



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KARAKTERISTIK RESERVOIR DAN PENENTUAN
ZONA PROSPEK HIDROKARBON PADA LAPANGAN “PTR”,
FORMASI TUBAN, CEKUNGAN JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
(Strata-1)**

**PUTRI AGUSTIN
21100113120009**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
DESEMBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Putri Agustin
NIM : 21100113120009
Departemen : Teknik Geologi
Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Reservoir dan Penentuan Zona
Prospek Hidrokarbon pada Lapangan "PTR", Formasi
Tuban, Cekungan Jawa Timur.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI


Pembimbing I	: Fahrudin, ST., MT. NIP 198301222006041002	 (.....)
Pembimbing II	: Reddy Setyawan, ST., MT. NIK 198810230214011224	 (.....)
Penguji I	: Anis Kurniasih, ST., MT. NIP. 198609272014042001	 (.....)
Penguji II	: Ahmad Syauqi H., ST., MT. NIK. 199011180115081081	 (.....)

Semarang, Desember 2017
Ketua Departemen Teknik Geologi,


Najib, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19771020 200501 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir / Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Putri Agustin
NIM : 21100113120009
Tanda Tangan :

Tanggal : Desember 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Agustin
NIM : 21100113120009
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

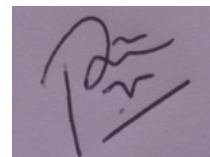
Analisis Karakteristik Reservoir dan Penentuan Zona Prospek Hidrokarbon pada Lapangan “PTR”, Formasi Tuban, Cekungan Jawa Timur

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Desember 2017

Yang menyatakan



Putri Agustin
NIM. 21100113120009

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan tugas akhir ini hanya untuk orang-orang hebat, yang sangat saya cintai dan hormati dalam hidup saya, yaitu orang tua saya, Bpk Agus Yanto selaku papah saya, Ibu Emy Surianingsih selaku mamah saya, serta Adik Perempuan saya, yaitu Novi Nur Sakinah yang selalu percaya terhadap saya bahkan disaat saya tidak percaya akan diri saya sendiri, yang selalu mendoakan tanpa henti atas kesuksesan saya, yang selalu memberikan kasih sayang terhadap saya, dan yang menjadi alasan saya untuk terus belajar hingga suatu saat saya bisa meraih kesuksesan dan membalas segala yang pernah mereka berikan, walaupun saya tahu semua yang telah diberikan tidak dapat saya balas dengan sebanding.

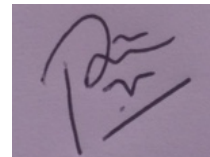
KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahNya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA) dengan baik dan selesai pada waktunya.

Penelitian TA ini berjudul “Analisis Karakteristik Reservoir dan Penentuan Zona Prospek Hidrokarbon pada Lapangan “PTR”, Formasi Tuban, Cekungan Jawa Timur”. Penelitian ini membahas mengenai suatu metode eksplorasi untuk mengetahui karakteristik reservoir dan penentuan zona prospek hidrokarbon yang terdapat pada setiap sumur di Lapangan “PTR”, Cekungan Jawa Timur. Laporan Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi ilmu pengetahuan dalam bidang geologi dan semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, Desember 2017



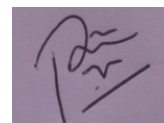
Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bpk Fahrudin, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I atas segala nasihat, bimbingan dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
2. Bpk Reddy Setyawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II atas segala bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan motivasi yang sangat bermanfaat dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
3. Bpk Bambang Edi S, ST, selaku salah satu Dosen yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, saran dan masukan terkait tugas akhir penulis.
4. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro atas semua ilmu, pengalaman, dan bantuan yang telah diberikan selama ini.
5. Bpk Doni Hermadi atas bantuannya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian pada JOB Pertamina-Petrochina.
6. Bpk Risdi M Zainal selaku pembimbing dari JOB Pertamina Petrochina atas semua ilmu yang telah diberikan selama penelitian berlangsung, serta Bpk Kamal yang juga ikut memberikan ilmu kepada penulis mengenai petrofisik selama penelitian berlangsung.
7. Ibu Emy Surianingsih, Bpk Agus Yanto selaku orang tua penulis, Novi Nur Sakinah selaku adik perempuan penulis, yang selalu mendukung dan menjadi motivasi nomor satu (1) penulis selama perkuliahan dan juga dalam penulisan tugas akhir.
8. Teh Widiastuti selaku senior yang selalu memberikan nasihat dan motivasi bagi penulis, Mas Didit dan Mas Juna yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu mengenai petrofisika kepada penulis.
9. Valentina Hemas yang merupakan seorang teman, yang telah memberikan ilmu mengenai *rock typing* kepada penulis.
10. Verilla Sari Purba dan Deasy Gita Sari, yang merupakan teman satu kos, yang sering membantu penulis dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis dalam hal apapun.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Geologi Universitas Diponegoro khususnya kepada angkatan 2013. Terima kasih untuk semua doa, kerja sama dan dukungan yang telah diberikan
12. Dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semarang, Desember 2017



Penulis

SARI

Analisis karakteristik reservoir merupakan salah satu tahapan yang sangat penting dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon. Analisis karakteristik pada penelitian ini dilakukan di Lapangan PTR, Formasi Tuban, Cekungan Jawa Timur, dengan reservoir berupa karbonat *build up*. Pada penelitian ini dilakukan analisis kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui komposisi litologi, fluida, dan hubungan antara *flow unit* dengan litologi, serta analisis kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui *flow unit*, karakteristik petrofisika, serta penentuan zona prospek di setiap sumur. Analisis *flow unit* pada interval *core* dilakukan dengan metode kuantitatif, yaitu *flow zone indicator*, sedangkan analisis pada interval yang tidak memiliki data *core* menggunakan metode *multi resolution graph based clustering* (MRGC), hasil analisis *flow unit* digunakan untuk menghitung permeabilitas.

Data yang digunakan untuk analisis meliputi data *log*, *composite log*, *mud log*, *routine* dan *special core analysis lab* (RCAL, SCAL), petrografi batuan inti, serta *cut-off*. Berdasarkan hasil analisis diketahui Formasi Tuban, hanya tersusun atas batugamping. Jenis fluida penyusun reservoir terdiri atas fluida gas, minyak, dan air. Hasil analisis hubungan *flow unit* dengan litologi, menunjukkan bahwa tidak ada hubungan litologi tertentu akan cenderung dikategorikan ke dalam kelas *flow unit* tertentu, dikarenakan adanya proses diagenesis. Hasil analisis kuantitatif menghasilkan empat (4) *hydraulic flow unit* pada zona reservoir. Analisis karakteristik komposisi lempung menggunakan rumus Larionov menunjukkan rata-rata komposisi lempung pada Formasi Tuban kurang dari 10%, sehingga dikategorikan sebagai *clean formation*. Hasil analisis karakteristik divalidasi menggunakan data RCAL dan SCAL, hasil validasi dengan *crossplot* antara porositas densitas-neutron dengan porositas batuan inti memiliki nilai koefisien korelasi 0,93, koefisien korelasi permeabilitas FZI dengan permeabilitas batuan inti sebesar 0,85, dan saturasi air Archie dengan saturasi air batuan inti memiliki nilai 0,88. Zona prospek pada sumur PTR-2, terdiri atas 21 zona prospek gas dengan total ketebalan 89,76 ft, dan 57 zona prospek minyak dengan total ketebalan 330,25 ft. Sumur PTR-27 memiliki 35 zona prospek minyak dengan total ketebalan 269,19 ft. Sumur PTR-12 memiliki 16 zona prospek gas, dengan total ketebalan 144,45 ft. Sumur PTR-6 memiliki 27 zona prospek minyak dengan total ketebalan 253,82 ft.

Kata kunci : Formasi Tuban, Reservoir Karbonat, Analisis Karakteristik, Analisis *Flow Unit*, Zona Prospek Hidrokarbon

ABSTRACT

Analysis of reservoir characteristics is one of the most important stages in hydrocarbon exploration and exploitation activities. Characteristic analysis in this research was conducted at PTR Field, Tuban Formation, East Java Basin, the type of reservoir is carbonate build up. In this study, a qualitative analysis is conducted to determine the composition of lithology, fluid, and the relationship between flow unit and lithology, also quantitative analysis is aims to determine the flow unit, petrophysical characteristics, and determination of the prospect zone in each well. The flow unit analysis at the core interval is done by quantitative method, that is flow zone indicator, while analysis in the interval that does not have core data using multi resolution graph based clustering (MRGC) method, the result of flow unit analysis is used to calculate the permeability.

Data that is used for the analysis include log data, composite log, mud log, routine and special core analysis lab (RCAL, SCAL), core petrography, and cut-off. Based on the analysis results known Tuban Formation, only composed of limestone. The type of reservoir fluid composed of gas, oil, and water fluids. The results of the analysis of the flow unit relationship with lithology, indicating that there is no relationship of particular lithology will tend to be categorized into a particular class of flow units, due to the diagenesis process. Quantitative analysis results that, there are four (4) hydraulic flow units in the reservoir zone. Characteristic analysis of clay composition using Larionov formula shows that the average of clay composition in Tuban Formation is less than 10%, so it is categorized as clean formation. The result of characteristic analysis is validated using RCAL and SCAL data, the result of validation with crossplot between neutron-density porosity and core porosity has correlation coefficient value 0,93, correlation coefficient of FZI permeability with core permeability is 0,85, and Archie water saturation with core water saturation has a value of 0.88. The prospect zone at the PTR-2 well, consist of 21 gas prospect zones with a total thickness of 89.76 ft, and 57 oil prospect zones with a total thickness of 330.25 ft. The PTR-27 well has 35 oil prospect zones with a total thickness of 269.19 ft. The PTR-12 well has 16 gas prospect zones, with a total thickness of 144.45 ft. The PTR-6 well has 27 oil prospect zones with a total thickness of 253.82 ft.

Keywords : Tuban Formation, Carbonate Reservoir, Characteristics Analysis, Flow Unit Analysis, Hydrocarbon Prospect Zone

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
SARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.2.1 Maksud Penelitian	2
1.2.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	4
1.6 Penelitian Terdahulu	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSATAKA	8
2.1 Tektonik dan Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur	8
2.2 <i>Petroleum System</i> Cekungan Jawa Timur	12
2.3 Klasifikasi Batuan Karbonat	13
2.4 Klasifikasi Porositas Karbonat	14
2.5 <i>Well logging</i> dan Jenis-jenis <i>Log</i>	15
2.5.1 <i>Log Gamma Ray</i> (GR)	15
2.5.2 <i>Log Kaliper</i>	16
2.5.3 <i>Log Densitas</i>	16
2.5.4 <i>Log Neutron</i>	16
2.5.5 <i>Log Photoelectric Factor</i> (PEF)	16
2.5.6 <i>Log Resistivitas</i>	17
2.6 Analisis <i>Log</i>	17
2.7 Identifikasi <i>Flow Unit</i>	21
2.8 Penyebaran <i>Flow Unit</i> pada Sumur Tanpa Data <i>Core</i>	23

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2	Data Penelitian	26
3.3	Tahapan Penelitian	29
3.3.1	Tahapan Persiapan Sebelum Penelitian	29
3.3.2	Tahapan Pengumpulan dan Persiapan Data.....	30
3.3.3	Tahapan Pengolahan dan Analisis Data	30
3.4	Diagram Alir Penelitian	33
3.5	Hipotesis.....	34
BAB IV	PEMBAHASAN	35
4.1	Tahapan Persiapan Data	35
4.1.1	Koreksi Lingkungan	35
4.1.2	Normalisasi <i>Log</i>	36
4.2	Penentuan dan Penamaan Litologi	38
4.3	Analisis Fluida Hidrokarbon	45
4.4	Identifikasi <i>Hydraulic Flow Unit</i>	49
4.5	Identifikasi <i>Flow Unit</i> dengan MRGC	52
4.5.1	Filtrasi <i>Well Log</i> dan Prosesing Data	52
4.5.2	<i>Clustering Model</i>	53
4.5.3	<i>Model Construction</i>	54
4.5.4	Validasi Data <i>Core</i>	56
4.6	Litologi dan <i>Flow Unit</i>	60
4.7	Analisis Karakteristik Reservoir.....	63
4.7.1	Komposisi Lempung.....	64
4.7.2	Analisis Porositas	68
4.7.3	Analisis Saturasi Air	72
4.7.4	Analisis Permeabilitas	75
4.8	Penentuan Zona Prospek Hidrokarbon	78
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	81
	DAFTAR PUSTAKA	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Lapangan “PTR”	4
Gambar 1.2	Peta Lokasi Setiap Sumur	5
Gambar 2.1	Tatanan Geologi Cekungan Jawa Timur (Satyana dan Purwaningsih, 2003).....	8
Gambar 2.2	Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur (JOB Pertamina-Petrochina)	10
Gambar 2.3	Klasifikasi Batuan Karbonat Menurut Dunham 1962 Modifikasi oleh Embry & Klovan 1971)	14
Gambar 2.4	Klasifikasi Porositas Lucia, 1995 ; dalam Moore, 2001	14
Gambar 2.5	Konsep Dasar Analisis <i>Log</i> Kualitatif (Schlumberger, 2016)	19
Gambar 2.6	<i>Plot</i> RQI vs Phiz untuk Penentuan HFU	23
Gambar 3.1	Kepala <i>Log</i>	28
Gambar 3.2	<i>Mud Log</i>	28
Gambar 3.3	Diagram Alir	33
Gambar 4.1	Perbandingan Karakter <i>Log</i> Sebelum (Hitam) dan Sesudah Koreksi (Merah).....	36
Gambar 4.2	Normalisasi <i>Log</i> SGR.....	37
Gambar 4.3	Normalisasi <i>Log</i> CGR	38
Gambar 4.4	Analisis Litologi Pada Sumur PTR-2 dengan Interval Kedalaman 5861,96 – 5985,72 ft TVDSS	39
Gambar 4.5	<i>Mud Log</i> PTR-2.....	40
Gambar 4.6	Analisis Litologi Pada Sumur PTR-12 dengan Interval Kedalaman 5709,73 – 5830,11 ft TVDSS	41
Gambar 4.7	<i>Mud Log</i> PTR-12.....	42
Gambar 4.8	Skeletal <i>Wackestone</i> pada Kedalaman 6893,2 ft MD	43
Gambar 4.9	Skeletal <i>Packstone</i> pada Kedalaman 6826,1 ft MD.....	44
Gambar 4.10	Alga <i>Bindstone</i> pada Kedalaman 6855,5 ft MD.....	44
Gambar 4.11	Analisis Karakter <i>Log</i> PTR-2 Pada Interval 7401,39 ft MD/6607.78 ft TVDSS – 7451.67 ft MD/6720,07 ft TVDSS	45
Gambar 4.12	<i>Mud Log</i> PTR-2	46
Gambar 4.13	<i>Crossplot</i> RQI vs Phiz	50
Gambar 4.14	<i>Plot</i> FZI.....	50
Gambar 4.15	<i>Crossplot</i> Permeabilitas vs Porositas.....	51
Gambar 4.16	Identifikasi <i>Flow Unit</i> dengan Metode MRGC.....	52
Gambar 4.17	Distribusi <i>Model Log</i> dan <i>Associated Log</i>	53

Gambar 4.18	<i>Merging Cluster</i>	54
Gambar 4.19	Hasil Akhir <i>Merging Cluster</i>	55
Gambar 4.20	Karakteristik RHOB setiap <i>Flow Unit</i>	55
Gambar 4.21	Karakteristik NPHI setiap <i>Flow Unit</i>	55
Gambar 4.22	Karakteristik GR setiap <i>Flow Unit</i>	55
Gambar 4.23	<i>Overlay</i> HFU MRGC dan HFU pada Kedalaman 6822,7-6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS).....	57
Gambar 4.24	<i>Crossplot</i> HFU	57
Gambar 4.25	<i>Overlay</i> HFU MRGC dan HFU SGR pada Kedalaman 6822,7-6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS)	58
Gambar 4.26	<i>Crossplot</i> HFU	59
Gambar 4.27	Skeletal <i>Wackestone</i> pada Kedalaman 6872,1 ft MD	62
Gambar 4.28	Skeletal <i>Packstone</i> pada Kedalaman 6861,3 ft MD	63
Gambar 4.29	Perbandingan Perhitungan Vsh dengan Rumus Larinov, Linear, Stieber, dan Clavier	64
Gambar 4.30	GRMA pada <i>Log SGR</i>	66
Gambar 4.31	GRSH pada <i>Log SGR</i>	66
Gambar 4.32	GRMA pada <i>Log CGR</i>	66
Gambar 4.33	GRSH pada <i>Log CGR</i>	67
Gambar 4.34	Komposisi Lempung pada PTR-2 dengan interval 6822.7 – 6941.7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS)	67
Gambar 4.35	Porositas pada PTR-2 dengan interval 6822.7 – 6941.7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS)	69
Gambar 4.36	<i>Overlay</i> Porositas Densitas-Neutron dengan Porositas <i>Core</i> Pada PTR-2 dengan interval 6822.7 – 6941.7 ft MD(6131,57 – 6230,83 ft TVDSS).....	70
Gambar 4.37	<i>Crossplot</i> Porositas <i>Core</i> vs Porositas Densitas-Neutron	71
Gambar 4.38	Saturasi Air pada PTR-2 dengan Interval 6822,7-6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS)	73
Gambar 4.39	<i>Overlay</i> Saturasi Air Archie (Swe) dengan Saturasi Air <i>Core</i> Pada Interval 6822,7 – 6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS).....	74
Gambar 4.40	<i>Crossplot</i> Saturasi Air <i>Core</i> vs Saturasi Air Archie.....	75
Gambar 4.41	Permeabilitas pada PTR-2 dengan Interval 6822,7-6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS)	76
Gambar 4.42	<i>Overlay</i> Permeabilitas FZI dengan Permeabilitas <i>Core</i> pada Interval 6822,7 – 6941,7 ft MD (6131,57 – 6230,83 ft TVDSS).....	77
Gambar 4.43	<i>Crossplot</i> Permeabilitas <i>Core</i> vs Permeabilitas FZI	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kolaborasi Antar <i>Log</i> Dalam Analisis Litologi <i>Baker Atlas Inteq</i> (2002 ; dalam Dwita 2017)	18
Tabel 2.2	Karakteristik Unsur Radioaktif (Jolanta Klaza, dkk tahun 2016).....	19
Tabel 2.3	Gas Rasio (Hashimov, 2015)	19
Tabel 3.1	Kelengkapan Data <i>Log</i> Setiap Sumur	26
Tabel 3.2	Kelengkapan Data Selain <i>Log</i> Pada Setiap Sumur	27
Tabel 4.1	Analisis Gas Rasio Pada Sumur PTR-2	47
Tabel 4.2	Komposisi Fluida Setiap Sumur	49
Tabel 4.3	Litologi dan <i>Flow Unit</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Petrografi Batuan Inti pada Sumur PTR-2	85
Lampiran II	Analisis Rasio Gas pada Sumur PTR-27, PTR-12, PTR-6	101
Lampiran III	Perhitungan Phiz, RQI, FZI pada Sumur PTR-2.....	105
Lampiran IV	Perhitungan Resistivitas Air Formasi.....	109
Lampiran V	Zona Prospek Pada Setiap Sumur.....	117
Lampiran VI	<i>Layout</i> Hasil Petrofisisika	123