

**PENELITIAN TERAPAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**ANALISIS TINGKAT MATURASI ORGANIK DALAM
CaCO₃, CLAY DAN PENAMBAHAN Fe, DENGAN CARA
PENENTUAN ENERGI AKTIVASI SEBAGAI DASAR KONVERSI
SERPIH MINYAK KE BAHAN BAKAR MIGAS**

Oleh:

**Dr. Ordas Dewanto
Rahmat Catur Wibowo, M.T.**

**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG 2021**

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL	
DAFTAR ISI	1
RINGKASAN	2
BAB 1 LATAR BELAKANG	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3 METODE	9
BAB 4 RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	17
DAFTAR PUSTAKA	18

RINGKASAN

Usaha pencarian sumber energi baru dan terbarukan saat ini masih menjadikan prioritas utama dalam dunia eksplorasi sumber energi. Serpih minyak merupakan energi baru yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi masa depan. Material serpih adalah sejenis serpih minyak yaitu material clay atau karbonat yang mengandung banyak organik belum matang, apabila dipanaskan pada suhu tertentu, kandungan organiknya menjadi matang dan berubah secara fisika dan kimia, sehingga dapat menghasilkan bahan energi seperti migas.

Beberapa penelitian pendahuluan, memotivasi untuk mengetahui beberapa metode dan parameter yang mendasari proses perubahan serpih minyak menjadi bahan bakar minyak. Proses konversi serpih minyak memerlukan beberapa parameter yang tepat, agar reaksi perubahan secara fisika dan kimia dapat terjadi sesuai yang diinginkan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan temperatur pada masing-masing tahap reaksi, menentukan tingkat maturasi organik pada material serpih, menentukan Tmax dari hasil pengujian Pirolisis dan laju Pirolisis, menentukan material serpih yang lebih dominan mempengaruhi nilai energi aktivasi dan Tmax, sebagai dasar perbandingan penentuan tingkat maturasi organik.

Dalam penelitian ini campuran material dimodifikasi dengan perbandingan: A=B, A<B dan A>B. Pengujian TOC menghasilkan clay-organik dan karbonat-organik menunjukkan kualitas yang sangat baik sebagai serpih minyak ($TOC \geq 12.0\%$), yang diperkuat hasil analisis SEM (morfologi dan komposisi) dan XRD (interaksi dua material). Penelitian ini diawali dengan melakukan pemilihan jenis serpih minyak sesuai dengan tujuan, yaitu clay dan karbonat alam pada kedalaman tertentu. Setelah didapatkan beberapa sampel serpih minyak maka dilakukan karakterisasi dan beberapa pengujian yaitu dengan menggunakan alat SEM, XRD, FTIR, TGA dan Pirolisis.

Hasil analisis Termogravimetri menunjukkan energi aktivasi material serpih clay, dan temperatur untuk proses reaksi material serpih clay. Karakteristik tersebut untuk analisis tingkat maturasi material serpih clay dan karbonat, diperkuat Tmax serpih clay. Hasil pengujian *Rock Eval Pyrolysis* dapat menunjukkan material serpih clay dan karbonat mempunyai potensi tinggi (menghasilkan *oil* dan *gas*). Hasil pemanasan material serpih diperkuat oleh hasil pengujian FTIR.

Dengan mengetahui nilai Tmax, TOC, jenis serpih minyak karbonat dan clay, pilarisasi Fe serta energi aktivasi pada serpih minyak, maka pekerjaan konversi serpih minyak menjadi minyak dalam hal pengaturan temperatur dapat ditentukan sesuai kebutuhan, sehingga tidak terjadi kesalahan saat proses pemanasan. Luaran yang ditargetkan adalah teori dan metode baru untuk konversi serpih minyak, Jurnal Internasional yang terindex, prosiding dan buku hasil penelitian ber ISBN.

Deskripsi Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) saat ini dari prinsip dasar teknologi yang diteliti (TKT 1) yaitu prinsip dasar teknologi yang akan dikembangkan dan formulasi hipotesis riset. Target akhir TKT adalah 2 dan 3, yaitu studi literatur (teoritis) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk diterapkan serta diketahui tahapan eksperimen yang akan dilakukan. Target akhir berikutnya adalah pembuktian konsep fungsi dan karakteristik penting secara analitis eksperimental (teknologi layak secara ilmiah). Penelitian ini akan menghasilkan teori dan metode baru untuk pengolahan sumber energi baru, serta diharapkan dapat membantu mengatasi krisis migas di masa yang akan datang.

Kata kunci: material serpih, serpih minyak, TOC, energi aktivasi dan pyrolisis.

BAB 1

LATAR BELAKANG

Kebutuhan energi fosil semakin meningkat, sedangkan cadangan minyak semakin turun. Menurut Barkia dkk (2004) bahwa pasokan energi telah menjadi masalah di seluruh dunia selama beberapa dekade terakhir. Banyak negara telah berusaha untuk mengatasi kenaikan harga minyak dan efeknya pada perekonomian. Al-Hamaiedh (2010) mengatakan bahwa di Yordania konsumsi minyak yang tinggi dan pengurangan cadangan minyak mentah diperkirakan akan meningkatkan krisis energi, oleh karena itu pencarian sumber energi alternatif dan penemuan metode baru menjadi begitu penting.

Dalam konteks eksplorasi energi baru, serpih minyak merupakan energi baru yang diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi masa depan (Mulyanto dkk, 2018). Serpih minyak atau *oil shale* adalah material clay atau karbonat yang mengandung organik belum matang, apabila dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu, dapat menghasilkan bahan energi seperti migas (Kantsler dkk, 1978; Dewanto dkk, 2017). Saat ini serpih minyak merupakan sumber energi yang sedang ramai dikembangkan agar dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif di masa depan. Kogerman (2001) menyebutkan bahwa penelitian serpih minyak menjadi pusat penelitian di Uni Soviet.

Menyikapi hal tersebut, para peneliti Indonesia mulai melakukan penelitian sumber energi baru, agar dapat dapat membantu mengatasi krisis migas. Dalam penelitian ini, peneliti berusaha menemukan teori dan metode baru dalam pengolahan serpih minyak, sehingga dapat digunakan sebagai dasar konversi serpih minyak menjadi bahan bakar minyak atau gas. Dasar teori yang digunakan adalah tingkat maturasi hidrokarbon. Temperatur yang diperlukan untuk konversi serpih minyak menjadi migas disebut Tmax. Nilai Tmax ini dipengaruhi oleh TOC, litologi dan kandungan logam pada serpih minyak, oleh karena itu perlu dilakukan analisis parameter tersebut. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan temperatur pada masing-masing tahap reaksi, untuk dasar penentuan energi aktivasi pada material serpih.
2. Menentukan tingkat maturasi organik pada material serpih berdasarkan parameter temperatur dan kecepatan reaksi (berbanding terbalik dengan energi aktivasi).
3. Menentukan Tmax dari hasil pengujian Pirolisis dan laju Pirolisis (berbanding terbalik dengan energi aktivasi) dari hasil analisis TGA, untuk mendukung penentuan tingkat maturasi organik pada material serpih.

4. Menentukan material serpih yang lebih dominan mempengaruhi nilai energi aktivasi dan T_{max} , sebagai dasar perbandingan penentuan tingkat maturasi organik.

Pengujian pirolisis digunakan untuk menentukan kandungan organik, kematangan organik, mendeteksi kandungan minyak/gas yang dihasilkan dan juga digunakan untuk mengidentifikasi ulang tipe dari beberapa campuran material. Proses pemanasan yang dilakukan dengan metode pirolisis mengacu pada peneliti terdahulu yaitu Katz (1983), Berraja dkk (1988), Kamtono, Praptisih dan Siregar (2005), Heryanto dan Hermiyanto (2006), Hidayat dan Fatimah (2007), Praptisih, Kamtono, Putra dan Hendrizan (2009), Hermiyanto dan Ningrum (2009).

Kegiatan penelitian ini juga menggunakan analisis termal. Dua jenis teknik analisa termal yang utama adalah analisa termogravimetrik (TGA), yang secara otomatis merekam perubahan berat sampel sebagai fungsi dari suhu maupun waktu, dan analisa diferensial termal (DTA) yang mengukur perbedaan suhu, T , antara sampel serpih. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diolah menjadi grafik TG (*thermogravimetry*) dan DTG (*differential thermogravimetry*). Grafik TG adalah grafik dY/dt terhadap T_{solid} . Grafik DTG yaitu grafik d^2Y/dt^2 terhadap T_{solid} . Kedua grafik ini digunakan untuk mencari sifat-sifat pirolisis material serpih (berbasis clay dan organik) dan yang telah ditambah dengan logam Fe.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of The Art Dalam Bidang yang Diteliti

2.1.1 Penelitian Serpih Minyak

Serpih minyak yaitu material clay atau karbonat yang mengandung organik, dimana merupakan sumber energi yang menghasilkan minyak bumi dan gas (Dewanto dkk, 2017). Limbah pengolahan serpih minyak inipun sangat bermanfaat dalam bidang pertanian dan industri (Barkia dkk, 2004; AL-Hasan, 2006; Al-Hamaiedh, 2010). Kogerman (2001) menyebutkan bahwa penelitian serpih minyak menjadi pusat penelitian di Uni Soviet. Berraja dkk (1988) mengawali penelitian tentang studi analisis termal pada pembakaran serpih minyak di Tarfaya. Meskipun metode yang digunakan belum efisien, namun penelitian tersebut menghasilkan teori pemanasan metode pirolisis.

Penelitian Bartis dkk (2005), eksploitasi serpih minyak yang telah dikumpulkan dikirim ke suatu tempat pengolahan dengan cara membakar serpih langsung untuk

dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Bartis juga melakukan penambangan serpih minyak di bawah tanah dengan menggunakan metode ruang dan pilar. Kemudian Burnham dkk (2006) melakukan ekstraksi hasil pengolahan serpih minyak, yang dikerjakan di atas tanah.

Pengujian pirolisis digunakan untuk menentukan TOC, kematangan organik, kandungan migas yang dihasilkan dan untuk mengidentifikasi tipe beberapa campuran material. Proses pemanasan dengan pirolisis mengacu pada Praptisih dkk (2009), Hermiyanto (2009).

Penentuan temperatur pada pirolisis untuk mengetahui tingkat maturasi dan analisis laju reaksi (Pogaku dkk, 2012). Penentuan temperatur pada tahap maturasi dan kecepatan reaksi dari analisis TGA mengacu dari beberapa hasil penelitian: Katarzyna dkk (2011), Himawanto dkk (2013), Himawanto (2013), Riyanto (2009), Emam (2013), Marnoto (2012), Yan (2014), Sugondo (2012), Sukma (2012), Malika dkk (2014), Martono dkk (2012), Suyitno (2009), Kholisoh (2011), Minarsih (2011), Jiang dkk (2014), Cantrell dkk (2010).

2.1.2 Studi Pendahuluan yang Telah Dilaksanakan dan Hasil Yang Sudah Dicapai Sebagai Dasar Penelitian yang Diusulkan (2020-2022)

2.1.2.1 Penelitian Ordas Dewanto dkk (2000-2003)

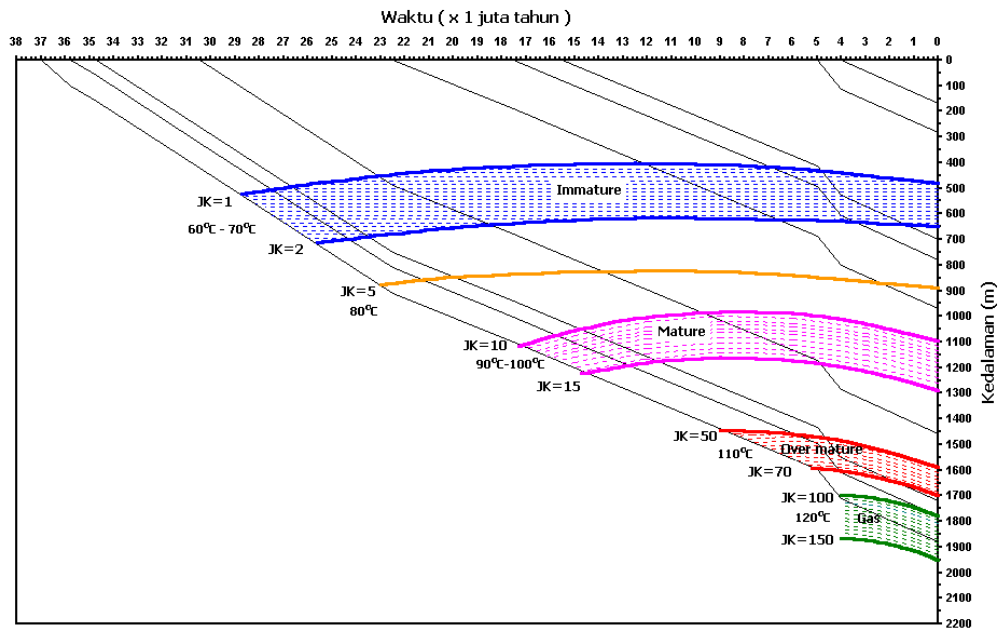
Penelitian ini merupakan pengembangan Subono (1995), yaitu menghasilkan metode penentu awal kematangan hidrokarbon dan indikator untuk memprediksi tingkat perubahan material organik (konversi hidrokarbon belum matang). Hasil penelitian Dewanto berhubungan erat dengan penelitian yang diusulkan ini, perbedaannya pada tingkat maturasinya. Penelitian yang diusulkan ini dilakukan pada tingkat *mature*, sedangkan penelitian Dewanto dkk (2000-2003) dilakukan pada tingkat *immature*.

2.1.2.2 Penelitian Ordas Dewanto dkk (2004-2006)

Dewanto dkk kembali melanjutkan penelitian terdahulunya (2000-2003). Dewanto mencoba mengestimasi tingkat maturasi hidrokarbon menggunakan metode termal. Kemudian mengestimasi *heat flow* berdasarkan konduktivitas panas sumur.

Gambar 2.1 merupakan hasil penelitian Dewanto (2004). Hasil penelitian ini berhubungan erat dengan penelitian yang akan diusulkan, perbedaannya pada tempat

maturasinya. Penelitian yang diusulkan dilakukan di luar bumi, sedangkan penelitian Dewanto dkk (2004) dilakukan di dalam bumi.



Gambar 2.1. Tingkat maturasi hidrokarbon pada sumur A1 (Dewanto, 2004)

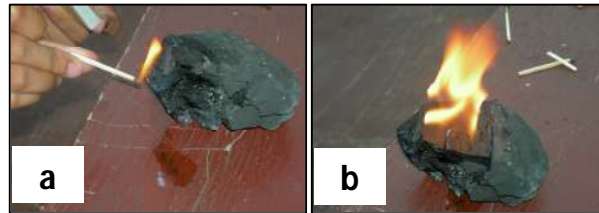
Tahun 2005, Dewanto melakukan estimasi perubahan temperatur terhadap terbentuknya minyak pada batuan reservoir migas. Parameter yang digunakan sama dengan parameter pada penelitian yang diusulkan, perbedaannya pada tempat pengolahannya. Kemudian tahun 2006, Dewanto melakukan penelitian yang sama di laboratorium, yaitu menganalisis pengaruh perubahan sifat fisika batuan terhadap tingkat maturasi hidrokarbon. Warsito (2006) membantu riset Dewanto dalam hal alat pengukur konduktivitas panas batuan.

2.1.2.3 Penelitian Ordas Dewanto dkk (2007-2008)

Dewanto dkk melakukan penelitian tentang serpih minyak. Pertama, menganalisis dan menentukan daerah serpih minyak pada sumur-sumur di daerah 'X' Sumatera. Kedua menganalisis perubahan serpih minyak menjadi zat pengganti migas di dalam reservoir. Ketiga, menentukan metode industri pengolahan serpih minyak menjadi zat pengganti migas. Metode yang digunakan adalah metode termal didukung oleh Well Logging, Petrofisika dan Geokimia. Hasil penelitian adalah dapat diketahui terbentuknya serpih minyak dan metode menentukan kedalaman serpih minyak.

2.1.2.4 Penelitian Ordas Dewanto dkk (2009-2010)

Penelitian ini merupakan kelanjutan 2007-2008. Hasil coring serpih minyak dilakukan pengolahan dengan cara pemanasan langsung di luar bumi (laboratorium). Gambar 2.2a menunjukkan test pembakaran dengan cara meneteskan serpih minyak belum matang ke arang, hasilnya sulit menyala. Hal ini disebabkan karena sampel tersebut berderajat API rendah berarti mengandung banyak fraksi berat dan titik didihnya tinggi.



Gambar 2.2. Pembakaran serpih minyak belum matang (a) dan matang (b)

Gambar 2.2b menunjukkan pembakaran serpih minyak belum matang yang dipanaskan dengan temperature 200°C - 400°C . Hasilnya arang kering cepat menyala, terjadi nyala api yang cukup lama.

2.1.2.5 Penelitian Ordas Dewanto (2013)

Penelitian ini sangat mendukung penelitian yang diusulkan, karena membahas pengaruh material clay terhadap kematangan organik. Tingkat kematangan dan potensi material organik dalam batuan reservoir berbeda-beda, karena pengaruh material clay yang bercampur organik dalam batuan. Hasil penelitian Dewanto (2013) ini akan dipakai pada penelitian yang diusulkan yaitu sebagai dasar penelitian untuk menentukan metode pengolahan serpih minyak yang belum matang sebagai dasar konversi serpih minyak.

2.1.2.6 Penelitian Ordas Dewanto (2014-2015)

Penelitian ini kelanjutan dari penelitian 2013, yaitu mengaplikasikan clay untuk mengkonversi ethanol menjadi biogasolin sebagai bahan bakar alternatif, menggunakan katalis clay (kaolinite/ montmorillonit).

2.1.2.7 Penelitian Ordas Dewanto (2017-2018)

Penelitian ini sebagai dasar penelitian yang diusulkan. Telah dilakukan konversi serpih minyak menggunakan katalis clay yang akan dilanjutkan lebih detail dengan variasi TOC, litologi dan pilarisasi Fe sebagai pengaruh Tmax.

2.1.2.8 Penelitian Mulyanto (2017-2018)

Penelitian ini menjadi acuan penelitian yang diusulkan dalam hal menentukan lapisan serpih minyak pada sumur.

2.1.2.9 Penelitian Ordas Dewanto (2020)

Penelitian ini sebagai dasar penelitian yang diusulkan, dalam penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh TOC, Litologi dan Pilarisasi Fe Terhadap Temperatur Maksimum (Tmax).

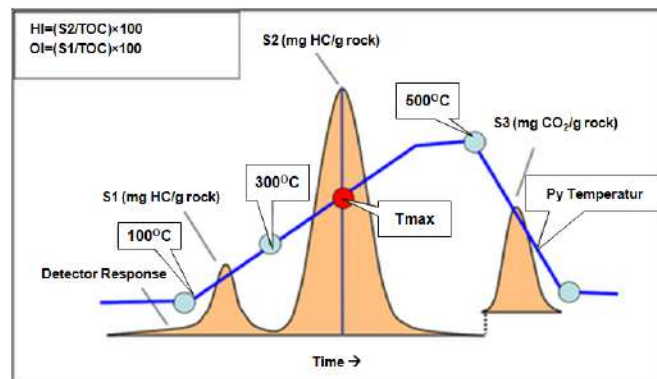
2.2 Teori Dalam Bidang yang Diteliti

2.2.1 TOC (*Total Organic Carbon*)

Kekayaan kandungan organik batuan biasanya dinyatakan dengan nilai TOC. Tobing (2003) melakukan analisis TOC dan menunjukkan bahwa nilai $TOC \geq 12\%$ merupakan material serpih berpotensi sangat baik sebagai batuan serpih minyak. Pada tingkat kematangan termal yang tinggi material serpih padat diharapkan dapat menghasilkan minyak dengan jumlah yang ekonomis. Analisis TOC juga telah dilakukan oleh Heryanto (2007) pada 32 sampel berbutir halus, dan diperoleh 4 sampel dengan potensi hidrokarbon yang sangat baik, yang mempunyai kualitas serpih minyak ($TOC=11.53\%$, 14.71% , 27.09% , 23.58%).

2.2.2 Temperatur Maksimum (Tmax)

Tmax merupakan parameter geokimia yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan. Tmax yang terekam dipengaruhi oleh jenis material serpih. Material Kerogen Tipe I akan membentuk hidrokarbon lebih akhir dibanding Tipe III pada kondisi temperatur yang sama.



Gambar 2.3. Pembacaan hasil pyrolysis (dimodifikasi dari Peters, 1986)

Tmax sebagai indikator kematangan juga memiliki beberapa keterbatasan lain misalnya tidak dapat digunakan untuk material yang memiliki TOC rendah (<0,5) dan HI<50. Pembacaan hasil pyrolisis yang dimodifikasi dari Peters dkk (1986, 2006) ditunjukkan dalam Gambar 2.3.

BAB 3 METODE

3.1 Diagram Alir Penelitian yang Telah Dilaksanakan

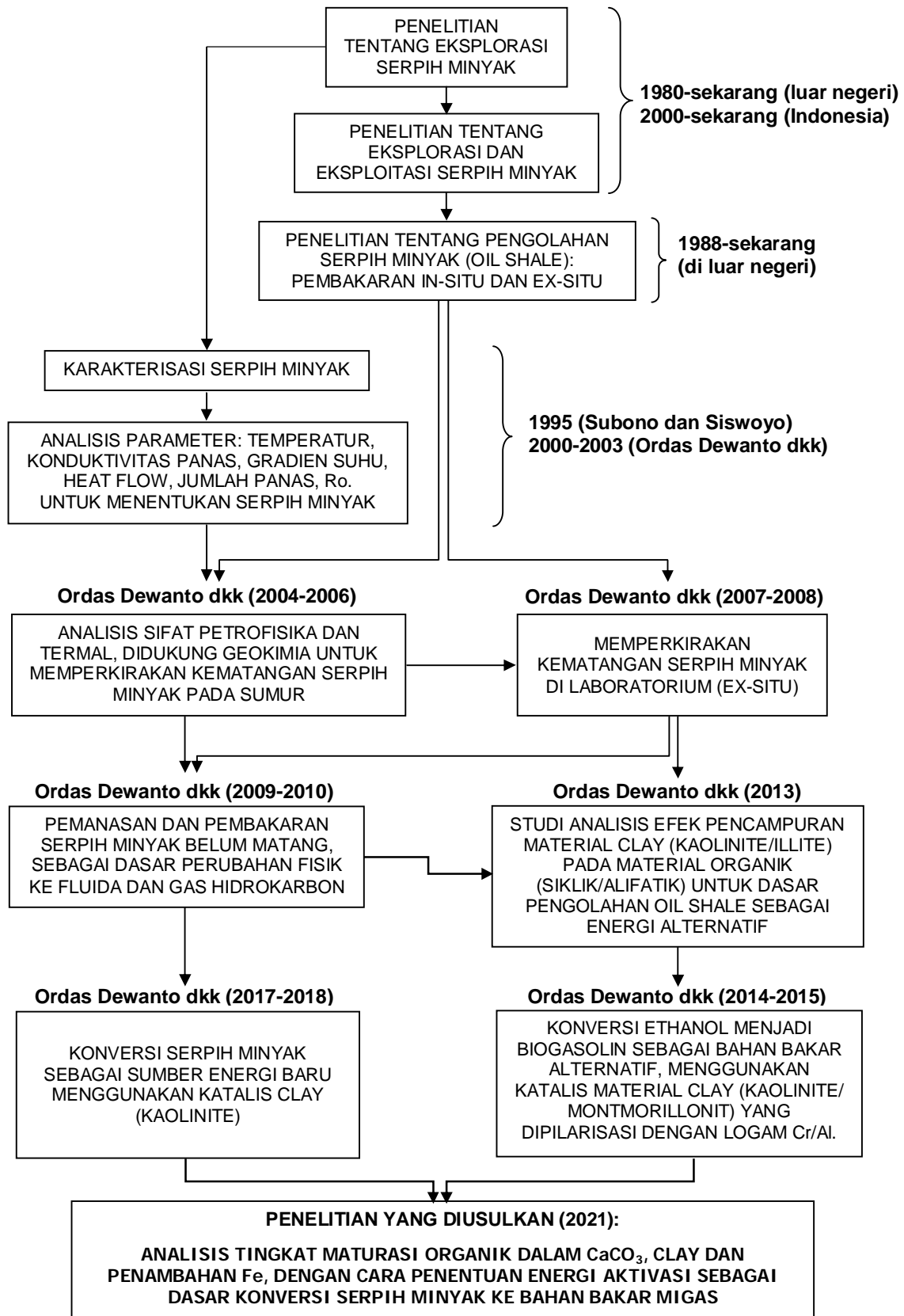
3.1.1 Penelitian di Luar Negeri

Penelitian eksplorasi dan eksploitasi sumber energi baru serpih minyak telah dilaksanakan pada 1980 sampai sekarang, sedangkan pengolahan serpih minyak dilaksanakan mulai 1988 sampai sekarang. Pengolahan dilaksanakan dengan cara membakar serpih langsung untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Pengolahan juga dilakukan dengan cara ekstraksi hasil pengolahan serpih minyak, yang dikerjakan di atas tanah (*ex-situ*), dan di bawah tanah di lokasi atau di-*insitu* pengolahan. Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir penelitian yang telah dilaksanakan dan akan dilaksanakan

3.1.2 Penelitian Ordas Dewanto dkk

Penelitian eksplorasi dan eksploitasi sumber energi baru serpih minyak, diawali pada tahun 1995 dilakukan penelitian tentang karakterisasi serpih minyak. Kemudian tahun 2000-2003, peneliti melakukan analisis parameter yaitu temperatur, konduktivitas panas, gradien suhu, heat flow, jumlah panas dan Ro untuk menentukan serpih minyak.

Penelitian yang berhubungan dengan pengolahan serpih minyak, diawali pada tahun 2004-2006 yaitu peneliti melakukan analisis sifat petrofisika dan termal, yang didukung data geokimia untuk memperkirakan kematangan serpih minyak pada sumur. Kemudian tahun 2007-2008, peneliti memperkirakan kematangan serpih minyak di laboratorium. Penelitian ini menjadi dasar penelitian 2009-2010, yaitu melakukan pemanasan dan pembakaran serpih minyak belum matang, sebagai dasar perubahan fisik ke hidrokarbon.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian yang telah dilaksanakan dan akan dilaksanakan

Tahun 2013, peneliti membahas pengaruh material clay yang mengandung kaolinite/illite terhadap maturasi dan potensi material organik pada proses pemanasan material. Hasil penelitian ini akan dipakai pada penelitian yang diusulkan yaitu sebagai dasar penelitian untuk menentukan metode pengolahan serpih minyak yang belum matang. Penelitian Dewanto dkk (2014-2015) yaitu mengaplikasikan clay untuk mengkonversi ethanol menjadi biogasolin sebagai bahan bakar alternatif, menggunakan katalis clay (kaolinite/ montmorillonit). Penelitian Dewanto (2017-2018) melakukan konversi serpih minyak menggunakan katalis clay yang akan dilanjutkan lebih detail dengan variasi TOC, litologi dan pilarisasi Fe sebagai pengaruh Tmax pada penelitian yang diusulkan (2020-2022). Penelitian Mulyanto (2017-2018) menjadi acuan penelitian yang diusulkan dalam hal menentukan lapisan serpih minyak pada sumur.

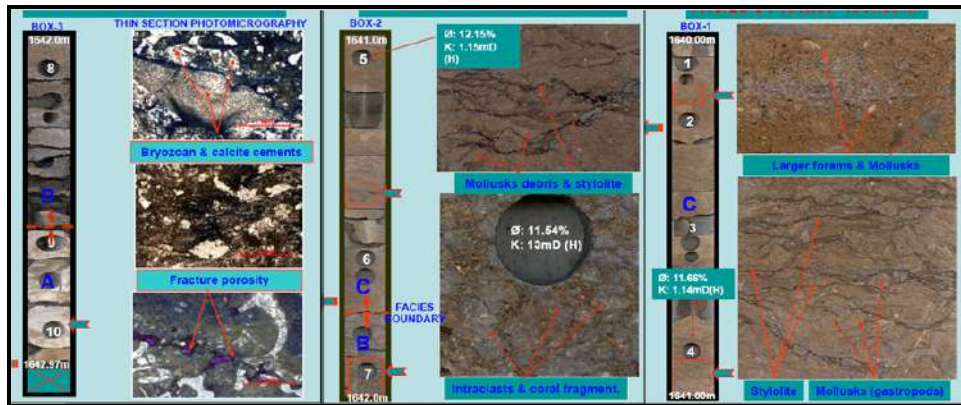
3.2 Penelitian yang akan Dilaksanakan Tahun 2021

3.2.1 Tempat dan Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan berupa peralatan gelas untuk keperluan preparasi dan peralatan pemotong batuan yang tersedia di Lab Kimia FMIPA Unila dan Lemigas Jakarta. Analisa Difraksi Sinar-X (XRD) dilakukan di Laboratorium Fisika FMIPA UNS Surakarta. Analisa TGA dilakukan di Laboratorium Biomasa Kimia FMIPA Unila. Analisis SEM untuk mengetahui konsentrasi spesies/karakteristik oksida dilaksanakan di Laboratorium Biomasa Kimia FMIPA Unila dan Lemigas Jakarta. Pengujian Pirolisis dilakukan di Lemigas Jakarta, serta FTIR di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Indonesia.

3.2.2 Bahan Penelitian

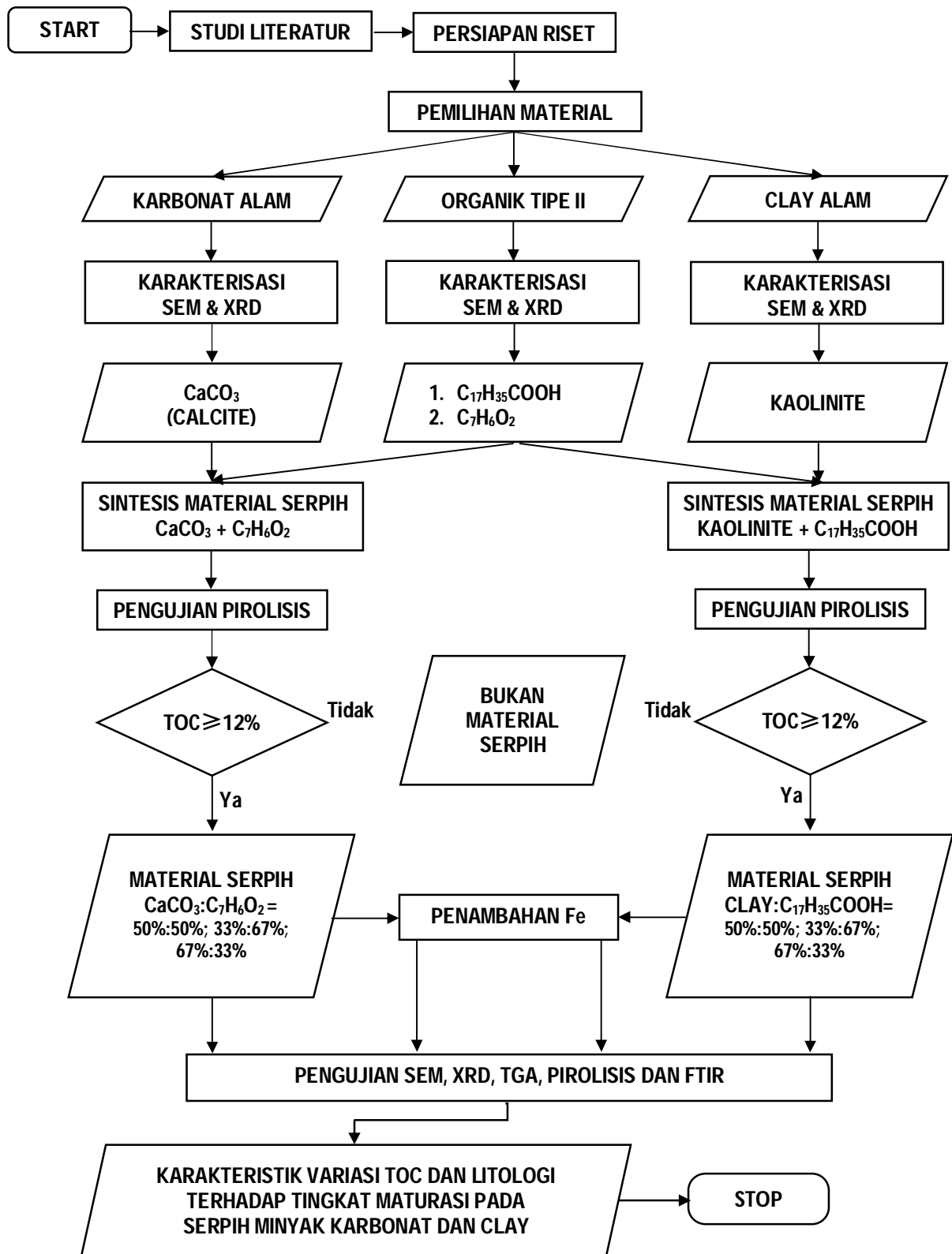
- 1) Clay alam (kaolinite/illite) dan karbonat alam (CaCO_3) dimana kedua material tersebut mempunyai karakteristik sebagai wadah organik sesuai dengan tujuan penelitian, yang diperoleh dari hasil coring pada kedalaman tertentu di daerah X. Gambar 3.2 menunjukkan coring pada jenis material fasies A, B dan C.
- 2) Material organik kelompok senyawa siklik berupa asam salisilat ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$) dan senyawa organik alifatik berupa asam stearat ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$).
- 3) Serpih minyak karbonat dan clay (kualitas bagus)



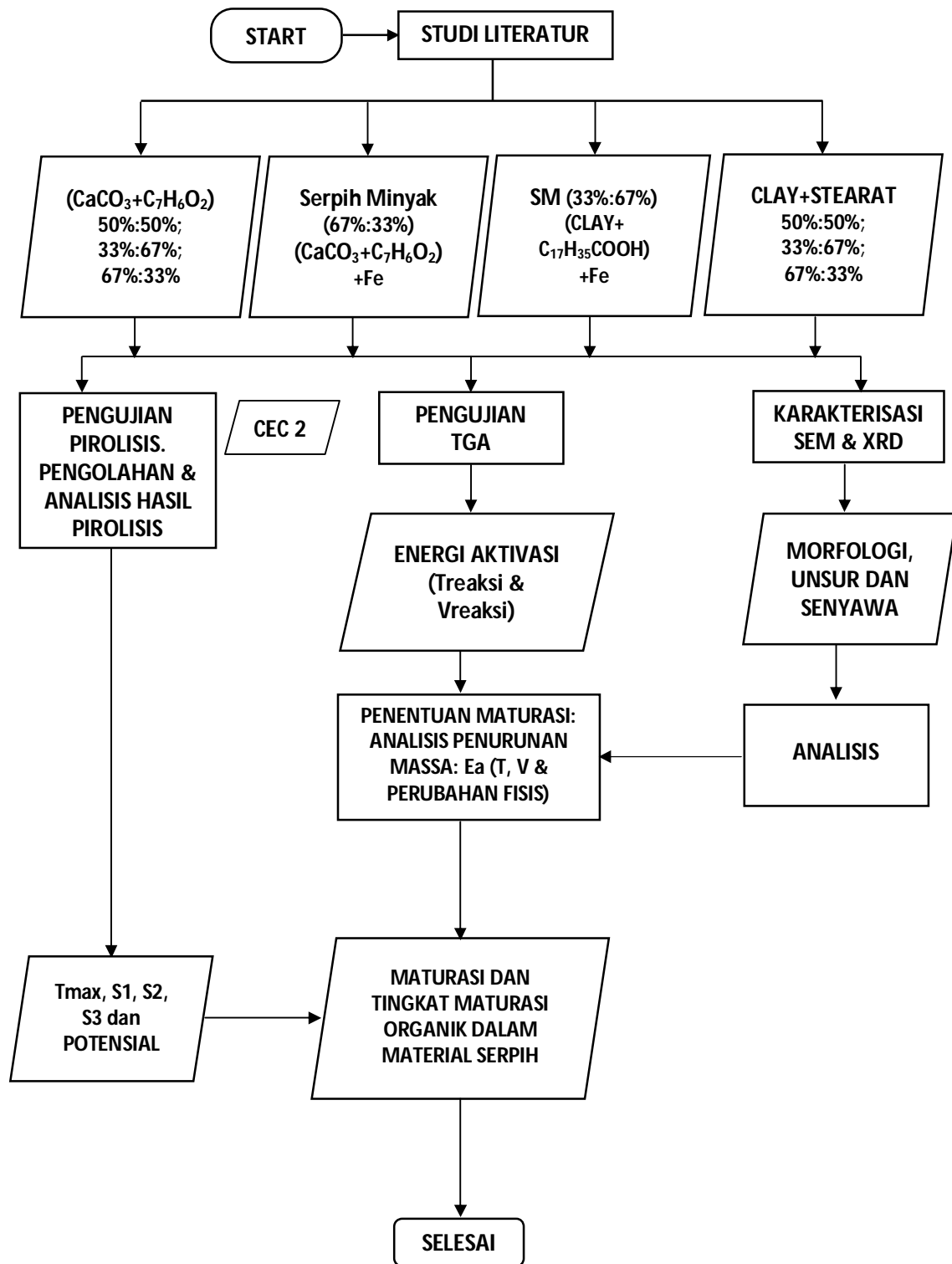
Gambar 3.2 Jenis material yang diambil dari Core pada Facies A, B dan C

3.2.3 Rancangan (*design*) Penelitian

Kegiatan penelitian ini akan dilaksanakan sepenuhnya dengan melakukan percobaan di laboratorium. Secara rinci dan lengkap pelaksanaan penelitian ditunjukkan dalam Diagram Alir Penelitian pada Gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.3. Diagram alir penelitian tahap ke-1



Gambar 3.4. Diagram alir penelitian tahap ke-2

3.2.4 Indikator Capaian yang Terukur dan Tugas Masing-masing Peneliti

No	Tahap Penelitian	Luaran	Indikator Capaian	Peneliti yang Bertugas
1	Studi Literatur Persiapan Riset	- Buku-buku, diktat petunjuk penelitian - Alat dan bahan penelitian	Referensi penelitian Bahan dan data penelitian siap	Dr. Ordas Dewanto (Ketua Peneliti) Rahmat Catur W., M.T. (Anggota Peneliti)
2	- Pemilihan Material	- (CaCO ₃ +C ₇ H ₆ O ₂) - (CaCO ₃ +C ₇ H ₆ O ₂) + Fe - (Clay + C ₁₇ H ₃₅ COOH) + Fe - Clay + Stearat	Serpih minyak variasi TOC dan pilarisasi Fe	Dr. Ordas Dewanto (Ketua Peneliti) Rahmat Catur W., M.T. (Anggota Peneliti)
3	Pengujian Pirolisis, Pengolahan Dan Analisis Hasil Pirolisis	Diperoleh parameter: - Tmax, S1, S2, S3	Parameter geokimia untuk menentukan Maturasi Dan Tingkat Maturasi Organik Dalam Material Serpih	Dr. Ordas Dewanto (Ketua Peneliti)
4	Pengujian TGA	Energi Aktivasi (Treaksi & Vreaksi)	Penentuan maturasi: Analisis Penurunan Massa: Ea (T, V & Perubahan fisis)	Rahmat Catur W., M.T. (Anggota Peneliti)
5	Karakterisasi XRD dan SEM	Morfologi, Unsur Dan Senyawa	Penentuan maturasi: Analisis Penurunan Massa: Ea (T, V & Perubahan fisis)	Dr. Ordas Dewanto (Ketua Peneliti)
6	Pengujian TGA dan Pirolisis	Diperoleh parameter: - Tmax, S1, S2, S3 - Analisis Penurunan Massa: Ea (T, V & Perubahan fisis)	Maturasi Dan Tingkat Maturasi Organik Dalam Material Serpih	Dr. Ordas Dewanto (Ketua Peneliti) Rahmat Catur W., M.T. (Anggota Peneliti)

3.2.5 LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran wajib : Jurnal Internasional Terindeks Scopus
Luaran tambahan : Prosiding Terindex
Tahun capaian : 2021
Status pencapaian : 2021 Jurnal Internasional Terindeks Scopus
Luaran publikasi
 Nama jurnal : Journal of Engineering and Applied Science
 Nama penerbit : Cairo University
Hasil penelitian : Produk hasil penelitian

BAB 4
RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1 Rencana Anggaran Biaya

Jumlah biaya yang diajukan pada masing-masing proposal disesuaikan dengan ruang lingkup kegiatan, dengan biaya maksimum Rp. 35.000.000,- (tiga puluh lima juta rupiah) per hibah. Rencana anggaran disusun berdasarkan pedoman berikut:

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah
1	Pengadaan alat dan bahan penelitian	Rp 19.235.000
2	Biaya perjalanan penelitian	Rp 2.900.000
3	Alat tulis kantor/bahan habis pakai	Rp 1.265.000
4	Laporan/Diseminasi/Publikasi	Rp 11.600.000
Jumlah Biaya Penelitian =		Rp 35,000,000

4.2 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1.	Studi Literatur						
2.	Persiapan Riset						
3.	Pengujian Pirolisis. Pengolahan Dan Analisis Hasil Pirolisis						
4.	Pengujian TGA						
5.	Karakterisasi XRD (material serpih minyak)						
6.	Karakterisasi SEM (material serpih minyak)						
7.	Energi Aktivasi (Treaksi & Vreaksi)						
8.	Penentuan Maturasi: Analisis Penurunan Massa: Ea (T, V & Perubahan Fisis)						
9.	Analisis Tmax, S1, S2, S3 dan Potensial						
10.	Analisis Maturasi Dan Tingkat Maturasi Organik Dalam Material Serpih						
11.	Menulis Prosiding Internasional						
12.	Menulis Jurnal Internasional Scopus						
13.	Membuat Laporan Akhir						

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hamaiedh, H., Maaitah, O., and Mahadin, S. 2010. *Using Oil Shale Ash in Concrete Binder*. EJGE Vol. 15, Bund. F. P. 601-608.
- AL-Hasan, N. 2006. *Behavior of concrete made using oil shale ash and cement mixtures*. *Oil Shale*. Vol. 23, No. 2, ISSN: 0208-189X pp. 135-143.
- Barkia, H., Belkbir, L. and Jayaweera, S.A.A. 2004. Thermal analysis studies of oil shale residual carbon. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 76 (2), pp.615-622.
- Bartis, James T.; LaTourrette, Tom; Dixon, Lloyd; Peterson, D.J.; Cecchine, Gary. 2005 (PDF). *Oil Shale Development in the United States. Prospects and Policy Issues. Prepared for the National Energy Technology Laboratory of the U.S. Department of Energy* (http://www.rand.org/pubs/monographs/2005/RAND_MG414.pdf). The RAND Corporation. ISBN: 978-0-8330-3848-7. Retrieved 2007-06-29.
- Berraja, T., Barkia, H., Belkbir, L., and Jayaweera, S.A.A. Sept. 1988. Thermal analysis studies of the combustion of Tarfaya oil shale. *Proceeding of an International Conference on Carbon, Carbon'88*, Eds. B. McEnaney and T.J. Mays, Univ. Newcastle Upon Tyne, UK, 18-23.
- Burnham, Alan K.; McConaghy, James R. 2006. "Comparison of the Acceptability of Various Oil Shale Processes" (<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/341283.pdf>) (PDF). 26th Oil Shale Symposium. Golden, Colorado: Lawrence Livermore National Laboratory. UCRL-CONF-226717. Retrieved 2007-06-23.
- Darmawan, A., Suseno, A., dan Purnomo, S.A. 2005. Sintesis Lempung Terpilar Titania. *JSKA. Vol.VIII, No.3*. Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia Anorganik Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang.
- Dewanto, O. 2000. Penentuan Maturasi Hidrokarbon Menggunakan Metode Panas Pada Sumur A1 dan B1 Di Cekungan Sumatera Tengah. *Hasil Penelitian UI, 2000*.
- Dewanto, O. 2001. Analisa Hubungan Aliran Panas Bumi Terhadap Awal Maturasi Hidrokarbon pada Cekungan Minyak di Jawa Barat-Utara. *Jurnal Sains dan Teknologi Unila ISSN 0853-733X Vol. 7 No. 3, hal. 29-42*.
- Dewanto, O. 2002. Analisa Hubungan Porositas Terhadap Konduktivitas Panas Batuan Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak. *Jurnal Sains dan Teknologi Unila ISSN 0853-733X Vol. 8 No. 2, hal. 27-41*.
- Dewanto, O. 2004. Estimasi Tingkat Maturasi Hidrokarbon Menggunakan Metode Termal pada Sumur A-1 dan B-1 di Cekungan Sumatera Tengah. *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-29, Yogyakarta 5-7 Oktober 2004*". ISBN 979-95053-4-8.
- Dewanto, O. 2004. Estimasi Heat Flow Berdasarkan Konduktivitas Panas Sumur Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak di Sumatera Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.3, ISSN 0853-733X*.
- Dewanto, O. 2005. Estimasi Perubahan Temperatur terhadap Terbentuknya Minyak Bumi pada Batuan Reservoir Migas. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lampung. Edisi II, ISBN 979-8287-82-7*.

- Dewanto, O. 2006. Analisis Pengaruh Perubahan Sifat Fisika Batuan terhadap Tingkat Maturasi Hidrokarbon pada Batuan Reservoir. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Volume 12, No.2, ISSN 0853-733X. Terakreditasi Dirjen DIKTI No: 56/DIKTI/Kep/2005.
- Dewanto, O. Bahri, S. dan Atmojo, J.P. 2008. Analisis Perubahan Sifat-Sifat Fisika Batuan Organik terhadap Aliran Panas Bumi di Daerah 'X' Sumatera, untuk Menentukan Kandungan dan Daerah Oil Shale sebagai Sumber Energi Baru. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan, HAGI 33rd Annual Convention & Exhibition, Hyatt Regency Bandung*. ISBN: 978-979-8126-05-5.
- Dewanto, O. 2008. Menentukan Kondisi Batuan Organik Di Daerah 'X' Sumatera Tengah, Berdasarkan Estimasi Kapasitas Termal Batuan Reservoir. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung*. ISBN: 978-979-1165-74-7. V. 132-141.
- Dewanto, O., Bahri, S. dan Atmojo, J.P. 2008. Analisis Perubahan Sifat-Sifat Fisika Batuan Organik terhadap Aliran Panas Bumi di Daerah 'X' Sumatera, untuk Menentukan Kandungan dan Daerah Oil Shale sebagai Sumber Energi Baru. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan, HAGI 33rd Annual Convention & Exhibition, Hyatt Regency Bandung*. ISBN: 978-979-8126-05-5.
- Dewanto, O., Soegijono, B., Suharso. 2014. Comparison of Calcite (CaCO_3) and Clay (Illite/Kaolinite) Toward the Influence of Maturation and Organic Material Potential for Processing of Oil Shale Material. *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS*. Vol:14, No:05.
- Dewanto, O., Mulyatno, B.S., Rustadi, Wibowo, R.C. 2017. Determining the Temperature of Shale Material Conversion Into Crude Oil Based on Organic Clay and Organic Carbonate Test Outside Reservoir. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS*. Vol:17 No:05. pp.84-89.
- Eman A. Emam . 2013. Clays as Catalysts in Petroleum Refining Industry. *ARPN Journal of Science and Technology*. Vol. 3, No. 4. ISSN 2225-7217.
- Eman A. Emam. 2013. Clays as Catalysts in Petroleum Refining Industry. *ARPN Journal of Science and Technology*. Vol.3, No.4, ISSN: 2225-7217. Department of Petroleum Refining Eng. and Petrochemicals, Faculty of Petroleum and Mining Eng., Suez University, Suez, Egypt.
- Hermiyanto, M.H. and Ningrum, N.S. September 2009. Organic petrology and Rock-Eval characteristics in selected surficial samples of the Tertiary Formation, South Sumatra Basin. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol.4 No.3, p: 215-227.
- Heryanto, R. dan Hermiyanto, H. Maret 2006. Potensi batuan sumber (source rock) hidrokarbon di Pegunungan Tigapuluh, Sumatera Tengah. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No.1, p: 37-48.
- Hidayat, R. dan Fatimah. 2007. *Inventarisasi Kandungan Minyak Dalam Batuan Daerah Kedungjati, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah*. Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Himawanto, D.A. 2013. Penentuan Energi Aktivasi Pembakaran Briket Char Sampah Kota dengan Menggunakan Metoda Thermogravimetry dan Iso Thermal Furnace. *Jurnal Teknik Mesin Rotasi*. Vol. 15, No. 3, hal: 35-42.

- Himawanto, D.A., Indarto, Saptoadi, H. dan Rohmat, T.A. 2013. Thermogravimetric Analysis of Single-Particle RDF Combustion. *Modern Applied Science*: Vol. 7, No. 11. Hal: 34. ISSN 1913-1844 E-ISSN 1913-1852.
http://www.fossil.energy.gov/programs/reserves/npr/npr_oil_shale_program.html.
- Jiang, L., Liang, J., Yuan, X., Hui Li, Changzhu Li, Xiao, Z., Huang, H., Wang, H., and Zeng, G. 2014. Co-pelletization of sewage sludge and biomass: The density and hardness of pellet. *Bioresource Technology*. 166 (2014) 435–443. Elsevier Ltd. All rights reserved.
- K. B. Cantrell, P. G. Hunt, K. S. Ro, K. C. Stone, M. B. Vanotti, J. C. Burns. 2010. Thermogravimetric Characterization Of Irrigated Bermudagrass As A Combustion Feedstock. *Transactions of the ASABE*. Vol. 53(2): 413-420. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ISSN 2151-0032.
- Kamtono, Praptisih, dan Siregar, M.S. 2005. *Studi Potensi Batuan Induk Pada Sub Cekungan Banyumas dan Serayu Utara*. Riset. Geologi dan Pertambangan Jilid 16 No.1.
- Kantsler, A.J., Cook, A.C., and Smith, G.C., 1978. Rank variation, calculated paleotemperatures in understanding oil, gas occurrence. *Oil and Gas Journal*. No. 20, p.196-205.
- Katarzyna Slopiecka, Pietro Bartocci, Francesco Fantozzi. 2011. *Thermogravimetric analysis and Kinetic study of poplar wood pyrolysis*. Third International Conference on Applied Energy. Perugia, Italy. pages 1687-1698.
- Katz, B.J., 1983. *Limitations of 'Rock-Eval' pyrolysis for typing organic matter*. *Organic Geochemistry* 4, p.195-199.
- Kholisoh, S.D. 2011. *Dasar-Dasar Kinetika Reaksi Kimia*. Slide Kinetika Dan Katalisis. Jurusan Teknik Kimia. FTI UPN "VETERAN" Yogyakarta
- Kogerman, A. 2001. *Ten Years of Oil Shale*. Estonian Academy Publishers. Oil Shale, Vol. 18, No. 1. ISSN 0208-189X. pp. 1-4.
- Malika. A., Mohammed, A. and Boukhelifi, A. 2014. Kinetic And Energy Study Of Thermal Degradation Of Biomass Materials Under Oxidative Atmosphere Using TGA, DTA And DSC. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*. ISSN: 3159-0040 Vol. 1 Issue 5.
- Marnoto, T. dan Sulistyowati, E. 2012. *Tinjauan Kinetika Pyrolysis Limbah Polystiren*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Teknik Kimia, Fak Teknologi Industri, UPN Veteran Yogyakarta. ISSN: 1693-4393.
- Martono, Y., Sari, Y.E.P., Hidarto, J. 2012. *Penggunaan Model Arrhenius Untuk Pendugaan Masa Simpan Produk Minuman Kemasan Berdasarkan Kandungan Vit C*. Paper. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Kristen Satya Wacana.
- Minarsih, T. 2011. Penentuan Energi Aktivasi Amlodipin Besilat Pada pH 1, 6 Dan 10 Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *PHARMACY*. Vol.06 No.01 Agustus 2011. ISSN 1693-3591.
- Mulyatno, BS. dan Dewanto, O., 2004, Menentukan Konduktivitas Panas Sumur Berdasarkan Konduktivitas Panas Batuan Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak di Sumatera Tengah, *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika*

- Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-29, Yogyakarta 5-7. ISBN 979-95053-4-8.*
- Mulyanto, B.S., Dewanto, O., Rizky, S. 2018. Determining Layer Oil Shale as New Alternative Energy Sources Using Core Analysis and Well Log Method. *International Journal of Engineering & Technology*. Vol.7 No.4.36. pp.941-949.
- Peters, K.E. 1986. *Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis*. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin. v.70, pp. 318–329.
- Peters, K.E., Walters, C.C., and Moldowan, J.M. 2006. *The biomarker guide: V.1 Biomarkers and isotopes in the environment and human history*. Cambridge University Press, 471 pp.
- Pogaku, R., Raman, J.K., Ravikumar, G. 2012. Evaluation of Activation Energy and Thermodynamic Properties of Enzyme-Catalysed Transesterification Reactions. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 2012, 2, 150-154 <http://dx.doi.org/10.4236/aces.2012.21018> Published Online January 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/aces>).
- Praptisih, Kamtono, Putra, P.S. dan Hendrizan, M. September 2009. *Karakteristik Batuan Sumber (Source Rock) Hidrokarbon pada Formasi Batuasih di daerah Sukabumi, Jawa Barat*. Jurnal Geologi Indonesia. Vol. 4 No.3, p:167-175.
- Riyanto, S. 2009. Uji Kualitas Fisik Dan Uji Kinetika Pembakaran Briket Jerami Padi Dengan Dan Tanpa Bahan Pengikat. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sato, K., Takizawa, S. and Mohri, T. 2010. Theoretical Calculation of Activation Free Energy for Self-Diffusion in Prototype Crystal. *Materials Transactions, The Japan Institute of Metals*. Vol. 51, No. 9. pp. 1521 to 1525.
- Siswoyo and Subono, S. 1995. *Heat Flow, Hydrocarbon Maturity and Migration in Northwest Java*. CCOP Technical Bulletin. March, Vol.25, pp.23 to 36.
- Subono, S. and Siswoyo. 1995. *Thermal Studies of Indonesian Oil Basin*. CCOP Technical Bulletin. March, Vol. 25, pp. 37 to 54.
- Sugondo. 2012. Kinetika Pertumbuhan Butir Paduan Zry-4 Sn Rendah. *Urania*. Vol. 18 No. 3. Hal: 120-181. ISSN 0852-4777
- Sukma, H.L. 2012. *Analisis Thermogravimetry Dan Pembuatan Briket Tandan Kosong Dengan Proses Pirolisis Lambat*. Tugas Akhir Konversi Energi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya .
- Suyitno. 2009. Perumusan Laju Reaksi dan Sifat-Sifat Pirolisis Lambat Sekam Padi Menggunakan Metode Analisis Termogravimetri. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 11, No. 1, 12-18. UNS, Surakarta.
- Tissot, B. P., and Welte, D. H. 1984. *Petroleum Formation and Occurrence. Second Revised and enlarged edition*. Springer-Verlag, Berlin. 699 pp.
- Tobing, S.M. 2003. *Inventarisasi Bitumen Padat dengan 'Outcrop Drilling' di Daerah Ayah, Kabupaten Kebumen, Propinsi Jawa Tengah*. DIM, Bandung.
- Warsito dan Dewanto, O., 2006, Design of Stone Heat Conductivity Meter Using Thermistor Sensors, *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-31, Semarang 13-15 Nopember 2006*". ISBN 979-98933-2-1.

Yan Y.F., Zhang Z.E., Zhang L. and Zhang L. 2014. Influence of coal properties on the co-combustion characteristics of low-grade coal and city mud. *Global NEST Journal*. Vol. 16, No 2. pp 329-338. Printed in Greece. All rights reserved.