

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
UCAPAN TERIMAKASIH	ii
SARI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	2
1.4.1 Lokasi Penelitian.....	2
1.4.2 Waktu Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Hasil Penelitian	4
BAB 2 METODE DAN DASAR TEORI PENELITIAN	5
2.1 Metode Penelitian.....	5
2.1.1 Studi Literatur	5
2.1.2 Tahap Pengumpulan Data	5
2.1.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data.....	6
2.1.4 Tahap Penyelesaian.....	7
2.2 Diagram Alir Penelitian	8
2.3 Dasar Teori.....	8
2.3.1 Pengertian Batuan Induk.....	8
2.3.2 Kandungan Material Organik.....	10
2.3.3 Kuantitas Material Organik.....	10
2.3.4 Analisis Tipe Material Organik.....	11
2.3.5 Analisis Kematangan Batuan Induk.....	15

2.3.6 <i>Wireline log</i>	22
2.3.7 Sistem Petroleum Cekungan Tarakan	27
BAB 3 GEOLOGI REGIONAL	31
3.1 Fisiografi Regional Cekungan Tarakan	31
3.2 Stratigrafi Regional Cekungan Tarakan.....	33
3.2.1 <i>Economic Basements</i>	33
3.2.2 Siklus-1 (Eosen Akhir-Oligosen).....	33
3.2.3 Siklus-2 (Oligosen Akhir - Miosen Tengah).....	34
3.2.4 Siklus 3 (Miosen Tengah - Atas)	34
3.2.5 Siklus-4 (Pliosen).....	35
3.2.6 Siklus-5 (Kuartar/Pleistosen)	35
3.3 Tektonik Cekungan Tarakan	35
3.4 Geologi Daerah Penelitian	37
3.5 Stratigrafi Daerah Telitian	38
3.5.1 Formasi Tabul	38
3.5.2 Formasi Santul	38
3.5.3 Formasi Tarakan.....	38
3.5.4 Formasi Bunyu.....	39
BAB 4 PENYAJIAN DATA	41
4.1 Data Geokimia Batuan Induk.....	41
4.2 Data <i>Wireline Log</i>	42
4.3 Data <i>Head Log</i>	43
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
5.1 Analisis Sumur – Sumur	45
5.1.1 Sumur BN-3	46
5.1.2 Sumur BTR-1	50
5.1.3 Sumur BOP-1	54
5.1.4 Sumur BRE-1	58
5.1.5 Sumur BRE-2.....	62
5.1.6 Sumur MJR-1	66

5.1.7 Sumur BNB-1	70
5.1.8 Sumur BSB-1	74
5.1.9 Sumur BT-4.....	78
5.1.10 Sumur BSU-1	82
5.2 Analisis Batuan Induk Formasi Santul, dan Tabul.....	85
5.2.1 Formasi Santul	86
5.2.1 Formasi Tabul	89
5.3 Pemodelan Sejarah Penimbunan/ <i>Burial History</i> 1D.....	92
5.3.1 Sumur BN-3	94
5.3.2 Sumur BOP-1	97
5.3.3 Sumur BRE-1	100
5.3.4 Sumur BRE-2.....	103
5.3.5 Sumur MJR-1	106
BAB 6 KESIMPULAN	110
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian	2
Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian	8
Gambar 2. 2 Persentase material organik dalam batuan (Hunt, 1979).....	10
Gambar 2. 3 Diagram skematik cara kerja alat Leco carbon analyzer (Waples, 1985)	11
Gambar 2. 4 Diagram yang menunjukkan tipe kerogen dengan parameter HI dan OI	12
Gambar 2. 5 Diagram yang menunjukkan tipe kerogen dengan parameter HI dan <i>Tmax</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Rock Eval Pyrolysis Process</i> , setelah (Waples, 1985)	18
Gambar 2. 7 Parameter yang dihasilkan oleh <i>Rock Eval Pyrolysis</i> (After Merrill, 1991)	21
Gambar 2. 8 Respon log resistivitas secara umum pada litologi tertentu (Rider, 2002)	24
Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Log Neutron	25
Gambar 2. 10 Prinsip Kerja Log Densitas	27
Gambar 3. 1 Geologi Regional Cekungan Tarakan (Salahudin, 2017).....	32
Gambar 3. 2 Stratigrafi Cekungan Tarakan (After IPA 1991, Modified by S.K. Marbun 2003).....	35
Gambar 3. 3 Penampang Tektonik Regional Cekungan Tarakan (Sudarmono., 2017)	37
Gambar 3. 4 Lokasi Daerah Telitian (Lefort., 1999)	38
Gambar 3. 5 Stratigrafi daerah telitian.....	40
Gambar 4. 1 Peta lokasi sumur daerah penelitian	41
Gambar 4. 2 Data geokimia sumur BN-003.....	42
Gambar 4. 3 Data <i>Wireline Log</i> pada sumur BN-003.....	43
Gambar 4. 4 Data <i>Head Log</i> pada sumur BN-003	44
Gambar 5. 1 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BN-3	46
Gambar 5. 2 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BN-3	47
Gambar 5. 3 Plot Silang TOC vs HI Sumur BN-3	48
Gambar 5. 4 Plot Silang <i>Tmaks</i> vs HI sumur BN-3.....	49

Gambar 5. 5 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BTR-1	50
Gambar 5. 6 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BTR-1	51
Gambar 5. 7 Plot Silang TOC vs HI Sumur BTR-1.....	52
Gambar 5. 8 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BTR-1	53
Gambar 5. 9 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BOP-1	54
Gambar 5. 10 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BOP-1	55
Gambar 5. 11 Plot Silang TOC vs HI Sumur BOP-1.....	56
Gambar 5. 12 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BTR-1	57
Gambar 5. 13 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BRE-1	58
Gambar 5. 14 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BRE-1	59
Gambar 5. 15 Plot Silang TOC vs HI Sumur BRE-1.....	60
Gambar 5. 16 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BRE-1	61
Gambar 5. 17 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BRE-2	62
Gambar 5. 18 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BRE-2	63
Gambar 5. 19 Plot Silang TOC vs HI Sumur BRE-2.....	64
Gambar 5. 20 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BRE-2	65
Gambar 5. 21 Profil Geokimia Batuan Induk sumur MJR-1	66
Gambar 5. 22 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur MJR-1	67
Gambar 5. 23 Plot Silang TOC vs HI Sumur MJR-1.....	68
Gambar 5. 24 Plot Silang Tmaks vs HI sumur MJR-1	69
Gambar 5. 25 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BNB-1.....	70
Gambar 5. 26 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BNB-1.....	71
Gambar 5. 27 Plot Silang TOC vs HI Sumur BNB-1	72
Gambar 5. 28 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BNB-1	73
Gambar 5. 29 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BSB-1	74
Gambar 5. 30 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BSB-1	75
Gambar 5. 31 Plot Silang TOC vs HI Sumur BSB-1.....	76
Gambar 5. 32 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BSB-1.....	77
Gambar 5. 33 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BT-4.....	78
Gambar 5. 34 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BT-4.....	79
Gambar 5. 35 Plot Silang TOC vs HI Sumur BT-4	80
Gambar 5. 36 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BT-4.....	81

Gambar 5. 37 Profil Geokimia Batuan Induk sumur BSU-1	82
Gambar 5. 38 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) sumur BSU-1	83
Gambar 5. 39 Plot Silang TOC vs HI Sumur BSU-1.....	84
Gambar 5. 40 Plot Silang Tmaks vs HI sumur BSU-1	85
Gambar 5. 41 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) Formasi Santul.....	86
Gambar 5. 42 Plot Silang TOC vs HI Formasi Santul	87
Gambar 5. 43 Plot Silang Tmaks vs HI Formasi Santul	88
Gambar 5. 44 Plot Silang TOC vs S1 + S2 (Potential Yield) Formasi Tabul.....	89
Gambar 5. 45 Plot Silang TOC vs HI Formasi Tabul.....	90
Gambar 5. 46 Plot Silang Tmaks vs HI Formasi Tabul	92
Gambar 5. 47 Pemodelan Sejarah Penimbunan (<i>Burial History</i>) 1D sumur BN-3	94
Gambar 5. 48 Dari atas yaitu Hasil Analisis Permodelan 1D Sumur BN-3 (A). <i>Paleo Water Depth</i> , (B). SWI-Temperatur (C). <i>Heatflow</i>	95
Gambar 5. 49 Pemodelan Sejarah Penimbunan (<i>Burial History</i>) 1D sumur BOP-1	97
Gambar 5. 50 Dari atas yaitu Hasil Analisis Permodelan 1D Sumur BOP-1 (A). <i>Paleo Water Depth</i> , (B). SWI-Temperatur (C). <i>Heatflow</i>	98
Gambar 5. 51 Pemodelan Sejarah Penimbunan (<i>Burial History</i>) 1D sumur BRE-1	100
Gambar 5. 52 Dari atas yaitu Hasil Analisis Permodelan 1D Sumur BRE-1 (A). <i>Paleo Water Depth</i> , (B). SWI-Temperatur (C). <i>Heatflow</i>	101
Gambar 5. 53 Pemodelan Sejarah Penimbunan (<i>Burial History</i>) 1D sumur BRE-2	103
Gambar 5. 54 Dari atas yaitu Hasil Analisis Permodelan 1D Sumur BRE-1 (A). <i>Paleo Water Depth</i> , (B). SWI-Temperatur (C). <i>Heatflow</i>	104
Gambar 5. 55 Pemodelan Sejarah Penimbunan (<i>Burial History</i>) 1D sumur MJR-1	106
Gambar 5. 56 Dari atas yaitu Hasil Analisis Permodelan 1D Sumur BRE-1 (A). <i>Paleo Water Depth</i> , (B). SWI-Temperatur (C). <i>Heatflow</i>	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Waktu Penelitian	3
Tabel 2. 1 Potensi minyak bumi dari batuan induk yang belum matang berdasarkan kuantitas kandungan material organiknya (Peters & Cassa, 1994).....	10
Tabel 2. 2 Klasifikasi tingkat kematangan batuan induk <i>immature</i> berdasarkan nilai Ro (K. E. Peters & Cassa, 1994).....	16
Tabel 2. 3 Klasifikasi tingkat kematangan berdasarkan nilai TAI (K. E. Peters & Cassa, 1994)	17
Tabel 2. 4 Hubungan antara <i>Palynomorph Colour</i> dan <i>Maturity Degree</i>	17
Tabel 2. 5 Klasifikasi Potential Yield (PY) (Espitalié et al., 1977; Tissot & Welte, 1978)	21
Tabel 2. 6 Hubungan antara <i>Production Index</i> (PI) dengan tingkat kematangan (Espitalié et al., 1977; Tissot & Welte, 1978).....	22
Tabel 2. 7 Potensi batuan induk berdasarkan nilai <i>Hydrogen Index</i> (HI) (Waples, 1985)	22
Tabel 2. 8 Hubungan antara <i>Tmax</i> dengan tingkat kematangan (Espitalié et al., 1977; Tissot & Welte, 1978).....	22
Tabel 2. 9 Tabel Nilai Log Sinar Gamma	23
Tabel 2. 10 Tabel Energi Neutron	25
Tabel 2. 11 Nilai Densitas Matriks Batuan	26
Tabel 2. 12 Nilai Photoelectric Batuan	26
Tabel 4. 1 Kelengkapan data geokimia pada daerah telitian	42
Tabel 4. 2 Kelengkapan data <i>Wireline Log</i> pada daerah telitian.....	43
Tabel 5. 1 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BN-3.....	46
Tabel 5. 2 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BTR-1	50
Tabel 5. 3 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BOP-1	54
Tabel 5. 4 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BRE-1	58
Tabel 5. 5 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BRE-2	62
Tabel 5. 6 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur MJR-1	66
Tabel 5. 7 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BNB-1	70
Tabel 5. 8 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BSB-1.....	74
Tabel 5. 9 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolisis Sumur BT-4.....	78

Tabel 5. 10 Rangkuman Data TOC dan Rock Eval Pyrolysis Sumur BSU-1	82
Tabel 5. 11 Rangkuman sampel matang (<i>mature</i>) pada Formasi Tabul	91
Tabel 5. 12 Rangkuman waktu mulai matang dan kedalaman tingkat kematangan pada saat ini.....	109

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak dan gas bumi merupakan suatu sumber daya alam yang penting dikehidupan kita. Kebutuhan untuk minyak dan gas bumi adalah salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbarui, salah satu energi utama untuk kehidupan di bumi. Hal tersebut terbukti dengan melihat bahwa kebutuhan angka konsumsi akan hal tersebut semakin meningkat. Diperlukan kegiatan eksplorasi guna untuk menambah cadangan minyak dan gas bumi yang nanti dapat diproduksi.

Salah satu metode yang dapat digunakan guna menentukan suatu batuan induk yang berpotensi atau tidak yaitu dengan analisis geokimia. Dalam metode ini berguna untuk mengetahui tipe batuan induk, dan juga sebagai acuan untuk mengetahui suatu batuan induk berpotensi untuk menghasilkan suatu hidrokarbon atau tidak. Data geokimia dapat dipakai untuk suatu model yang berguna untuk mengetahui waktu generasi hidrokarbon dan juga tingkat kematangan batuan induk.

Lokasi penelitian berada di Cekungan Tarakan, Sub Cekungan Tarakan Lapangan Bunyu, tepatnya di Provinsi Kalimantan Utara yang merupakan daerah dari PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur. Fokus dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik batuan induk Sub Cekungan Tarakan melalui analisis geokimia lanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Ruang lingkup penelitian ditentukan sebelum melakukan penelitian di daerah telitian, dan terdapat beberapa rumusan masalah untuk suatu batas dari penelitian yang akan dilakukan, berikut masalah yang akan dibahas adalah :

1. Apa variasi litologi batuan induk yang terdapat di daerah telitian?
2. Bagaimana tingkat kematangan batuan induk pada daerah telitian?
3. Bagaimana kualitas dan kuantitas batuan induk pada daerah telitian?
4. Bagaimana sejarah kematangan batuan induk pada daerah telitian?

1.4.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian mulai direncanakan yaitu mulai tanggal 7 Februari sampai dengan 7 Juli 2022 dengan kisaran periode dua bulan. Tata waktu pelaksanaan disajikan pada tabel **Tabel 1.1**

Tabel 1. 1 Waktu Penelitian

Kegiatan	Februari			Maret				April				Mei				Juni				Juli		
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
Studi Pustaka																						
Pengumpulan Data																						
Data Sumur (<i>Well Head, Wireline Log, Deviasi</i>)																						
Data Geokimia																						
Pengolahan Data																						
Kuantitas Material Organik (TOC) <i>Total Organic Carbon vs S1+S2</i>																						
Kualitas Material Organik (Tipe Kerogen) <i>TOC vs HI</i>																						
Tingkat Kematangan Batuan Induk (<i>Ro, Tmax, Rock Eval Pyrolysis</i>)																						
Interpretasi Litologi																						
Pemodelan Kematangan 1D																						
Penyelesaian																						
Pembuatan Draft Skripsi																						
Pembuatan Bahan Presentasi																						
Presentasi Kolokium																						

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan manfaat dapat tersalurkan dan berguna bagi perusahaan, mahasiswa yang melakukan tugas akhir di lokasi penelitian tersebut, dan pihak – pihak yang berkepentingan terhadap laporan ini :

- a. Manfaat bagi Perusahaan dan daerah penelitian:

Hasil dari analisis pengolahan data yang dilakukan oleh penulis diharapkan dapat bermanfaat bagi institusi khususnya PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur (PHKT) dalam menentukan area pengembangan hidrokarbon.

- b. Manfaat bagi mahasiswa :

Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran untuk menentukan kematangan batuan induk dan sejarah penimbunan pada daerah penelitian.

1.6 Hasil Penelitian

Dari hasil tugas akhir ini tahap terakhir berupa hasil penelitian itu sendiri. Penyajian data itu akan diperiksa dan diuji oleh para pihak dosen, dan penyajian tersebut harus dilakukan secara baik dan benar. Berikut berupa penyajian data yang dihasilkan yaitu :

1. Laporan Resmi Penelitian
2. Lampiran, berupa;
 - a. Analisa data geokimia
 - b. Pemodelan 1D kematangan batuan induk

BAB 2

METODE DAN DASAR TEORI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada 4 tahap yaitu sebagai berikut:

- a. Tahap studi literatur
- b. Tahap pengumpulan data
- c. Tahap pengolahan dan analisis data
- d. Tahap penyelesaian

2.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dan observasi awal adalah tahapan awal yang dilakukan oleh penulis dengan melalui kajian pustaka berupa literatur, jurnal terdahulu yang fokus terhadap pokok pikiran yang diambil oleh peneliti, dihubungkan dengan daerah penelitian, dan juga memiliki tujuan untuk mendapatkan gambaran geologi secara umum pada daerah penelitian. Hal ini bisa menjadi dasar dalam data yang didapatkan dan juga literatur yang membahas tentang batuan induk yang bisa digunakan sebagai klasifikasi pembagi data yang didapat.

2.1.2 Tahap Pengumpulan Data

Kegiatan ini mendukung peneliti untuk menyelesaikan studi potensi batuan induk di Sub cekungan Tarakan yang dilakukan, data – data geologi tersebut digunakan dan diintegrasikan oleh peneliti. Data yang tersedia berupa data primer dan sekunder, yaitu :

1. Data Primer
 - Data Log Sumur

Data log sumur ini digunakan untuk melakukan interpretasi litologi, juga terdapat data geokimia yang digunakan untuk analisis batuan induk daerah penelitian. Data log sumur yang digunakan berupa log *Gamma Ray*, log *Spontaneous Potential*, log Resistivitas dan log Densitas. Dari beberapa sumur data yang tersedia untuk penelitian ini terdiri dari.

2. Data Sekunder

- Data *summary* Geologi Lokal

Data *Report* Geologi Lokal merupakan data yang berisi informasi tentang geologi daerah telitian seperti struktur geologi, stratigrafi, batuan induk, *reservoir*, *seal*, *trap*, yang berguna bagi peneliti sebagai bahan acuan untuk interpretasi.

- Data *Head Log*

Data Head Log mencakup informasi yang berkaitan dengan sumur, seperti lokasi, kedalamannya. Digunakan untuk mengetahui kebenaran data – data yang ada pada sumur.

- Data Deviasi Sumur

Data deviasi sumur mencakup informasi terkait dengan sumur yang mempunyai data koordinat x *surface* dan *subsurface* yang berbeda atau bisa disebut sumur *directional*.

- Data Geokimia Per Sumur

Data geokimia per sumur mencakup informasi terkait data geokimia seperti TOC, S1, S2, HI, Tmaks, dan Ro.

2.1.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Dari data yang sudah terkumpul kemudian dilakukan analisis sebagai acuan untuk pembahasan. Pengolahan data tersebut meliputi :

1. Analisis karakteristik batuan induk

Tahap ini meliputi kuantitatif dan kualitas dari material organik yang terkandung didalam batuan induk dan juga jenis material organik daerah telitian berdasarkan data geokimia

2. Analisis sejarah tingkat kematangan

Analisis sejarah tingkat kematangan batuan induk yang didapatkan dari hasil *petroleum sistem modelling* 1D dibuat dengan menggunakan data geokimia (Ro, HI), data *temperature*.

3. Interpretasi sejarah penimbunan

Interpretasi sejarah penimbunan yang didapatkan dari hasil Pemodelan Cekungan lapisan batuan induk yang berguna untuk menentukan lapisan batuan induk yang potensi sebagai batuan induk.

Perangkat lunak yang digunakan guna membantu penulis dalam menyelesaikan studi yaitu :

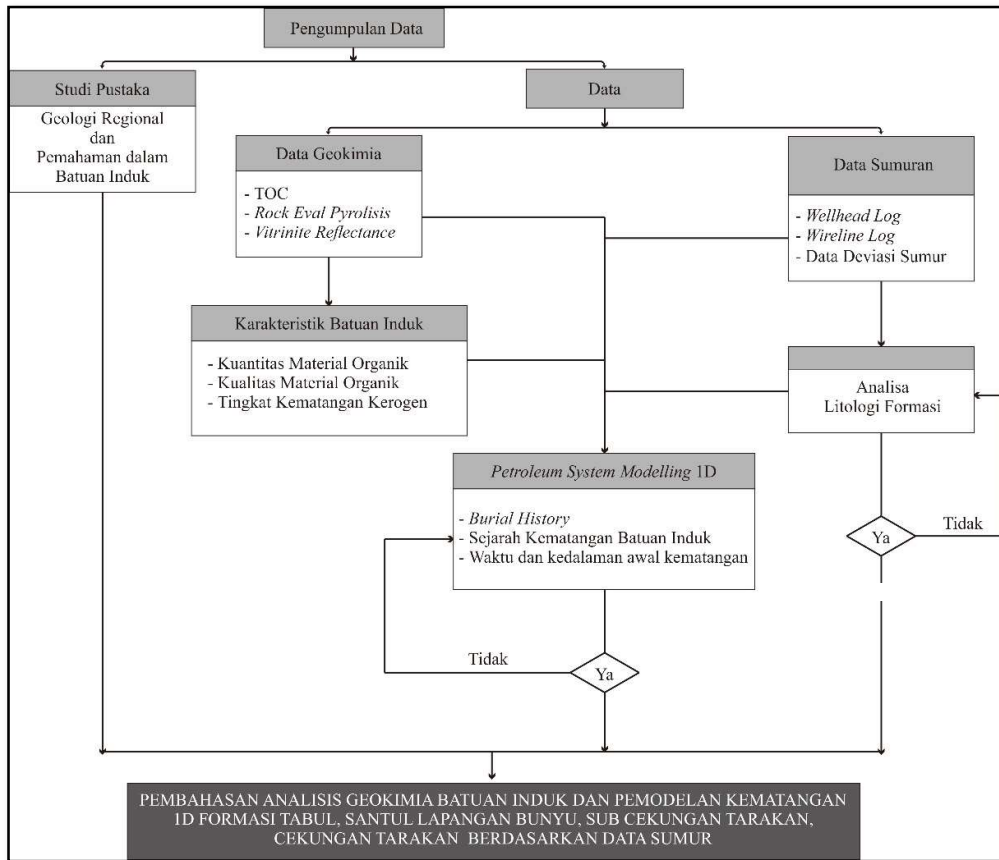
1. Perangkat Excel 2019 yang digunakan untuk pemilahan dan merapihkan data geokimia yang akan digunakan
2. Perangkat Petrel 2017 yang digunakan untuk interpretasi litologi yang mengacu pada data wireline log yang berupa nilai (GR, resistivitas, densitas, neutron)
3. Perangkat Petromod 2012 yang digunakan untuk pembuatan 1D Basin Modelling berdasarkan data geokimia berupa (Ro, HI), data litologi, pressure, temperature, top dan bottom formasi.
4. Perangkat Corel Draw 2018 yang berguna untuk *layouting* dan penyelesaian dari hasil analisis.
5. Perangkat Word 2019 yang gunanya untuk pembuatan laporan penelitian tugas akhir.

2.1.4 Tahap Penyelesaian

Merupakan tahap penyusunan laporan akhir dari hasil pengolahan data-data yang diberikan. Dalam kondisi ini, penulis mencoba menyampaikan kondisi geologi daerah telitian dan menceritakan sejarah penimbunan daerah telitian dalam dari data - data yang telah didapatkan selama penelitian. Kemudian dilakukan tahap penyusunan laporan yang menjadi bagian akhir dari seluruh proses yang telah dilakukan penulis yang kemudian dirangkum menjadi sebuah laporan.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir dalam penelitian ini :



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

2.3 Dasar Teori

2.3.1 Pengertian Batuan Induk

Batuan sedimen yang sedang, mungkin, atau juga telah bisa untuk menghasilkan hidrokarbon atau minyak bumi disebut dengan batuan induk menurut (Tissot & Welte, 1978), sedangkan menurut (Waples, 1985) batuan induk adalah batuan sedimen yang memiliki butir halus dan mempunyai kesempatan menjadi sumber hidrokarbon. Batuan induk sendiri biasanya terbentuk atau terendapkan di lingkungan yang kurang oksigen (reduksi) maka dari itu sering dijumpai batuan induk itu berwarna gelap dan bisa mengawetkan material organik.

Material organik yang terkandung didalam suatu batuan memiliki kandungan 90% kerogen dan 10% bitumen (Hunt,1979). Campuran yang berasal dari maseral juga produk degradasi dari material organik yang terbentuk kembali

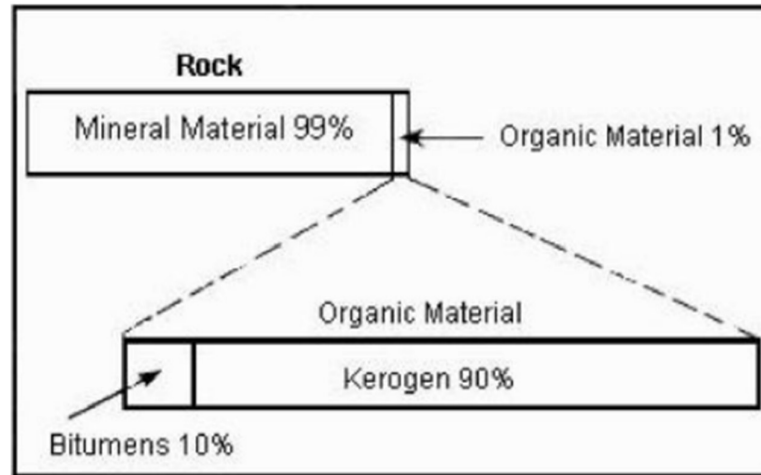
disebut sebagai kerogen. (Waples, 1995) mempunyai pendapat sendiri dengan arti dari kerogen itu adalah suatu bagian dari material organik yang terdapat didalam batuan sedimen yang sifatnya tidak bisa larut oleh pelarut organik biasa. Sedangkan sisa dari suatu jenis tumbuhan dan hewan dimana dapat dibedakan melalui sifat kimia, reflektansi dan morfologinya menggunakan alat yaitu mikroskop petrografi disebut sebagai maseral. (Statch et al., 1982). Bitumen yang terdapat didalam batuan merupakan fraksi material organik yang bisa larut oleh pelarut organik biasa. Bitumen yang beberapa berasal dari komponen lipid organisme yang dulu pernah hidup, tetapi pada umumnya bitumen itu sendiri dihasilkan oleh pemecahan (disosiasi termal) kerogen (Peters & Moldowan, 1993 dalam Peters & Cassa, 1994).

Batuan induk dapat dikategorikan berdasarkan dari kategori dan kapasitas sumbernya adalah sebagai berikut (Waples, 1985) :

1. Batuan induk efektif (*effective source rocks*) itu yang dapat menghasilkan dan juga sudah mengeluarkan hidrokarbon yang dimana batuan nya merupakan batuan sedimen.
2. Batuan induk yang mungkin (*possible source rocks*) itu dimana potensi sumbernya yang belum dievaluasi, tapi bisa saja batuan tersebut sudah mengeluarkan dan menghasilkan hidrokarbon batuan nya merupakan batuan sedimen.
3. Batuan induk potensial (*potential source rocks*) merupakan batuan yang dimana tingkat kematangannya belum matang (*immature*) dimana kemampuan untuk mengeluarkan dan menghasilkan hidrokarbon dapat diketahui jika tingkat kematangan termal nya menjadi lebih tinggi.

2.3.2 Kandungan Material Organik

Material organik yang terkandung didalam suatu batuan memiliki kandungan 90% kerogen dan 10% bitumen (Hunt,1979). Dijelaskan lebih lanjut pada (Gambar 2.2).



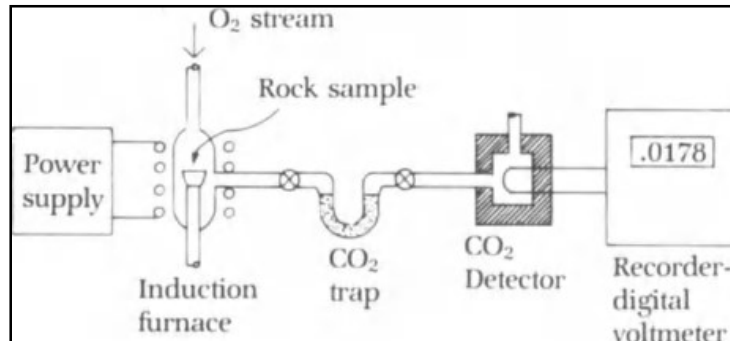
Gambar 2. 2 Persentase material organik dalam batuan (Hunt, 1979)

2.3.3 Kuantitas Material Organik

Didalam batuan sedimen terdapat jumlah material organik yang biasanya dinyatakan sebagai TOC (Total Organic Carbon, wt%). Jumlah material organik dinyatakan dalam satuan persen berat dari tiap satu gram batuan kering (Tabel 2.2). Jumlah material organik sendiri / TOC ini biasa digunakan karna lebih terjangkau dan juga tidak memakan waktu yang lama, analisis ini menggunakan alat yang bernama *Leco Carbon Analyzer* (Gambar 2.3) dimana dalam teknis penggunaan alat ini bisa dikatakan cukup sederhana yaitu *sample* batuan yang berbentuk bubuk cukup dibakar yang dimana bebas mineral karbonat pada suhu yang tinggi dengan *support* oksigen (Waples,1985).

Tabel 2. 1 Potensi minyak bumi dari batuan induk yang belum matang berdasarkan kuantitas kandungan material organiknya (Peters & Cassa, 1994)

<i>Petroleum Potential</i>	% TOC (wt. %)
<i>Poor</i>	0 – 0,5
<i>Fair</i>	0,5 – 1
<i>Good</i>	1 – 2
<i>Very Good</i>	2 – 4



Gambar 2. 3 Diagram skematik cara kerja alat Leco carbon analyzer (Waples, 1985)

2.3.4 Analisis Tipe Material Organik

Material organik awalnya diklasifikasikan sebagai humic dan sapropelic oleh Potonie pada tahun 1908. Humic terbentuk dari dinding sel dan sel tumbuhan yang diendapkan dalam kondisi oksik hingga sub-oksik. Sedangkan sapropelic, yang meliputi batubara boghead dan channel, terbentuk dari spora, serbuk sari dan alga yang diendapkan di bawah kondisi sub-oksik hingga anoksik (Hunt, 1979, hlm. 273-279 dalam Hunt, 1991).

Berdasarkan komposisi unsur-unsur kimia yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O), pada awalnya kerogen dibedakan menjadi 3 tipe utama yaitu kerogen tipe I, tipe II, dan tipe III (Tissot & Welte, 1984) yang kemudian dalam penyelidikan selanjutnya ditemukan kerogen tipe IV (Waples, 1985). Masing-masing tipe dicirikan oleh jalur evolusinya dalam diagram van Krevelen.

1. Tipe Kerogen menurut van Krevelen modifikasi Tissot (1984)

Dalam diagram van Krevelen yang dimodifikasi oleh Tissot (1984) digambarkan jalur evolusi pematangan 4 tipe kerogen, yaitu:

- Tipe I

Merupakan tipe tinggi, berupa sedimen-sedimen alga, umumnya merupakan endapan danau, mengandung bahan organik sapropelic, rasio atom H:C sekitar 1,6 – 1,8. Kerogen ini cenderung menghasilkan minyak (oil prone).

- Tipe II

Kerogen tipe ini merupakan tipe intermediet, umumnya merupakan endapan-endapan tepi laut. Bahan organiknya merupakan campuran antara bahan

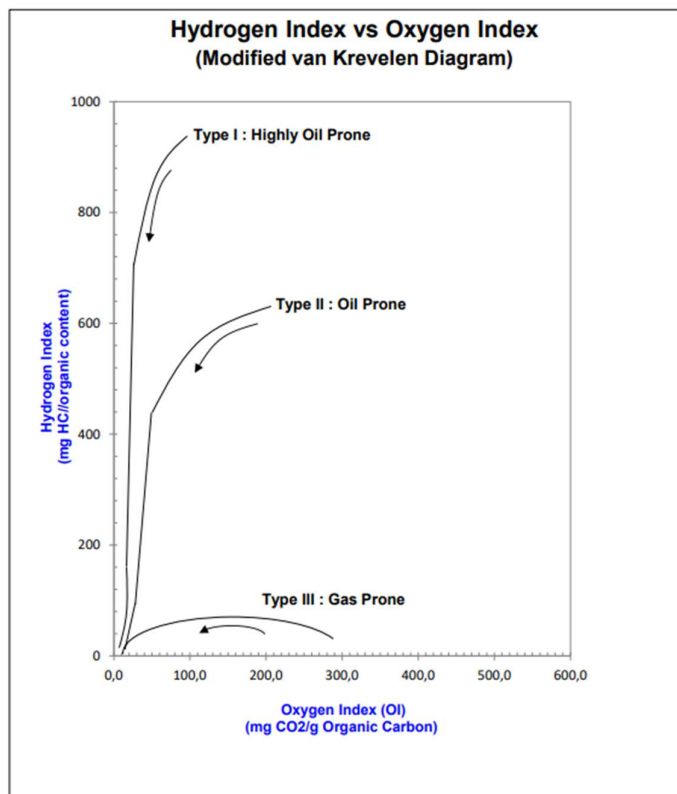
organik asal darat dan laut, rasio atom H:C sekitar 1,4. Tipe ini juga menghasilkan minyak (oil prone).

- Tipe III

Kerogen ini mengandung bahan organik humic yang berasal dari darat, yakni dari tumbuhan tingkat tinggi (ekuivalen dengan vitrinit pada batubara). Rasio antara atom H:C adalah 1,0. Tipe ini cenderung untuk membentuk gas (gas prone).

- Tipe IV

Tipe ini bahan organiknya berasal dari berbagai sumber, namun telah mengalami oksidasi, daur ulang atau teralterasi. Bahan organiknya yang lembam (inert) miskin hidrogen (rasio atom H:C kurang dari 0,4) dan tidak menghasilkan hidrokarbon.



Gambar 2. 4 Diagram yang menunjukkan tipe kerogen dengan parameter HI dan OI