

**KAJIAN REGULASI PENGUSAHAAN *OIL SANDS* KEDALAMAN  
DANGKAL DENGAN METODE *OIL MINING*  
(*Study of Regulation on Shallow Depth  
Oil Sands Business using Oil Mining Method*)**

Usman<sup>1)</sup>, Hazman<sup>2)</sup>, Endras Pribadi<sup>2)</sup>, Anda Lucia<sup>1)</sup> dan Bambang Widarsono<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS”  
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230

<sup>2)</sup>PT. Medco E&P, Indonesia

The. Energy 39th Fl. SCBD Lot 11A. Jl. Jend. Sudirman Jakarta 12190, Indonesia

E-mail: [upasarai@lemigas.esdm.go.id](mailto:upasarai@lemigas.esdm.go.id); [andalmg@yahoo.com](mailto:andalmg@yahoo.com); [bambangw@lemigas.esdm.go.id](mailto:bambangw@lemigas.esdm.go.id)

Teregistrasi I tanggal 11 Maret 2019; Diterima setelah perbaikan tanggal 5 April 2019;  
Disetujui terbit tanggal: 30 April 2019.

**ABSTRAK**

Untuk mengurangi kesenjangan antara kemampuan produksi dan kebutuhan minyak bumi nasional yang semakin lebar ke depan, maka diperlukan kegiatan penganekaragaman Teknik mendapatkan sumber daya minyak bumi, diantaranya dari *oil sands* kedalaman dangkal. Teknologi eksploitasi *oil sands* kedalaman dangkal dengan cara penambangan terbuka yang dikenal sebagai *oil mining* sangat berbeda dengan teknologi eksploitasi minyak bumi konvensional, sehingga diperlukan regulasi khusus sebagai landasan hukum operasional *oil mining*. Tujuan kajian ini adalah menelaah aturan hukum, prinsip-prinsip hukum, maupun doktrin-doktrin hukum guna menjawab isu rezim dan aturan hukum yang diperlukan terkait pengusahaan *oil sands* kedalaman dangkal. Metodologi kajian menggunakan pendekatan hukum normatif. Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka terhadap data sekunder serta bahan berupa hukum primer dan sekunder. Hasil kajian menyimpulkan bahwa karakteristik minyak bumi yang terakumulasi pada reservoir batupasir *oil sands* dangkal di Indonesia memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud Pasal 1 ayat (1) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi, sehingga undang-undang ini dapat menjadi payung hukum pengusahaan *oil sands* dengan teknologi *oil mining*. Dukungan formal dari Pemerintah kepada Kontraktor Hulu Migas pada tahap uji coba diperlukan karena belum ada regulasi khusus sebagai landasan hukum operasional kegiatan *oil mining*. Teknologi *oil mining* perlu diakomodir dalam definisi Eksploitasi dalam Undang Undang Migas untuk menjadi landasan hukum positif pengembangan *oil sands* kedalaman dangkal untuk peningkatan cadangan dan produksi minyak bumi nasional.

**Kata Kunci:** kajian regulasi, *oil sands* kedalaman dangkal, *oil mining*, Undang-Undang Migas

**ABSTRACT**

*To reduce the gap between national production capability and consumption of oil that tends increasingly wide in the future, it is necessary to diversify petroleum resources, including from shallow depth oil sands. Exploitation technology of shallow depth oil sands by open pit known as oil mining is very different from conventional petroleum exploitation technology, therefore special regulation is needed as a legal basis for mining oil operations. This study aimed to examine the rule of law, legal principles, and legal doctrines in order to address the issue of law regime and necessary legal rules regarding the exploitation of shallow depth oil sands. Methodology of study uses a normative legal approach. Data obtained through literature study of secondary data and primary and secondary legal materials. The study concluded that the characteristics of petroleum found in oil sands shallow deposits in Indonesia meet the criteria for the definition of petroleum as meant in Article 1 Paragraph 1 of Law Number 22*

of 2001 concerning Oil and Gas. Hence this law may become a legal umbrella for exploitation oil sands with oil mining technology. Formal support from the Government to the Upstream Oil and Gas Contractors at the field trial stage is needed as there are no specific regulations as the operational legal basis for oil mining activities. Oil mining technology needs to be accommodated in the definition of Exploitation in the Oil and Gas Law to become a positive legal basis for the development of shallow depth oil sands in order to increase national oil reserves and production.

**Keywords:** regulation study, shallow depth oil sands, oil mining, Oil and Gas Law

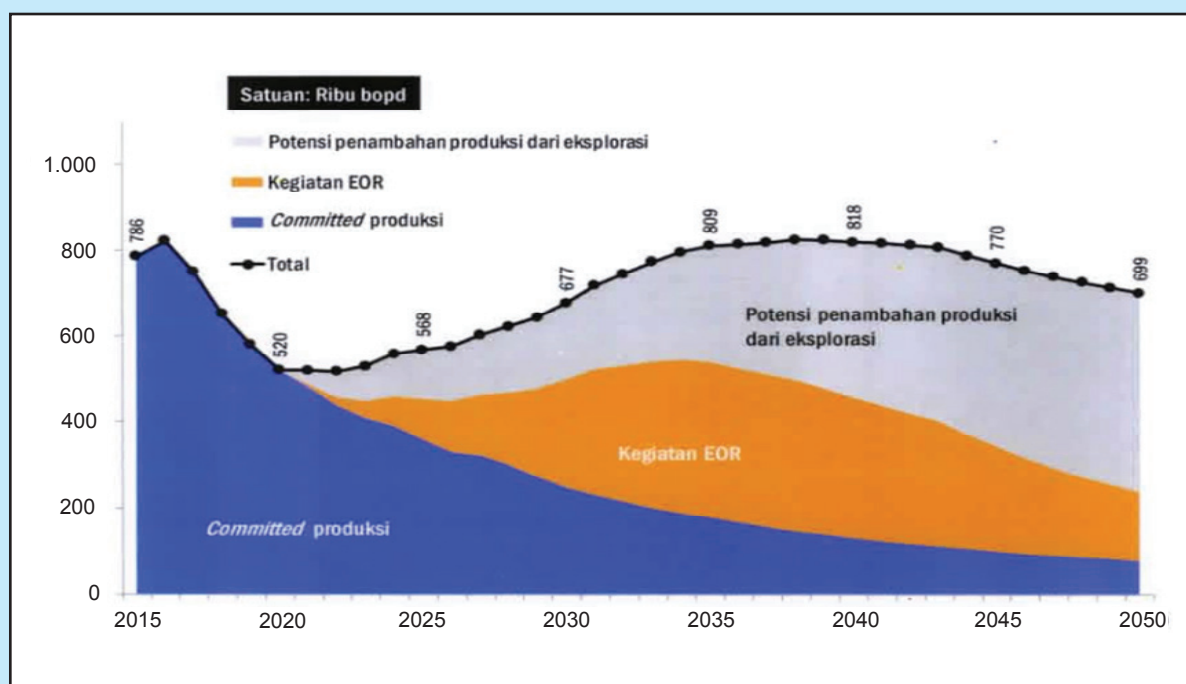
## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Peran minyak bumi untuk menopang kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional ke depan masih sangat strategis. Kebijakan Energi Nasional yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 menargetkan kebutuhan minyak bumi meningkat mencapai 3.9 juta barel per hari pada tahun 2050 walaupun persentasenya dalam bauran energi primer akan berkurang. Dari sisi produksi, kemampuan produksi minyak nasional pada tahun 2050 diperkirakan hanya sekitar 0.7 juta barel per hari yang berasal dari proyek eksisting, proyeksi tambahan produksi dari eksplorasi, dan kegiatan *enhanced oil recovery* (Gambar 1). Target produksi ini ditetapkan dalam Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. Untuk mengurangi kesenjangan antara

kemampuan produksi dan kebutuhan nasional, maka Pemerintah perlu mendorong penemuan dan produksi minyak bumi dengan teknologi baru dari sumber-sumber yang baru, diantaranya dari *oil sands* kedalaman dangkal.

*Oil sands* adalah endapan batupasir yang jenuh minyak. Jenis minyak yang menjenuhi endapan batupasir tersebut dapat berupa bitumen alami, minyak ekstra berat, minyak berat atau campuran diantaranya (Society Petroleum Engineers, 2018). Produksi minyak bumi dari *oil sands* dapat dilakukan dengan penambangan terbuka yang dikenal sebagai *oil mining* atau dengan metode pengeboran sumur yang dikenal sebagai metode *in-situ*. Penerapan *oil mining* umumnya dilakukan jika lapisan *oil sands* ditemukan pada kedalaman kurang dari 75 meter dari permukaan, untuk selanjutnya disebut *oil sands* dangkal (Hassan, et al., 2018). Metode *in-situ* dengan pengeboran sumur dan injeksi panas digunakan jika



Gambar 1  
Perkiraan produksi minyak nasional (Sumber: Perpres 22/2017).

kedalaman endapan *oil sands* lebih dari 150 meter (Society Petroleum Engineers, 2011). Metode injeksi panas ini sudah umum digunakan pada proyek-proyek minyak berat. Venezuela dan Kanada adalah dua negara produsen terbesar minyak bumi dari *oil sands* (U.S. Geological Survey, 2003). Tipikal minyak bumi dari *oil sands* Venezuele adalah minyak ekstra berat, diproduksi dengan metode sumuran *in-situ*. Tipikal minyak bumi *oil sands* Kanada adalah bitumen alami, diproduksi dengan metode oil mining dan *in-situ*.

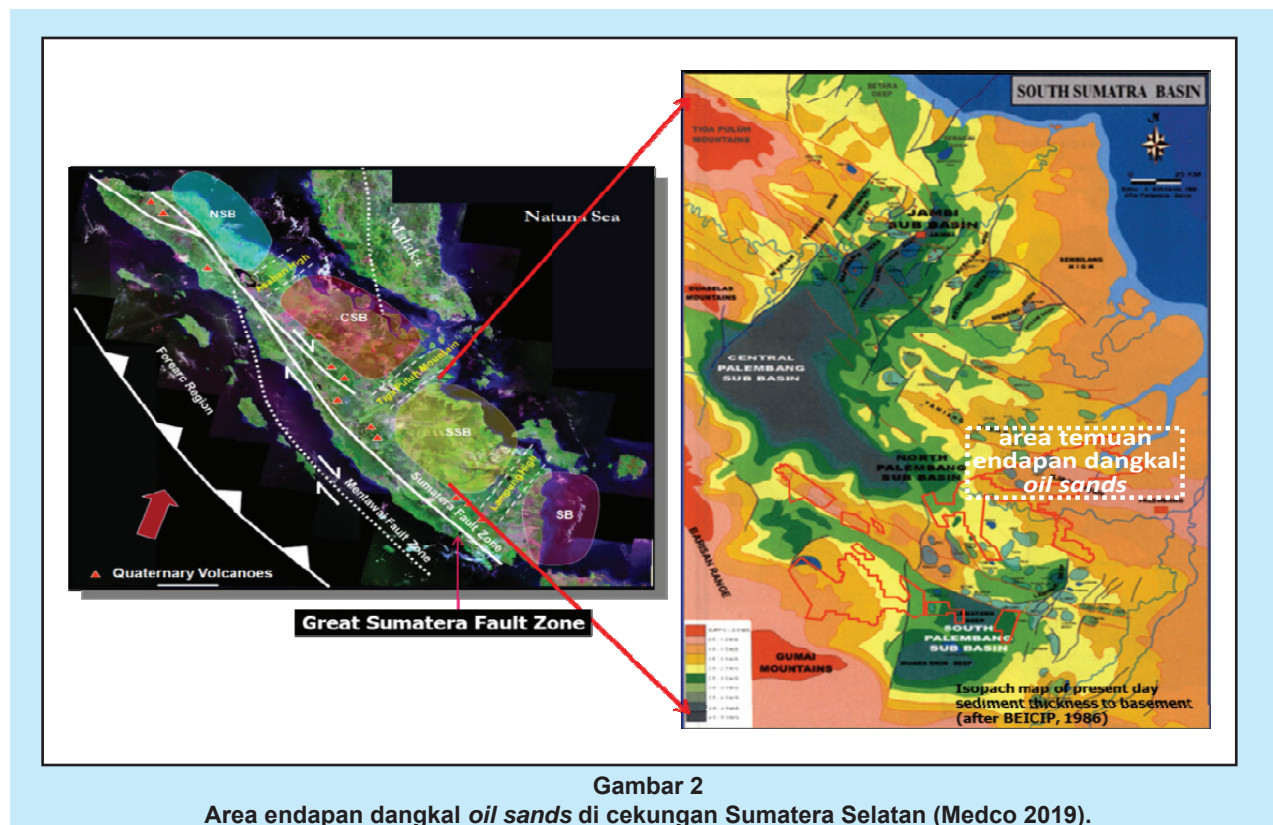
### B. Oil Sand di Indonesia

Minyak bumi yang terperangkap pada endapan batu pasir berupa *oil sands* juga ditemukan di beberapa Cekungan Belakang Busur (*back-arc*) di Indonesia dengan tipikal minyak berat. Total isi awal minyak di tempat (*total original oil in place, TOOIP*) diperkirakan 49 miliar barel (Richard, et al., 2007). Sekitar 83% dari volume tersebut terakumulasi di Cekungan Sumatera Tengah. TOOIP terdiri atas volume yang sudah ditemukan dan tambahan volume yang masih prospektif. Kategori prospektif adalah potensi sumberdaya yang merupakan bagian dari *oil sands* yang telah terbukti dan diyakini ada berdasarkan interpretasi data geologi dan studi geofisika. Potensi ini dapat berperan penting untuk menambah cadangan dan produksi minyak bumi nasional ke depan.

*Oil sands* dangkal yang telah ditemukan di Indonesia berada pada area bagian Timur Laut Cekungan Sumatera Selatan (Gambar 2). Area ini telah menarik para eksplorasionis hidrokarbon sejak masa penjajahan Belanda. Sebuah laporan resmi Pemerintah Belanda menyatakan bahwa ada 6 daerah dengan deposit aspal yang sangat besar di wilayah ini, salah satunya adalah deposit aspal besar dengan volume sekitar 31.000m<sup>3</sup> yang terletak di kawasan Balai Bukit. Minyak bumi yang menjenuhi lapisan batupasir dangkal dilaporkan memiliki densitas minyak berkisar antara 15 - 18°API dengan viskositas antara 200 - 600 cP pada temperatur 30°C, sehingga dapat dikategorikan sebagai minyak berat (PPPTMGB “LEMIGAS”, 2018).

### C. Maksud dan Tujuan

Landasan hukum acuan operasional pengelolaan sumber daya alam di sektor energi dan mineral di Indonesia berdasarkan pada jenis komoditas yang dikelola pada masing-masing rantai bisnis perusahaan sumber daya alam tersebut. Dalam kasus perusahaan sumber daya *oil sands* kedalaman dangkal, komoditas yang diusahakan adalah minyak bumi yang karakteristiknya memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud dalam Undang-Undang (UU) Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi. Aturan turunan UU 22/2001 yang ada saat ini hanya mengatur



penambangan minyak dengan metode *in-situ* karena pada saat aturan-aturan tersebut dirumuskan, belum terpikirkan ada penambangan minyak yang harus dilakukan secara terbuka. Agar kegiatan *oil mining* terlaksana secara efisien, aman, terkendali, ramah lingkungan, dan sesuai amanat konstitusi, maka diperlukan adanya regulasi khusus sebagai landasan hukum operasional kegiatan *oil mining*.

Tahapan uji coba eksploitasi *oil sands* dengan teknologi *oil mining* diperlukan untuk mengatasi ketidakpastian teknis, komersial, kesehatan, keselamatan dan lingkungan, sosial, serta resiko dalam implementasi pada fase pengembangan. Lingkup uji coba ini mencakup operasi ekskavasi dan ekstraksi yang belum pernah dilakukan dalam kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi di Indonesia. Oleh karena itu, sebelum ada peraturan khusus yang mengatur kegiatan *oil mining*, diperlukan dukungan resmi dari Pemerintah agar Badan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi atau Kontraktor Hulu Migas yang memiliki potensi *oil sands* di wilayah kerjanya dapat melakukan implementasi *oil mining* secara terbatas. Hasilnya akan menjadi bahan yang sangat berguna untuk merumuskan kebijakan terkait *oil mining* ke depan.

## II. BAHAN DAN METODE

Kajian aspek hukum tentang *oil mining* merupakan suatu proses untuk menemukan aturan hukum, prinsip-prinsip hukum, maupun doktrin-doktrin hukum guna menjawab isu rezim hukum terkait perusahaan *oil mining*. Doktrin hukum merupakan pandangan atau pendapat kritis ilmuwan hukum yang dikemukakan secara rasional dan dapat meyakinkan orang lain (Sofyan, 2016.). Kajian ini menggunakan pendekatan hukum normatif yaitu untuk mengetahui atau mengenal bagaimana hukum positif mengenai rezim hukum perusahaan *oil mining*. Sifatnya preskriptif, yaitu menentukan apa yang benar dan salah. Pendekatan normatif meliputi taraf sinkronisasi peraturan perundang-undangan secara vertikal dengan menganalisis peraturan perundang-undangan yang derajatnya berbeda dan secara horizontal dengan menganalisis peraturan perundang-undangan yang sama derajatnya.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka, yaitu suatu cara pengumpulan data dengan melakukan penelusuran dan menelaah data sekunder yang diperoleh dari studi pustaka serta bahan hukum primer dan sekunder. Data sekunder dikumpulkan dari publikasi penerepan teknologi *oil mining* dan peraturan untuk mengatur perusahaan *oil mining*

di Alberta, Kanada yang sudah berlangsung sejak tahun 1960. Bahan hukum primer yang digunakan terdiri dari UU Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi, UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara, serta peraturan perundang-undangan lainnya yang mendukung. Bahan hukum sekunder yaitu sumber-sumber yang memberikan penjelasan mengenai bahan hukum primer, seperti rancangan undang-undang, hasil-hasil penelitian, dan pandangan dari kalangan hukum yang diperoleh melalui *Focus Group Discussion* (FGD) dan wawancara. FGD adalah suatu teknik penelitian untuk mengeksplorasi ide-ide, saran, dan masukan dari semua instansi berwenang dan pemangku kepentingan dalam perusahaan *oil mining*. Wawancara adalah proses memperoleh keterangan dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dengan narasumber.

Hasil kajian disajikan dalam bentuk uraian-uraian yang tersusun secara sistematis, artinya bahan primer dan sekunder yang diperoleh akan dihubungkan satu dengan yang lain guna menjawab dan menarik kesimpulan terhadap isu rezim hukum terkait perusahaan *oil mining*.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### A. Produksi *Oil Sands* dengan *Oil Mining*

Jenis minyak bumi yang terakumulasi secara jenuh dalam lapisan *oil sands* dapat berupa bitumen alami, minyak ekstra berat, minyak berat atau campuran diantaranya (Society of Petroleum Engineers, 2011). Bitumen alami umumnya mempunyai densitas kurang dari 10°API dan viskositas lebih dari 10,000 cP pada temperatur reservoir. Densitas minyak ekstra berat kurang dari 10°API dengan viskositas antara 1,000-10,000 cP, sedangkan tipikal minyak berat mempunyai densitas antara 10-23°API dengan viskositas kurang dari 1,000 cP (Society of Petroleum Engineers, 2011). Ketiga jenis minyak bumi tersebut tidak hanya tersimpan pada litologi batu pasir, tapi juga dapat tersimpan pada batulanau dan karbonat (Society of Petroleum Engineers, 2018).

Produksi minyak bumi dari batuan reservoir ke sumur produksi dimodelkan dengan persamaan *Darcy* berikut untuk sistem linier horizontal (Farouq, 2013):

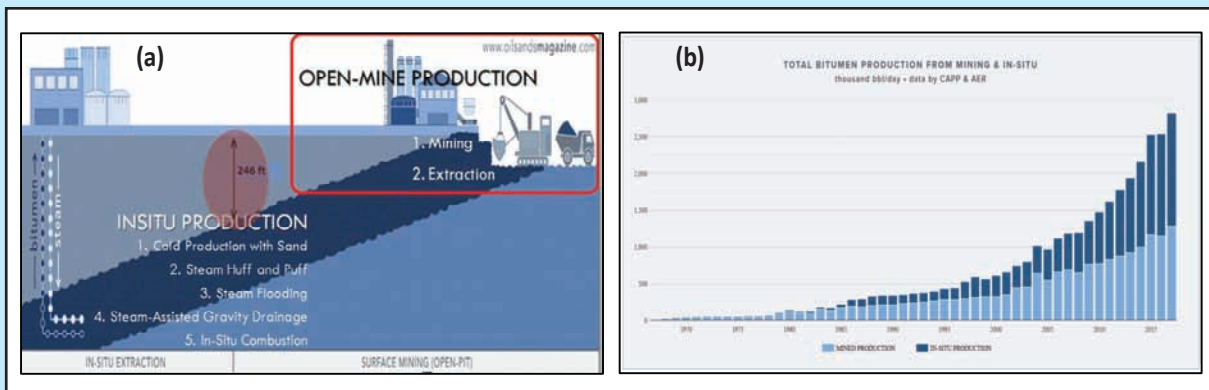
$$q_o \approx \frac{k k_{ro} A \Delta p}{\mu_o \Delta x}$$

dengan  $q_o$  adalah laju produksi minyak,  $k$  permeabilitas batuan,  $k_{ro}$  permeabilitas relatif fungsi saturasi minyak,  $A$  adalah luas area aliran,  $\Delta p$  adalah perbedaan tekanan reservoir ( $p_r$ ) dengan tekanan sumur ( $p_{wf}$ ),  $\mu_o$  adalah viskositas minyak, dan  $\Delta x$  adalah perbedaan jarak antara titik  $p_r$  dan  $p_{wf}$ . Berdasarkan persamaan di atas dapat dilihat bahwa untuk meningkatkan laju alir minyak dari reservoir menuju sumur-sumur produksi dapat dilakukan dengan memperbesar  $A$  dengan cara memperlebar diameter sumur atau memperpanjang bagian lateral sumur. Kemudian memperkecil  $\mu_o$  dengan injeksi *steam*, air panas, atau *solvent*. Untuk kasus endapan dangkal *oil sands*, tekanan reservoir  $p_r$  sangat rendah, maka  $q_o$  di dalam reservoir sangat rendah dan cenderung tidak mengalir. Persamaan Darcy di atas menunjukkan bahwa metode sumuran *in-situ* tidak akan menghasilkan laju alir minyak yang ekonomis jika tekanan reservoir sangat rendah. Berdasarkan teori di atas, maka produksi komersial minyak berat dari suatu *oil sands* kedalaman dangkal hanya dapat dilakukan dengan metode *oil mining* yang tidak tergantung pada tekanan reservoir.

Gambar 3a memberikan ilustrasi kedalaman *oil sands* sehingga metode *oil mining* dapat diterapkan (OIL SANDS MAGAZINE, 2019). Gambar 3b menunjukkan kontribusi produksi minyak bumi dari metode *oil mining* di Kanada (OIL SANDS MAGAZINE, 2019). *Oil mining* sudah diterapkan di Alberta, Kanada sejak tahun 1960. Di Utah, Amerika Serikat mulai diterapkan sejak tahun 2016 (OIL SANDS MAGAZINE, 2019).

Kegiatan ekskavasi *oil mining* dan proses ekstraksi dipercaya sebagai satu kegiatan menjanjikan dalam memproduksi minyak berat, dengan faktor perolehan yang tinggi, yaitu sekitar 80-90% (Hassan, et al., 2018). Tabel 1 menunjukkan tipikal faktor perolehan minyak dari endapan *oil sands* berdasarkan metode sumuran *in-situ* dan *open mining*.

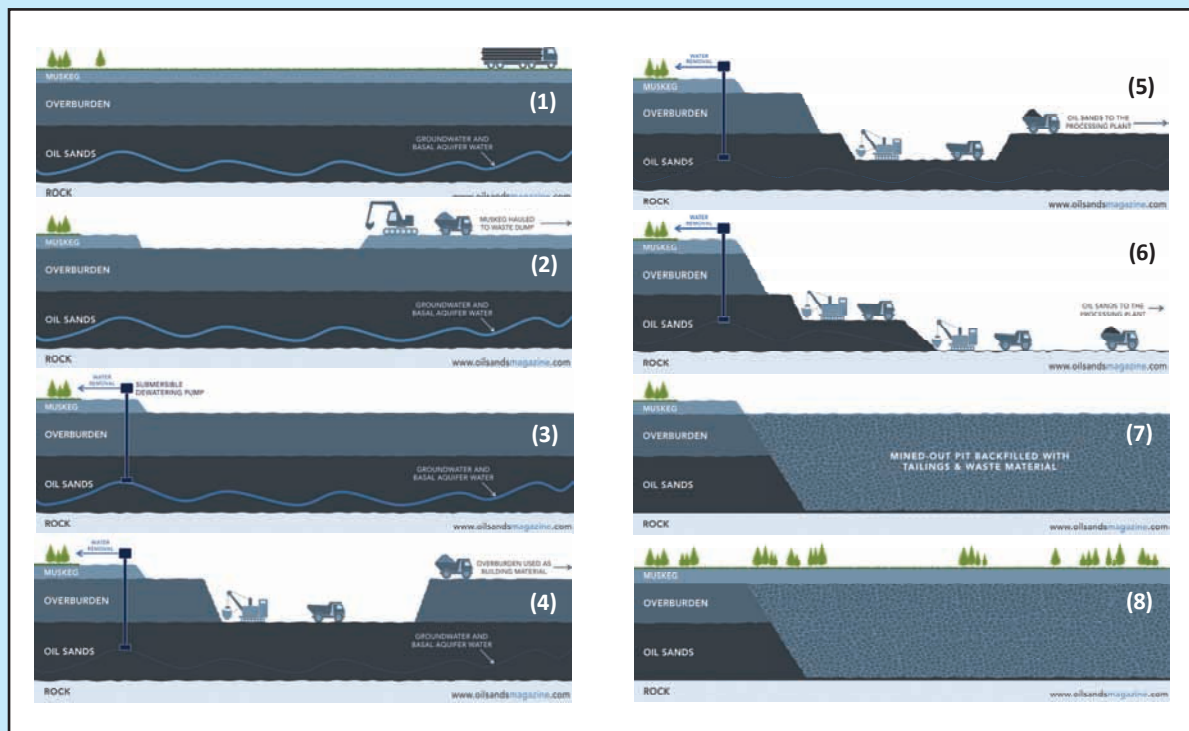
Gambar 4 menunjukkan rangkaian kegiatan ekskavasi minyak bumi dari *oil sands* kedalaman dangkal dengan teknologi *oil mining*, yang meliputi 8 kegiatan utama sebagai berikut (<https://www.oilsandsmagazine.com/technical/mining/surface-mining>).



Gambar 3  
Aplikasi *oil mining* di Kanada. (a) Kedalaman penerapan *oil mining*, (b) Kontribusi metode *oil mining* terhadap produksi minyak bumi Kanada (Sumber: Oilsandsmagazine 2019).

Tabel 1  
Tipikal faktor perolehan minyak dari endapan *oil sands* berdasarkan metode *in-situ* dan *open mining*

Metode Produksi	Jenis	Faktor Perolehan
<i>Cold production</i>	<i>in-situ</i>	10 - 12%
<i>Cold Heavy Oil Production with Sand (CHOPS)</i>	<i>in-situ</i>	12 - 14%
<i>Cyclic Steam Stimulation (CSS)</i>	<i>in-situ</i>	20 - 25%
<i>Steam Assisted Gravity Drainage (SAGD)</i>	<i>in-situ</i>	20 - 25%
<i>Open Mining / Extraction</i>	<i>Surface mining</i>	80 - 90%



Gambar 4

Kegiatan utama ekskavasi *oil mining*: (1) Pembersihan lahan, (2) Pemindahan tanah bagian atas, (3) Proses *dewatering*, (4) Pemindahan *overburden*, (5) Pembukaan ekskavasi, (6) Operasi ekskavasi, (7) Peletakan kembali *tailing* dan *overburden* di lahan bekas tambang, (8) Reklamasi lahan pascatambang (Sumber: Oilsandsmagazine 2019).

- **Pembersihan lahan oil mining dari tumbuhan.** Sebelum penambangan dapat dimulai, semua vegetasi harus dibersihkan dari tanah lapisan atas. Jika ada pohon besar di properti itu, pohon tersebut ditebang dan dapat dijual.
- **Pemindahan tanah bagian atas atau top soil.** Setelah vegetasi di permukaan tanah dihilangkan, semua lapisan tanah atas yang ada di deposit juga harus digali dan dipindahkan. Jika lapisan tanah atas sangat basah, lembek, dan tidak memiliki stabilitas tanah biasanya diangkut ke tempat pembuangan limbah, karena tidak dapat digunakan sebagai bahan bangunan.
- **Pemindahan zona akuifer air tanah dan pembersihan lahan tambang dari air tanah atau *dewatering*.** Tergantung pada ketinggian muka air dan topografi lahan, beberapa karakter tanah bisa sangat basah. Air dapat mengumpulkan pada titik-titik rendah selama hujan. Air limpasan terus dikumpulkan dan dipompa ke kolam penampung air. Air akuifer basal bertekanan akan meresap ke permukaan, tanah menjadi tidak stabil dan membahayakan peralatan pertambangan atau operator yang bekerja di daerah tersebut.
- **Pembukaan ekskavasi.** Bagian pembuka adalah penggalian pertama dari *oil sands*, ketika permukaan tambang pertama kali diekspos. Bahan bagian pembuka biasanya *oil sands* berkualitas

Karenanya, sumur akuifer basal terletak di seluruh lokasi tambang, terus memompa air tanah, menjaga muka air tetap rendah. *Dewatering* adalah komponen penting dari setiap operasi *oil mining* dan berlangsung selama umur tambang.

- **Pemindahan *overburden*.** Lapisan tanah penutup yang terletak di atas *oil sands* mengandung pasir, serpih, tanah liat dan sejumlah kecil bitumen. Karena lapisan *overburden* sebagian besar berupa pasir, maka dapat digunakan sebagai bahan konstruksi yang sangat baik dan untuk membangun jalan, tanggul, dan tanggul *tailing*. Meskipun *overburden* merupakan bahan bangunan yang berharga, lahan dengan lebih sedikit *overburden* lebih diinginkan, karena lebih sedikit material limbah yang perlu dihilangkan untuk mengakses endapan *oil sands*. Menghilangkan terlalu banyak lapisan penutup dapat membuat beberapa bagian dari *oil sands* tidak layak untuk ditambang.

rendah atau bermutu rendah. Endapan digali menggunakan sekop besar, yang membuang *ore* ke truk angkut besar. Truk-truk kemudian mengangkut *oil sands* ke pabrik pengolahan bitumen/hidrokarbon. Sangat umum bagi penambangan *oil sands* bahwa kinerja untuk beberapa bulan pertama operasi dibawah rata-rata karena akitivatas tambang masih tahap membuka lapisan-lapisan baru.

- **Operasi ekskavasi *oil mining* sesuai area yang disetujui dalam rencana penambangan.** Setelah penambangan berlangsung, tipikal tambang akan memiliki beberapa permukaan tambang yang terbuka. Hal ini memungkinkan untuk pencampuran *ore* dan menghasilkan lebih banyak bahan baku yang dinormalisasi untuk fasilitas produksi bitumen, dengan variabilitas kualitas umpan yang lebih sedikit. Misalnya, satu sekop dapat menggali *ore* kualitas tinggi sementara sekop lain berada di bagian *pit* yang lebih rendah. Urutan dan bagian tambang yang akan digali diuraikan dalam rencana tambang yaitu rencana yang dikembangkan oleh para ahli geologi dan penambang untuk memastikan kinerja optimal pabrik pengolahan, pemulihan bitumen maksimum, dan jarak angkut minimum untuk truk. Penambangan berlanjut sampai *pit* habis atau sampai penambangan menjadi tidak ekonomis. Misalnya, jika *oil sands* yang tersisa memiliki kadar sangat rendah atau terlalu dalam untuk ditambang.
- **Peletakan kembali *tailing* dan *overburden* di lahan bekas tambang.** Setelah lubang ditambang, lubang yang ada ditimbun kembali dengan *tailing* bebas bitumen atau hidrokarbon, lapisan penutup dan bahan buangan yang awalnya digali dari tambang. Penting bagi bahan urukan untuk memiliki stabilitas tanah yang baik dan kadar air yang rendah.
- **Reklamasi lahan pascatambang.** Setelah lubang tambang diisi ulang, tambang itu harus direklamasi kembali ke keadaan alami. Ini biasanya termasuk pohon, semak atau lahan basah, tetapi lubang juga bisa ditutup dengan air dan diubah menjadi kolam. Reklamasi dianggap selesai ketika area tersebut mampu mempertahankan binatang atau vegetasi.

Setelah kegiatan ekskavasi *oil mining*, kegiatan dilanjutkan dengan proses ekstraksi untuk memisahkan minyak bumi dari batuan, dan apabila diperlukan dapat dilanjutkan juga prosesnya

dengan *upgrading* untuk memperbaiki kualitas produk minyak bumi sehingga dapat memenuhi persyaratan produk di titik penjualan. Selanjutnya minyak bumi yang dihasilkan dikirim ke kilang untuk penyulingan menjadi produk akhir seperti bensin, pelumas maupun pengencer. Tujuan ekstraksi adalah memaksimalkan perolehan minyak bumi dari *oil sands*, menghasilkan produk minyak bumi bermutu tinggi, dan menyingkirkan sebanyak mungkin padatan ke pabrik *tailing*.

Mayoritas bitumen yang diproduksi di Alberta, Kanada ditingkatkan menjadi minyak mentah sintetis sebelum dijual ke kilang di pasar terbuka (OIL SANDS MAGAZINE, 2019). Namun, beberapa bitumen cukup baik untuk dikirim langsung ke kilang konversi tinggi yang memiliki kemampuan untuk mengolah minyak mentah berat atau asam. Contoh bitumen encer yang dijual langsung ke kilang termasuk produk dari fasilitas *in-situ* di sekitar daerah *Christina Lake* and *Cold Lake*, bitumen encer dari *Kearl Lake Mine* milik *Imperial Oil*, dan produksi yang datang dari proyek *Fort Hills Suncor*. Saat ini sekitar 40% dari bitumen yang diproduksi di Alberta ditingkatkan menjadi minyak mentah sintetis. 60% sisanya diencerkan dengan kondensat dan dijual langsung ke pasar, tanpa langkah peningkatan antara. Berikut teknologi ekstraksi yang digunakan di Kanada dan USA untuk memisahkan minyak bumi dari *oil sands*.

### 1. *Suncor Extraction Plant* (Kanada)

Proses ekstraksi ini telah diaplikasikan sejak tahun 1960-an. Sebelum proses ekstraksi, diterapkan metode *hydrotransport* guna meningkatkan efisiensi ekstraksi. *Hydrotransport* merupakan metode transfer *ore slurry* (terdiri dari *ore* dan air) ke unit proses ekstraksi. Metode ekstraksi utama dilakukan menggunakan air dengan temperatur 50-70°C kemudian bitumen diperoleh melalui proses pemisahan secara gravitas. Terdapat proses *upgrading* untuk meningkatkan kualitas bitumen dengan menggunakan Naphta (OIL SANDS MAGAZINE, 2019). Kekurangan metode ini adalah terdapatnya resiko lingkungan berupa *slurry-tailing pond*. Adapun proses lengkap metode ekstraksi Suncor dapat dilihat pada Gambar 4.

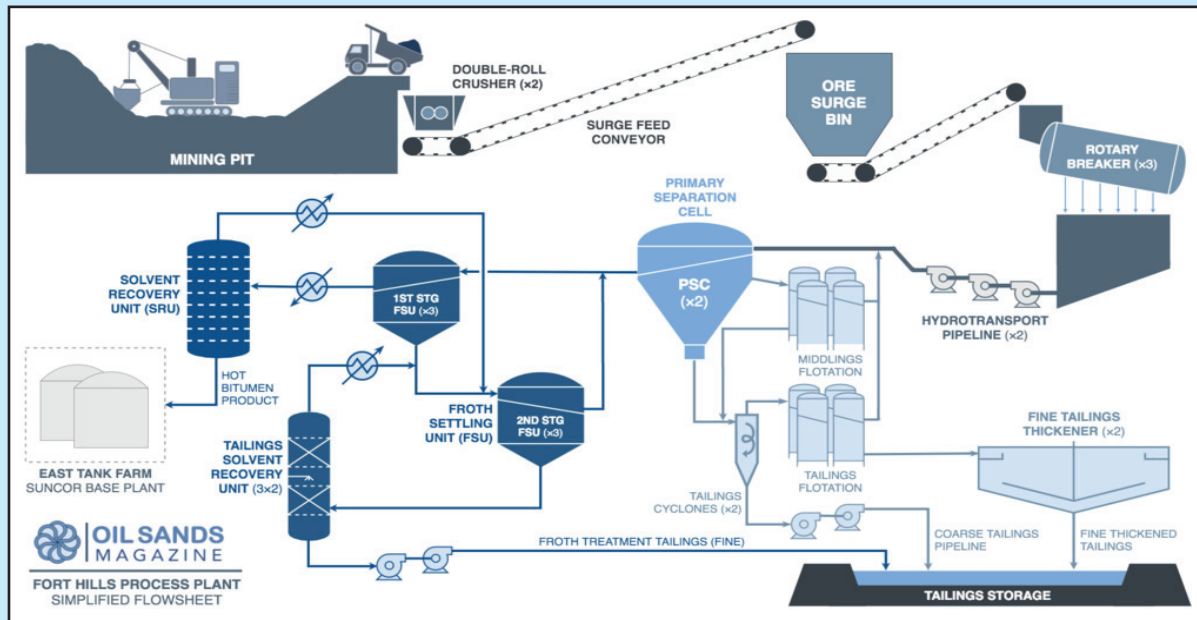
### 2. *Solvent - Utah Oil Sands Extraction Plant* (US) - Pilot

Proses ekstraksi ini masih dalam tahap uji coba sejak tahun 2010. Metode ekstraksi yang utama dilakukan menggunakan *solvent* dan *closed system*. *Solvent* yang digunakan pada metode ini

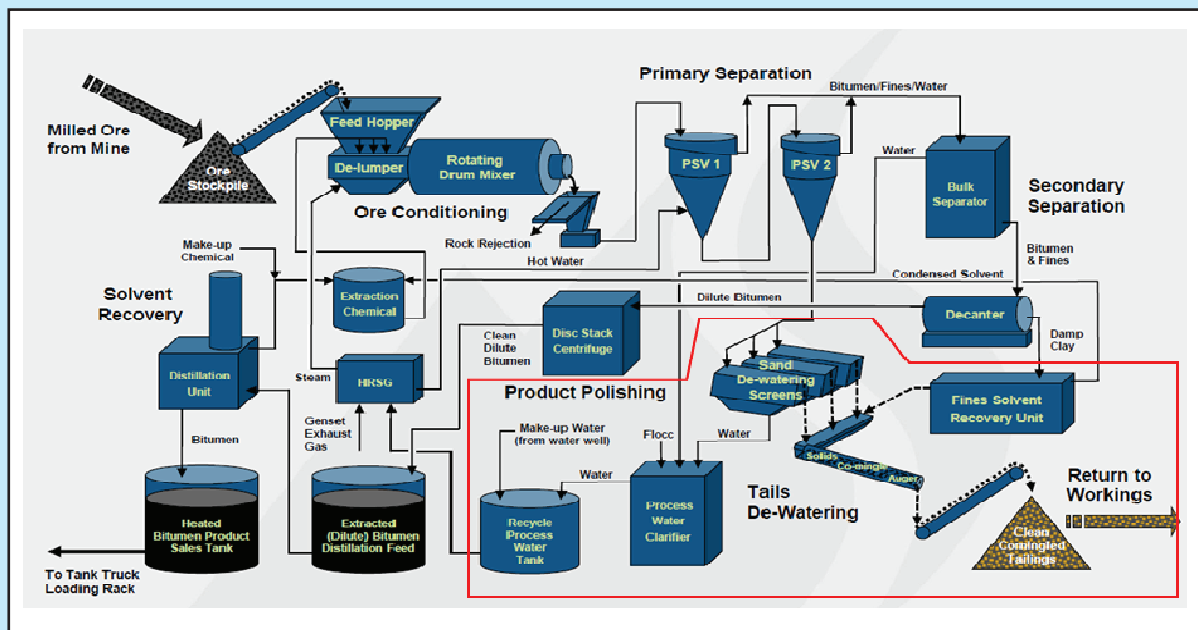
dapat digunakan kembali dimana *recovery solvent* sampai dengan 99.9% (OIL SANDS MAGAZINE, 2019). Kelebihan metode ini adalah tidak ada resiko lingkungan berupa *tailing pond*. Adapun proses lengkap metode ekstraksi ini dapat dilihat pada Gambar 6.

### C. Regulasi dan Kelembagaan Oil Mining Di Kanada

Pengusahaan *oil sands* di Alberta, Kanada diatur dalam UU Pertambangan dan Mineral yang mencakup komoditas batubara, mineral, minyak dan gas bumi, *oil sands*, kegiatan eksplorasi yang terkait



Gambar 5  
Diagram alir proses ekstraksi dengan teknologi Suncor, Kanada  
(Sumber: <https://www.oilsandsmagazine.com>).



Gambar 6  
Diagram alir proses ekstraksi teknologi Utah Oil Sands, Amerika Serikat  
(Sumber: <https://www.oilsandsmagazine.com>).



minyak dan gas bumi, mineral lainnya selain migas, dan reservoir bawah permukaan, serta kegiatan sekuestrasi antropogenik CO<sub>2</sub> (Government of Alberta, 2016). Menteri Energi bertanggungjawab atas pelaksanaan UU ini kecuali untuk kegiatan eksplorasi yang kewenangannya berada pada Menteri Lingkungan dan Taman (Government Organization Act 2019). Pengaturan lebih lanjut tentang pengembangan *oil sands* diatur dalam UU Konservasi *Oil Sands* (Government of Alberta, 2013). UU Konservasi *Oil Sands* mengatur kewenangan dan tanggungjawab regulator, persetujuan ekskavasi dan ekstraksi, ruang lingkup aturan yang harus dibuat regulator untuk implementasi UU ini, serta pembatalan dan pengajuan izin. Implementasi UU ini berada dibawah *the Alberta Energy Regulator* (sebelum 2013 dikenal sebagai *the Energy Resources Conservation Board*), suatu korporasi yang dibentuk oleh Dewan Perwakilan Gubernur untuk mengelola sumber daya energi Alberta secara efisien, aman, teratur, dan ramah lingkungan melalui penerbitan berbagai regulasi (Responsible Energy Development Act 2013). Untuk konservasi pengembangan *oil sands*, *the Alberta Energy Regulator* menerbitkan peraturan Aplikasi Proyek *Oil Sands* yang mengatur prosedur untuk memperoleh persetujuan ekskavasi dan ekstraksi *oil sands* (Directive 023: Oil Sands Project Applications 2013).

Peraturan tentang Aplikasi Proyek *Oil Sands* di Alberta yang diterbitkan oleh *the Alberta Energy Regulator* mengatur tentang:

- Proses Aplikasi Proyek *Oil Sands*, mencakup latar belakang tentang peraturan ini, aplikasi beberapa komponen terkait proyek, konsekuensi kekurangan dokumen aplikasi, format pengajuan aplikasi, dan proses revidi dan disposisi atas aplikasi yang diajukan.
- Persyaratan Umum Aplikasi, menjelaskan informasi umum yang harus disiapkan saat mengajukan aplikasi proyek *oil sands*.
- Partisipasi Pemangku Kepentingan, menjelaskan tentang persyaratan partisipasi pemangku kepentingan yang harus dipenuhi sebagai bagian dari aplikasi proyek *oil sands*, termasuk informasi apa yang harus disiapkan untuk para pemangku kepentingan tersebut dan informasi tentang program yang ditawarkan kepada para pemangku kepentingan.
- Persyaratan Sosial Ekonomi, menjelaskan *benefit* proyek dan langkah-langkah terencana untuk mitigasi dampak sosial dan ekonomi yang muncul dari proyek.

- Persyaratan Lingkungan, menjelaskan tentang identifikasi dampak proyek terhadap udara, tanah, air, dan sumber daya biotik serta langkah-langkah terencana untuk memitigasi dampak tersebut serta dampak ikutannya.
- Aplikasi *In-Situ*, menjelaskan informasi yang harus disediakan untuk persetujuan pembangunan dan pengoperasian ditempat.
- Aplikasi Penambangan, menjelaskan informasi yang harus disiapkan untuk persetujuan pembangunan dan pengoperasian sebuah operasi *oil sands mining* termasuk *plant* ekstraksi.
- Aplikasi *Plant* Pengolahan, menjelaskan informasi yang harus disiapkan untuk persetujuan pembangunan dan pengoperasian sebuah operasi *plant* pengolahan.
- Aplikasi Amandemen, yang menjelaskan berbagai kategori amandemen dan informasi yang harus disiapkan untuk mengamandemen proyek *oil sands* yang telah disetujui.

Peraturan *Oil Sands Project Applications* juga mensyaratkan aplikasi proyek *oil sands* harus menyertakan Laporan Penilaian Dampak Lingkungan berdasarkan UU Air dan UU Perlindungan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan yang telah disetujui oleh *Alberta Environment and Sustainable Resources Development Agency*. Aplikasi juga harus menyertakan Laporan Penilaian Lingkungan berdasarkan UU Penilaian Lingkungan Kanada yang telah disetujui oleh *the Canadian Environment Assessment Agency*. Aspek lahan untuk keperluan proyek dan kebutuhan akses lahan ke lokasi proyek yang terkait dengan kepemilikan publik diatur dalam UU Pertanahan Publik yang kewenangannya berada pada Menteri Lingkungan dan Taman (Government Organization Act 2019). Jika terjadi konflik antara Pemegang Hak Tambang dengan Pemilik Lahan, penyelesaiannya dilakukan oleh *Alberta Surface Right Board*, sebuah mahkamah peradilan independen yang dibentuk oleh *the Provincial Crown* atas hak akses lahan permukaan tanah.

#### **D. Kebijakan dan Regulasi *Oil Mining* di Indonesia**

Pengelolaan sumber daya alam di sektor energi dan mineral oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) mengacu pada landasan konstitusional yaitu Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 33 ayat (2), (3), dan (5), landasan kebijakan nasional yaitu Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang yang dijabarkan dalam Lampiran Bab IV, serta

landasan operasional yang terdiri dari 5 undang-undang dan peraturan turunannya. Kerangka legislasi KESDM ditampilkan pada Gambar 7.

Metode penambangan terbuka seperti teknologi *oil mining* telah diatur dalam UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Dalam Pasal 1 ayat (1) dijelaskan bahwa pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Ayat 4 menyebutkan Pertambangan Mineral adalah pertambangan kumpulan mineral yang berupa bijih atau batuan, di luar panas bumi, minyak dan gas bumi, serta air tanah. Ayat 5 menyebutkan Pertambangan Batubara adalah pertambangan endapan karbon yang terdapat di dalam bumi, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan mengandung aspal.

Lingkup pertambangan mineral dan batubara dikelompokkan ke dalam 5 golongan komoditas tambang menurut Pasal 2 ayat (2), PP 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, yaitu:

- a. Mineral radioaktif meliputi radium, dst;
- b. Mineral logam meliputi litium, berilium, magnesium, kalium, kalsium, emas, dst;

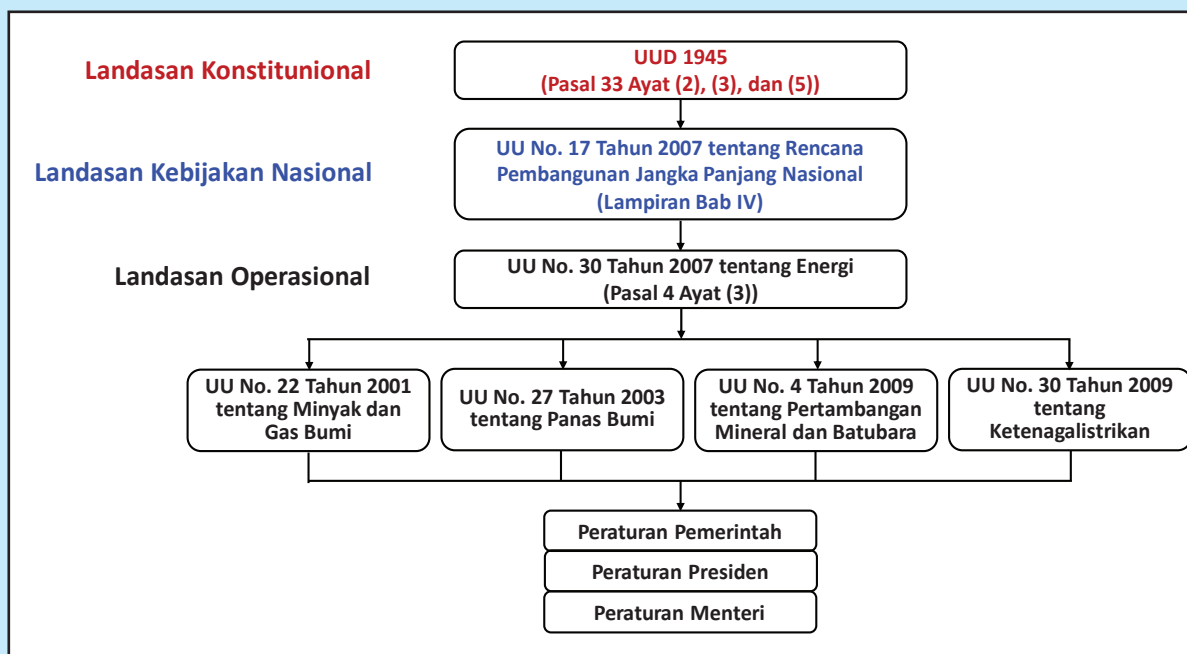
- c. Mineral bukan logam meliputi intan, korundum, grafit, arsen, pasir kuarsa, dst;
- d. Batuan meliputi pumice, tras, toseki, obsidian, marmar, perlit, tanah diatome, dst; dan
- e. Batubara meliputi bitumen padat, batuan aspal, batubara, dan gambut

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) Nomor 25 Tahun 2018 tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara. Pasal 15 ayat (1) menyebutkan kegiatan penambangan terdiri atas:

- a. Pengupasan lapisan (*stripping*) tanah penutup dan/atau batuan penutup;
- b. Penggalian atau pengambilan Mineral atau Batubara; dan
- c. Pengangkutan Mineral atau Batubara.

Berdasarkan definisi, pengaturan lingkup komoditas dan kegiatan yang diatur dalam UU Nomor 4 Tahun 2009 dan aturan turunannya menunjukkan bahwa kegiatan penambangan minyak bumi dari endapan dangkal *oil sands* dengan teknologi *oil mining* tidak dapat dipayungi dengan UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.

Minyak bumi yang dihasilkan dari *oil sands* dengan karakteristik seperti yang telah diuraikan sebelumnya memenuhi pengertian minyak bumi yang dimaksud pada Pasal 1 ayat (1) UU Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi yaitu



Gambar 7  
Kerangka legislasi sektor energi dan mineral.

hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa cair atau padat, termasuk aspal, lilin mineral atau ozokerit, dan bitumen yang diperoleh dari proses penambangan, tetapi tidak termasuk batubara atau endapan hidrokarbon lain yang berbentuk padat yang diperoleh dari kegiatan yang tidak berkaitan dengan kegiatan usaha Minyak dan Gas Bumi. Peraturan perundangan turunan UU Nomor 22 Tahun 2001 yang ada saat ini hanya mengatur penambangan minyak dengan metode sumuran. Hal itu terjadi karena sejauh ini belum ditemukan potensi *oil sands* di Indonesia yang harus diproduksi dengan metode *oil mining*.

Pengusahaan produksi minyak bumi dilakukan melalui Kegiatan Usaha Hulu mencakup Eksplorasi dan Eksploitas. Pasal 1 ayat (8) UU Nomor 22 Tahun 2001 menjelaskan pengertian eksplorasi yaitu kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan memperoleh perkiraan cadangan Minyak dan Gas Bumi di Wilayah Kerja yang ditentukan. Ayat 9 menjelaskan eksploitasi yaitu rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan Minyak dan Gas Bumi dari Wilayah Kerja yang ditentukan, yang terdiri atas pengeboran dan penyelesaian sumur, pembangunan sarana pengangkutan, penyimpanan, dan pengolahan untuk pemisahan dan pemurnian Minyak dan Gas Bumi di lapangan serta kegiatan lain yang mendukungnya.

Dalam mengembangkan dan memproduksi lapangan Minyak dan Gas Bumi, Badan Usaha atau Badan Usaha Tetap wajib melakukan optimasi dan melaksanakannya sesuai dengan kaidah keteknikan yang baik. Hal ini ditegaskan dalam Pasal 21 ayat (2) UU Nomor 22 Tahun 2001. Kaidah keteknikan yang baik diatur dalam PP Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi. Pasal 39 ayat (4) menguraikan kaidah keteknikan yang baik meliputi:

- a. Memenuhi ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja serta pengelolaan lingkungan hidup;
- b. Memproduksi Minyak dan Gas Bumi sesuai dengan kaidah pengelolaan reservoir (*Reservoir Management*) yang baik;
- c. Memproduksi sumur Minyak dan Gas Bumi dengan cara yang tepat;
- d. Menggunakan teknologi perolehan minyak tingkat lanjut (EOR) yang tepat;

- e. Meningkatkan usaha peningkatan kemampuan reservoir untuk mengalirkan fluida dengan teknik yang tepat;
- f. Memenuhi ketentuan standar peralatan yang dipersyaratkan.

Uraian teknis tentang pengembangan dan produksi minyak bumi yang diatur dalam UU Nomor 22 Tahun 2001 dalam Pasal 1 ayat (9) dan PP Nomor 35 Tahun 2004 Pasal 39 ayat (4) menitik beratkan pada penambangan minyak dengan metode sumuran. Uraian tersebut menganggap minyak bumi terakumulasi dalam media berpori reservoir yang hanya dapat diakses lewat sumur dan aliran minyak dalam reservoir ke sumur produksi dikontrol oleh parameter parameter dalam persamaan  $h[ \dots ]$ . Produksi komersial minyak berat yang viskos dari endapan dangkal *oil sands* yang memiliki tekanan sangat rendah secara teoritis tidak memungkinkan. Satu-satunya metode yang dapat digunakan adalah *oil mining* yang tidak tergantung pada tekanan. Upaya mengurangi viskositas minyak dan memperbesar tekanan reservoir *oil sands* melalui sumur injeksi juga tidak dapat dilakukan karena resiko erupsi fluida injektan.

Minyak bumi yang diproduksi dari *oil sands* dangkal dengan menggunakan teknologi *oil mining* dapat dikategorikan sebagai sumber energi baru menurut UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. Pengusahaan sumber energi baru ini merupakan bentuk kegiatan penganekaragaman sumber daya energi yang diperlukan bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional sesuai amanat UU Nomor 30 Tahun 2007. Pengusahaan minyak bumi dari *oil sands* dangkal dapat meningkatkan produksi minyak nasional. Peningkatan ini akan mengurangi kesenjangan antara konsumsi yang diproyeksikan dalam PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang KEN dan kemampuan produksi yang ditetapkan dalam Perpres Nomor 22 Tahun 2017 tentang RUEN.

Dalam kasus pengusahaan sumber daya *oil sands* kedalaman dangkal yang ditemukan di Indonesia, komoditas yang diusahakan adalah minyak bumi yang karakteristiknya memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud Pasal 1 ayat (1) UU Nomor 22 Tahun 2001. Dengan demikian, landasan hukum pengusahaan *oil sands* kedalaman dangkal dapat mengacu pada UU Tahun 2001. Namun, karena teknologi eksploitasi *oil sands* kedalaman dangkal yaitu dengan *oil mining* sangat berbeda dengan teknologi eksploitasi minyak bumi konvensional, maka diperlukan adanya aturan-aturan khusus sebagai landasan hukum operasional *oil mining*.

Dengan memperhatikan berbagai kebijakan pembangunan energi, potensi *oil sands* kedalaman dangkal, serta dasar teori penggunaan *oil mining* sebagaimana telah diuraikan di atas, maka sudah selayaknya Pemerintah mendorong implementasi *oil mining*. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi dapat menjadi payung hukum dalam pengaturan implementasi teknologi ini karena komoditas yang diusahakan adalah minyak bumi yang karakteristiknya memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud Pasal 1 ayat (1) UU Nomor 22 Tahun 2001. Karakteristik minyak bumi pada batuan reservoir *oil sands* sebagaimana yang ditemukan pada cekungan Sumatera Selatan termasuk dalam kategori minyak bumi. Pengaturan perusahaan *oil mining* yang belum pernah dilakukan di Indonesia mencakup kegiatan tahap uji coba secara terbatas baik jangka waktu maupun lingkungannya hingga pada tahap pengembangan komersial skala lapangan. Sebagai langkah awal, Pemerintah perlu mendorong implementasi *oil mining* secara terbatas oleh Badan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi yang memiliki potensi *oil sands* di wilayah kerjanya. Hasil implementasi terbatas tersebut akan menjadi bahan yang sangat berguna untuk merumuskan kebijakan terkait *oil mining* ke depan.

Uji coba teknologi *oil mining* diperlukan untuk mengatasi ketidakpastian teknis, komersial, kesehatan, keselamatan dan lingkungan, sosial, serta resiko dalam implementasi pada fase pengembangan. Data yang dikumpulkan selama uji coba akan menjadi bahan untuk evaluasi, desain, dan implementasi proyek. Lingkup implementasi teknologi *oil mining* secara terbatas mencakup kajian pendukung, operasi ekskavasi, dan operasi ekstraksi. Kajian pendukung meliputi studi hidrologi untuk keperluan desain proses *dewatering*, studi geoteknik untuk desain kemiringan pit, dan studi penanganan produk ikutan. Operasi ekskavasi mencakup beberapa kegiatan yang telah dijelaskan dalam Bagian 3. Sedangkan proses ekstraksi akan memisahkan minyak bumi dari batuan pasir, diantaranya dengan menggunakan *solvent*. Beberapa aktivitas, diantaranya operasi ekskavasi belum pernah dilakukan dalam kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi. Oleh karena itu, diperlukan adanya dukungan formal pada tahap uji coba dari Pemerintah untuk memberikan kepastian hukum dalam implementasi teknologi *oil mining* secara terbatas baik jangka waktu maupun lingkungannya.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Minyak bumi yang ditemukan pada endapan *oil sands* di beberapa Cekungan Belakang Busur di Indonesia, khususnya temuan endapan *oil sands* dangkal di Cekungan Sumatera Selatan menunjukkan karakteristik yang memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud Pasal 1 ayat (1) UU Nomor 22 Tahun 2001. Landasan hukum operasional pengelolaan energi dan sumber daya mineral didasarkan pada jenis komoditas yang dikelola pada setiap rantai bisnis perusahaan komoditas tersebut, dan bukan berdasarkan pada jenis teknologi penambangan yang digunakan. Pengembangan *oil sands* dangkal dapat berperan penting untuk menambah cadangan dan produksi minyak bumi nasional ke depan dan mengurangi kesenjangan produksi dan konsumsi minyak nasional yang semakin lebar ke depan.

Produksi komersial minyak berat dari *oil sands* dangkal hanya dapat dilakukan dengan metode *oil mining* yang tidak tergantung pada tekanan reservoir.

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi dapat menjadi payung hukum dalam perusahaan *oil sands* dengan teknologi *oil mining* karena komoditas yang diusahakan adalah minyak bumi yang karakteristiknya memenuhi kriteria pengertian minyak bumi yang dimaksud Pasal 1 ayat (1) UU Nomor 22 Tahun 2001.

Diperlukan dukungan resmi dari Pemerintah agar Kontraktor Hulu Migas yang memiliki potensi *oil sands* dangkal di wilayah kerjanya dapat melakukan implementasi *oil mining* secara terbatas karena belum ada regulasi dalam regim migas yang memayungi kegiatan *oil mining*.

Perlu mengakomodir teknologi *oil mining* dalam definisi Eksploitasi pada Bab Ketentuan Umum, RUU Migas yang saat ini dalam pembahasan (DPR Tahun 2017) mengingat potensi *oil sands* kedalaman dangkal dapat berperan penting untuk menambah cadangan dan produksi minyak bumi nasional ke depan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS" dan PT. MEDCO E&P Indonesia atas izin dan dukungan yang diberikan sehingga kajian ini bisa diselesaikan.

## KEPUSTAKAAN

- Alberta Energy Regulator**, 2013. Draft Directive 023: Oil Sands Project Applications. , Alberta, Canada: Alberta Queen's Printer.
- Alberta Energy Regulator**, 2018. EnerFAQs: Oil Sands, (Online). [Online] Available at: <https://www.aer.ca/providing-information/news-and-resources/enerfaqs-and-factsheets/enerfaqs-oil-sands> [Accessed 18 Maret 2019].
- DPR RI**, 2017. Naskah Akademik Rancangan Undang Undang Republik Indonesia tentang Minyak dan Gas Bumi., Jakarta: s.n.
- Farouq, A.**, 2013. All You Need is Darcy's Equation to Determine EOR Success or Failure. the SPE Western Regional & AAPG Pacific Section Meeting.
- Government of Alberta**, 2013. Oil Sands Conservation Act, Alberta - Canada: Alberta Queen's Printer.
- Government of Alberta**, 2013. Responsible Energy Development Act, Alberta - Canada: Alberta Queen's Printer.
- Government of Alberta**, 2016. Mines and Mineral Act, Alberta - Canada: Alberta Queen's Printer.
- Hassan, A. A. et al.**, 2018. The Potential for Surface Mining Heavy-Oil Reservoir: The Example of the Ratqa Lower Fars in the State of Kuwait. SPE Reservoir Evaluation & Engineering, 21(03).
- Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia**, 2018. Peraturan Menteri Nomor 25 Tahun 2018 tentang perusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara. Peraturan Menteri Nomor 25 Tahun 2018 tentang perusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara , Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- OIL SANDS MAGAZINE**, 2019. Fort Hills Mine, Suncor Energy, (Online). [Online] Available at: <https://www.oilsandsmagazine.com/projects/suncor-fort-hills-mine> [Accessed 14 April 2019].
- OIL SANDS MAGAZINE**, 2019. Surface Mining Techniques Used in the Oil Sands. (Online). [Online] Available at: <https://www.oilsandsmagazine.com/technical/mining/surface-mining> [Accessed 18 Maret 2019].
- OIL SANDS MAGAZINE**, 2019. Total Bitumen Production from Mining and In-Situ. (Online). [Online] Available at: <https://www.oilsandsmagazine.com/projects/bitumen-production> [Accessed 18 Maret 2019].
- OIL SANDS MAGAZINE**, 2019. US Oil Sands Enters into Receivership. (Online). [Online] Available at: <https://www.oilsandsmagazine.com/news/2018/2/25/us-oil-sands-receivership-asset-sales> [Accessed 14 April 2019].
- PPPTMGB "LEMIGAS"**, 2018. LRP 20/2018 Crude Assay Telisa Iliran High, Jakarta: PPPTMGB "LEMIGAS".
- PT. MEDCO E&P INDONESIA**, 2019. Iliran High Grand Plan and Open Pit Trial. Focus Group Discussion, Bogor: PPPTMGB "LEMIGAS".
- Republik Indonesia**, 2001. Lembaran Negara RI Tahun 2004, Nomor 123 & Lembaran Negara RI Tahun 2009, Nomor 128, 2004, Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Pemerintah, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia**, 2010. Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia**, 2014. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Lembaran Negara RI Tahun 2014, Nomor 300, 2014, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia**, 2017. Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional, Lembaran Negara RI Tahun 2017, Nomor 43, 2017, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Richard, F. M., Emil, D. A. & Philip, A. F.**, 2007. Heavy Oil and Natural Bitumen Resources in Geological Basins of the World. Open File-Report., United States of America.: s.n.
- Society of Petroleum Engineers (SPE), American Association of Petroleum Geologist (AAPG), World Petroleum Council (WPC), Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE), & Society of Exploration Geophysicists (SEG)**, 2011. Guidelines for Application of the Petroleum Resources Management System (PRMS), United States of America: Society of Petroleum Engineers.
- Society of Petroleum Engineers (SPE), World Petroleum Council (WPC), American Association of Petroleum Geologist (AAPG), Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE), Society of Exploration Geophysicists (SEG), Society of Petrophysicists and Well Log**, 2018. Petroleum Resources Management System (PRMS)., s.l.: Society of Petroleum Engineers. United State of America.
- Sofyan, A.**, 2016. Makna "Doktrin" dan "Teori" dalam Ilmu Hukum. (Online). [Online] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/303805700> [Accessed 4 Maret 2019].
- Sutadiwiria, G., Luthfi, A. & Miriawati, I.**, 2004. Management Decision for Mature Steam flood

Area with Steam Eruption: An Integrated Approach of Technology and Economics. s.l., Society of Petroleum Engineers. United States of America..

**U.S. Geological Survey**, 2003. Heavy Oil and Natural Bitumen – Strategic Petroleum Resources, USGS Fact Sheet FS-070-03, United State of America: s.n.

**Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001**, 2001. Tentang Minyak dan Gas Bumi. Lembaran Negara

RI Tahun 2001, Nomor 136, 2001., Jakarta: Sekretariat Negara.

**Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007**, 2007. Tentang Energi. Lembaran Negara RI Tahun 2007, Nomor 96, 2007., Jakarta: Sekretariat Negara.

**Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009**, 2009. Tentang Mineral dan Batubara., Jakarta: Sekretariat Negara.