

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT (EIA)

for

The Proposed Cengkih Field Development at Block SK320, Offshore, Sarawak

Ref. No.: EV113-117(19A)/25
Date: June 2026

Project Proponent



MUBADALA ENERGY (SK320) LTD.

Levels 39 & 40, Tower 1,
Plaza Conlay, Jalan Conlay,
50450 Kuala Lumpur, Malaysia.

Prepared by



CHEMSAIN

CHEMSAIN KONSULTANT SDN BHD

172 Rock Road,
93200 Kuching, Sarawak,
Malaysia.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Penilaian Kesan Kepada Alam Sekeliling (EIA) untuk Cadangan Pembangunan Medan Cengkih di Block SK320, Luar Pantai Sarawak

Penggerak Projek



MUBADALA ENERGY (SK 320) LTD.

Levels 39 & 40, Tower 1,
Plaza Conlay, Jalan Conlay,
50450 Kuala Lumpur, Malaysia.

Pegawai Perhubungan:

Mr. Zairini Zainal
(zairini.zainal@mubadalaenergy.com)

Orang Berkelayakan



CHEMSAIN KONSULTANT SDN BHD

No. 172, Rock Road,
93200 Kuching Sarawak.

Pegawai Perhubungan:

Anthony Rentap Enchana
(anthony.enchana@chemsain.com)

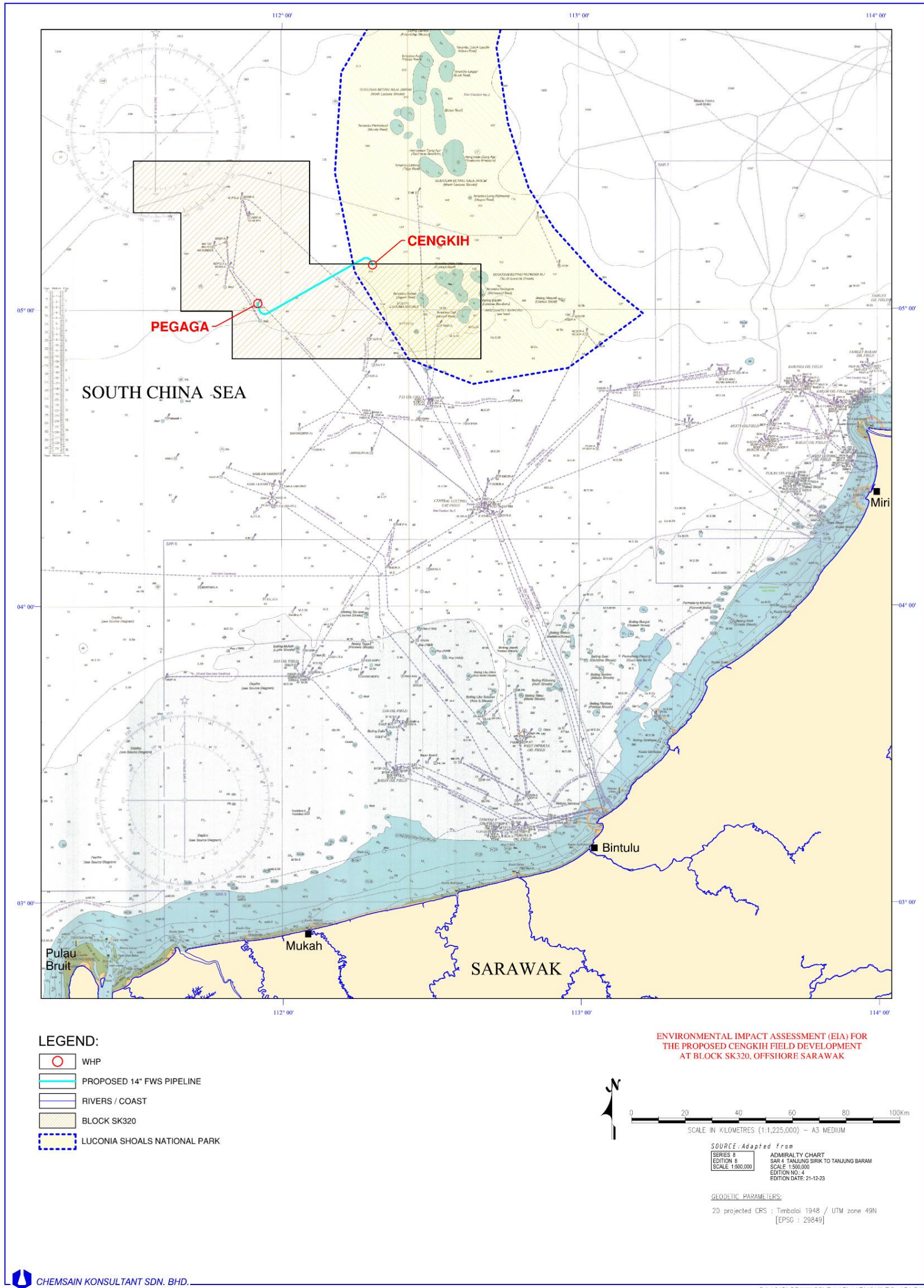
PENGENALAN

- Blok SK320 terletak kira-kira 160 km ke barat laut Miri, dalam Zon Ekonomi Eksklusif (EEZ) Malaysia.
- Medan Cengkih merupakan penemuan gas tidak bersekutu (*non-associated*) dalam Blok SK320 dan kawasan Taman Negara Luconia Shoals, terletak kira-kira 230 km dari pesisir Sarawak pada anggaran kedalaman air 120.5 m.
- Skop EIA merangkumi:
 - ❑ Satu telaga pembangunan yang dilengkapi dengan tiub 7", direka untuk menampung kadar pengambilan sebanyak 120 – 150 MMscf/hari;
 - ❑ Sebuah pelantar kepala telaga tanpa kru (WHP) dengan kemudahan atas (topsides) yang direka untuk kapasiti 150 MMscf/hari bagi menampung potensi peningkatan pengeluaran;
 - ❑ Sambungan dasar laut (subsea tie-in) ke Pelantar Pemprosesan Pusat Bersepadu (ICPP) Pegaga sedia ada; dan
 - ❑ Pemasangan saluran paip dasar laut keluli karbon berdiameter 14" sepanjang 53 km bagi tujuan pengangkutan gas.

Jadual RE-1: Koordinat Komponen Projek

Komponen	Datum: Timbalai 1948		Datum: WGS84	
	Longitude (E)	Latitude (N)	Longitude (E)	Latitude (N)
Cengkih WHP (Centre of Platform)	112° 18' 12.559"	05° 09' 05.078"	112° 18' 24.74"	05° 09' 02.02"

LOKASI PROJEK



KEPERLUAN PERUNDANGAN



Perintah Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti Yang Ditetapkan)
(Penilaian Kesan Kepada Alam Sekeliling) 2015

Jadual Pertama – 9. Petroleum:

- (a) Pembangunan –
 - (ii) medan gas
- (b) Pembinaan sepanjang 30 kilometer atau lebih –
 - (i) Talian paip luar pantai

KENYATAAN KEPERLUAN

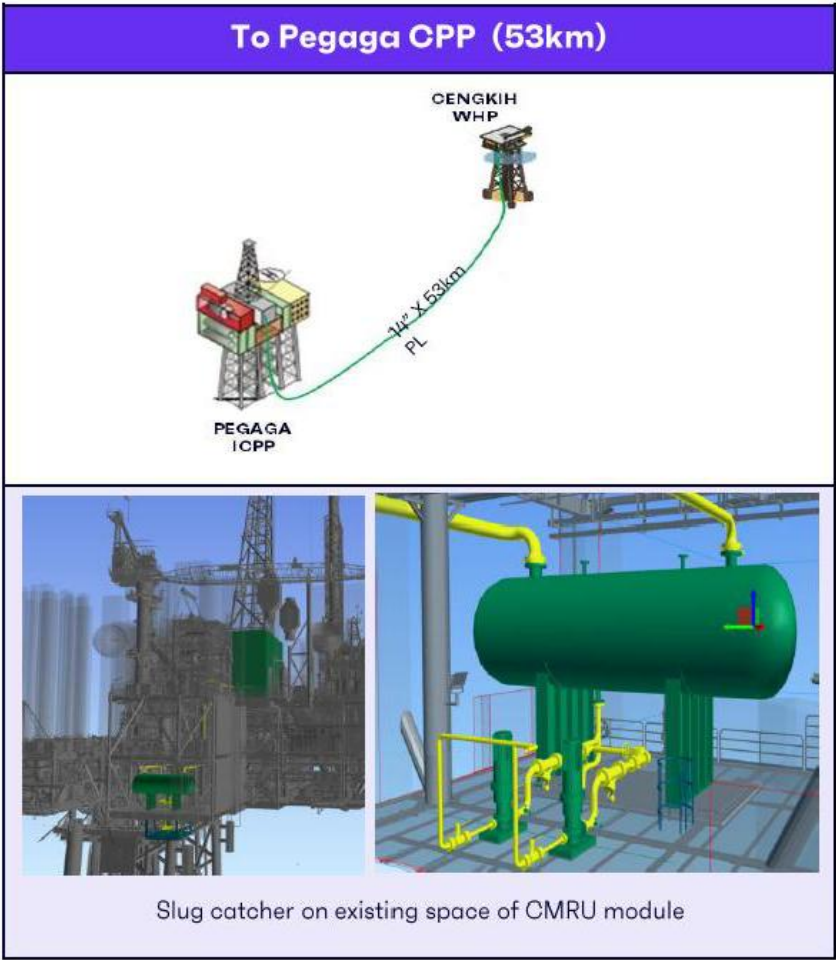


- Didorong oleh keperluan untuk menjaga nilai ekonomi daripada sumber gas yang telah ditemui, mengekalkan penggunaan infrastruktur sedia ada, serta menyokong bekalan gas jangka panjang di kawasan Central Luconia.
- Konsep pembangunan yang dipilih mengimbangi pertimbangan teknikal, ekonomi dan alam sekitar, serta selaras dengan strategi tenaga di peringkat nasional dan serantau.

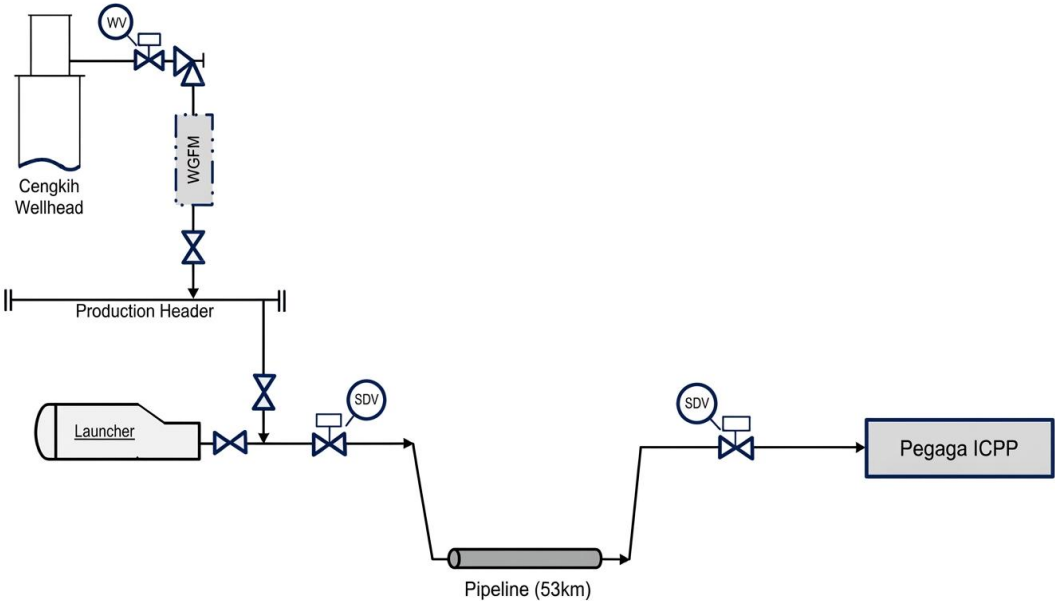
PENERANGAN PROJEK

- **Pelantar Kepala Telaga (WHP):** Satu (1) WHP tanpa kru, dua slot (awal: 1 telaga). Reka bentuk minimum, tiada pemprosesan. Operasi kawalan jauh dari Pegaga ICPP.
- **Saluran Paip:** Satu (1) talian paip dasar laut 14" sepanjang ~53 km dari WHP Cengkih ke Pegaga ICPP.
- **Pengubahsuaian:** Pengubahsuaian brownfield di Pegaga ICPP. Termasuk pemasangan slugcatcher, kemudahan pemeteran, dan debottlenecking (~700 MMscfd).
- **Pengeluaran Gas:** Satu telaga ~120 MMscf/hari (maksimum 150 MMscf/hari). Sasaran FGD: Suku Ketiga 2029.
- **Konsep Pembangunan:** Aliran telaga dihantar ke Pegaga ICPP. Pemprosesan guna kemudahan sedia ada.
- **Penggerudian:** Satu (1) telaga menggunakan Tender Assisted Drilling Rig (TADR).
- **Operasi:** Pelantar tanpa kru. Pemantauan dan kawalan jarak jauh. Lawatan penyelenggaraan berkala.
- **Pendekatan Pembangunan:** Sambungan ke infrastruktur sedia ada. Kurangkan kemudahan baharu, gangguan dasar laut, dan impak alam sekitar.

KONSEP PEMBANGUNAN MEDAN CENGIKH



RAJAH BLOK CENGIKH

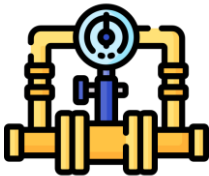


PELANTAR KEPALA TELAGA (WHP)



- **Struktur & Reka Bentuk:** Satu (1) WHP tanpa kru, dua slot (awal: 1 telaga). Platform kemudahan minimum dengan kapasiti ~150 MMscfd. Tiada pemprosesan hidrokarbon di pelantar.
- **Peralatan & Sistem:** Termasuk kepala telaga, flowline, sistem kawalan, dan sistem suntikan kimia (KHI dan perencat kakisan) untuk jaminan aliran.
- **Sumber Kuasa:** Sistem hibrid solar dan angin, dengan penjana diesel sebagai sokongan.
- **Kawalan & Pemantauan:** Dikawal sepenuhnya dari Pegaga ICPP. Dilengkapi sistem kawalan dan keselamatan bersepadu.
- **Falsafah Operasi:** Pemasangan tanpa kru (NUI). Lawatan penyelenggaraan secara berkala.

TALIAN PAIP



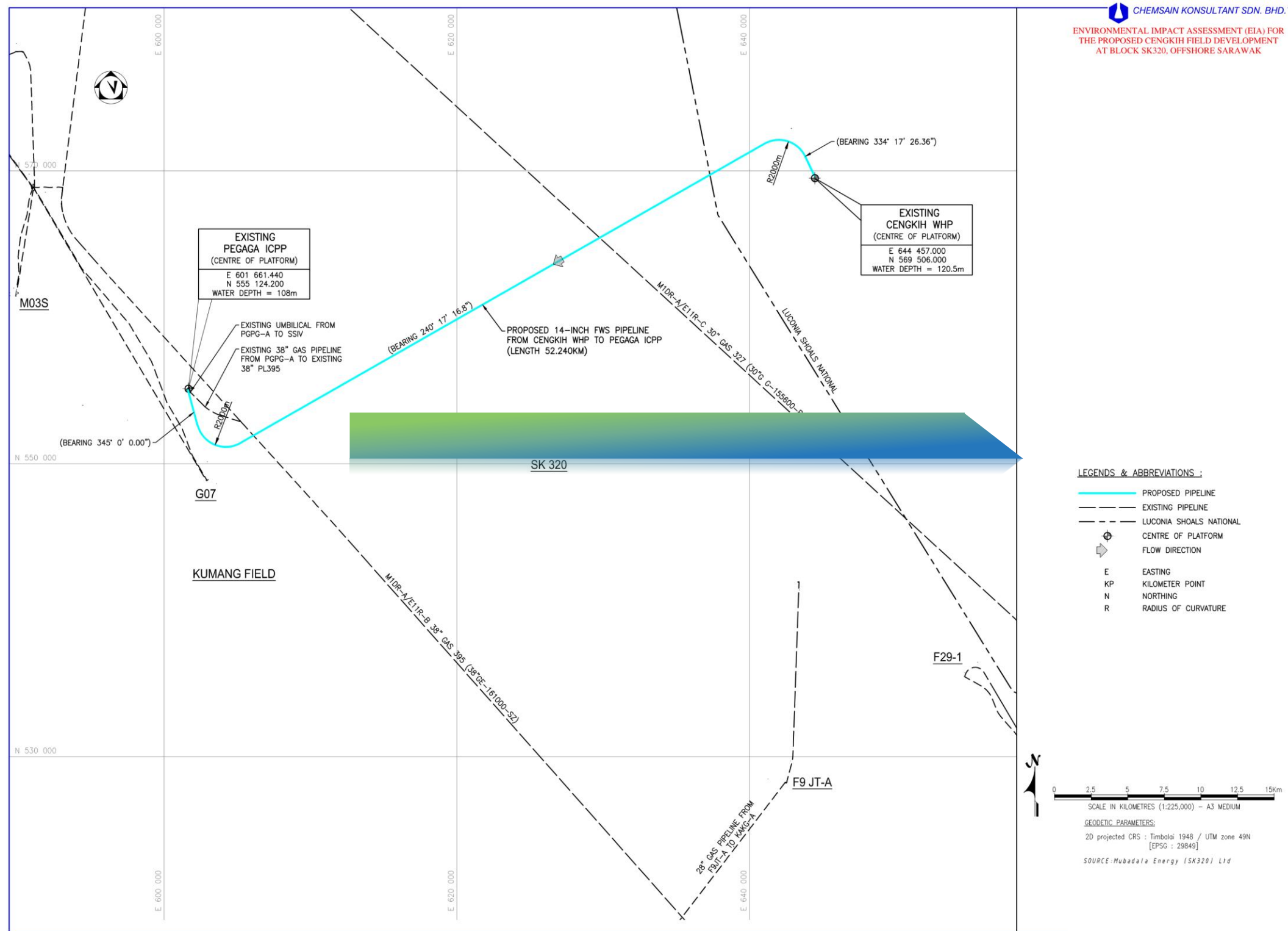
- **Perkhidmatan:** Saluran paip eksport gas basah (multifasa). Mengangkut keseluruhan aliran telaga ke Pegaga ICPP.
- **Spesifikasi Reka Bentuk:** Satu (1) paip berdiameter 14" (~53 km). Direka untuk ~120 MMscf/hari, dengan julat variasi.
- **Keadaan Operasi:** Tekanan ketibaan di Pegaga ~104–105 barg. Sesuai untuk pencampuran terus tanpa mampatan.
- **Bahan & Integriti:** Keluli karbon berlapis CRA (~5 km pertama). Baki menggunakan keluli karbon dengan elaun kakisan.
- **Pemasangan:** Kaedah S-lay. Termasuk lintasan kejuruteraan bagi paip sedia ada.

TIE-IN DI PEGAGA ICPP

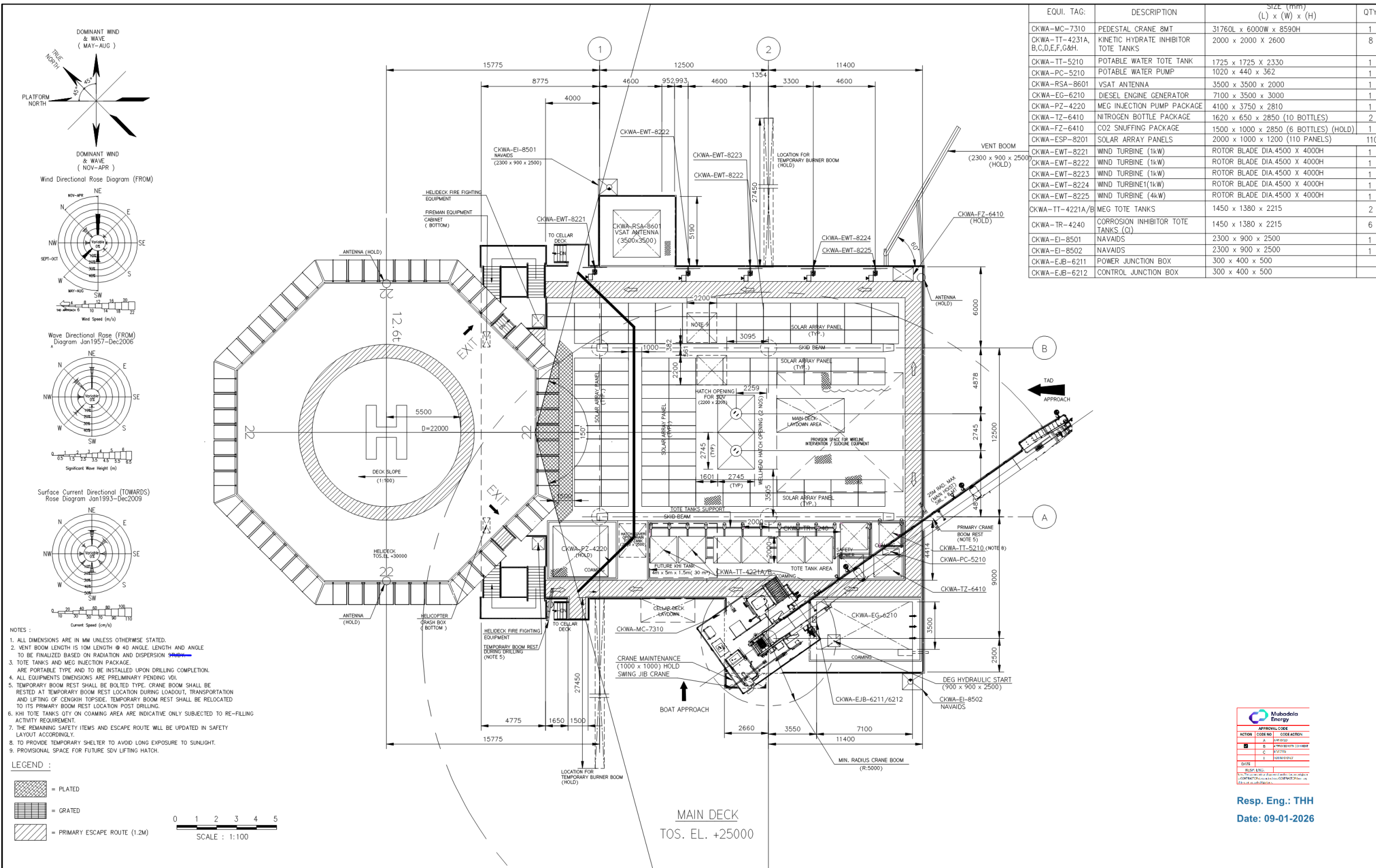


- **Integrasi:** Aliran telaga Cengkih disambung ke Pegaga menggunakan slot riser sedia ada. Tambahan pig receiver, slugcatcher, dan kemudahan pemeteran.
- **Pemprosesan:** Pemprosesan penuh (gas, kondensat, air) di kemudahan Pegaga sedia ada.
- **Naik Taraf Kapasiti:** Pegaga akan melalui debottlenecking (~700 MMscfd). Pemampat dinaik taraf untuk tampung pengeluaran gabungan.
- **Sistem Pengendalian:** Sistem sedia ada mencukupi untuk pengendalian kondensat dan air terhasil bagi Pegaga dan Cengkih.
- **Pendekatan Pembangunan:** Guna infrastruktur sedia ada. Kurangkan kemudahan baharu dan jejak alam sekitar.

PELAN SUSUN ATUR PROJEK



PELAN SUSUN ATUR PELANTAR (DEK UTAMA)





Pengangkutan dan Pemasangan Luar Pantai

Jaket, cerucuk, boat landing dan topside WHP difabrikasi di darat. Kemudian diangkut ke luar pesisir untuk pemasangan. Melibatkan pemacuan cerucuk, diikuti pengangkatan dan pemasangan topside menggunakan kapal angkat berat. Talian paip 14" (~53 km) dipasang menggunakan kaedah S-lay, termasuk lintasan paip jika perlu, dan disambung ke Pegaga ICPP.

Pengerudian dan Pembersihan Telaga

Satu (1) telaga gas menggunakan TADR, menggunakan air laut dan lumpur berasaskan air. Pembersihan telaga dan kerja pelengkapan dijalankan sebelum permulaan pengeluaran.

Pentauliahan (Commissioning) dan Permulaan Operasi

Sistem bukan hidrokarbon (kuasa, utiliti, kawalan dan keselamatan) ditauliahkan terlebih dahulu. Diikuti sistem hidrokarbon. Pra-Pentauliahan saluran paip meliputi pembersihan, ujian hidrostatik dan penyahairan. Hidrokarbon dimasukkan secara terkawal untuk memulakan pengeluaran.

Operasi dan Penyelenggaraan

WHP Cengkih beroperasi sebagai pemasangan tanpa kru (NUI). Pemantauan dan kawalan penuh dari Pegaga ICPP. Lawatan penyelenggaraan berkala (cth. bulanan) menggunakan kapal sokongan. Memastikan operasi selamat dan cekap.

Decommissioning Penamatan Operasi (Abandonment)

Kemudahan dan telaga akan dinyahaktif pada akhir hayat lapangan mengikut garis panduan PETRONAS dan DOE. Aktiviti termasuk penutupan telaga, penanggalan atau pengabaian WHP dan saluran paip. Memastikan impak alam sekitar minimum.

JADUAL PROJEK



PERSEKITARAN SEDIA ADA

Bathymetry dan Ciri Dasar Laut



Cengkoh-Pegaga ICPP (~53 km)

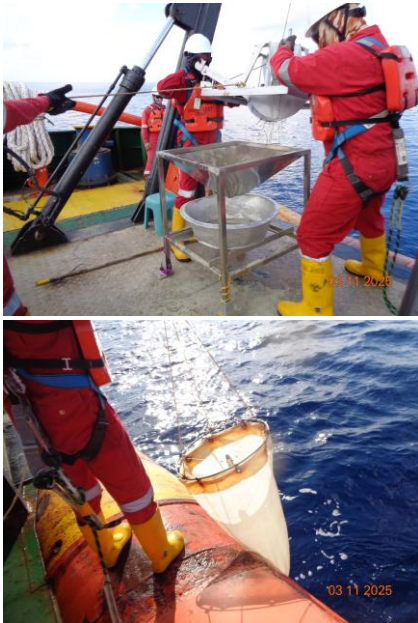
- Terletak di Central Luconia (lembangan karbonat). Dasar laut umumnya rata dengan sedimen tanah liat lembut.
- Koridor talian paip dengan kedalaman air ~104 hingga 120m. Mempunyai ciri kecil (pockmark, kesan tapak) yang tidak menjejaskan reka bentuk.

Oceanografi



- Arus didominasi oleh monsun Timur Laut dan Barat Daya yang mempengaruhi arah aliran dan variasi.
- Arus sederhana (~0.2 m/s purata). Suhu stabil (27–30°C) dan kemasinan ~32–34 psu.

Persampelan Garis Dasar Alam Sekitar



❖ Tarikh:

- ❑ 2 – 4 November 2025
- ❑ 31 Mac – 1 April 2026

- ❖ **Aktiviti Persampelan:** Air laut, sedimen dasar laut, plankton dan makrobentos.

Titik Persampelan:

- ❖ **Cengkih WHP:** Empat (4) stesen dalam radius 600m dari WHP.
- ❖ **Titik Kawalan:** Satu (1) stesen pada 5 km Timur Laut dari WHP Cengkih.
- ❖ **Talian Paip:** Lima (5) stesen dengan jarak kira-kira 8.8 km sepanjang jajaran saluran paip.

Keputusan Persampelan:

- ❖ **Air Laut:** Parameter yang diuji mematuhi piawaian MMWQS (Kelas 1 dan 3). Menunjukkan keadaan bersih, beroksigen baik, tanpa pencemaran antropogenik atau pengayaan nutrien.
- ❖ **Sedimen Dasar Laut:** Kepekatan logam dalam semua sampel adalah jauh di bawah had ERL dan ERM menurut Garis Panduan NOAA.
- ❖ **Makrobentos:** Komuniti menunjukkan kepelbagaian rendah hingga sederhana dengan indeks ekologi stabil. Menunjukkan persekitaran benthik seimbang tanpa gangguan ketara.
- ❖ **Fitoplankton:** Kepelbagaian sederhana dengan biomas rendah. Menunjukkan produktiviti stabil tanpa kejadian ledakan alga.
- ❖ **Zooplankton:** Kepelbagaian rendah hingga sederhana dengan taburan seragam. Mencerminkan struktur trofik yang stabil dalam ekosistem marin.

Tinjauan Flora dan Fauna Marin (MFFS):

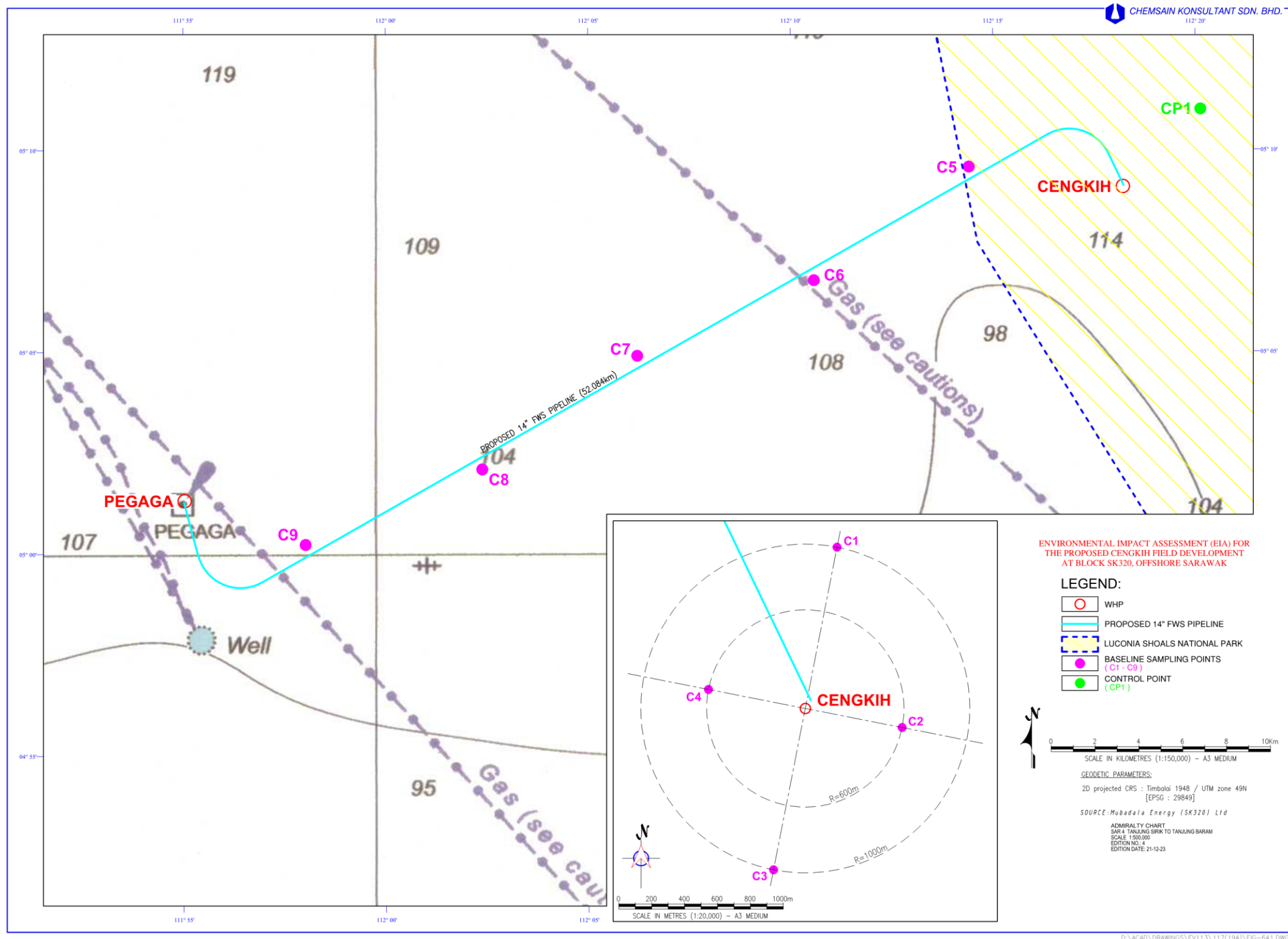
- ❖ **MFFS-Terumbu:** Tinjauan di 133 lokasi dalam LSNP mendapati terumbu mesofotik yang luas didominasi oleh karang keras, dengan liputan karang hidup rendah hingga sederhana, kepelbagaian sederhana, serta tanda-tanda potensi pemulihan walaupun keadaan kesihatan secara umum sederhana hingga kurang baik.
- ❖ **MFFS-Megafauna:** Tinjauan menunjukkan LSNP menyokong pelbagai megafauna marin seperti mamalia laut, burung laut dan penyu, dengan perubahan mengikut musim serta bukti kepentingan kawasan ini untuk makan dan migrasi, sekali gus menunjukkan keperluan pemantauan berterusan.



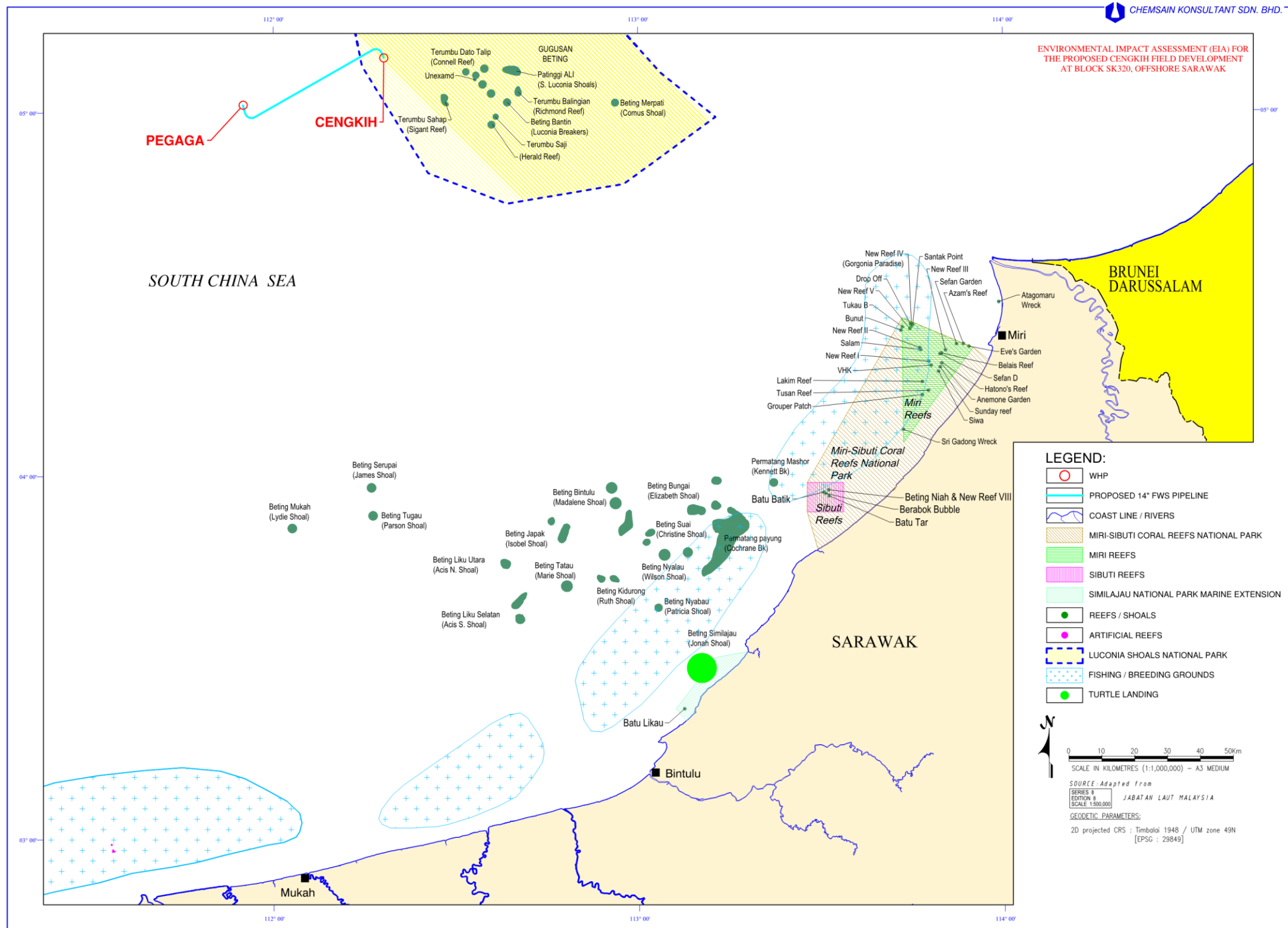
Kawasan Sensitif Alam Sekitar

- ❖ **Garis Pantai:** Kira-kira 200 km dari garis pantai Miri.
- ❖ **Taman Negara (TN):** WHP Cengkih terletak dalam Taman Negara Beting Luconia. Jajaran saluran paip sebahagiannya bertindih dengan kawasan TN.

LOKASI PERSAMPELAN GARIS DASAR ALAM SEKITAR



KAWASAN BIOLOGI SENSITIF DAN TERUMBU KARANG



POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
 Kualiti Udara ➤ Pelepasan daripada kapal, pelantar penggerudian dan peralatan menyebabkan kemerosotan kualiti udara setempat jangka pendek serta sumbangan kecil kepada gas rumah hijau.	Rendah	Fasa Mobilisasi / Demobilisasi, Pemasangan dan Penggerudian ➤ Gunakan bahan api lebih bersih seperti diesel rendah sulfur untuk mengurangkan pelepasan SO_x dan zarah terampai. ➤ Optimumkan laluan, kelajuan dan muatan kapal bagi mengurangkan penggunaan bahan api dan pelepasan. ➤ Selenggara enjin (termasuk set penjana dan kren) mengikut spesifikasi pengeluar untuk memastikan pembakaran cekap, mengurangkan asap hitam dan meningkatkan kecekapan bahan api. ➤ Laksanakan pemeriksaan berkala dan patuhi jadual serta prosedur penyelenggaraan bagi mengelakkan ketidakcekapan operasi dan pelepasan berlebihan. ➤ Pastikan semua enjin kapal mematuhi keperluan MARPOL Lampiran VI. ➤ Kurangkan operasi melahu peralatan dan tingkatkan kecekapan operasi untuk mengehadkan penggunaan bahan api dan pelepasan. ➤ Gunakan enjin dan peralatan cekap tenaga bagi mengurangkan penggunaan bahan api dan intensiti pelepasan. ➤ Patuhi piawaian kualiti udara dan pelepasan antarabangsa yang berkaitan seperti MARPOL Lampiran VI.	Bahagian 7.3.1.1, M/s C7-11. Bahagian 7.3.2.1, M/s C7-14. Bahagian 7.3.3.1, M/s C7-17. Bahagian 8.2.1, M/s C8-1.
 Bunyi ➤ Bunyi bawah air dan bunyi udara daripada kapal, penggerudian dan pembinaan boleh mengganggu fauna marin (cth. mamalia, ikan) serta menimbulkan risiko pendedahan bunyi kepada pekerja.	Rendah	Fasa Mobilisasi / Demobilisasi, Pemasangan dan Penggerudian ➤ Pekerja dibekalkan perlindungan pendengaran seperti penutup telinga untuk mengurangkan risiko kehilangan pendengaran. ➤ Penutup enjin digunakan, jika sesuai, untuk mengurangkan bunyi daripada penjana dan jentera. ➤ Pengurusan bunyi dilaksanakan mengikut keperluan keselamatan dan kesihatan pekerjaan, termasuk Peraturan OSHA (Pendedahan Bunyi) 2019. ➤ Pendedahan bunyi tinggi dikawal melalui penggiliran pekerja dan rehat mencukupi.	Bahagian 7.3.1.2, M/s C7-11. Bahagian 7.3.2.2, M/s C7-14. Bahagian 7.3.3.2, M/s C7-17. Bahagian 8.2.2, M/s C8-2 & C8-3.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN



Potensi Impak		Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
			➤ Muffler dan komponen penghasil bunyi yang rosak dibaiki segera bagi mengelakkan pelepasan bunyi berlebihan. ➤ Penilaian alam sekitar awal dijalankan untuk mengenal pasti kehadiran spesies sensitif atau dilindungi. ➤ Kaedah cerucuk terbaik digunakan dan tenaga tukul dioptimumkan untuk mengurangkan bunyi bawah air. ➤ Prosedur "soft-start" dilaksanakan bagi aktiviti bising. Kelajuan kapal diminimumkan untuk mengurangkan bunyi enjin dan kipas. ➤ Pemerhati Mamalia Marin (MMO) terlatih ditempatkan semasa kerja luar pesisir dalam Taman Negara Luconia Shoals, jika sesuai. ➤ Jika mamalia marin dikesan dalam zon larangan sebelum kerja cerucuk atau penggerudian, aktiviti ditangguh sehingga haiwan berada pada jarak selamat. ➤ Pemerhatian minimum 30 minit dilakukan sebelum aktiviti bising. Aktiviti ditangguh jika mamalia marin dikesan dalam zon larangan. ➤ Pemantauan cetacea dijalankan semasa operasi, terutama pada waktu siang. Aktiviti diubah atau dihentikan jika perlu. ➤ Langkah kawalan bunyi standard dilaksanakan, termasuk penutup peralatan dan penyelenggaraan jentera. Kapal diselenggara dan dikendalikan dengan cekap bagi mengurangkan bunyi, termasuk kavitasiti kipas. ➤ Elakkan operasi serentak peralatan bising jika tidak perlu untuk mengurangkan bunyi kumulatif. ➤ Pergerakan kapal dioptimumkan. Had kelajuan dikenakan untuk kapal sokongan bagi mengurangkan bunyi.	Bahagian 7.3.1.2, M/s C7-11. Bahagian 7.3.2.2, M/s C7-14. Bahagian 7.3.3.2, M/s C7-17. Bahagian 8.2.2, M/s C8-1 & C8-2.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

	Kualiti Air Marin ➤ Pelepasan (kumbahan, air berminyak, bendalir penggerudian, bahan kimia hydrotect) serta penggoncangan semula sedimen boleh menyebabkan kekeruhan setempat, pencemaran dan kemerosotan kualiti air jangka pendek.	Rendah	Semua Fasa ➤ Pasang dan selenggara sistem rawatan kumbahan di atas kapal. Rawat air kelabu dan air hitam sebelum pelepasan di luar Taman Negara. ➤ Laksanakan pelupusan sisa makanan dengan betul. Elakkan pelepasan terus ke laut. ➤ Patuhi Konvensyen Antarabangsa Pengurusan Air Balast. Gunakan rawatan seperti penapisan, UV atau bahan kimia sebelum pelepasan. ➤ Gunakan pemisah minyak-air untuk merawat air bilga. Lupuskan sisa secara betul. ➤ Pasang pemisah minyak pada sistem saliran dek. Bersihkan dek secara berkala. ➤ Latih kru mengenai pengurusan sisa dan pematuan peraturan alam sekitar. ➤ Simpan kumbahan dan sisa makanan dalam bekas tertutup hingga dirawat atau dihantar ke darat. ➤ Sediakan bunding untuk bahan api, pelincir, lumpur dan bahan kimia. ➤ Semua pelepasan air kapal mematuhi MARPOL. ➤ Tiada pelepasan dibenarkan dalam Taman Negara Luconia Shoals. ➤ Jalankan tinjauan awal dan elakkan tempoh biologi kritikal jika boleh. ➤ Asingkan dan urus sisa pepejal/jadual. Lupus di kemudahan berlesen DOE. ➤ Utamakan bahan kimia berketoksikan rendah dan kurangkan penggunaan. ➤ Air ujian hidrostatik dilepaskan melalui diffuser untuk pencairan cepat. ➤ Jalankan pemantauan kualiti air dan hidupan marin semasa pemasangan. ➤ Gunakan lumpur berasaskan air (WBM) jika sesuai. Rawat dan lupuskan sisa di darat jika boleh. ➤ Kawasan enjin dan jentera dibendung. Saliran ke sistem pemisah minyak. ➤ Simpan dan angkut bahan api/minyak dalam sistem tertutup.	Bahagian 7.3.1.3, M/s C7-12. Bahagian 7.3.2.3, M/s C7-14. Bahagian 7.3.3.3, M/s C7-18. Bahagian 7.3.4.1, M/s C7-36. Bahagian 8.2.3, M/s C8-3 hingga C8-6.
---	--	---------------	---	--

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
		➤ Selenggara pemisah minyak secara berkala. ➤ Rekodkan pelepasan berminyak dan periksa prestasi peralatan. ➤ Laksanakan pengisian bahan api di laut secara terkawal dan dipantau. ➤ Sediakan peralatan kawalan tumpahan seperti bahan penyerap di pelantar.	
 Pengurusan Sisa ➤ Generation of hazardous and non-hazardous wastes (oily waste, chemicals, drill cuttings, domestic waste) with potential pollution risk if not properly managed.	Rendah	Fasa Mobilisasi / Demobilisasi, Pemasangan dan Penggerudian <u>Sisa Tidak Berbahaya</u> ➤ Asingkan sisa kitar semula, biodegradasi dan sisa umum dengan betul. ➤ Semua sisa tidak berbahaya dihantar ke darat untuk pelupusan di kemudahan berlesen. ➤ Sisa makanan dikisar <25 mm sebelum pelepasan ke laut. Pelepasan mematuhi peraturan dan tidak dibenarkan di kawasan sensitif seperti TN Luconia Shoals. <u>Sisa Berbahaya / Terjadual</u> ➤ Gunakan bekas khas dengan sistem pembendungan sekunder. ➤ Rekodkan aktiviti pengurusan sisa dalam log buku. ➤ Semua sisa berbahaya dihantar ke darat untuk pelupusan di kemudahan berlesen DOE. ➤ Pengurusan mematuhi Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Sisa Terjadual) 2005. ➤ Semua bahan kimia mempunyai Helaian Data Keselamatan (SDS). <u>Sisa Piggings</u> ➤ Urus sisa kimia dan enap cemar mengikut Peraturan Sisa Terjadual 2005. ➤ Tiada pelepasan sisa terjadual dibenarkan. <u>Sisa Penggerudian</u> ➤ Rawat dan guna semula WBM jika boleh. ➤ Gunakan bahan tambah biodegradasi dan tidak toksik.	Bahagian 7.3.2.4, M/s C7-15. Bahagian 7.3.3.4, M/s C7-19. Bahagian 8.2.7, M/s C8-11 hingga C8-13.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak		Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
			➤ Pilih bahan kelikatan dan pemberat ketoksikan rendah seperti bentonit dan barit. ➤ Utamakan bahan kimia tidak berterusan dan larut air. ➤ Gunakan perencat kakisan dan pelincir mesra alam. ➤ Pastikan bahan kimia mematuhi piawaian antarabangsa. ➤ SDS disediakan dan mudah diakses di kapal. ➤ Hanya kakitangan terlatih mengendalikan bendalir penggerudian. ➤ Sisa SBM dihantar ke darat untuk rawatan dan pelupusan. ➤ Optimumkan operasi bagi mengurangkan sisa. ➤ Di TN Luconia Shoals, amalkan dasar sifar pelepasan sisa berbahaya dan air terhasil. Fasa Operasi ➤ Langkah mitigasi pengurusan sisa dan kualiti air marin yang dinyatakan sebelum ini hendaklah dilaksanakan.	Bahagian 7.3.2.4, M/s C7-15. Bahagian 7.3.3.4, M/s C7-19. Bahagian 8.2.7, M/s C8-11 hingga C8-13.
	Ekologi Marin ➤ Gangguan kepada habitat dan fauna marin akibat bunyi, gangguan dasar laut, kekeruhan dan pencahayaan, yang boleh menyebabkan pemindahan sementara serta impak ekologi setempat yang kecil.	Rendah	Semua Fasa ➤ Langkah mitigasi bagi Kualiti Air Marin hendaklah dilaksanakan. ➤ Komuniti Bentik: ○ Pastikan pemasangan saluran paip tepat dan meminimumkan gangguan sedimen. ➤ Taman Negara: ○ Elakkan habitat bentik sensitif seperti terumbu karang dan padang lamun. ○ Patuhi pengurusan sisa yang ketat bagi mengelakkan pencemaran dalam TN Luconia Shoals. ○ Laksanakan pemantauan alam sekitar semasa dan selepas pemasangan untuk memastikan pemulihan dasar laut. ➤ Ikan, Flora dan Fauna: ○ Larang pelupusan sisa secara sewenang-wenangnya. ○ Sediakan dan laksanakan pelan pengurusan sisa. ○ Gunakan bendalir penggerudian dan bahan kimia berketoksikan rendah. ➤ Tinjauan Flora dan Fauna Marin:	Bahagian 7.3.2.5, M/s C7-16. Bahagian 7.3.3.6, M/s C7-36. Bahagian 8.2.8, M/s C8-13 & C8-14.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak		Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
			○ Jalankan tinjauan terperinci untuk menetapkan keadaan asas ekologi dan spesies berisiko. ○ Gunakan hasil tinjauan dalam pelan mitigasi impak. ➤ Sebelum kerja luar pantai bermula, Penggerak Projek perlu mengemukakan laporan penilaian impak ekologi marin kepada Sarawak Forestry Corporation (SFC) dan berunding rapat sepanjang pelaksanaan projek mengikut keperluan peraturan.	
	Dasar Laut dan Kualiti Sedimen ➤ Gangguan setempat pada dasar laut dan pemendapan sedimen akibat aktiviti pemasangan dan penggerudian, termasuk penimbunan serta perubahan sementara habitat benthik.	Rendah	➤ Rancang dan laksanakan pemasangan dengan cekap untuk meminimumkan tempoh gangguan dasar laut dan mempercepat pemulihan habitat. ➤ Gunakan sauh hanya di lokasi yang telah dikenal pasti bagi mengelakkan kerosakan tidak perlu. ➤ Laksanakan pengendalian sauh yang betul untuk mengelakkan seretan dan gangguan kepada organisma benthik. ➤ Gunakan bahan kimia berketoksikan rendah, mudah biodegradasi dan kurang bioakumulasi. ➤ Sediakan dan kemukakan SDS bagi semua bahan kimia kepada DOE sebelum penggunaan. ➤ Rawat air ujian hidrostatik melalui penapisan atau peneutralan sebelum pelepasan. ➤ Pastikan pelepasan memenuhi piawaian DOE. ➤ Gunakan titik pelepasan dan diffuser yang sesuai bagi memastikan pencairan cepat dan mengurangkan impak setempat. ➤ Optimumkan lokasi reka bentuk untuk mengurangkan litupan dasar laut dan kehilangan habitat. <u>Pengurusan Bendalir dan Keratan Penggerudian</u> ➤ Pilih bendalir penggerudian yang mesra alam. ➤ Gunakan WBM jika boleh, terutamanya bagi bahagian awal telaga. ➤ Jika guna SBM, pilih bahan ketoksikan rendah dan mudah biodegradasi. ➤ Pilih bahan tambahan berdasarkan saringan alam sekitar.	Bahagian 7.3.3.5, M/s C7-19 hingga C7-36. Bahagian 8.2.4, M/s C8-6 hingga C8-8.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak		Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
			➤ Lepaskan keratan penggerudian pada kedalaman 3–5 m di bawah permukaan laut. ➤ Maksimumkan pemulihan bendalir menggunakan peralatan kawalan pepejal. ➤ Pastikan SDS sentiasa dikemas kini dan mudah diakses. <u>Latihan</u> ➤ Latih semua kakitangan mengenai pengendalian bahan kimia, pencegahan tumpahan dan tindak balas kecemasan. ➤ Sediakan latihan penggunaan dan penyelenggaraan PPE. <u>Pencegahan dan Tindak Balas Tumpahan</u> ➤ Sediakan pembendungan sekunder di kawasan simpanan dan pemindahan bahan kimia. Sediakan kit tumpahan di lokasi strategik dan pastikan kru terlatih bersedia bertindak segera..	Bahagian 7.3.3.5, M/s C7-19 hingga C7-36. Bahagian 8.2.4, M/s C8-6 hingga C8-8.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
 Komuniti Perikanan ➤ Sekatan sementara kawasan perikanan, gangguan navigasi, serta kemungkinan pengurangan hasil tangkapan akibat aktiviti kapal dan gangguan alam sekitar setempat.	Rendah	Semua Fasa ➤ Wujudkan saluran komunikasi yang jelas antara kapal projek dan nelayan tempatan melalui radio marin dan libat urus pihak berkepentingan. Kapal menggunakan AIS untuk penyiaran kedudukan dan elak konflik navigasi. ➤ Tetapkan dan tandakan zon larangan di sekitar kawasan operasi. Maklumat disampaikan melalui Notis kepada Pelaut dan libat urus komuniti. Zon keselamatan 500 m dikekalkan di tapak pemasangan. ➤ Tiada pelepasan bahan berminyak atau berbahaya ke laut, termasuk dari pencucian dek. Gunakan sistem pembendungan dan rawatan sebelum pelupusan. ➤ Lakukan pemeriksaan berkala pada kapal dan peralatan bagi mengesan kebocoran. Sediakan peralatan tindak balas tumpahan dan latih kakitangan. ➤ Pastikan pematuhan kepada keperluan MARPOL bagi pencegahan pencemaran. ➤ Sediakan mekanisme aduan untuk nelayan melaporkan isu berkaitan aktiviti projek. ➤ Kekalkan zon keselamatan 500 m di kawasan pemasangan untuk keselamatan bot nelayan. ➤ Keluarkan Notis kepada Pelaut dan maklumkan jadual aktiviti kepada nelayan serta pihak berkuasa. ➤ Pasang bantuan navigasi seperti boya penanda dan lampu amaran di kawasan kerja. ➤ Libatkan komuniti nelayan dalam perancangan bagi mengurangkan gangguan. ➤ Berikan panduan jelas mengenai kawasan alternatif untuk menangkap ikan semasa sekatan sementara.	Bahagian 7.3.1.4, M/s C7-13. Bahagian 7.3.2.6, M/s C7-17. Bahagian 7.3.3.7, M/s C7-36. Bahagian 7.3.4.2, M/s C7-37. Bahagian 8.2.5, M/s C8-8 & C8-9.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
 Navigasi & Trafik Marin ➤ Peningkatan trafik kapal yang menyebabkan bahaya navigasi, kemungkinan pelanggaran, serta gangguan sementara kepada pengguna marin lain.	Rendah	Fasa Mobilisasi / Demobilisasi, Pemasangan dan Penggerudian ➤ Keluarkan Notis kepada Pelaut (NTM) untuk memaklumkan semua pengguna laut mengenai aktiviti projek, laluan kapal dan jadual. Wujudkan sistem komunikasi jelas, termasuk saluran radio VHF antara kapal projek, pihak berkuasa pelabuhan dan pengguna marin lain. ➤ Pastikan semua kapal dilengkapi dengan: ○ Sistem Penentuan Global (GPS) dan sistem navigasi radio untuk kedudukan tepat. ○ Bikun radar (RACON) dan lampu julat untuk meningkatkan keterlihatan. ○ Isyarat kabus bagi keselamatan semasa keadaan keterlihatan rendah. ➤ Pasang penanda navigasi sementara atau boya di lokasi kritikal seperti kawasan Lapangan Cengkih. ➤ Patuhi Perintah Perkapalan Saudagar (Peraturan Perlanggaran) 1984. Latih kru mengenai pencegahan pelanggaran dan pastikan pematuhan piawaian keselamatan maritim antarabangsa. ➤ Bekerjasama dengan Jabatan Laut Malaysia dan pihak berkuasa pelabuhan untuk penyelarasan pergerakan kapal. Pantau trafik menggunakan AIS. ➤ Wujudkan zon larangan sementara (500 m) di sekitar lokasi Projek dan laluan kapal. Gunakan bot rondaan untuk penguatkuasaan.	Bahagian 7.3.1.5, M/s C7-13. Bahagian 7.3.2.7, M/s C7-17. Bahagian 7.3.3.8, M/s C7-36. Bahagian 8.2.6, M/s C8-10 & C8-11.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN



Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
Kejadian Tidak Sengaja / Kecemasan			
 Tumpahan Diesel Akibat Pelanggaran Kapal ➤ Pelepasan hidrokarbon secara tidak sengaja akibat pelanggaran kapal boleh menyebabkan pencemaran marin setempat jangka pendek serta gangguan ekologi.	Sederhana	➤ Pastikan semua peralatan dan kargo diikat dengan selamat sebelum pengangkatan atau pemindahan bagi mengelakkan objek terjatuh. Pemeriksaan berkala dijalankan. ➤ Pasang jaring keselamatan atau penghadang di dek dan kawasan berisiko tinggi untuk menangkap objek kecil. ➤ Laksanakan prosedur ketat bagi pengendalian dan pengikatan peralatan. Latih kakitangan mengenai teknik pengangkatan selamat. ➤ Nilai berat dan kestabilan objek sebelum diangkat bagi memastikan keselamatan dalam pelbagai keadaan laut. ➤ Gunakan peralatan pemantauan (radar/sonar) untuk mengesan objek jatuh dan memudahkan pemulihan. ➤ Lakukan pemeriksaan berkala kawasan simpanan bagi memastikan semua item diikat dengan baik. ➤ Jika objek terjatuh, aktifkan operasi pemulihan segera menggunakan ROV atau penyelam. ➤ Tandakan lokasi objek jatuh dan wujudkan zon larangan bagi mengelakkan risiko kepada kapal. ➤ Gunakan bahan yang kurang memudaratkan alam sekitar jika hilang, seperti bahan biodegradasi atau tidak toksik. ➤ Latih semua kakitangan mengenai risiko objek jatuh dan pematuhan prosedur keselamatan. ➤ Jalankan latihan kecemasan berkala termasuk senario objek jatuh. ➤ Siasat setiap kejadian dengan teliti dan ambil langkah pencegahan. ➤ Semak dan kemas kini prosedur keselamatan secara berterusan berdasarkan pengalaman dan teknologi baharu.	Bahagian 7.3.6, M/s C7-38 hingga C7-52. Bahagian 8.2.9, M/s C8-14 hingga C8-17.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
 Tumpahan Hidrokarbon, Cecair Penggerudian/Kimia ➤ Pelepasan tidak sengaja bendalir penggerudian atau bahan kimia boleh menyebabkan kemerosotan kualiti air setempat serta ketoksikan jangka pendek kepada organisma marin.	Sederhana	➤ Sediakan kit dan bahan tindak balas tumpahan di lokasi kerja. ➤ Wujudkan prosedur komunikasi dan pelaporan yang jelas bagi sebarang tumpahan. ➤ Patuhi amalan terbaik antarabangsa dan garis panduan kawal selia bagi pengurusan tumpahan. ➤ Semua operasi pengisian bahan api di laut hendaklah dipantau. Pertukaran kru dilakukan semasa keadaan laut tenang. ➤ Semua kakitangan dilatih untuk pengendalian tumpahan bagi memastikan tindak balas cepat dan berkesan. ➤ Semua tumpahan diklasifikasikan sebagai sisa terjadual dan diurus mengikut Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Sisa Terjadual) 2005. ➤ Pelepasan tidak sengaja bendalir penggerudian atau bahan kimia diurus melalui prosedur pencegahan, pembendungan dan tindak balas tumpahan. Sisa diurus sebagai sisa terjadual. ➤ Sediakan Pelan Kontinjensi Tumpahan Minyak dan Prosedur Tindak Balas Kecemasan (ERP). ➤ Sebelum mobilisasi, kapal diperiksa dan diaudit untuk memastikan prosedur pencegahan tumpahan (contoh: SOPEP) dipatuhi. ➤ Jika berlaku tumpahan, aktifkan pelan kontinjensi segera. Semua tumpahan besar direkod, dilapor dan dimaklumkan kepada PETRONAS dengan laporan siasatan mengikut tempoh ditetapkan. Tumpahan kecil juga direkod dan dilaporkan mengikut Pelan Kontinjensi Tumpahan Minyak oleh Penggerak Projek.	Bahagian 7.3.6, M/s C7-38 hingga C7-52. Bahagian 8.2.9, M/s C8-14 hingga C8-17.

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak	Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
 Kebocoran dan Kerosakan Paip ➤ Kebocoran kondensat akibat kerosakan saluran paip boleh menyebabkan pencemaran marin setempat serta gangguan ekologi sementara.	Sederhana	➤ Gunakan teknologi pengesanan kebocoran termaju untuk mengesan anomali secara masa nyata dan membolehkan tindakan segera. ➤ Gunakan bahan serta salutan tahan kakisan bagi mengurangkan risiko degradasi. ➤ Laksanakan perlindungan katodik dan rawatan kimia dalaman secara berkala. ➤ Jalankan pemeriksaan berkala termasuk penggunaan alat pemeriksaan dalam talian (pig) dan tinjauan luaran bagi mengesan kerosakan awal. ➤ Tandakan laluan saluran paip dengan jelas pada carta navigasi untuk mengelakkan sauh atau aktiviti perikanan. Gunakan struktur perlindungan seperti tilam konkrit atau penutup batu di kawasan berisiko tinggi. ➤ Sediakan pelan tindak balas tumpahan dan peralatan lengkap bagi meminimumkan impak alam sekitar sekiranya berlaku kebocoran.	Bahagian 7.3.6, M/s C7-38 hingga C7-52. Bahagian 8.2.9, M/s C8-14 hingga C8-17.
 Well Blowout ➤ Pelepasan hidrokarbon tanpa kawalan boleh menyebabkan pendedahan luar pantai sementara dengan potensi liputan luas, namun impaknya lazimnya bersifat sementara dan tidak berpanjangan.	Sederhana	➤ Gunakan teknik sarung telaga dan penyimenan termaju bagi memastikan integriti telaga. Pantau tekanan, kadar aliran dan keadaan peralatan secara berkala. ➤ Pastikan sistem Blowout Preventer (BOP) diselenggara, diperiksa dan diuji mengikut keperluan. ➤ Jalankan penilaian risiko terperinci semasa penggerudian dan pengeluaran bagi mengenal pasti serta mengurangkan bahaya. ➤ Sediakan latihan menyeluruh kepada kakitangan mengenai pencegahan dan tindak balas letupan telaga. Laksanakan latihan kecemasan berkala. ➤ Gunakan peralatan khas seperti capping stack untuk mengawal semula telaga. ➤ Gunakan bahan pemadam kimia, air atau kaedah lain untuk memadam kebakaran akibat letupan telaga. ➤ Laksanakan sistem tindak balas berperingkat: Tahap I (tempatan), Tahap II (serantau), Tahap III (kebangsaan/antarabangsa).	

POTENSI IMPAK DAN LANGKAH-LANGKAH MITIGASI YANG DICADANGKAN

Potensi Impak		Signifikan Impak	Langkah-Langkah Mitigasi	Rujukan Laporan EIA
			➤ Wujudkan pemantauan masa nyata bagi menilai penyebaran pencemar dan mengambil tindakan segera. ➤ Lakukan pembersihan tumpahan dan pemulihan habitat. Gunakan bioremediasi atau rawatan kimia jika perlu. ➤ Siasat punca kejadian untuk pencegahan masa hadapan. Kongsi penemuan dan amalan terbaik dalam industri.	

CADANGAN PROGRAM PEMANTAUAN

Pemantauan Prestasi (PM)

Perkara PM	Pelan PM	Kekerapan
Cecair penggerudian & keratan (cuttings)	Pantau penggunaan, rekod isipadu keratan, pastikan pematuhan Oil On Cuttings (OOC), sahkan prestasi rawatan, kekalkan rekod pengesanan sisa.	Harian semasa penggerudian; pelaporan akhir telaga
Pengurusan sisa	Jejak inventori sisa (berbahaya & tidak berbahaya), pantau rekod kitar semula/pelupusan, audit pematuhan penyimpanan.	Berterusan sepanjang Projek
Tumpahan & kebocoran	Laporkan dan siasat tumpahan, dokumentasikan tindakan tindak balas, kekalkan daftar tumpahan, laksanakan tindakan pembetulan.	Berterusan sepanjang Projek
Langkah mitigasi	Pantau keberkesanan sistem mitigasi, sahkan pelaksanaan EMP.	Berterusan sepanjang Projek

Pemantauan Pematuhan (CM)

Impak Berpotensi	Pelan CM	Kekerapan
Minyak / pelepasan minyak (kapal)	Selenggara rekod pelepasan, pastikan kandungan minyak ≤ 15 ppm, sahkan pensijilan International Oil Pollution Prevention (IOPP), periksa pemisah air berminyak & sistem penggera, audit Buku Rekod Minyak.	Berterusan sepanjang Projek
Pengurusan sisa	Pastikan pematuhan kepada Peraturan Sisa Terjadual 2005, kekalkan inventori sisa, sahkan pelupusan melalui kontraktor berlesen, patuhi MARPOL Lampiran V (sampah).	Berterusan sepanjang Projek
Tumpahan	Laporkan dan siasat tumpahan, maklumkan pihak berkuasa seperti diperlukan, laksanakan tindakan pembetulan (CAPA) dan jejak penutupan kes.	Berterusan sepanjang Projek

Pemantauan Impak (IM)

Aktiviti Projek	Pelan IM	Kekerapan
Pemasangan & Penggerudian	Pemantauan Post-EIA (10 stesen) bagi air marin, sedimen & biologi; melaksanakan Pemantauan Flora & Fauna Marin (MFFM) berbanding garis dasar.	Post EIA: sekali setiap 6 bulan MFFM: tahunan
Operasi & Penyelenggaraan	Meneruskan pemantauan Post-EIA di stesen; MFFM berterusan untuk menilai perubahan ekologi jangka panjang.	Post EIA: sekali setiap 6 bulan MFFM: tahunan

PENEMUAN KAJIAN

Kajian EIA mendapati bahawa walaupun aktiviti Projek pada peringkat awal mungkin menimbulkan risiko sederhana, impaknya kebanyakannya tertumpu (setempat), jangka pendek, dan boleh dipulihkan; dengan langkah mitigasi dan pematuhan yang bersesuaian, impak residual dapat dikurangkan ke tahap rendah (ALARP), menjadikan Projek ini boleh diterima dari segi alam sekitar dengan syarat EMP dilaksanakan secara berkesan.