

STUDI LITERATUR: PEMENUHAN PERATURAN RENCANA DUMPING/PEMBUANGAN LIMBAH PEMBORAN SUMUR MINYAK DAN GAS BUMI DI PERAIRAN LAUT SELAT MALAKA

Sulistyo

Program Studi Magister Studi Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Terbuka

*Penulis korespondensi: sulistyo.anjasmoro@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan pemboran sumur minyak dan gas bumi (migas) baik di darat maupun di laut akan menghasilkan limbah pemboran berupa lumpur bor bekas dan serbuk bor. Pembuangan limbah pemboran ke laut (*dumping*) harus memenuhi peraturan yang berlaku dengan mendapatkan persetujuan teknis (pertek) dari KLHK. Peraturan yang harus dipenuhi meliputi PerMenLHK No. 12 Tahun 2018, PP No. 22 Tahun 2021, dan PerMenLHK No 6 Tahun 2021. Dalam proses pertek tersebut muncul pertanyaan untuk dikaji: 1) seperti apa kegiatan pemboran sumur migas di laut dan limbah yang dihasilkan; 2) data informasi lingkungan yang diperlukan; 3) hasil pemodelan yang diperlukan; dan 4) ketentuan dan peraturan-peraturan yang diacu. Metode studi adalah studi literatur dari Dokumen Kajian Persetujuan Teknis Dumping Limbah Pemboran Sumur Pengembangan Lapangan Gas di Salah Satu Wilayah Kerja Migas di Perairan Selat Malaka, Aceh. Kesimpulan penelitian: 1) kegiatan pemboran yang akan dilakukan adalah pemboran sumur pengembangan menggunakan lumpur bor berbasis air (*water based mud/WBM*) dan lumpur bor berbasis sintetis/buatan (*synthetic based mud/SBM*) dengan jenis rig *jack up*, limbah yang akan dihasilkan berupa limbah pemboran, limbah akomodasi (termasuk sanitasi), limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), dan emisi; 2) lokasi pemboran di Selat Malaka dengan kedalaman perairan laut sekitar 80 m, kualitas air laut masih memenuhi baku mutu terutama parameter kunci (TSS), data pendukung pembuatan model sebaran telah disajikan berupa angin, arus, gelombang, dan pasang surut; 3) pemodelan sebaran TSS dibuat tiga dimensi mampu menyajikan sebaran dampak secara vertikal dan horizontal dengan memperhatikan musim termasuk kondisi arus dan pasang surut; 4) ketentuan peraturan terpenuhi, meliputi kesesuaian persetujuan tata ruang laut, kedalaman pembuangan *in situ* (>50 m), model sebaran, rencana analisis toksisitas dan rencana pemantauan kualitas kolom air laut yang akan dilakukan.

Kata Kunci: pemboran sumur minyak dan gas bumi di laut, peraturan pembuangan limbah ke laut (*dumping*), sebaran kekeruhan, persetujuan teknis.

1 PENDAHULUAN

Kegiatan industri migas di Indonesia ada dua, yaitu hulu dan hilir. Kegiatan hulu terkait pencarian dan pengangkatan dari perut bumi, sedangkan kegiatan hilir terkait pengolahan dan distribusi. Kegiatan hulu migas sendiri juga ada dua, yaitu eksplorasi dan eksploitasi. Secara sederhana menurut Statistik Minyak dan Gas Bumi (KemESDM, 2022), eksplorasi merupakan kegiatan penyelidikan lapangan untuk pengumpulan data potensi minyak dan gas bumi. Kegiatan eksplorasi ada dua yaitu survei seismik dan pemboran sumur eksplorasi. Survei seismik merupakan metode perekaman secara geofisik untuk menentukan lokasi minyak dan/atau gas bumi, kemudian dilanjutkan dengan pemboran. Pemboran sumur akan dijadikan konfirmasi keberadaan ada/ekonomis dan tidaknya potensi cadangan migas dalam suatu reservoir (lokasi dibawah permukaan bumi dimana cadangan migas berada). Kegiatan lebih

lanjut ketika sudah ditemukan cadangan akan dilakukan eksploitasi yang merupakan tahap produksi untuk diusahakan lebih lanjut.

Kegiatan hulu migas akan menghasilkan limbah, termasuk kegiatan pemboran baik di darat maupun di laut, salah satunya adalah limbah pemboran berupa lumpur bor bekas dan serbuk bor. Limbah tersebut harus dikelola dan pembuangannya harus memenuhi ketentuan agar dampak terhadap lingkungan bisa diminimalisasi, terlebih jika lokasi pemborannya di laut akan berdampak pada badan lingkungan yaitu air laut dengan sebaran lebih luas jika dibandingkan di darat yang bisa ditimbun. Salah satu perusahaan hulu migas (kontraktor kontrak kerjasama/KKKS) yang mempunyai area wilayah kerja di Selat Malaka akan melakukan pemboran di atau setelah tahun 2025. Perusahaan ini telah memproses pertek dumping limbah pemboran dan dalam proses pertek tersebut muncul pertanyaan untuk dikaji: 1) seperti apa kegiatan pemboran sumur migas di laut dan limbah yang dihasilkan; 2) data informasi lingkungan yang diperlukan; 3) hasil pemodelan yang diperlukan; dan 4) ketentuan peraturan-peraturan apa saja yang diacu.

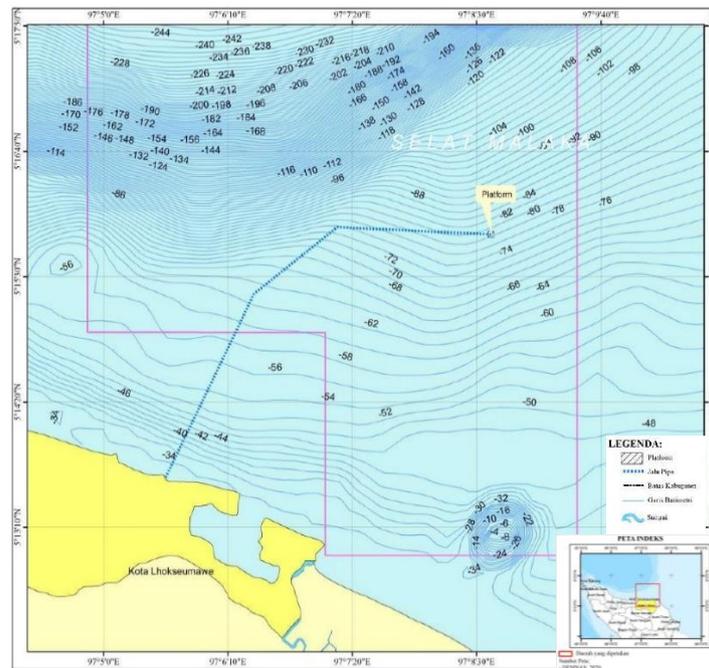
Peraturan yang harus dipenuhi dalam pembuangan limbah pemboran di laut (*dumping*) diantaranya adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMenLHK) No. 12 Tahun 2018, Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021, dan PerMenLHK No. 6 Tahun 2021. PerMenLHK No. P.12/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2018 mengenai persyaratan dan tata cara pembuangan (*dumping*) limbah ke laut. Dalam peraturan tersebut salah satu ketentuannya terkait syarat kandungan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) atau *oil on cuttings* (kandungan minyak pada serbuk bor) sebesar 5% sejak tahun 2017 dan 0% mulai tahun 2025. Sementara berdasarkan informasi dari ahli pemboran pada KKKS tersebut, kemampuan teknologi yang ada hanya mampu menurunkan sampai 3%. Salah satu produsen alat pengering serbuk bor, mampu mengurangi hingga kurang dari atau sedikit di bawah 2% (nov.com, 2024).

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) mengidentifikasi kegiatan pemboran sumur migas di laut beserta limbah yang dihasilkan; 2) mengidentifikasi kebutuhan data lingkungan yang diperlukan; 3) menyajikan hasil pemodelan; dan 4) telaah peraturan-peraturan dan ketentuannya yang harus dipenuhi dalam pembuangan limbah pemboran (pertek *dumping*). Kegiatan pemboran yang akan dilakukan di atau setelah tahun 2025 harus memenuhi ketentuan kandungan 0% jika akan dilakukan *dumping*, namun kondisi yang ada baik dari pelaku dan teknologi yang ada belum bisa mencapai 0%.

2. METODE

2.1. Lokasi Pemboran dan *Dumping*

Lokasi pemboran sumur migas yang nantinya sebagai lokasi penempatan anjungan lepas pantai (*platform*), akan dilakukan di perairan Selat Malaka dengan jarak sekitar 6 km atau sekitar 3,24 mil laut arah utara dari daratan Lhokseumawe Aceh. Kedalaman perairan lokasi pemboran mencapai 80 m (**Gambar 1**). Pembuangan limbah (*dumping*) pemboran akan dilakukan langsung di lokasi pemboran (*in situ*).



Sumber: Dokumen Pertek, 2023.

Gambar 1. Peta Lokasi Pemboran Sumur (di Lokasi Platform)

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam kajian/penelitian ini adalah data sekunder berupa dokumen yang digunakan untuk proses pertek *dumping* limbah pemboran di Perairan Selat Malaka yang diproses oleh KKKS di wilayah kerja perairan Selat Malaka ke KLHK pada tahun 2023. Data-data yang dikaji meliputi:

- 1) rencana kegiatan pemboran sumur migas yang akan dilakukan,
- 2) data informasi lingkungan lokasi kegiatan pemboran yang diperlukan,
- 3) hasil pemodelan sebaran kekeruhan pembuangan limbah pemboran, dan
- 4) ketentuan dan peraturan-peraturan yang diacu dan harus dipenuhi dalam *dumping* limbah pemboran ke laut.

2.3. Metode Analisis Data

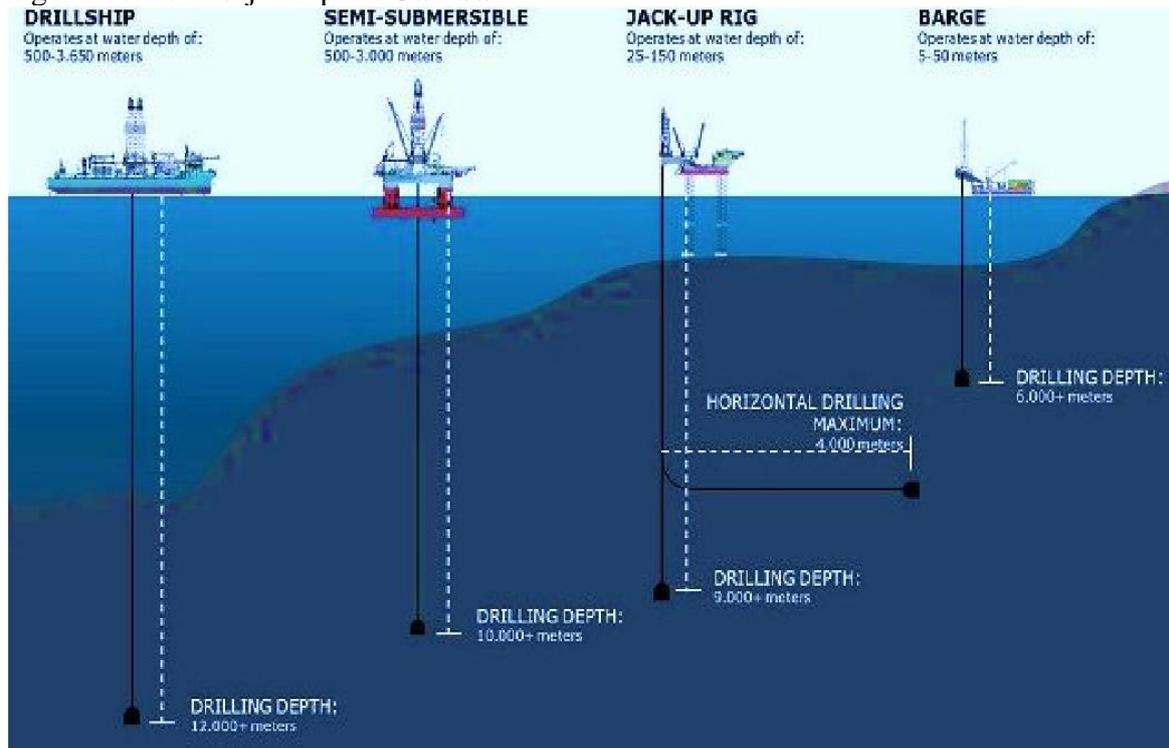
Metode penelitian ini adalah kajian literatur dari salah satu proses dokumen pertek pembuangan (*dumping*) limbah pemboran di perairan Selat Malaka oleh salah satu perusahaan hulu migas (KKKS) dengan analisis deskriptif kualitatif. Tipe dari penelitian ini adalah evaluasi normatif terhadap peraturan-peraturan dan ketentuannya terkait *dumping* ke laut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rencana Kegiatan Pemboran Sumur Migas yang Akan Dilakukan

Pengeboran minyak dan gas bumi yang kemudian disebut pengeboran merupakan kegiatan pembuatan sumur pada kegiatan usaha hulu migas (Permen ESDM 045 tahun 2006). Kegiatan pemboran sumur yang akan dilakukan pada kajian ini adalah pemboran sumur pengembangan (eksploitasi) di laut. Pemboran sumur pengembangan/eksploitasi merupakan pemboran sumur untuk mengeluarkan cadangan migas setelah diperoleh data cadangan dari pemboran eksplorasi pada reservoir prospek yang ditargetkan. Pemboran eksplorasi sendiri merupakan pemboran awal pada titik yang ditentukan dari hasil pemetaan kegiatan survei seismik yang dinyatakan ekonomis untuk dikembangkan/diproduksi dari hasil tes atau uji kandungan lapisan.

Kegiatan pemboran memerlukan alat dan bahan utama berupa kapal menara pemboran (*rig*) dan lumpur bor. Penggunaan *rig* pemboran di laut disesuaikan dengan kedalaman perairan dengan ilustrasi disajikan pada **Gambar 2**.



Sources: <https://www.google.com/>

Gambar 2. Jenis *Rig* Pemboran di Laut Berdasarkan Kedalaman Perairan

Rig pemboran yang akan digunakan di kajian ini adalah *jack up rig*. Sementara lumpur bor yang akan digunakan adalah lumpur bor berbasis air (*water based mud/WBM*) dan berbasis sintetis buatan (*synthetic based mud/SBM*). Menurut PerMen ESDM 045 tahun 2006, lumpur bor merupakan cairan atau fluida yang dipakai dalam kegiatan pengeboran yang terdiri dari bahan dasar atau aditif, atau hasil campuran bahan dasar dan aditif. Bahan dasar sendiri merupakan fluida dasar lumpur bor dalam bentuk bahan dasar berupa air, minyak dan sintetis atau buatan. Bahan aditif merupakan bahan tambahan dalam pembuatan lumpur, bisa berupa padatan atau cairan yang dicampurkan pada bahan dasar yang mempunyai fungsi khusus.

Selain diperlukan peralatan dan bahan dalam operasi pemboran juga diperlukan tenaga manusia dalam mengoperasikan mesin dan peralatan *rig* pemboran. Oleh karena itu, kegiatan pemboran akan menghasilkan limbah berupa emisi dari gas buang mesin-mesin pemboran dan kapal pendukung, limbah padat dan cair kegiatan akomodasi/sanitasi, limbah padat dan cair pengoperasian peralatan dan mesin-mesin pemboran dan limbah pemboran sumur itu sendiri, yaitu berupa lumpur bor bekas dan serbuk bor. Limbah lumpur bor bekas merupakan sisa-sisa pemakaian lumpur bor yang telah dipergunakan dan tidak bisa dipergunakan lagi (terutama jenis WBM). Serbuk bor atau *cuttings* merupakan sisa-sisa dan potongan-potongan buangan dari batuan formasi termasuk limbah cair yang diakibatkan dari hasil pengeboran.

Jumlah limbah yang akan dihasilkan tergantung ukuran dan kedalaman lubang sumur yang dibor serta lama pemboran. Rencana pemboran akan dilakukan selama 30 hari untuk satu sumur. Pada kajian/penelitian ini ukuran lubang, kedalaman sumur, jenis dan jumlah/volume lumpur serta limbah pemboran yang akan dihasilkan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Volume Lumpur Bor dan Serbuk Bor pada Setiap Fase Pemboran

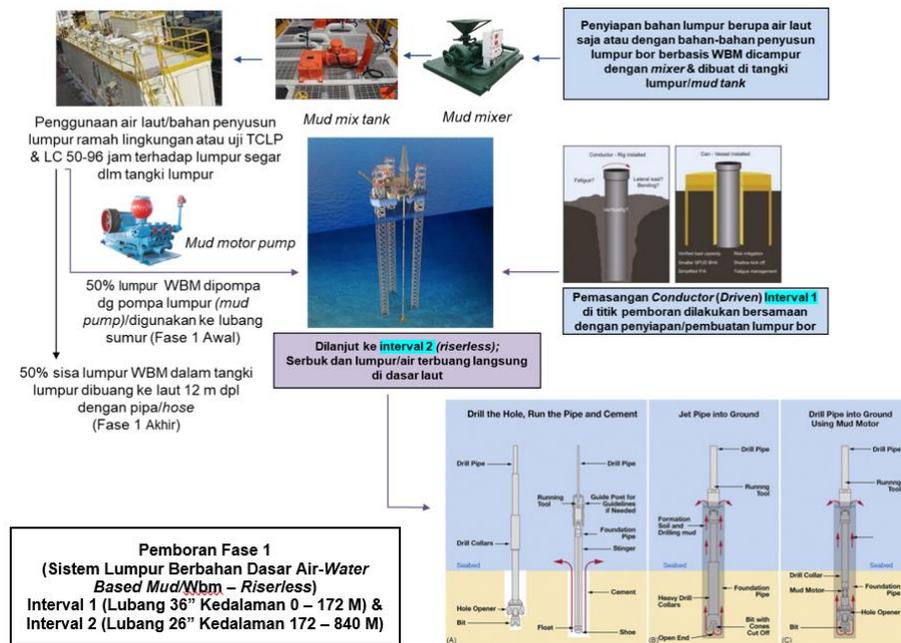
Tahap/ Interval	Ukuran Lubang Bor	Jenis Lumpur	Jenis Limbah	Volume Limbah (m ³)	Laju <i>Dumping</i> (m ³ /jam)	Keterangan
I	36"	<i>Driven</i>	Serbuk bor Lumpur bor	- -	- -	<i>Driven</i> (pemasangan konduktor)
II	26"	WBM	Serbuk bor Lumpur bor	342 229	4,1 2,73	Di dasar laut (<i>riserless</i>); Laju <i>dumping</i> gabungan serbuk dan lumpur bor: 6,83 m ³ /jam
				229	3,83	12 m di bawah permukaan laut (dari sisa lumpur bor di tangki lumpur sebagai cadangan)
III	17-1/2"	SBM	Serbuk bor Lumpur bor	166,58 333,16	0,9 Tidak dibuang	
IV	12-1/4"	SBM	Serbuk bor Lumpur bor	36,40 72,81	0,9 Tidak dibuang	Di permukaan air laut (<i>riser</i>)
V	8-1/2"	SBM	Serbuk bor Lumpur bor	7,25 14,49	0,9 Tidak dibuang	

Sumber: Pertek *Dumping*, 2023.

Pengelolaan lumpur bor dan serbuk bor dalam upaya meminimalisir dampak pencemaran terhadap air laut dilakukan langkah-langkah berikut:

a. Lumpur bor berbasis air (*water based mud/WBM*)

Pada pemboran fase ke-1 (sistem lumpur berbasis WBM) pada interval ke-1 (ukuran lubang 36" kedalaman 0 – 172 m) dan interval ke-2 (ukuran lubang 26" kedalaman 171 – 840 m) akan mengoptimalkan bantuan air laut dan atau lumpur berbasis air laut (WBM). Pemboran akan dilakukan tanpa *riser* (*riserless*) atau tanpa selubung, sehingga serbuk bor yang terangkat dan bercampur dengan air laut dan atau lumpur langsung mengalir terbang ke luar di dasar laut/*sea bad*. Jika menggunakan lumpur bor WBM, akan dipilih bahan ramah lingkungan didukung data keamanan (*Material Safety Data Sheet/MSDS*) dan atau dilakukan analisis TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) atau prosedur pelindian karakteristik beracun dan Uji Toksikologi *Lethal Concentration-50* selama 96 jam (LC-50 96 jam) untuk mengukur konsentrasi limbah yang menyebabkan kematian pada 50% hewan uji (PerMenLHK No. 6 Tahun 2021). Lumpur bor akan ada yang langsung terbang secara *riserless* sebanyak 50% dari jumlah keseluruhan, sisa 50% sebagai cadangan/antisipasi disimpan di tangki lumpur. Pada saat akan pergantian pemboran fase ke-2 (sistem lumpur berbasis SBM), 50% sisa lumpur WBM di tangki akan dibuang dengan pipa pada kedalaman 12 m di bawah permukaan air laut. Diagram alir pengelolaan lumpur dan serbuk bor WBM disajikan pada **Gambar 3**.



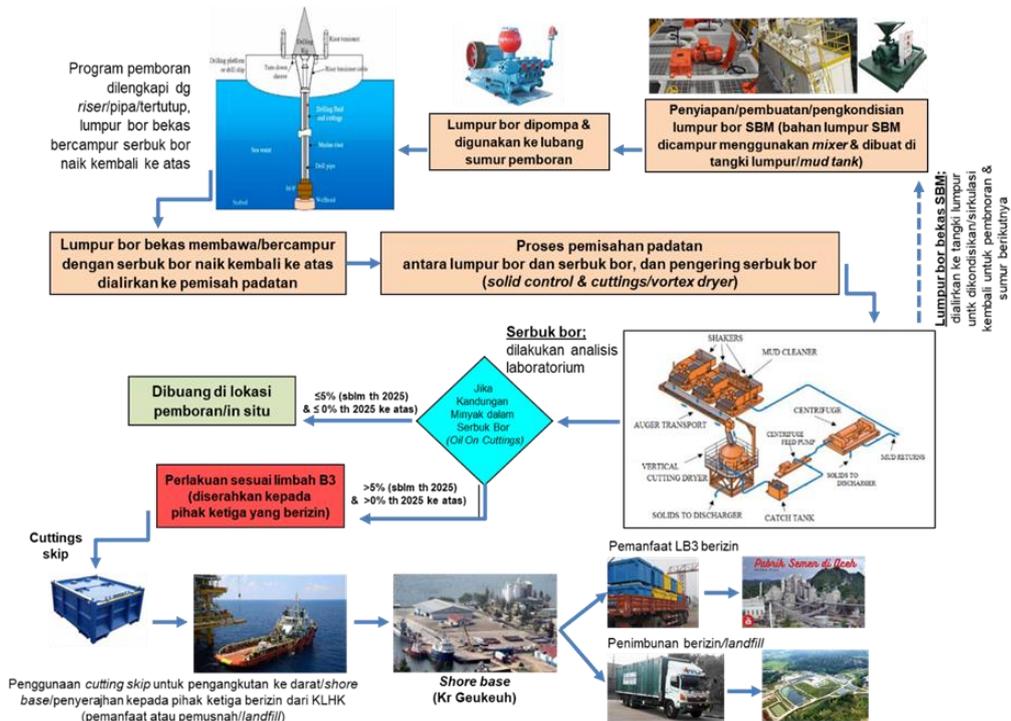
Sumber: Dokumen Pertek, 2023.

Gambar 3. Skema Sistem Sirkulasi Lumpur Pemboran WBM

b. Lumpur bor berbasis buatan (*shynthetic based mud/SBM*)

Pada pemboran fase ke-2 (sistem lumpur berbasis SBM) dilakukan mulai interval ke-3 (ukuran lubang 17,5” dari kedalaman 840 – 1.914 m), interval ke-4 (ukuran lubang 12,25” kedalaman 1.914 – 2.393 m) dan interval ke-5 atau terakhir (ukuran lubang 8,5” dari kedalaman 2.393 m sampai kedalaman akhir 2.591 m). Pemboran pada fase ke-2 ini dilakukan dengan *riser* berupa selubung pipa (sistem tertutup) maka serbuk bor yang ke luar dari lubang sumur bersama-sama dengan lumpur bor SBM dialirkan naik ke atas melalui *riser* ke pemisah padatan/*solid control* dan disaring dengan *shale shaker*. Selanjutnya serbuk bor tersebut dialirkan ke *conveyor vacuum transfer system* dan ke *cuttings/vortex dryer* berkapasitas desain untuk mampu mengolah serbuk bor sampai dengan 50 ton/jam. Setelah diproses di *vortex dryer*, lumpur bor dari *shale shaker-solid control* dialirkan ke *centrifuge* untuk memisahkan fraksi halus serbuk bor yang masih terdapat dalam lumpur bor SBM tersebut.

Lumpur bor SBM hasil pemisahan pada *shale shaker-solid control* dialirkan ke tangki penampung (tangki lumpur) dan dipompakan kembali (sirkulasi) ke sumur selama pemboran berlangsung hingga mencapai target kedalaman akhir (*total depth/TD*). Sementara itu, serbuk bor fraksi halus yang telah dipisahkan dari lumpur bor SBM dialirkan ke *desander* dan *desilter* dan lebih lanjut dialirkan ke *cutting vortex dryer* untuk diproses pengurangan kandungan minyaknya. Serbuk bor yang telah dipisahkan dengan SBM tersebut sebelum dibuang ke laut dilakukan uji kandungan minyak (*Oil on Cuttings/OOC* atau *Total Petroleum Hydrocarbon/TPH*). Serbuk bor akan dibuang ke laut jika kandungan minyaknya memenuhi baku mutu (<5%) untuk pemboran yang dilakukan sebelum tahun 2025 dan 0% untuk pemboran yang dilakukan mulai tahun 2025. Sementara jika kandungan minyak dalam serbuk bor >5% sebelum tahun 2025 atau >0% diberlakukan pada pemboran yang dilakukan sejak tahun 2025, maka limbah serbuk bor tersebut dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan akan ditampung (menggunakan *cutting skip*). Limbah serbuk bor tersebut kemudian dikelola lebih lanjut, diserahkan kepada pihak ketiga yang mempunyai izin dari Kementerian LHK (ditimbun atau dimanfaatkan diantaranya sebagai bahan baku pabrik semen). Diagram alir pengelolaan lumpur dan serbuk bor berbasis SBM disajikan pada **Gambar 4**.



Sumber: Dokumen Pertek, 2023.

Gambar 4. Skema Sistem Sirkulasi Lumpur Pemboran SBM

Tenaga kerja pemboran akan bekerja dan umumnya menginap (akomodasi) di *rig* (Valentin et al., 2020). Jumlah tenaga kerja mencapai 158 orang. Kegiatan akomodasi tenaga kerja akan menghasilkan limbah berupa limbah cair dan limbah padat yang bersifat biodegradable (sisa-sisa makanan).

Limbah padat organik sisa makanan akan dicacah, kemudian dibuang ke laut. Limbah padat anorganik berupa kertas, plastik, kantong, kayu, drum bekas, potongan logam, dan lain-lain. Plastik dan potongan logam akan dipisahkan dan dibawa ke darat untuk didaur ulang. Limbah padat (kertas, karton, kayu, dan sebagainya) akan dikumpulkan untuk sementara dalam tempat sampah dan dikirim ke darat. Limbah cair domestik dialirkan ke pengolah limbah berupa *sewage treatment unit* (STU) di *rig* pemboran, kemudian dibuang/dialirkan ke laut.

Limbah B3 yang dihasilkan dari operasi pemboran seperti baterai, kain majun oli, pelumas bekas, limbah medis (jika ada seperti jarum suntik bekas, kemasan bekas obat, dan sisa cairan infus dari pekerja yang mengalami gangguan kesehatan atau kecelakaan dan perlu mendapatkan penanganan medis), dan material terkontaminasi akan dikemas pada tempat penampungan khusus (drum atau sejenisnya yang kedap/tidak tumpah) kemudian dikumpulkan di *rig* untuk selanjutnya akan dibawa ke darat dan diserahkan kepada pihak ketiga yang mempunyai izin pengelolaan limbah B3 dari KLHK.

3.2. Data Informasi Lingkungan Lokasi Kegiatan Pemboran

Dari data sekunder dokumen proses pertek *dumping* oleh salah satu perusahaan migas yang beroperasi di wilayah perairan Selat Malaka Aceh, disajikan bahwa kondisi lingkungan terkait *dumping* pemboran meliputi; angin, gelombang, pasang surut, arus untuk data yang diperlukan terkait model hidrodinamika dan kualitas air laut terkait badan lingkungan yang berpotensi terdampak.

a. Angin

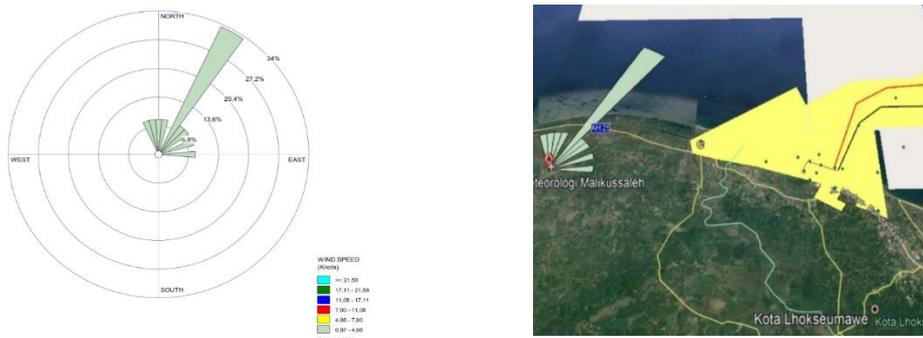
Data kecepatan angin selama periode tahun 2009-2018 rata-rata 2,35 m/detik, sementara arah angin sangat bergantung pada musim. Umumnya pada saat musim barat arah angin cenderung barat daya (*South West/SW*) dan musim timur adalah timur laut (*North East/NE*). Rata-rata kecepatan angin (m/detik) dan data arah angin dominan di lokasi pemboran disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rata-rata Arah dan Kecepatan Angin di Wilayah Studi

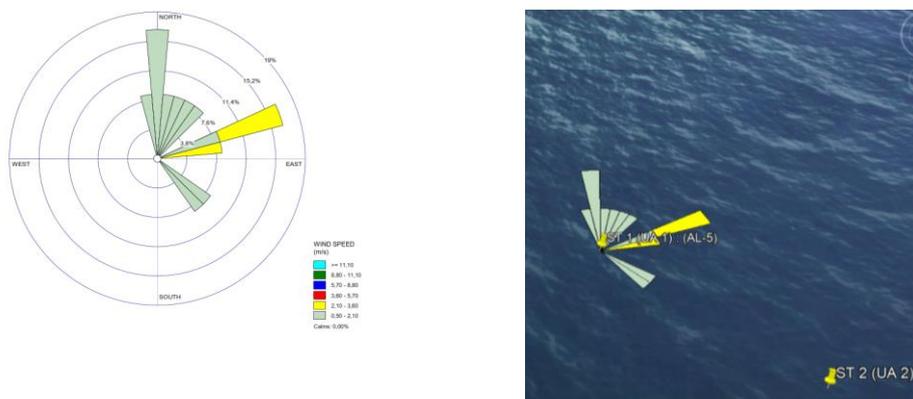
No	Bulan	Tahun																	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021									
1	Januari	SW	3	E	5	SE	3	SW	2	E	4	SE	3	E	2	E	2	E	3
2	Februari	NE	4	NE	4	SE	3	SE	4	NW	2	E	3	NE	2	E	3	E	2
3	Maret	N	4	NE	4	SW	2	SW	3	SW	2	E	3	NE	2	N	2	NE	2
4	April	W	3	NE	3	SW	2	SW	2	SW	2	SW	2	N	2	N	2	NE	2
5	Mei	SE	3	SW	3	SW	2	SW	2	SW	2	SW	2	NE	2	NE	2	NE	2
6	Juni	SW	5	SE	3	SW	2	SE	2	NE	2	N	2	N	1	NE	2	NE	2
7	Juli	SE	3	NE	3	SE	2	SW	2	N	2	N	1	NE	2	SE	2	NE	2
8	Agustus	SW	3	SE	3	SW	2	S	2	SE	2	N	1	NE	2	N	2	NE	2
9	September	NE	3	SE	3	SW	2	SE	2	N	2	N	1	N	2	NE	2	NE	2
10	Oktober	NW	3	SW	2	SW	2	NW	3	SE	2	N	1	N	1	N	2	-	-
11	November	SW	3	SE	3	SW	2	W	3	SW	2	N	2	NE	2	E	2	-	-
12	Desember	SE	3	SE	3	SW	2	SW	2	SE	2	SW	2	NE	2	SE	2	-	-
Jumlah Rerata Pertahun			3,3	3,3	2,2	2,4	2,2	1,9	1,7	2,1	2,1								

Sumber: BMKG Malikul Saleh Lhokseumawe, 2021 (diolah) dalam Dokumen Pertek *Dumping*, 2023.

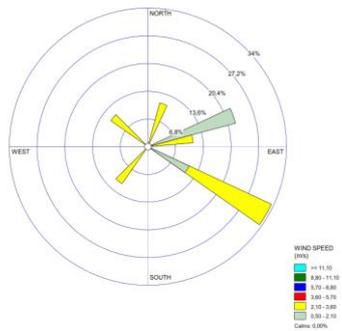
Keadaan dan arah angin bulanan dapat digambarkan dalam bentuk grafik (*windrose*) seperti yang disajikan pada **Gambar 5** untuk tahun 2019, **Gambar 6** untuk tahun 2020, dan **Gambar 7** untuk 10 tahun terakhir (2013-2021).



Gambar 5. Keadaan dan Arah Angin untuk Tahun 2019



Gambar 6. Keadaan dan Arah Angin untuk Tahun 2020



Sumber: BMKG Malikul Saleh Lhokseumawe, 2021(diolah) dalam Dokumen Pertek, 2023.

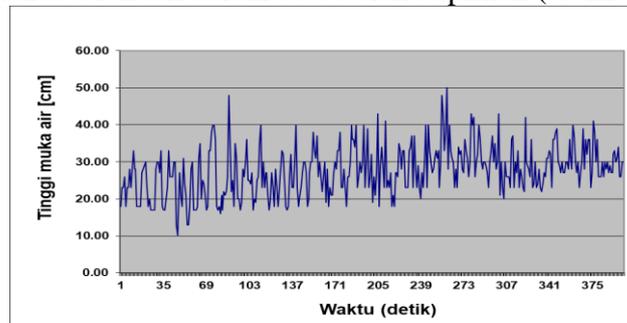
Gambar 7. Keadaan dan arah Angin untuk Tahun 2013-2021

b. Gelombang

Gelombang di lokasi pemboran dan sekitarnya umumnya yang terjadi kecil. Rata-rata tinggi gelombang pada saat pasang adalah 37 cm dengan periode 8 detik, sementara saat surut adalah 26 cm dengan durasi waktu 6 detik. Kecilnya distribusi gelombang karena merupakan laut lepas yang tidak dihalangi oleh topografi pantai (bathimetri dan profil pantai). Hasil penilaian sinyal gelombang disajikan pada **Gambar 8**.

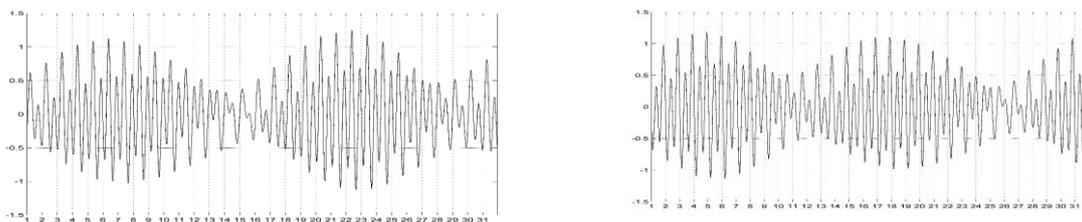
c. Pasang Surut

Pasang surut baik pada musim barat dan timur memperlihatkan pola semi-diurnal dimana terdapat dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari dan juga terdapat dua kali pasang tertinggi dan dua kali surut terendah dalam satu bulan cuplikan (**Gambar 9**).



Sumber: Dokumen Pertek, 2023

Gambar 8. Sinyal Gelombang Dekat Pantai di Sekitar Lokasi Pemboran



Pasang surut saat musim barat (Januari 2022) Pasang surut saat musim timur (Juli 2021)

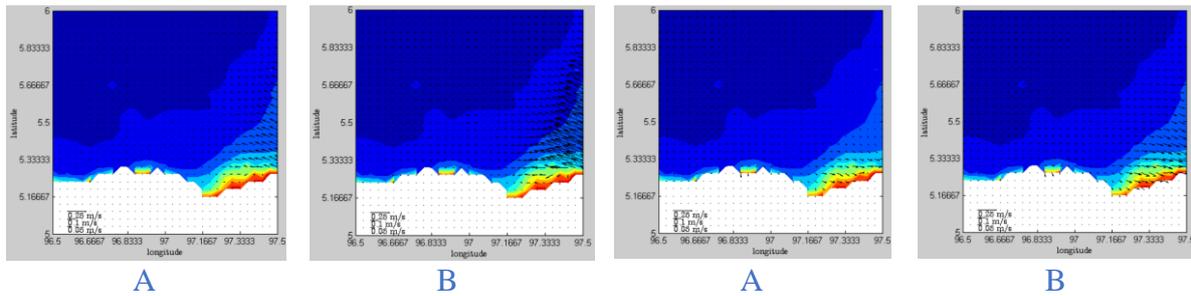
Sumber: Dokumen Pertek, 2023

Gambar 9. Pola Pasang Surut di Wilayah Studi Berdasarkan Hasil Model Pasang Surut

d. Arus

Rata-rata magnitudo arus adalah 0,25 m/dt dengan maksimum arus kurang dari 1 m/dt. Arus bergerak dari barat ke timur saat menuju pasang purnama yang selanjutnya berubah arah saat menuju surut. Arus maksimum dan arus-arus besar terjadi di daerah dangkal bagian timur Aceh dengan magnitudo maksimum lebih kurang 1 m/dt. Magnitudo arus kuat saat musim Timur dan

pola arus ini terjadi sepanjang tahun serta tidak terjadi perubahan yang signifikan karena perbedaan pasang surut. Pola arus akan berbeda bila pengaruh angin kuat (**Gambar 10**).



Pola dinamika arus (A) musim transisi menuju musim timur dan (B) musim timur. Pola dinamika arus (A) musim transisi menuju musim barat dan (B) musim barat.
Sumber: Dokumen Pertek, 2023

Gambar 1. Pola Dinamika Arus

e. Kualitas air laut

Berdasarkan dokumen pertek, 2023, kualitas air laut lokasi pemboran secara umum masih memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan sesuai PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII (Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut). Parameter yang berpotensi terdampak, yaitu residu tersuspensi (TSS) juga masih berada di bawah baku mutu sebesar 12,60 – 16,10 mg/L (baku mutu 20 mg/L).

3.3. Hasil Pemodelan Sebaran Kekeruhan Pembuangan Limbah Pemboran

a. Deskripsi Model

Berdasarkan dokumen pertek *dumping* deskripsi model yang dibuat dengan uraian sebagai berikut:

1) Pemodelan hidrodinamika

Data arus yang dihasilkan oleh pasang surut dan gelombang diplotkan ke dalam bentuk grafik pasang surut, arus, dan sinyal gelombang. Persamaan matematis yang digunakan dalam pembuatan model untuk memperoleh pola dan kecepatan arus adalah persamaan Navier Stokes untuk pasang surut yaitu Persamaan gerak dua dimensi dan Persamaan kontinuitas. Persamaan-persamaan tersebut merupakan hasil modifikasi dari persamaan-persamaan tak-rotasi, konservasi energi, kontinuitas dan momentum.

2) Pemodelan sebaran serbuk bor dan lumpur bor

Serbuk bor yang terbuang, jatuh dan melayang dimodelkan berdasarkan model angkutan sedimen melayang dan angkutan sedimen di dasar perairan. Tingkat perpindahan sedimen di permukaan, kolom air dan di dasar laut disimulasikan dalam dokumen pertek dengan menggunakan persamaan konservasi massa sedimen dari Horikawa. Sementara Van Rijn merumuskan model angkutan sedimen dengan dua persamaan yaitu persamaan angkutan sedimen yang melayang dan persamaan angkutan sedimen di dasar.

b. Verifikasi model

Model matematika numerik yang telah dibuat dan menghasilkan *out put* selanjutnya di verifikasi dalam domain (ruang) model. Verifikasi yang dilakukan dengan hasil pengolahan data lapangan dan hasil pengolahan data satelit yang ada. Verifikasi yang dilakukan hanya untuk pasang surut dan kondisi arus hasil pendataan di lapangan dengan tingkat keakuratan berkisar 84- 92%.

c. Skenario model

Hasil model arus per lapisan yang diakibatkan oleh angin dan pasang surut selanjutnya digunakan sebagai gaya penggerak model transport sedimen seperti TSS (*Total suspended solid*), transport polutan dan transport bawah permukaan. *Dumping* limbah pengeboran (serbuk dan lumpur bor bekas) dimodelkan dalam tiga skenario, yaitu kolom air dasar laut/*sea bad/riserless*, pembuangan di 12 meter dari permukaan laut (umpur bor bekas WBM) dan pembuangan di permukaan laut (serbuk bor kering). Simulasi dibuat hanya dua musim, yaitu musim barat dan musim timur, sedangkan musim peralihan tidak dilakukan karena data hasil simulasi menunjukkan dinamika yang cukup kecil dibandingkan dua musim dominan.

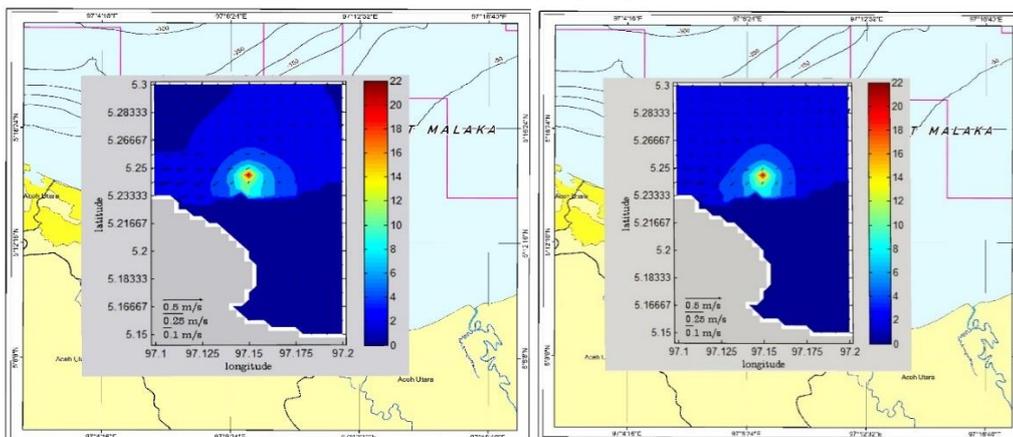
d. Hasil Pemodelan

Jumlah limbah pemboran yang akan dibuang berupa serbuk bor berbasis WBM sekitar 342 m³, lumpur bor bekas WBM sekitar 458 m³ dan serbuk bor berbasis SBM 201 m³. Lumpur bor bekas WBM dan serbuk bornya (berbasis WBM) akan dibuang ke lingkungan setelah memenuhi baku mutu (PerMenLHK No. 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun), sedangkan lumpur bor bekas SBM tidak dibuang tetapi akan dimanfaatkan kembali (*reuse*) untuk pemboran sumur berikutnya dan di lokasi lainnya. Serbuk bor berbasis SBM akan dibuang jika memenuhi baku mutu yang ditetapkan (5% jika pemboran sebelum tahun 2025 dan 0% jika pemboran dilakukan tahun 2025 ke atas).

Pembuangan limbah pemboran (mengacu pada **Tabel 1**. Volume Lumpur Bor dan Serbuk Bor pada Setiap Fase Pemboran) pada lubang pertama dan kedua dengan lumpur bor berbahan dasar air/WBM berupa serbuk bor sebanyak 342 m³ dan lumpur bor bekas sebanyak 229 m³ (50% dari 458 m³) akan dibuang di dasar laut/*sea bad (riserless)* sebagai **fase ke-1** dan sisanya 50% lumpur bor bekas 229 m³ (50% dari 458 m³) akan dibuang dari atas rig pemboran sebagai **fase ke-2**. **Fase ke-3** adalah pemboran dengan lumpur bor berbasis SBM, hanya serbuk bor yang dibuang ke laut jika memenuhi baku mutu. Hasil pemodelan setiap fase sebagai berikut:

1) Pemodelan pada fase ke-1 (*riserless*)

Hasil pemodelan transport TSS serbuk dan lumpur bor di dasar laut diperlihatkan pada **Gambar 10**. Hasil simulasi ini memperlihatkan bahwa akumulasi konsentrasi polutan 20 ppm hanya tersebar pada radius kisaran 100 - 300 m dari lokasi pengeboran.

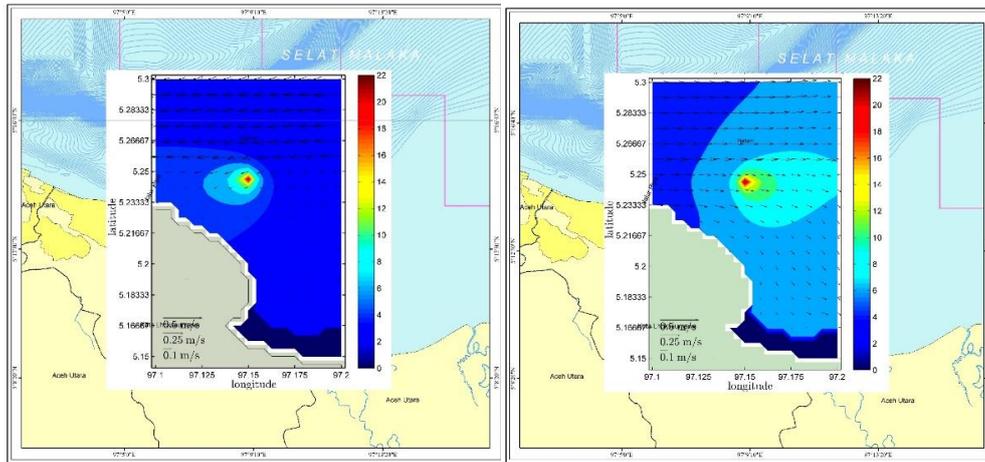


Sumber: Dokumen pertek, 2023.

Gambar 2. Hasil Simulasi Transport TSS Serbuk dan Lumpur Bor di Dasar Laut Saat Musim Timur (Kiri) dan Saat Musim Barat (Kanan)

2) Sebaran lumpur bor bekas berbahan dasar air laut/WBM (fase ke-2)

Hasil *runing model* yang dibuat merupakan hasil buangan limbah lumpur bor bekas di kedalaman 12 meter dari permukaan. Efektif dalam hal ini dikarenakan lapisan 12 meter adalah lapisan yang terbebas dari lapisan pencampuran atau *mixing layer*. Pembuangan limbah bor di kedalaman ini untuk menghindari sebaran yang meluas secara spasial akibat pengaruh angin disamping pengaruh dinamika arus. Arus pada kedalaman ini lebih dipengaruhi oleh dinamika pasang surut dan kecil kemungkinan tekanan baroklinik mempengaruhi dinamika arus. **Gambar 11** memperlihatkan sebaran lumpur bor bekas yang terbuang di permukaan perairan saat musim barat dan musim timur secara spasial selama satu bulan kumulatif simulasi menginformasikan bahwa sebaran 20 ppm yang diperbolehkan hanya bergerak dengan radius 280 m saat musim timur dan radius 271 meter saat musim barat pada minggu ke empat.

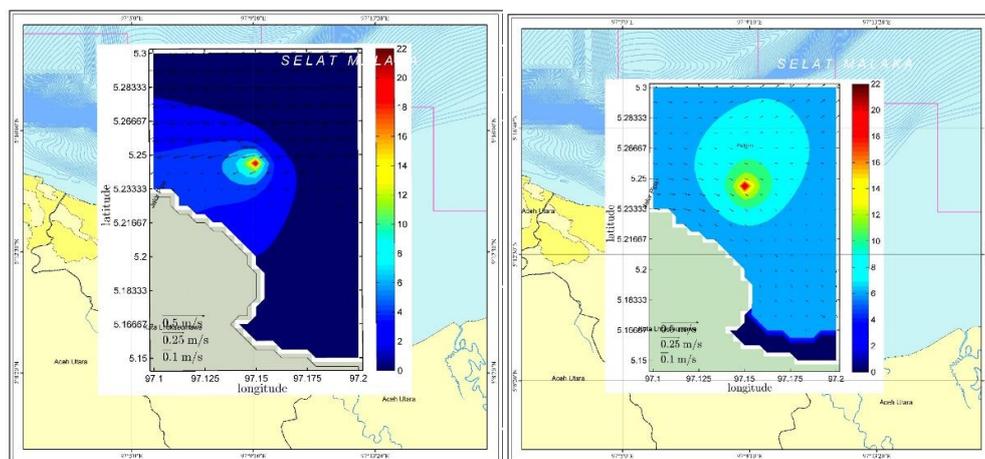


Sumber: Dokumen pertek, 2023.

Gambar 11. Hasil Simulasi Transport TSS Lumpur Bor Bekas di Permukaan Laut Saat Musim Timur (Kiri) dan Barat (Kanan)

3) Fase ke-3 sebaran pembuangan serbuk bor

Gambar 12 menunjukkan sebaran vertikal dan horizontal serbuk bor yang dibuang pada musim timur dan barat terlihat bahwa konsentrasi TSS cenderung mengendap (*settling*) lebih cepat ke bawah akibat gravitasi, densitas dan lemahnya arus. Secara akumulasi dengan durasi jika dibuat sampai *running model* 30 hari terlihat tidak ada sebaran menuju ke atas (ke permukaan) namun lebih ke arah bawah dan horizontal secara spasial sebaran 20 ppm dengan radius 226 m pada musim timur dan 283 m saat musim barat.



Sumber: Dokumen pertek, 2023.

Gambar 12. Hasil Simulasi Transport TSS Serbuk Bor Bekas di Permukaan Laut Saat Musim Timur (Kiri) dan Barat (Kanan)

3.4. Ketentuan dan peraturan-peraturan yang diacu dan harus dipenuhi dalam *dumping* limbah pemboran ke laut

Ketentuan dan peraturan-peraturan yang dipenuhi dalam porses pertek *dumping* limbah pemboran disajikan pada **Tabel 2**. Dalam tabel tersebut juga diuraikan antara ketentuan dalam peraturan dan pemenuhan dari rencana kegiatan (terpenuhi atau tidak). Jika tidak terpenuhi apa yang harus dilakukan oleh pemilik/pelaku kegiatan atau usaha, dan tantangan serta peluang dari kondisi yang ada saat ini.

Tabel 2. Ketentuan dan Peraturan-peraturan yang Diacu/Dipenuhi

No.	Ketentuan	Peraturan	Hasil Evaluasi
1.	Kesesuaian tata ruang	<ul style="list-style-type: none"> • Pasal 35 & 37 UU No. 6 Tahun 2023; Kesesuaian ruang disetujui oleh pemerintah pusat. • Pasal 21 PP No. 22 Tahun 2021; Penyusunan Amdal-lokasi rencana usaha/kegiatan wajib sesuai tata ruang. 	Kegiatan pemboran ini berada di perairan laut, dimana persetujuan kesesuaian ruang dieluarkan oleh KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan) berupa Persetujuan Kesesuaian kegiatan Pemanfaatan Ruang Laut (PKKURL) via OSS (<i>Online Single Submission</i>).
2.	Dumping <i>in situ</i>	<p>Pasal 8 PerMenLHK No. 12 Tahun 2018;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kedalaman ≥ 50 m. • Bukan daerah sensitif. • Kualitas air laut memenuhi baku mutu (parameter TSS sesuai PP 22/21 Lamp VIII. • dampaknya berada dalam radius ≤ 500 m dari lokasi dumping berdasarkan kajian pemodelan sebaran dampak; <p>Pasal 18 PerMenLHK No. 12 Tahun 2018; Model sebaran dampak parameter kunci (TSS) untuk lumpur bor bekas dan serbuk bor WBM & SBM tiga dimensi pergerakan vertikal dan horizontal</p>	<p>Kedalaman lokasi pemboran 80 m. Lokasi bukan daerah sensitif. Parameter TSS masih memenuhi baku mutu (memenuhi daya tampung). Sebaran maksimal TSS sebesar 20 ppm berdasarkan model sebaran TSS setiap skenario berada di radius <500 m. Model disajikan dalam tiga dimensi (vertikal – horizontal), parameter TSS, model telah dilakukan validasi. Sebaran minyak dari serbuk bor berbasis lumpur SBM tidak dilakukan karena pemboran akan dilakukan di atau setelah tahun 2025 yang mensyaratkan kandungan 0%. Akan dilakukan analisis toksisitas TCLP, LC-5096 jam dan TPH/OOC*.</p>
	Pemantauan kualitas kolom air laut	<p>Toksisitas sesuai PerMenLHK No. 6 Tahun 2021; Analisis TCLP, LC-50 96 jam & OOC/TPH. Pasal 13 PerMenLHK No. 12 Tahun 2018; Pemantauan kualitas kolom air laut minimal satu kali dalam tiga bulan dan minimal dua titik penataan pada radius <500 m pada kedalaman 20 m pada waktu sebaran paling jauh atau tertinggi dengan hasil pemodelan dilakukan saat pasang dan surut.</p>	Titik pemantauan telah ditetapkan pada radius maksimal 500 m atau sebaran tertinggi dan terjauh dari hasil pemodelan dengan memasukkan faktor hidrodinamika (pasang dan surut).

Sumber: Dokumen pertek 2023 (diolah)

Keterangan: *) Jika tidak memenuhi baku mutu telah disiapkan rencana dengan penyerahan kepada pihak ketiga yang berizin.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dokumen pertek yang diproses dalam *dumping*/pembuangan limbah pemboran dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kegiatan pemboran yang akan dilakukan merupakan pemboran sumur pengembangan dengan jenis lumpur yang akan digunakan adalah lumpur WBM dan SBM, menggunakan kapal menara pemboran (*rig*) jenis *jack up*. Limbah yang akan dihasilkan selain limbah utama berupa limbah pemboran (lumpur bor bekas dan serbuk bor), juga dihasilkan limbah akomodasi (padat dan cair), limbah B3 pengoperasian peralatan dan mesin-mesin kapal pemboran (padat dan cair), dan juga emisi.
- 2) Lokasi pemboran berada di Selat Malaka dengan kedalaman sekitar 80 m, kualitas air laut masih memenuhi baku mutu terutama parameter kunci (TSS) di bawah baku mutu (20 ppm), data pendukung untuk pembuatan model sebaran telah disajikan seperti angin, arus, gelombang, dan pasang surut.
- 3) Pemodelan sebaran TSS telah dibuat tiga dimensi yang mampu menyajikan sebaran dampak baik secara vertikal maupun horizontal dengan memperhatikan musim (timur dan barat) termasuk di dalamnya kondisi arus dan pasang surut.
- 4) Ketentuan peraturan telah terpenuhi, diantaranya; kesesuaian persetujuan tata ruang laut, kedalaman pembuangan *in situ* (>50 m), model sebaran dengan sebaran dampak parameter kunci <500 m, analisis toksisitas yang akan dilakukan dan rencana pemantauan kualitas kolom air laut yang akan dilakukan.

Terkait toksisitas terutama kualitas serbuk bor dari lumpur bor berbasis SBM dengan pengalaman kegiatan pemboran sumur migas dan teknologi yang ada saat ini bisa dikatakan belum ada yang mampu mencapai 0% untuk pemenuhan di tahun 2025, maka menjadi tantangan bagi pengembangan teknologi pengelolaan limbah serbuk bor berbasis SBM tersebut. Selain itu, peluang jasa pengelolaan limbah B3 dari limbah serbuk bor tersebut beserta perizinan dan infrastruktur yang memadahi mengingat persebaran atau keberadaan pihak ketiga ini masih terkonsentrasi di Pulau Jawa. Hal ini juga menjadi saran dari hasil kajian ini agar persebaran merata menjangkau di seluruh wilayah Indonesia termasuk para pemanfaat (hirraki pengelolaan limbah yaitu, memanfaatkan limbah/*reuse-recycle*) agar lebih efektif dan efisien serta mendukung kegiatan yang berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2023. Dokumen Persetujuan Teknis (Pertek) Dumping Linbah Pemboran Sumur Pengembangan di Perairan Selat Malaka.
<https://www.nov.com/products/vortex-dryer>. Diakses 16 Desember 2024.
- Statistik Minyak dan Gas Bumi, 2022. Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. www.migas.esdm.go.id.
- PerMenESDM No 045 Tahun 2006 tentang Pengelolaan Lumpur Bor, Limbah Lumpur dan Serbuk Bor Pada Kegiatan Pengeboran Minyak dan Gas Bumi.
- PerMenLHK No. P.12/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2018 tentang Persyaratan dan Tata Cara Dumping (Pembuangan) Limbah Ke Laut.
- PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- UU No 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-undang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-undang.
- Vlantine, Tudorache, P., Nicular, L.A., & Antoescu, N. 2020. Aspect on Offshore Drilling in Deep and Very Deep Waters. *Journal of Engineering Science and Innovation*. Vol. 5, Issue 2/2020 pp 157-172.