kotak hitam menggambarkan *multiple lateral accretion* yang membentuk *point bar*. Lingkungan pengendapan diinterpretasi sebagai *tributary channel* (dimodifikasi dari Carter, 2003). 30
- Gambar 2.17. Fasies dan lingkungan pengendapan Delta Mahakam yang merupakan *tide-influenced delta* (digambar ulang dari Allen, 1972)..... 31
- Gambar 2.18. Karakteristik ideal sedimentologi vertikal *tributary channel* (Allen dan Chambers, 1998). 33
- Gambar 2.19. Siklus pengendapan *tributary channel* pada delta. Satu siklus didefinisikan sebagai endapan *channel fill* pada bagian dasar, suksesi *fining upward*, dan dibatasi oleh *transgressive surface* di bagian atas. Siklus ditutup oleh batubara sebagai *flooding surface* atau *shale* (digambar ulang dari Cibaj, 2010). Pola keseruhan endapan delta membentuk pola *coarsening upward*. 33
- Gambar 2.20. Konsep korelasi sikuen pada lingkungan pengendapan *tributary channel* pada delta. Endapan *channel* yang lebih muda dapat menggerus endapan yang lebih tua (digambar ulang dari Cibaj, 2000). 34
- Gambar 2.21. Korelasi satu periode pengendapan *fluvial tributary channel-delta*. (A) lintasan transversa. (B) lintasan paralel (digambar ulang dari Cibaj, 2000). 34
- Gambar 2.22. Sikuen stratigrafi endapan *deltaic* dan *shallow marine*. Parasikuen dan set parasikuen delta secara vertikal menyusun *stacking pattern regressive* dan *transgressive* yang merupakan sikuen orde ke 4. Parasikuen dan set parasikuen orde ke 4 menyusun *genetic sequence* orde ketiga yang dibatasi di bagian bawah dan atas oleh *maximum flooding surface* (Cibaj dkk., 2014). 36
- Gambar 2.23. Ketidakpastian dalam struktur bawah permukaan reservoir. Data pada sumur dikontrol oleh “*hard data*” sedangkan struktur di antara sumur dapat bervariasi naik atau turun bergantung pada interpretasi dan metode konversi kedalaman (Évile, 2022). 38
- Gambar 2.24. Ketidakpastian dalam morfologi eksternal reservoir. Input data yang sama dapat menghasilkan model untuk lebar *channel* menengah, lebar, dan sempit. Masing-masing model memiliki kemungkinan yang sama sebagai hasil pemodelan (Roxar, 2022). 39
- Gambar 2.25. Distribusi statistik STOOIP yang umum digunakan pada pelaporan *oil reserves* mencakup P90, P50, P90 (Pyrzcz dan Deutsch 2014). 39

Gambar 2.26. <i>Tornado chart</i> yang menunjukkan hasil analisis sensitivitas variabel pemodelan terhadap STOOIP (Pyrcz dan Deutsch 2014).....	40
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.	50
Gambar 4.1. Lokasi sumur kunci Widi-01 dan Widi B-08 pada tubuh reservoir 34-1. Atribut seismik berupa AVO.	54
Gambar 4.2. Lokasi sumur kunci Widi B-10 dan Widi C-02 pada tubuh reservoir <i>cycle</i> 33. Atribut seismik berupa AVO.	54
Gambar 4.3. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-01 pada unit <i>cycle</i> 34-1. (B) Litofasies batupasir medium-halus <i>planar tabular cross bedding</i> (Sp). Bagian bawah batupasir 34-1 didominasi oleh litofasies Sp. Kontak tegas antara batupasir dengan batulempung karbonatan di bawahnya.....	56
Gambar 4.4. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-B08 unit <i>cycle</i> 34-1. (B) Kontak erosional yang tegas antara reservoir 34-1 dengan batugamping skeletal (Lm) di bawahnya (garis merah). Banyak dijumpai klastika (<i>rip up clast</i>) serpih dan batubara searah <i>cross bedding</i> yang menunjukkan arah arus purba pada litofasies batupasir medium-halus <i>planar tabular cross bedding</i> (garis oranye).	57
Gambar 4.5. Sayatan petrografi sampel 3520' Widi-01 (a) PPL perbesaran 15x menunjukkan batupasir halus-sangat halus, sortasi sangat bagus, tingkat kebundaran <i>subangular-subrounded</i> , <i>friable</i> , dan <i>framework grain</i> didominasi oleh kuarsa. (b) PPL 200x memperlihatkan kontak antar butir didominasi oleh <i>floating contact</i> mengindikasikan tingkat kompaksi yang rendah, litifikasi yang buruk, dan <i>visible porosity</i> yang sangat bagus. <i>Pore throat</i> lebar tanpa adanya penghalang. Matriks dan semen jarang dijumpai pada sayatan ini.....	58
Gambar 4.6. Sayatan petrografi sampel 3530' Widi-01 batupasir 34-1 (a) PPL 15x menunjukkan <i>framework grain</i> didominasi oleh kuarsa dengan porositas <i>visible</i> yang sangat bagus, matriks sangat sedikit, dan susunan butir <i>loose</i> (b) PPL 50x memperlihatkan <i>pore throat</i> yang lebar, dan terbuka pada banyak sisi.....	58
Gambar 4.7. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-01. (B) Litofasies batupasir halus-sangat halus struktur <i>mud drapes</i> batupasir 34-1 dijumpai pada bagian atas. Beberapa lapisan <i>mud</i> saling berdekatan (<i>couplet</i>) diselingi oleh lapisan batupasir. Sd= batupasir mud drapes Sr=batupasir <i>ripple-wavy laminated</i>	60
Gambar 4.8. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-B08. (B) Litofasies batupasir halus-sangat halus struktur <i>mud drapes</i> (Sd) pada bagian atas dari reservoir 34-1. Struktur <i>mud drapes</i> semakin intensif ke atas (garis abu-abu).	61
Gambar 4.9. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-B10. (B) Litofasies batupasir halus-sangat halus struktur <i>mud drapes</i> (Sd) batupasir seri 33 dijumpai dari bawah sampai atas. Struktur <i>mud drapes</i> lebih intensif dijumpai pada batupasir seri 33 dibandingkan dengan batupasir 34-1.....	62
Gambar 4.10. Sayatan petrografi <i>core</i> Widi B-10 batupasir seri 33 sampel 4468' <i>feldspathic lithic arenite</i> . Sampel didominasi oleh kuarsa dengan beberapa fragmen batuan dan feldspar. Warna biru pada PPL menunjukkan porositas intergranular. Kontak antar butir <i>floating</i> dan hubungan antar butir <i>loosely packed</i>	64
Gambar 4.11. Sayatan petrografi <i>core</i> Widi B-10 batupasir seri 33 sampel 4461' <i>sublithic arenite</i> . Butiran <i>framework</i> didominasi oleh mineral kuarsa.	

- Hubungan antar butir *loosely packed* dengan kontak *floating*. Warna biru pada PPL menunjukkan porositas intergranular termasuk beberapa *oversize pore* karena terjadi *leaching*. 64
- Gambar 4.12. Sayatan petrografi *core* Widi B-10 batupasir seri 33 sampel 4501' *quartz arenite*. Sampel didominasi oleh kuarsa dengan beberapa feldspar, fragmen batuan, dan lamina material organik. Warna biru pada PPL menunjukkan porositas intergranular dengan kontak antar butir *floating*. Matriks dan semen jarang dijumpai. 65
- Gambar 4.13. Analisis SEM sampel 4468'. *Plate* 2A menunjukkan batupasir halus bersortasi bagus dengan komposisi dominan kuarsa. Matriks lempung dan semen jarang dijumpai merupakan komponen minor. Pada *Plate* 2B terlihat semen *quartz overgrowth* merupakan hasil diagenesis yang umum dijumpai. *Quartz overgrowth* tumbuh dalam pori-pori yang telah ada mengindikasikan adanya *pressure solution*. kaolinit autigenik berbentuk *vermiculites* dan *cristalytes* tumbuh di dalam porositas intergranular..... 65
- Gambar 4.14. Diagram ternary QFL (Dickinson, 1985) sampel batupasir reservoir 34-1 dan 33-6 didominasi oleh *quartz arenite* dengan sebagian *subarkose* dan *sublitharenite*..... 66
- Gambar 4.15. Interpretasi sumber sedimen sampel petrografi reservoir 34-1 dan 33 *series* (Dickinson, 1985). 67
- Gambar 4.16. Litofasies batupasir *ripple-wavy* batupasir 34-1 pada *core* Widi-01 di 3508'-3509' MD. Struktur *ripple-wavy* ditunjukkan oleh garis oranye. 68
- Gambar 4.17. Sayatan petrografi sampel 3509' *core* Widi-01 batupasir 34-1 litofasies batupasir *ripple-wavy lamination*. (a) PPL perbesaran 15x menunjukkan batupasir halus-sangat halus, sortasi sangat bagus, tingkat *kebundaran subangular-subrounded, friable*, dan dominasi kuarsa (b) PPL perbesaran 200x memperlihatkan kontak antar butir yang didominasi oleh *floating contact* mengindikasikan tingkat kompaksi yang rendah dan litifikasi yang buruk selain itu matriks dan semen tidak dijumpai pada sayatan ini. Porositas kasat mata sangat bagus. 69
- Gambar 4.18. Analisis SEM pada sampel 3509' *core* Widi-01 menunjukkan (a) porositas intergranular yang besar dengan *pore throat* yang lebar dan terkoneksi satu sama lain. Mineral lempung *smectite* terdapat dalam jumlah minor yang melingkupi di sekitar butiran *framework* (200x). (b) *Pore throat* pada porositas intergranular tidak terhalang mineral lain, tetapi terdapat sedikit *smectice* yang melingkupi mineral. 69
- Gambar 4.19. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-01. (B) Litofasies batugamping skeletal (Lm) dan batulempung karbonatan memiliki kelimpahan cangkang karbonatan yang tinggi sebagai *transgressive lag deposit*. (C) Perbesaran pada 3538' MD cangkang karbonat telah mengalami fragmentasi tingkat tinggi. 71
- Gambar 4.20. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-B08. (B) Litofasies batugamping skeletal (Lm) dan batulempung karbonatan dengan kelimpahan cangkang karbonatan yang tinggi. Kontak erosional dengan batupasir 34-1 di atasnya..... 72
- Gambar 4.21. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-B10. (B) Litofasies batupasir karbonatan (Sc) dengan kelimpahan fosil foraminifera besar *Leptocyclus* sp yang tinggi diinterpretasikan sebagai *transgressive lag deposit*. Terdapat konkresi karbonat dan *volcanic glass* pada 4452'-4453'. (C)

- Close up view* 4457' MD cangkang fosil *Leptocyclus* sp. sangat melimpah..... 74
- Gambar 4.22. Sayatan petrografi 4457' pada litofasies batupasir karbonatan (Sc). (a) Fosil foraminifera besar *Leptocyclus* sp. di antara butiran mineral kuarsa. (b) Material detrital berada pada matriks yang terdisolusi dan sebagian cangkang foraminifera besar terlihat telah mengalami rekristalisasi. 75
- Gambar 4.23. (A) Litofasies batubara dan batulempung karbonan pada *core* Widi-01. (B) Litofasies batubara pada *core* Widi-B08. Litofasies batubara berada di atas batulempung *rootlet* dan di bawah batugamping skeletal. Litofasies ini diendapkan pada *interdistributary bay* dimana di atasnya terdapat lingkungan *swamp* tempat batubara terbentuk. C=coal Fb=batulempung *rootlet*..... 76
- Gambar 4.24. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-01. (B) Litofasies batulempung struktur akar tumbuhan/*rootlet structure* (Fb) pada *core* menunjukkan struktur akar semakin intensif ke atas. Di atas litofasies batulempung *rootlet* terdapat litofasies batubara..... 77
- Gambar 4.25. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi B-08. (B) Litofasies batulempung *rootlet* di bawah batubara. Litofasies ini diendapkan pada *interdistributary bay* dimana di atasnya terdapat lingkungan *swamp* tempat batubara terbentuk. C=coal Fb= batulempung *rootlet*..... 78
- Gambar 4.26. Litofasies batulempung tinggi karbon interlamina batupasir sangat halus (Fl) pada (a) *core* Widi-01 dan (b) *core* Widi B-08. Litofasies ini terdapat di bawah batulempung *rootlet* membentuk pola *coarsening upward*. 80
- Gambar 4.27. (A) Posisi litofasies Fb-Sb pada sumur Widi-B10. (B) Litofasies batulempung lamina pasir-batupasir sangat halus lempungan terbioturbasi intensif *coarsening upward* (Fb-Sb) di atas batupasir 33-6. Terlihat ukuran butir mengkasar ke atas dari batulempung pasir menjadi batupasir medium-halus. Banyak bioturbasi berbentuk bulatan terisi oleh pasir halus-lanau sejajar perlapisan. (C) Posisi litofasies Fb-Sb pada sumur Widi B-08 di atas batupasir 34-1. (D) Pada bagian dasar unit terlihat batulempung lamina batupasir sangat halus berwarna gelap yang mengkasar ke atas menjadi batupasir halus-sangat halus. 81
- Gambar 4.28. Sayatan petrografi sampel 4400' *core* Widi B-10 litofasies Fb-Sb *coarsening upward*. (a) *Detrital grain* mengambang pada matriks lempung. (b) *Framework grain* didominasi oleh mineral kuarsa 82
- Gambar 4.29. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-C02. (B) Litofasies batulempung tinggi karbon dengan lamina batupasir *ripple-wavy*. Lamina batupasir sangat halus lebih sedikit dijumpai dibandingkan litofasies interlamina batulempung-batupasir sangat halus *finely laminated* dan *less bioturbated*..... 83
- Gambar 4.30. (a) Sayatan petrografi 3939'4' PPL 20x litofasies batulempung berlaminasi tinggi karbon dengan lamina batupasir sangat halus. Jenis batulempung kuarsa/ *quartz wacke*. Material organik terlihat sejajar dengan lamina sedimen. *Burrow* terisi kuarsa berukuran pasir-lanau. (b) Pengamatan PPL 100x menunjukkan fosil fosfat vertebrata (kiri bawah) diperkirakan tulang ikan. 83
- Gambar 4.31. (A) Posisi litofasies pada sumur Widi-C02. (B) Litofasies batulempung berlaminasi karbon menengah terbioturbasi intensif. Bioturbasi

- berbentuk lingkaran/tuba sejajar dengan perlapisan batuan. (C dan D) Sayatan petrografi sampel 3892' menunjukkan *well-laminated/fissile* batulempung tinggi karbon yang membentuk pensejajaran, fragmen fosil vertebrata ditengah berwarna kuning-oranye, dan fragmen tumbuhan terbatubara berbentuk bulatan hitam..... 84
- Gambar 4.32. (A) Posisi litofasies pada *core* Widi-C02. (B) Litofasies interlaminasi batulempung dan batupasir sangat halus *finely laminated*. Interlaminasi batulempung-batupasir lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan litofasies batulempung laminasi *parallel-wavy*..... 86
- Gambar 4.33. Sayatan petrografi sampel 3918' diambil pada lamina batupasir. (A) Pengamatan PPL 20x menunjukkan batupasir sangat halus, lempungan, dan fragmen tumbuhan terbatubara yang sejajar dengan perlapisan. Fragmen cangkang berwarna kecoklatan pada area atas di dalam fragmen batubara kemungkinan merupakan fosil fosfor tulang ikan. (B) XPL 20x menunjukkan batupasir sangat halus/ *quartz arenite* lempungan dan fragmen tumbuhan terbatubara. 86
- Gambar 4.34. (A) Posisi litofasies pada *core* Widi-C02. (B) Litofasies batulempung hitam *fissile* tinggi karbon. Beberapa bioturbasi berbentuk lingkaran kemungkinan dari *Planolites* sp. Sayatan petrografi 3893.8' litofasies batulempung hitam tinggi karbon. (C) *Framework* batuan didominasi oleh kuarsa berukuran sangat halus-lanau tersebar pada matriks *quartz wacke* tanpa orientasi tertentu. (D) Material organik berwarna hitam terlihat sejajar. *Burrow* terisi oleh kuarsa berukuran pasir sangat halus pada bagian bawah gambar. 88
- Gambar 4.35. Asosiasi fasies *tributary channel* pada reservoir batupasir 34-1 dan seri 33. Terdiri dari litofasies batupasir *planar tabular cross bedding* (Sp), batupasir *mud drapes* (Sd), dan batupasir *ripple-wavy* (Sr). Reservoir di bagian atas menunjukkan struktur *mud drapes* semakin intensif..... 97
- Gambar 4.36. Litofasies batupasir karbonatan (Sc) di atas batupasir 33-6 *core* Widi B-10. Batupasir melimpah fosil foraminifera yang terfragmentasi membentuk *transgressive lag*. 98
- Gambar 4.37. Asosiasi fasies batugamping bioklastik skeletal dan batulempung karbonatan (Lm) di bawah batupasir 34-1 sebagai penciri *marine flooding surface*. Litofasies ini diendapkan sebagai *transgressive lag* yang mencirikan *sediment starvation* dan penggerusan erosi saat transgresi..... 99
- Gambar 4.38.(A) Perbesaran pada 3538' *core* Widi-01 litofasies Lm menunjukkan fosil cangkang karbonatan moluska. (B) Perbesaran pada 4457' MD *core* Widi B-10 litofasies Sc menunjukkan fosil cangkang foraminifera *Leptocyclus* sp yang melimpah..... 99
- Gambar 4.39. Asosiasi fasies *interdistributary bay/tidal flat* di bawah dan *swamp* berupa batubara (di atas). Keduanya ditemukan secara bersamaan karena berasosiasi satu dengan lain. Vegetasi pembentuk endapan batubara hidup pada sedimen *interdistributary bay* sehingga pada batulempung di bawah batubara ditemukan struktur akar tumbuhan. C=batubara, Fb=batulempung *rootlet*, Fl=interlaminasi batulempung-batupasir sangat halus. 101
- Gambar 4.40. Asosiasi fasies *mouth bar* (hitam) di atas endapan *tributary channel* (a) reservoir 33-6 dan (b) reservoir 34-1. Endapan *mouth bar* di atas *tributary channel* mengindikasikan *subsiding delta*. 102

Gambar 4.41. Asosiasi fasies <i>tidally influenced interdistributary bay core</i> Widi C-02 yang mewakili reservoir 33-6 dan 33-4. Asosiasi fasies ini dicirikan dengan endapan pasang surut berupa interlamina <i>finely laminated</i> antara batulempung dan batupasir halus membentuk endapan <i>heterolithic</i> .	103
Gambar 4.42. Marker stratigrafi reservoir oleh PHE OSES (2020) dan interpretasi sikuen stratigrafinya.	111
Gambar 4.43. Suksesi fasies 34-1 sampai 33-4 dirangkum dari sumur-sumur kunci.	112
Gambar 4.44. (A) Analisis biostratigrafi oleh PHE OSES (2020) Anggota Gita berada pada zona F. trilobata (NN1). (B) Stratigrafi oleh Priyatno dkk. (1992) yang menempatkan Anggota Gita pada dasar NN1.	113
Gambar 4.45. (A) Perkembangan <i>point bar</i> reservoir 34-1 teramati pada atribut seismik. Amplitudo lebih rendah ditengah <i>channel</i> (anak panah merah) diinterpretasikan sebagai <i>abandoned channel</i> . (B) Interpretasi episode perkembangan <i>point bar</i> . Garis kuning menunjukkan lintasan korelasi....	115
Gambar 4.46. Interpretasi patahan menggunakan atribut <i>variance</i> . Garis kuning menggambarkan geometri eksternal <i>channel</i> 34-1. Bagian barat <i>channel</i> 34-1 berada pada zona sesar geser sinistral yang menyebabkan bentuk <i>channel</i> cenderung lurus dan ketebalan lebih tipis dari <i>channel</i> bagian timur (lebih sinus dan tebal) yang tidak terpengaruh sesar geser.	115
Gambar 4.47. Korelasi lintasan A-A' melewati batupasir 34-1 tegak lurus <i>dip</i> pengendapan. Lintasan ini menggambarkan perubahan lingkungan pengendapan dari <i>interdistributary bay-distributary channel-interdistributary bay</i> dibantu oleh atribut seismik. <i>Distributary channel</i> menunjukkan pola log <i>fining upward</i> sedangkan <i>interdistributary bay</i> menunjukkan pola log <i>serrated</i> atau <i>coarsening upward</i> . Pada <i>interdistributary bay</i> terdapat <i>sand flat</i> .	116
Gambar 4.48. Lintasan korelasi B-B' <i>cycle</i> 34-1 searah <i>dip</i> pengendapan. Reservoir 34-1 menipis ke arah barat karena pengaruh <i>fault</i> .	117
Gambar 4.49 Peta <i>pie chart</i> sebaran fasies 34-1 untuk delineasi geometri fasies dari korelasi sumur dan atribut seismik. Area selatan-barat daya lapangan Widi ditemukan <i>channel reservoir</i> , tetapi <i>wet</i> karena di bawah kontak fluida dan beberapa <i>channel</i> hanya teridentifikasi dari atribut seismik....	118
Gambar 4.50 Peta <i>log signature</i> interpretasi fasies <i>cycle</i> 34-1. Pola log <i>fining upward</i> dan <i>blocky</i> di bagian dasar merupakan <i>distributary channel</i> sedangkan pola <i>serrated</i> dan <i>coarsening upward</i> diinterpretasi sebagai <i>interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay</i> atau <i>sand flat</i> .	119
Gambar 4.51. Peta lingkungan pengendapan reservoir <i>cycle</i> 34-1 menunjukkan adanya <i>distributary channel</i> berarah barat-timur. <i>Channel</i> berbentuk <i>shoestring</i> di sebelah utara <i>distributary channel</i> 34-1 terlihat hanya dari atribut seismik. Menggunakan Delta Mahakam sebagai analog <i>distributary channel</i> 34-1 hanya mencakup sebagian dari lingkungan pengendapan delta yang lebih luas (kotak merah). Area dengan warna lebih pudar menggambarkan interpretasi di luar AOI pemodelan yang tidak dikontrol oleh ketersediaan data	120
Gambar 4.52. Atribut seismik <i>thickness</i> reservoir 33 <i>series</i> . Terlihat beberapa <i>channel</i> pada horizon seismik yang sama karena ketebalan di bawah <i>tuning thickness</i> . Garis kuning menunjukkan lintasan korelasi B-B' dan B1-B1' reservoir 33-6.	122

- Gambar 4.53. Episode perkembangan *point bar distributary channel* 33-4 di dekat Platform Wina. Area dengan amplitudo yang lebih terang terlihat mengalami perulangan membentuk *point bar* kemungkinan berkorelasi dengan episode perkembangan *point bar*. Arah pengendapan *distributary channel* utara-selatan dari *scroll bar development*. Garis kuning menunjukkan lintasan korelasi A-A' reservoir 33-4..... 122
- Gambar 4.54. Korelasi B-B' reservoir 33-6 menunjukkan penipisan ke arah barat..... 124
- Gambar 4.55. Korelasi B1-B1' reservoir 33-6. 125
- Gambar 4.56. Korelasi lintasan A-A' tegak lurus terhadap *dip* pengendapan. Ketebalan batupasir reservoir bervariasi karena letak sumur pada *point bar*. Sumur yang terletak dekat *inner bend channel* seperti sumur Wina A-20 lebih tebal daripada sumur yang terletak dekat *outer bend channel* seperti Inda-A09..... 126
- Gambar 4.57. Lintasan korelasi A1-A1' melintasi batupasir 33-4. Lintasan ini menunjukkan variasi ketebalan reservoir akibat letak sumur pada *point bar*. Bagian *inner bend channel* berkorelasi dengan batupasir yang lebih tebal..... 127
- Gambar 4.58. Peta *pie chart* sebaran (a) batupasir 33-6 dan (b) 33-4 untuk delineasi geometri *distributary channel*. Peta *pie chart* dihasilkan dari korelasi sumur dan atribut seismik untuk memisahkan batupasir 33-6 dengan 33-4..... 128
- Gambar 4.59. Peta *log signature* reservoir 33-6. Pola *log fining* upward dan *blocky* di bagian dasar merupakan *distributary channel* sedangkan pola *serrated* dan *coarsening upward* dengan litologi dominan *shale* diinterpretasi sebagai *interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay*. Pada lingkungan *interdistributary* jika terdapat batupasir diinterpretasikan sebagai *sand flat (shaly sand)*. 129
- Gambar 4.60. Peta *log signature* reservoir 33-4. Pola *log fining* upward dan *blocky* di bagian dasar merupakan *distributary channel* sedangkan pola *serrated* dan *coarsening upward* dengan litologi dominan *shale* diinterpretasi sebagai *interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay*. Pada lingkungan *interdistributary* jika terdapat batupasir diinterpretasikan sebagai *sand flat (shaly sand)*. 130
- Gambar 4.61. Peta lingkungan pengendapan batupasir 33-6 terdiri dari *distributary channel* dan *interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay*. Menggunakan Delta Mahakam sebagai analog *distributary channel* 33-6 terletak di *lower delta plain* dan hanya mencakup sebagian dari lingkungan pengendapan delta yang lebih luas. Peta ini akan digunakan dalam pemodelan fasies. Area dengan warna lebih pudar menggambarkan interpretasi di luar AOI pemodelan yang tidak dikontrol oleh ketersediaan data..... 131
- Gambar 4.62. Peta lingkungan pengendapan batupasir 33-4 terdiri dari *distributary channel* dan *interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay*. Peta ini akan digunakan dalam pemodelan fasies. Menggunakan Delta Mahakam sebagai analog *distributary channel* 33-4 hanya mencakup sebagian dari lingkungan pengendapan delta yang lebih luas. Area dengan warna lebih pudar menggambarkan interpretasi di luar AOI pemodelan tanpa dikontrol oleh ketersediaan data. 132
- Gambar 5.1. Area pemodelan reservoir (garis luar berwarna merah). *Area of interest* Lapangan Widi dibatasi oleh kotak berwarna hitam. Area pemodelan

lebih luas daripada area lapangan disesuaikan dengan cakupan area pemetaan bawah permukaan.	133
Gambar 5.2. Langkah pemodelan struktur menggunakan <i>integrated structural modeling</i> . Langkah pertama menggunakan <i>volume-based modelling</i> . Hasil peta dan patahan pada langkah pertama digunakan untuk pemodelan struktur metode <i>pillar gridding</i> pada langkah kedua.	134
Gambar 5.3. <i>Skeleton pillar grid</i> pada (a) <i>top</i> , (b) <i>middle</i> , dan (c) <i>bottom</i> membentuk <i>wireframe</i> dengan transisi yang halus mengindikasikan bentuk <i>cell</i> yang <i>orthogonal</i> -mendekati <i>orthogonal</i> . Garis putih merupakan <i>fault stick interpretation</i>	136
Gambar 5.4. (A) Hasil pemodelan patahan. (B) <i>IJK trend</i> yang digunakan dalam <i>pillar gridding</i> model struktur Lapangan Widi. Garis berwarna merah merupakan <i>I trend</i> dan warna hijau merupakan <i>J trend</i> sedangkan garis putih merupakan <i>arbitrary direction</i> dengan arah miring terhadap <i>I</i> atau <i>J trend</i>	136
Gambar 5.5. Kenampakan tiga dimensi model struktur lapangan Widi menggunakan metode <i>pillar gridding</i>	142
Gambar 5.6. Peta struktur kedalaman <i>Top Cycle 33-4</i> hasil <i>horizon modeling</i>	142
Gambar 5.7. Sayatan NW-SE dan SW-NE model struktur untuk <i>quality control</i>	143
Gambar 5.8. <i>Geometrical model</i> untuk <i>quality control</i> geometri grid. (a) <i>Bulk cell volume</i> menunjukkan tidak ada <i>negative cell volume</i> (b) <i>cell inside out</i> menunjukkan semua <i>cell</i> bernilai 0 dan (c) <i>cell angle</i> menunjukkan sudut <i>cell</i> berkisar 0-40 derajat sehingga masih memenuhi kriteria bentuk <i>grid</i> yang bagus.	144
Gambar 5.9. QC hasil <i>log upscaling</i> data log (a) fasies, (b) <i>rock type</i> , (c) volume serpih, dan (d) porositas efektif. <i>Bar</i> berwarna hijau menunjukkan proporsi <i>upscale</i> sedangkan proporsi data log ditunjukkan oleh <i>bar</i> berwarna merah.	146
Gambar 5.10. Peta <i>variance</i> dari atribut seismik <i>thickness</i> untuk analisis variogram reservoir 33-4. Adanya trend <i>variance</i> berarah N 41° E menunjukkan orientasi arah <i>major direction</i> variogram yang berkorelasi dengan arah pengendapan <i>tributary channel</i> . <i>Minor direction</i> berarah N 131° E.	148
Gambar 5.11. Variogram sampel atribut seismik 33-4 dan 33-6 pada arah -90°-90° menunjukkan <i>major anisotropy range</i> 2500 m dan <i>minor anisotropy range</i> 1000 m.	148
Gambar 5.12. Peta <i>variance</i> atribut seismik <i>thickness</i> reservoir 34-1. Adanya trend <i>variance</i> berarah N 130° W mengindikasikan orientasi arah <i>major direction</i> variogram yang berkorelasi dengan arah pengendapan <i>tributary channel 34-1</i> berarah barat-timur. <i>Minor direction</i> berarah N 220° E.	149
Gambar 5.13. Variogram sampel atribut seismik 34-1 pada arah -90°-90° menunjukkan <i>major anisotropy range</i> 3000 m dan <i>minor anisotropy range</i> 1000 m.	149
Gambar 5.14. Kode <i>discrete log</i> fasies yang dimodelkan.	150
Gambar 5.15. Tahapan pemodelan fasies lingkungan reservoir <i>channel</i> dan asosiasinya menggunakan algoritma <i>SIS with trend</i> yang terdiri dari 3 tahap. Tahap pertama melakukan pemodelan <i>background facies/intertributary bay</i> dilanjutkan dengan pemodelan <i>tributary channel</i> pada tahap kedua. Pada tahap ketiga kedua model digabungkan	

sehingga <i>distributed channel</i> dapat dikelilingi oleh <i>interdistributary bay</i>	151
Gambar 5.16. Model fasies reservoir 34-1 dimana terdapat <i>distributed channel</i> 34-1 yang berarah barat-timur dan dikelilingi oleh <i>interdistributary bay</i> pada lingkungan <i>delta plain</i> . Daerah penelitian hanya tersusun oleh <i>distributed channel</i> 34-1 dengan proporsi 15%	154
Gambar 5.17. Histogram perbandingan proporsi hasil model fasies 34-1, <i>upscaled cell</i> , dan log sumur pada semua fasies. Terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil model dengan log sumur terutama pada fasies sand flat heterolithic (<i>interdistributary bay</i>).	155
Gambar 5.18. Histogram perbandingan proporsi hasil model fasies 34-1, <i>upscaled cell</i> , dan log sumur terfilter pada fasies (a) <i>distributed channel</i> dan (b) <i>interdistributary bay/tidally influenced interdistributary bay</i> (<i>shale</i> dan <i>sand flat heterolithic</i>). Kedua histogram menunjukkan perbedaan proporsi yang kecil <5%.	155
Gambar 5.19. Model fasies reservoir 33-6 dimana terdapat <i>distributed channel</i> 33-6 berarah utara-selatan yang dikelilingi oleh <i>interdistributary bay</i> pada lingkungan <i>delta plain</i> . Daerah penelitian hanya tersusun oleh <i>distributed channel</i> 33-6 dengan proporsi 9%	156
Gambar 5.20. Histogram perbandingan hasil model fasies 33-6 dengan data log pada keseluruhan fasies menunjukkan perbedaan yang signifikan terutama fasies <i>distributed channel</i> dan <i>interdistributary bay deposit</i>	156
Gambar 5.21. Histogram perbandingan hasil model fasies 33-6, <i>upscaled cell</i> , dan data log terfilter pada fasies (a) <i>distributed channel</i> menunjukkan perbedaan proporsi 1%-7% dan (b) <i>interdistributary bay</i> termasuk <i>sand flat heterolithic</i> , <i>coal streak</i> , dan <i>carbonate streak</i> dengan perbedaan <4%.	157
Gambar 5.22. Hasil pemodelan fasies reservoir 33-4 dimana terdapat <i>distributed channel</i> yang dikelilingi oleh <i>interdistributary bay</i> pada lingkungan <i>delta plain</i> . Daerah penelitian tersusun oleh 25% reservoir <i>distributed channel</i> 33-4.	157
Gambar 5.23. Histogram proporsi model fasies 33-4 dengan data log sumur semua fasies. Proporsi antara hasil pemodelan dengan sumur menunjukan perbedaan yang signifikan terutama fasies <i>distributed channel</i>	158
Gambar 5.24. (a) Histogram perbandingan hasil model fasies 33-4, <i>upscaled cell</i> , dan data log terfilter pada fasies <i>distributed channel</i> . Proporsi antara hasil pemodelan dengan sumur menunjukan perbedaan 5%. (b) Histogram proporsi model reservoir 33-4 hasil pemodelan yang terfilter pada fasies <i>interdistributary bay</i> menunjukan perbedaan 1.5% antara <i>log</i> dengan hasil pemodelan.	158
Gambar 5.25. Pembagian kelas <i>rock type</i> reservoir lapangan Widi. Masing masing kelas HFU memiliki persamaan permeabilitas.	160
Gambar 5.26 <i>Crossplot rock type</i> terhadap porositas efektif dikelompokkan berdasarkan fasies. Porositas yang tinggi dan <i>rock type</i> yang bagus dominan ditemukan pada fasies <i>distributed channel</i> . Keakuratan interpretasi <i>discrete log</i> fasies membuat ada sebagian <i>distributed channel</i> yang masuk pada RT 8.	161
Gambar 5.27. Alur kerja pemodelan <i>rock type</i>	161

- Gambar 5.28. (a) Nampak atas *rock type* reservoir 34-1. (b) Histogram model *rock type* menunjukkan RT 1, 2, 3, 4, 5, 6 terdistribusi pada fasies *distributary channel* dengan dominansi RT 4 dan RT 1..... 162
- Gambar 5.29. Nampak atas model 3D *rock type* reservoir 33-6. Kedua model menunjukkan kualitas batuan yang bagus sebagai reservoir terdapat pada fasies *distributary channel*. (b) Histogram model *rock type* menunjukkan RT 2, 3, 4, 5, 6 terdistribusi pada fasies *distributary channel* dengan dominansi RT 3, RT 4, dan RT 5..... 162
- Gambar 5.30. Nampak atas model 3D *rock type* reservoir 33-4. Model *rock type* mengindikasikan kualitas batuan yang bagus tersebar pada fasies *distributary channel*. (b) Histogram model *rock type* menunjukkan RT 2, 3, 4, 5, 6 terdistribusi pada fasies *distributary channel* dengan dominansi RT 4, RT 5, dan RT 6. 163
- Gambar 5.31. Alur kerja pemodelan volume serpih. Fasies reservoir dimodelkan dengan SGS *cokriging* volume 3D inversi volume serpih sedangkan fasies non-reservoir dimodelkan dengan *assign value*..... 164
- Gambar 5.32. Alur kerja pemodelan porositas efektif. Fasies reservoir dimodelkan dengan SGS *cokriging* volume 3D inversi porositas sedangkan fasies non-reservoir dimodelkan dengan *assign value*..... 164
- Gambar 5.33. Alur kerja pemodelan permeabilitas berdasarkan transform porositas sebagai fungsi *rock type*..... 165
- Gambar 5.34. Penentuan *cut off* metode *total hydrocarbon column*. (a) *Crossplot* iterasi *cut off* volume serpih terhadap *total hydrocarbon column* menunjukkan *cut off* sebesar 40% dan (b) *crossplot* iterasi *cut off* porositas efektif terhadap *hydrocarbon column* sebesar 13%. 167
- Gambar 5.35. *Crossplot* porositas efektif terhadap volume serpih untuk penentuan *cut off* menggunakan metode laju alir RFT dan DST. (a) Metode RFT menunjukkan *cut off* volume serpih dan porositas efektif sebesar 37% dan 23% sedangkan (b) metode DST sebesar 50% dan 18%. 168
- Gambar 5.36. (a) Nampak atas model 3D reservoir 34-1 (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) *net-to-gross* (d) saturasi air (e) permeabilitas. Model menunjukkan sebaran nilai petrofisik yang bagus terdapat pada asosiasi fasies *distributary channel* 34-1 berarah barat-timur..... 171
- Gambar 5.37. (a) Nampak atas model 3D petrofisik reservoir 33-6 (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) *net-to-gross* (d) saturasi air (e) permeabilitas. Model menunjukkan sebaran nilai petrofisik yang bagus terdapat pada asosiasi fasies *distributary channel* 33-6 berarah utara-selatan..... 172
- Gambar 5.38. (a) Nampak atas model 3D reservoir 33-4 (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) *net-to-gross* (d) saturasi air (e) permeabilitas. Model menunjukkan sebaran nilai petrofisik yang bagus terdapat pada asosiasi fasies *distributary channel* 33-4 berarah utara-selatan. Karakter petrofisik paling bagus terutama tersebar di sekitar *point bar*. 173
- Gambar 5.39. Histogram perbandingan model 3D, *upscaled cell*, dan log data model petrofisik reservoir 34-1. (a) Model volume serpih. (b) Model porositas efektif. (c) Model *net to gross*. (d) Model saturasi air. Secara umum perbedaan proporsi antara model dengan log <5% meskipun terdapat sedikit kelas nilai dengan perbandingan >5%..... 174
- Gambar 5.40. Histogram perbandingan model 3D, *upscaled cell*, dan log data model petrofisik reservoir 33-6. (a) Model volume serpih. (b) Model porositas efektif. (c) Model *net to gross*. (d) Model saturasi air. Secara umum

perbedaan proporsi antara model dengan log <5% meskipun terdapat sedikit kelas nilai dengan perbandingan >5%.....	175
Gambar 5.41. Histogram perbandingan model 3D, <i>upscaled cell</i> , dan log reservoir 33-4. (a) Model volume serpih. (b) Model porositas efektif. (c) Model <i>net to gross</i> . (d) Model saturasi air. Secara umum perbedaan proporsi antara model dengan log <5% meskipun terdapat sedikit kelas nilai dengan perbandingan >5%.	176
Gambar 5.42. Poligon batas perhitungan volumetrik yang ditampilkan terhadap model saturasi air reservoir (a) 33-4 (b) 33-6, dan (c) 34-1.....	177
Gambar 5.43 <i>Crossplot</i> kedalaman vs tekanan data RFT sumur Widi-02. Kontak OWC Lapangan Widi ditentukan pada kedalaman 3.680' SSTVD.....	178
Gambar 5.44. Peta <i>hydrocarbon pore volume</i> (HCPV) minyak reservoir <i>channel</i> 34-1 <i>overlay</i> dengan sumur dengan perforasi pada reservoir 34-1 untuk identifikasi daerah prospek. Radius pengurasan dianggap 300 m di sekitar sumur.....	180
Gambar 5.45. Peta HCPV minyak reservoir <i>channel</i> 33-6 <i>overlay</i> dengan sumur-sumur dengan perforasi pada reservoir 33-6 untuk identifikasi daerah prospek. Radius pengurasan dianggap 300 m di sekitar sumur.	181
Gambar 5.46. Peta HCPV minyak reservoir <i>channel</i> 33-4 <i>overlay</i> dengan sumur-sumur dengan perforasi pada reservoir 33-4 untuk identifikasi daerah prospek. Radius pengurasan dianggap 300 m di sekitar sumur.	182
Gambar 5.47. Alur kerja <i>structural uncertainty</i>	183
Gambar 5.48. Ilustrasi <i>structural uncertainty</i> dari ketiga peta struktur yang digunakan pada analisis <i>structural uncertainty</i> . FS-1 dan FS-5 memiliki 3 peta struktur sehingga menghasilkan 9 kombinasi model.	185
Gambar 5.49. <i>Uncertain variable</i> yang dianalisis pada pemodelan <i>uncertainty</i> dan <i>sensitivity</i>	186
Gambar 5.50. Distribusi STOOIP pada model <i>mid</i> . P90, P50, P10 berturut-turut sebesar 285, 299, 310 MMBO.	188
Gambar 5.51. Distribusi STOOIP pada model <i>minimum</i> . P90, P50, P10 berturut-turut sebesar 287, 300, 311 MMBO.	189
Gambar 5.52. Distribusi STOOIP pada model <i>maximum</i> . P90, P50, P10 berturut-turut sebesar 260, 279, 294 MMBO.	189
Gambar 5.53. Distribusi total (agregat) STOOIP pada ketiga model. P90, P50, P10 berturut-turut sebesar 276, 297, 310 MMBO.....	190
Gambar 5.54. <i>Tornado chart</i> analisis <i>sensitivity</i> 55 variabel tidak pasti terhadap nilai STOOIP. Kontak fluida, fraksi fasies, dan model saturasi air memiliki pengaruh yang paling kuat.	192

Lampiran I.1. <i>Horizon model</i> (a) FS1 (b) Top cycle 33-4 (c) Base cycle 33-4 (d) Top Carbonate 33-6 Steak.....	201
Lampiran I.2. <i>Horizon model</i> (a) Top cycle 33-6 (b) Base cycle 33-6 (c) FS2 Shale (d) Top cycle 34-1.....	202
Lampiran I.3. <i>Horizon model</i> (a) Base cycle 34-1 (b) Top Marine Carbonate 1 (c) Top Marine Carbonate 2. (d) Top 34-2 Upper Coal.....	203
Lampiran I.4. <i>Horizon model</i> Top cycle 34-2 Upper. (b) Base cycle 34-2 Lower. (c) Top cycle 34-2 Lower. (d) Base cycle 34-2 Lower.....	204
Lampiran I.5. <i>Horizon model</i> (a) FS3 Coal (b) Top cycle 35-1 Upper (c) Base cycle 35-1 Upper (d) Top cycle 35-1 Lower.	205
Lampiran I.6. <i>Horizon model</i> (a) Base cycle 35-1 Lower (b) Coal FS4 (c) Top 35-2 Upper (d) Base 35-2 Upper.....	206
Lampiran I.7. <i>Horizon model</i> (a) Top cycle 35-2 Mid (b) Base cycle 35-2 Mid (c) Top cycle 35-2 Lower (d) Base cycle 35-2 Lower	207
Lampiran I.8. <i>Horizon model</i> (a) Coal FS5 (b) Top cycle 36-1 Upper (c) Base cycle 36-1 Upper (d) Top cycle 36-1 Lower.	208
Lampiran I.9. (a) Base cycle 36-1 Lower (b) Top Basement.	209
Lampiran I.10. Peta lokasi lintasan <i>cross section</i> model struktur lapangan Widi ditampilkan pada <i>horizon</i> Basement.....	209
Lampiran I.11. Lintasan A-A' <i>structural grid</i> model struktur Widi.	210
Lampiran I.12. Lintasan B-B' <i>structural grid</i> model struktur Widi.....	210
Lampiran I.13. Lintasan C-C' <i>structural grid</i> model struktur Widi.....	211
Lampiran I.14. Lintasan D-D' <i>structural grid</i> model struktur Widi.	211
Lampiran I.15. Lintasan E-E' <i>structural grid</i> model struktur Widi.	212
Lampiran I.16. Lintasan F-F' <i>structural grid</i> model struktur Widi.....	212
Lampiran II.1. <i>Vertical range</i> untuk fasies <i>tributary channel</i> reservoir 33-4 dari data sumuran dengan nilai 18 ft.	213
Lampiran II.2. <i>Vertical range</i> untuk fasies <i>tributary channel</i> reservoir 33-6 dari data sumuran dengan nilai 22 feet.....	213
Lampiran II.3. <i>Vertical range</i> untuk fasies <i>tributary channel</i> reservoir 34-1 dari data sumuran dengan nilai 60 feet.....	213
Lampiran II.4. Model fasies reservoir 34-1. Tahap pertama <i>background facies modeling</i> berupa <i>intertributary bay</i> dilanjutkan tahap kedua pemodelan <i>tributary channel</i> . Pada tahap ketiga model pertama dan kedua digabungkan sehingga <i>tributary channel</i> tertanam (<i>embedded</i>) pada lingkungan <i>intertributary bay</i>	214
Lampiran II.5. Model fasies reservoir 33-6. (a) Tahap pertama asosiasi fasies <i>intertributary bay</i> terlebih dahulu dimodelkan. (b) Pada tahap kedua <i>tributary channel</i> . (c) Pada tahap ketiga model pertama dan kedua digabungkan sehingga <i>tributary channel</i> terletak pada lingkungan <i>intertributary bay</i>	215
Lampiran II.6. Model fasies reservoir 33-6. (a) Tahap pertama asosiasi fasies <i>intertributary bay</i> terlebih dahulu dimodelkan. (b) Pada tahap kedua <i>tributary channel</i> . (c) Pada tahap ketiga model pertama dan kedua digabungkan sehingga <i>tributary channel</i> terletak pada lingkungan <i>intertributary bay</i>	216
Lampiran II.7. Peta rata-rata aritmetik model 3D petrofisik reservoir 34-1. Terdiri dari (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) net-to-gross (d) saturasi air	

(e) permeabilitas. Nilai petrofisik yang tinggi berkorelasi dengan asosiasi fasies <i>distributary channel</i> berarah barat-timur.	217
Lampiran II.8. Peta rata-rata aritmetik model 3D petrofisik reservoir 33-6. Terdiri dari (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) net-to-gross (d) saturasi air (e) permeabilitas. Nilai petrofisik yang tinggi berkorelasi dengan asosiasi fasies <i>distributary channel</i> berarah utara-selatan.	218
Lampiran II.9. Peta rata-rata aritmetik model 3D petrofisik reservoir 33-4. Terdiri dari (a) volume serpih (b) porositas efektif (c) net-to-gross (d) saturasi air (e) permeabilitas. Nilai petrofisik yang tinggi berkorelasi dengan asosiasi fasies <i>distributary channel</i> berarah utara-selatan.	219
Lampiran III.1. Log sedimentologi Widi-01.	220
Lampiran III.2. Log sedimentologi Widi-B08.	221
Lampiran III.3. Log sedimentologi Widi-B10.	222
Lampiran III.4. Log sedimentologi Widi-B10.	223