

Pemilihan Metode Decommissioning Struktur Jacket Platform dengan Analytic Hierarchy Process (AHP)

Akabrito Amsal Dewa Saujana, Yeyes Mulyadi dan Daniel Mohammad Rosyid
Departemen Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: yeyes@oe.its.ac.id

Abstrak—Anjungan lepas pantai minyak dan gas memiliki masa pakai antara 20-25 tahun. Saat anjungan telah mencapai batasan operasionalnya anjungan harus di bongkar (decommissioning). Ada berbagai kriteria untuk membongkar platform dan 4 metode decommissioning platform yaitu Complete Removal, Partial Removal, Toppling in Place, dan Leave in Place. Aktivitas decommissioning memiliki risiko kecelakaan yang tinggi dan berdampak kepada lingkungan maupun keselamatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan analisa pemilihan metode decommissioning yang tepat dan analisis resiko pada proses decommissioning platform. Studi kasus penelitian ini adalah platform X milik PT. PHE ONWJ. Penelitian dilakukan analisis pemilihan metode decommissioning yang tepat menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP) serta analisis resiko pada proses decommissioning. Hasil dari penelitian didapatkan metode decommissioning yang tepat adalah Complete Removal yang ditentukan berdasarkan 4 kriteria yaitu Environmental, Cost, Legal, dan Security. Kegiatan yang paling beresiko pada saat proses decommissioning metode Complete Removal adalah tahap Platform Preparation.

Kata Kunci—Analytic Hierarchy Process (AHP), Decommissioning Jacket Platform, Risk Analysis.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan salah satu negara penghasil minyak mentah di dunia, terbukti dulu Indonesia merupakan salah satu dari anggota Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) sebelum keluar pada tahun 2008 dikarenakan sudah tidak dapat memenuhi kuota minimal [1]. Kebutuhan akan energi, bahan baku industri, dll menyebabkan kebutuhan minyak semakin melonjak. Oleh karena itu, perlu membangun struktur anjungan lepas pantai (Offshore Platform) untuk menunjang kebutuhan minyak yang melonjak. Anjungan lepas pantai dibagi menjadi 2 macam, yaitu yang tertancap didasar laut (Fixed Platform) dan yang dapat mengapung (Floating Platform). Fixed Platform adalah struktur yang ditopang menggunakan struktur jacket. Platform ini paling banyak digunakan di Indonesia karena perairan Indonesia memiliki kedalaman yang relatif dangkal. Kandungan minyak dan gas bumi di daratan dan laut dangkal semakin menipis sehingga kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan kegiatan tersebut juga dilakukan dilaut dalam [2].

Biasanya struktur anjungan minyak dan gas memiliki masa pakai antara 20-25 tahun [3]. Saat platform telah mencapai batasan operasionalnya, sesuai dengan peraturan menteri ESDM nomor 1 tahun 2011 Platform haruslah dekomisioning sesuai dengan standar teknis yang ada [4]. Platform

decommissioning adalah menghentikan operasi dari bangunan lepas pantai. Tujuan dilakukan pembongkaran yaitu menjamin keselamatan minyak dan gas bumi, keselamatan lingkungan, menjaga kondisi instalasi sebagai milik negara, menjaga keselamatan pelayaran, dan mengoptimalkan penggunaan barang milik negara [5]. Ada 4 metode decommissioning platform yaitu dengan Platform Complete Removal, Platform Partial Removal, Platform Toppling in Place, dan Platform Leave in Place. Dalam memilih metode decommissioning diperlukan beberapa pertimbangan dan kriteria untuk mendapatkan metode yang paling tepat. Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah teknik pengambilan keputusan dari beberapa pilihan alternatif yang ada [6]. Salah satu bagian dari MCDM adalah AHP. Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode pengambilan keputusan dari teknik MADM dengan menyusun banyak kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki yang terstruktur dan sistematis.

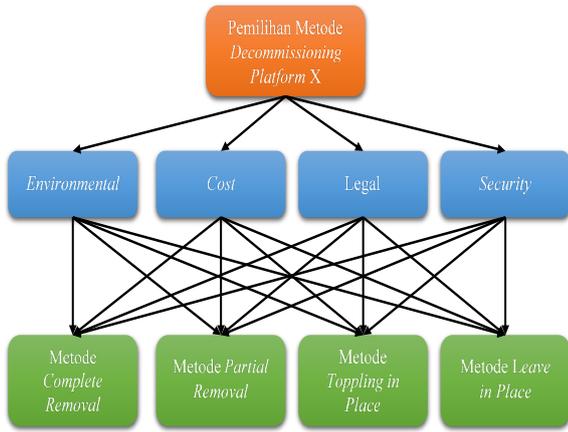
Disamping itu, Aktivitas decommissioning yang dilakukan pada wilayah lepas pantai memiliki risiko kecelakaan yang tinggi dan berdampak kepada lingkungan maupun keselamatan manusia. Risiko merupakan kombinasi dari probabilitas kejadian dan konsekuensi dari kejadian tersebut, dengan tidak menutup kemungkinan bahwa ada lebih dari satu kejadian, dan konsekuensinya bisa merupakan hal positif maupun negatif. Sehingga diperlukan analisis resiko untuk mengidentifikasi bahaya selama proses decommissioning platform.

Untuk menyelesaikan permasalahan dan memenuhi tujuan diatas, pada penelitian ini penulis ingin meneliti pemilihan metode decommissioning Platform X milik PT. PHE ONWJ yang paling tepat menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan menghitung estimasi durasi & biaya proses metode decommissioning terpilih. Dilanjutkan mengidentifikasi resiko serta melakukan pencegahan terjadinya kecelakaan pada saat proses decommissioning platform menggunakan metode kualitatif.

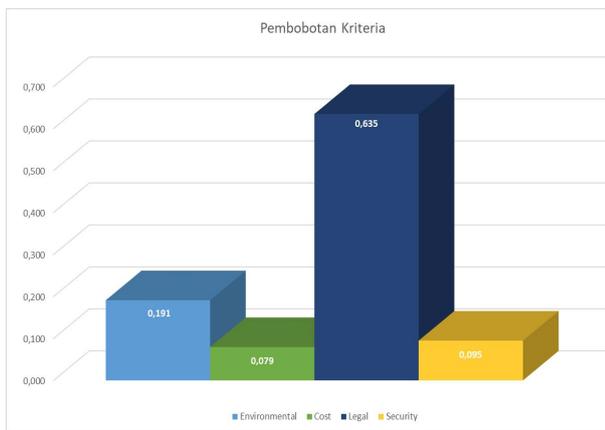
II. URAIAN PENELITIAN

A. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari, mengumpulkan, dan mempelajari dasar teori serta studi pustaka dari buku, paper, jurnal, tugas akhir, maupun regulasi baik nasional atau internasional serta referensi lain yang berkaitan dengan topik penelitian. Tujuannya adalah meningkatkan wawasan sebagai dasar teori untuk mendukung penelitian penulis. Adapun studi literatur yang dilakukan penelitian ini mengenai Offshore Platform, Decommissioning, Multi Criteria



Gambar 1. Susunan hierarki AHP.



Gambar 2. Hasil Pembobotan Kriteria AHP.

Decision Making (MCDM), dan Analytical Hierarchy Process (AHP).

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan berbagai data yang diperlukan dalam penelitian ini. Data yang digunakan adalah data struktur *jacket platform X* milik PT PHE ONWJ dan aktifitas serta resiko proses *decommissioning*.

C. Pemilihan Metode Decommissioning Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP)

Tahap ini dilakukan untuk menemukan metode *decommissioning jacket platform X* milik PT. PHE ONWJ yang tepat.

1) Menyusun Susunan Hierarki

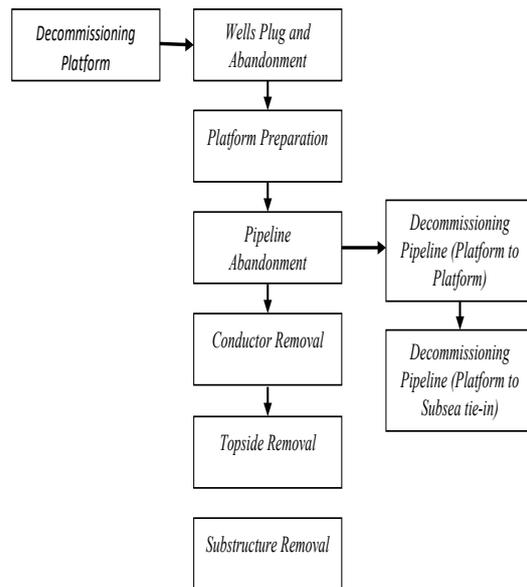
Menyusun susunan hierarki dengan tujuan utama metode *decommissioning jacket platform X* milik PT. PHE ONWJ, dilanjutkan dengan menentukan kriteria utama yang mempengaruhi tujuan tersebut. Pada studi kasus ini digunakan kriteria lingkungan (*environmental*), dan biaya (*cost*), legal, dan *security* (keamanan). Kemudian dilanjutkan dengan penurunan alternatif dari tujuan dengan menggunakan empat metode *decommissioning* yaitu Metode *Complete Removal*, Metode *Partial Removal*, Metode *Toppling In Place*, dan Metode *Leave In-Place*.

2) Pembobotan Kriteria Dan Alternatif Pada Susunan Hierarki AHP

Pembobotan dilakukan dengan menentukan pembobotan dari susunan hierarki AHP yang telah dirancang sebelumnya.



Gambar 3. Hasil Pembobotan Alternatif AHP.



Gambar 4. Work Breakdown Structure (WS) Metode Complete Removal.

Penentuan pembobotan berdasarkan kuisioner yang telah disebar kepada para ahli atau *expertise* pada bidang tersebut untuk mengetahui pendapat mengenai korelasi bobot antara kriteria dan alternatif.

3) Membuat Matriks Pairwise Comparison Dan Normalisasi Pada Setiap Kriteria

Membuat Matriks *Pairwise Comparison* untuk setiap kriteria dengan berdasarkan skala Saaty. Pembuatan Matriks *Pairwise Comparison* untuk mengetahui pengaruh suatu elemen terhadap tujuan atau kriteria yang berada satu tingkat di atasnya. Lalu, menormalisasi pada setiap kriteria dengan cara merubah nilai matriks *Pairwise Comparison* menjadi decimal, kemudian nilai dari setiap baris dijumlahkan dan di rata-rata.

4) Menguji Konsistensi Kriteria

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan konsistensi pada penilaian (*judgement*) dari responden saat membuat matriks *Pairwise Comparison* (matriks perbandingan berpasangan) pada setiap kriteria. Suatu matriks *Pairwise Comparison* dikatakan konsisten apabila mempunyai nilai CR (rasio konsistensi) $\leq 10\%$ maka dapat dilanjutkan dengan memilih metode *decommissioning*. Jika tidak memenuhi nilai CR (rasio konsistensi) $\leq 10\%$ maka pembobotan harus diulang kembali.

Tabel 1.
Estimasi Biaya Metode *Decommissioning Complete Removal*

| Tahapan Metode <i>Complete Removal</i> | Task | Equipment | Manpower | Total |
|--|--|-----------------|--------------|-----------------|
| <i>Wells Abandonment</i> | <i>Mobileze Crew & Equipment</i> | \$ 5.150.000,00 | \$ 36.203,14 | \$ 5.186.203,14 |
| <i>Platform Preparation</i> | <i>Well Plug & Abandonment</i> | | | |
| | <i>Topside Preparation</i> | \$ 595.000,00 | | \$ 595.000,00 |
| <i>Pipeline Abandonment</i> | <i>Mobile Dive Boat & Crew</i> | | | |
| | <i>Pig & Flush Pipeline</i> | \$ 5.177.000,00 | \$ 8.794,29 | \$ 5.185.794,29 |
| | <i>Mobile Crane Barge</i> | | | |
| <i>Conductor Removal</i> | <i>Cut & Remove Pipeline Riser And Conductor</i> | \$ 1.589.400,00 | \$ 7.621,71 | \$ 1.597.021,71 |
| | <i>Lifting Pipeine Riser & Conductor</i> | | | |
| | <i>Cut Jacket Member & Topside</i> | | | |
| <i>Topsides Removal</i> | <i>Lifting Topside To Barge</i> | \$ 1.550.840,00 | \$ 16.181,49 | \$ 1.567.021,49 |
| | <i>Install Seafastening</i> | | | |
| | <i>Cut Jacket Member</i> | | | |
| <i>Substructure Removal</i> | <i>Underwater</i> | \$ 2.521.510,00 | \$ 48.954,86 | \$ 2.570.464,86 |
| | <i>Lifting Jacket To Barge</i> | | | |
| | <i>Install Seafastening</i> | | | |
| TOTAL | | | | \$16.701.505,49 |

Tabel 2.
Estimasi Durasi Metode *Decommissioning Complete Removal*

| Tahapan Metode <i>Complete Removal</i> | Task | Durasi/Days |
|--|--|-------------|
| <i>Wells Abandonment</i> | <i>Mobileze Crew & Equipment</i> | 52 |
| | <i>Well Plug & Abandonment</i> | |
| <i>Platform Preparation</i> | <i>Topside Preparation</i> | 21 |
| | <i>Mobile Dive Boat & Crew</i> | |
| <i>Pipeline Abandonment</i> | <i>Pig & Flush Pipeline</i> | 24 |
| | <i>Mobile Crane Barge</i> | |
| <i>Conductor Removal</i> | <i>Cut & Remove Pipeline Riser And Conductor</i> | 18 |
| | <i>Lifting Pipeine Riser & Conductor</i> | |
| | <i>Cut Jacket Member & Topside</i> | |
| <i>Topsides Removal</i> | <i>Lifting Topside To Barge</i> | 6 |
| | <i>Install Seafastening</i> | |
| | <i>Cut Jacket Member Underwater</i> | |
| <i>Substructure Removal</i> | <i>Lifting Jacket To Barge</i> | 5 |
| | <i>Install Seafastening</i> | |
| TOTAL | | 126 |

5) Pemilihan Metode *Decommissioning*

Tahap ini menghitung nilai kepentingan dari sebuah kriteria. Nilai ini akan dijadikan dasaran dalam memilih metode *decommissioning*. Lalu, menentukan ranking alternatif dengan menghubungkan antara alternatif yang ada dengan nilai kepentingan tertinggi yang telah di dapatkan pada perhitungan sebelumnya. Pemilihan metode *decommissioning* bertujuan untuk mengetahui metode mana yang palig tepat.

D. Analisis Proses Metode *Decommissioning* Terpilih

Tahap ini melakukan analisa *Work Breakdown Structure* (WBS) dari metode *decommissioning* terpilih. Analisa dilakukan untuk mengetahui tahapan, estimasi durasi, dan biaya proses *decommissioning* metode terpilih.

E. Analisis Kualitatif Potensi Kecelakaan Proses *Decommissioning* Terpilih

Tahap ini dilakukan untuk menemukan resiko pada saat proses *decommissioning platform* metode terpilih. Analisis dilakukan dengan wawancara dengan para *expert* dan *brainstorming* dengan mentor di PT. PHE ONWJ. Tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi resiko yang dapat menyebabkan kecelakaan pada aktivitas proyek. Dilanjutkan

dengan menentukan tahapan yang paling beresiko pada saat proses *decommissioning* metode terpilih.

F. Rencana Pencegahan

Menentukan upaya pengendalian resiko dengan mengembangkan dan menentukan tindakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan pada tahapan yang paling beresiko saat proses *decommissioning platform* metode terpilih.

G. Kesimpulan

Tahap terakhir dalam memberikan jawaban dari rumusan masalah saran guna mengembangkan kemajuan pada penelitian serupa selanjutnya.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Metode *Decommissioning*

Tahap awal adalah menyusun hierarki yang memiliki tujuan utama yaitu Metode *Decommissioning* struktur *Jacket Platform X* milik PT PHE ONWJ. Setelah itu, dilanjutkan dengan menentukan kriteria utama yang akan memengaruhi tujuan tersebut. Kriteria adalah faktor pembanding yang mempengaruhi alternatif yang ada. Pada studi kasus ini digunakan kriteria *environmental* (lingkungan), *cost* (biaya), legal, dan *Security* (keamanan). Kemudian dilanjutkan

Tabel 3.
Identifikasi Potensi Kecelakaan pada Proses *Decommissioning Complete Removal*

| Tahap Pengerjaan | Potensi Kecelakaan | Potensi Penyebab Kecelakaan |
|-----------------------------|--|--|
| <i>Wells Abandonment</i> | Kecelakaan Kebocoran Hidrokarbon | Menyalahi Prosedur <i>Equipment</i> yang Tidak Standart Operator Tidak Kompeten |
| | Kecelakaan <i>Drop Object</i> | Kondisi <i>Sling</i> Buruk & Beban Terlalu Berat Operator Tidak Kompeten |
| <i>Platform Preparation</i> | Kecelakaan <i>Topside Inspection & Cleaning</i> | Pemotongan Pipa Yang Masih Tersisa Hidrokarbon & Pekerja Tidak Kompeten |
| | Kecelakaan <i>Underwater Inspection</i> | Kondisi Lantai Licin/Rusak/Rapuh Peralatan Berserakan ROV Hilang Penyelam Tenggelam |
| <i>Pipeline Abandonment</i> | Kecelakaan <i>Over Pressure</i> | <i>Human Error</i> <i>Compressor Gate</i> Tidak Akurat |
| | Kecelakaan Ledakan & Kebocoran Pipa | Tekanan Terlalu Tinggi <i>Pig Stuck</i> |
| <i>Conductor Removal</i> | Kecelakaan Pengangkatan <i>Conductor</i> | Kondisi <i>Sling</i> Buruk & Kurang Koordinasi Daya Angkat <i>Crane</i> Kurang |
| | Kecelakaan Pemotongan <i>Conductor</i> | Kondisi <i>Equipment</i> Yang Buruk <i>Human Error</i> |
| | Kecelakaan <i>Lifting Pipeline Riser & Conductor</i> | Kondisi <i>Sling</i> Buruk & Kurang Koordinasi Daya Angkat <i>Crane</i> Kurang <i>Barge</i> Tidak Stabil |
| <i>Topside Removal</i> | Kecelakaan Pemotongan <i>Jacket & Topside</i> | Kondisi <i>Equipment</i> Yang Buruk <i>Human Error</i> |
| | Kecelakaan <i>Lifting Topside To Barge</i> | Kondisi <i>Sling</i> Buruk & Kurang Koordinasi Daya Angkat <i>Crane</i> Kurang <i>Barge</i> Tidak Stabil |
| | Kecelakaan <i>Install Seafastening Topside</i> | Kondisi <i>Equipment</i> Yang Buruk Operator Tidak Kompeten |
| <i>Substructure Removal</i> | Kerusakan Pada Kabel Listrik Alat Las | Kondisi <i>Barge</i> Tidak Stabil Pekerja Tersengat Listrik <i>Human Error</i> |
| | Kecelakaan Pemotongan <i>Jacket Member</i> | <i>Equipment</i> Terjatuh <i>Jacket Member</i> Terjatuh |
| | Kecelakaan <i>Lifting Jacket To Barge</i> | Kondisi <i>Sling</i> Buruk & Kurang Koordinasi Daya Angkat <i>Crane</i> Kurang <i>Barge</i> Tidak Stabil |
| | Kecelakaan <i>Install Seafastening Substructure</i> | Kondisi <i>Equipment</i> Yang Buruk Operator Tidak Kompeten Kondisi <i>Barge</i> Tidak Stabil |

dengan penurunan alternatif dari tujuan dengan menggunakan empat metode *decommissioning* yaitu Metode *Complete Removal*, Metode *Partial Removal*, Metode *Toppling In Place*, dan Metode *Leave In-Place*. Gambar 1 merupakan susunan hierarki.

1) *Environmental (Lingkungan)*

Kriteria pertama yaitu *Environmental* (lingkungan) adalah kriteria penting yang berdampak pada kondisi lingkungan bagi makhluk hidup dan semua biota laut di sekitar wilayah *platform* akibat proses *decommissioning platform*. *Platform* biasanya terdapat benda atau limbah yang berbahaya bagi lingkungan sekitar, oleh karena itu proses *decommissioning platform* mempunyai dampak negatif kepada lingkungan diantaranya korosi pada struktur *platform*, emisi yang dihasilkan pada saat proses *decommissioning platform*, dan dampak negatif lainnya pada saat proses *decommissioning platform*.

2) *Cost (Biaya)*

Cost (Biaya) adalah kriteria yang digunakan untuk menilai dan mempertimbangkan metode alternatif *decommissioning* secara ekonomis dalam melakukan seluruh proses *decommissioning platform*. Hal ini didasari dari tingkat kesulitan dan spesifikasi *platform* yang membutuhkan

peralatan serta sumber daya manusia yang baik. Perbedaan penggunaan peralatan dan sumber daya manusia dalam proses *decommissioning* dapat mempengaruhi *cost* (biaya) dalam proses *decommissioning platform*. Contohnya, *platform* dengan berat dan dimensi yang besar membutuhkan sumber daya manusia yang banyak serta *barge* dan *crane* yang besar dan kuat dibandingkan *platform* yang lebih ringan dan berdimensi kecil.

3) *Legal*

Kriteria selanjutnya merupakan legal atau legalitas adalah kegiatan perizinan, persetujuan, dan pemberitahuan dari berbagai pihak disuatu daerah untuk melakukan proses *decommissioning platform*. Sama pada saat pembuatan *platform*, proses *decommissioning* memerlukan perizinan, persetujuan, dan pemberitahuan dari berbagai pihak yang terkait berdasarkan undang-undang. Pelanggaran atas undang-undang dan aspek legalitas menyebabkan kerugian berupa reputasi dan konsekuensi hukum (pidana dan perdata) yang akan diterapkan. Sesuai dengan regulasi yang berlaku :PP No. 6 Tahun 2020, PP No.27 Tahun 2021, PP No. 17 Tahun 1974, Permen ESDM No. 15 tahun 2018, PTK SKK MIGAS No. 040/PTK/XI/2018 Rev.01, Permenhub No. 129 Tahun 2016, dan UU No. 17 Tahun 1985.

4) Security (Keamanan)

Kriteria terakhir adalah kriteria *security* (keamanan) merupakan kriteria yang berpengaruh terhadap keamanan pada *platform* dengan membandingkan tingkat keamanan berdasarkan alternatif *decommissioning* yang ada. Keamanan struktur *platform* sangat penting karena dapat membahayakan dan mengakibatkan kerugian yang sangat besar kepada berbagai pihak yang terlibat. Beberapa pertimbangan dari kriteria tersebut adalah vandalisme yang dilakukan oleh oknum tertentu terhadap *platform* seperti pencurian besi bekas, skrup, dan hal lainnya yang dapat membahayakan keamanan disekitar *platform*.

B. Perhitungan Hasil Kuisisioner Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Pada tahap ini, dilakukan proses perhitungan hasil kuisisioner metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menggunakan 2 *software* yaitu Microsoft Exel dan Expert Choice. Hasil dari kedua *software* tersebut akan dibandingkan untuk memastikan hasil perhitungan dari kedua *software* konsisten. Perhitungan menggunakan hasil dari kuisisioner yang telah disebarkan kepada para *expert* untuk mendapatkan korelasi bobot antara kriteria dan alternatif. Pada penelitian ini terdapat 3 responden yang terlibat. Hasil perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) didapatkan. Gambar 2 menunjukkan bahwa kriteria legal adalah kriteria yang paling dominan dan berdampak dibandingkan kriteria lainnya dalam proses *decommissioning jacket platform X* milik PT. PHE ONWJ dengan bobot nilai 0.634.

Gambar 3 menunjukkan bahwa alternatif *Complete Removal* adalah alternatif yang paling tepat dibandingkan alternatif lainnya dalam proses *decommissioning jacket platform X* milik PT. PHE ONWJ dengan bobot nilai 0.532.

C. Analisis Proses Metode Decommissioning Terpilih

Dari hasil pemilihan metode *decommissioning* menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) didapatkan *Complete Removal* sebagai alternatif yang tepat untuk proses *decommissioning Jacket Platform X* milik PT. PHE ONWJ. *Complete Removal* adalah pembongkaran *platform* secara menyeluruh.

1) Work Breakdown Structure (WBS) Metode Complete Removal

Work Breakdown Structure (WBS) dari proses *decommissioning jacket platform* menggunakan metode *Complete Removal* dapat dilihat pada Gambar 4.

1. Well Plug and Abandonment

Well Plug and Abandonment (P&A) adalah penyumbatan lubang sumur *reservoir*. P&A memiliki 2 metode yaitu *rig* dan *rigless*.

2. Platform Preparation

Platform preparation adalah persiapan untuk memindahkan *platform*, tahap ini mempunyai 2 fase. Fase 1 yaitu *topside inspections* dan fase 2 yaitu *underwater inspections*. Biaya dan durasi *topside preparation* meningkat seiring meningkatnya berat dan ukuran *deck*, kompleksitas struktur, usia *platform*, jenis *platform*, prosedur pemindahan, dan pilihan transportasi.

3. Pipeline Abandonment

Pipa dapat di *decommissioning* ketika ditentukan bahwa pipa tidak menimbulkan bahaya bagi navigasi atau operasi penangkapan ikan komersial, mengganggu penggunaan lain dari dasar laut, atau dapat merugikan lingkungan. Sesuai dengan peraturan, pembersihan pipa dirancang untuk memastikan kandungan hidrokarbon dan endapan apa pun di dalam pipa bersihkan secara memadai. Proses *decommissioning* pipa meliputi *pigging*, *flushing* (pembilasan), mengisi pipa dengan air laut, memotong dan menyumbat setiap ujungnya, mengubur setiap ujung setidaknya 3 kaki dibawah dasar laut atau menutup setiap ujung dengan beton. Proses *pipeline abandonment* adalah sebagai berikut *decommissioning pipeline platform to platform*, dan *decommissioning pipeline platform to subsea tie-in*.

4. Conductor Removal

Conductor removal adalah mengambil kembali *conductor* yang telah digunakan untuk dibawa ke darat dengan cara memotongnya menjadi segmen-segmen. Pipa *conductor* adalah pipa berdiameter besar yang relatif pendek yang didorong ke dasar laut sebelum mengebor sumur minyak. Pipa ini berfungsi sebagai penopang bagian sedimen awal sumur (*surface casing*) supaya lapisan permukaan sumur tidak runtuh. *Conductor*, *casing strings*, dan *pilings* biasanya dipotong, ditarik, dan dilepas pada kedalaman sekitar 20 kaki dibawah garis lumpur. Pemotongan ini dapat dilakukan dengan *mechanical cutting*, *abrasive cutting*, *diamond wire cutting*, dan ledakan. Panjang *conductor* dan kapasitas *crane* akan mempengaruhi jumlah bagian yang dipotong, disimpan, dan dibongkar dimana akan mempengaruhi jenis *cargo barge* yang digunakan. Waktu pemotongan bervariasi beberapa jam menggunakan *mechanical cutting*, *abrasive cutting*, *diamond wire cutting* dan beberapa menit menggunakan peledak.

5. Topside Removal

Topside removal mengikuti proses instalasi dalam urutan terbalik. Pemindahan *deck* mengharuskan modul dilepas dan ditempatkan pada *cargo barge*, lalu diamankan/diikat dengan mengelas modul ke *deck* dari *cargo barge*. Ada 3 metode dalam *topside removal* : *Single-lift*, *Reverse Installation*, dan *Piece-small Removal*. Waktu pemindahan bergantung pada jumlah dan ukuran peralatan, lokasi pengangkatan, dan pengaturan tali temali khusus.

6. Substructure Removal

Substructure Removal dapat berupa *concrete gravity based* (CGB) dan *jacket*. *Jacket* adalah bagian penting dari struktur yang menopang *topsides*. *Jacket* dirancang untuk memenuhi kendala seperti berat peralatan *topsides*, angin, arus, korosi, dan lainnya. *Jacket* dilepas setelah *topside*. Umumnya *jacket* dilepas dan dibawa ke darat untuk dibuang.

2) Tahapan, Durasi, dan Biaya Metode Decommissioning Complete Removal

Didapatkan estimasi biaya dan durasi melakukan proses *decommissioning* menggunakan metode *complete removal* untuk *platform X* milik PT. PHE ONWJ selama kurang lebih 126 hari dengan biaya sebesar \$ 16.701.505,49 atau sekitar Rp 233.281.076.860 (asumsi kurs USD per juni 2022 Rp 14.000). Estimasi biaya metode *decommissioning complete removal* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

D. Analisis Metode Kualitatif Potensi Kecelakaan Proses Decommissioning Metode Terpilih

1) Identifikasi Potensi Kecelakaan

Mengidentifikasi kecelakaan yang berpotensi pada proses *decommissioning platform* menggunakan metode *complete removal*. Sesuai dengan *work breakdown structure* (WBS) terdapat beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan kecelakaan yang disebabkan oleh beberapa faktor. Identifikasi potensi kecelakaan pada proses *decommissioning complete removal* dapat dilihat pada Tabel 3.

2) Analisa Kecelakaan Kerja pada Kegiatan Decommissioning Metode Complete Removal

Berdasarkan pengalaman *expert* dilapangan atas kondisi awal *platform X* milik PT. PHE ONWJ diputuskan tahapan yang paling beresiko adalah pada saat proses melakukan *platform preparation*. Mengingat *platform X* sudah tidak beroperasi cukup lama, data kondisi *integrity platform X* sudah tua, tidak diperbaharui, dan minim informasi sehingga banyak asumsi pada kondisi *platform X* yang dapat merugikan dari segi biaya bahkan keselamatan pekerja pada saat proses *decommissioning platform* khususnya pada tahap *platform preparation*. Contohnya, tidak diketahui apakah kekuatan struktur masih kuat untuk menampung beban pekerja dan *equipment platform preparation* sehingga kontraktor akan memastikan keamanan pekerjaannya dengan memperkuat bagian yang diasumsikan beresiko. Selain beresiko, hal tersebut dapat memperbesar biaya proses *decommissioning*.

E. Rencana Pencegahan

Setelah mengetahui kecelakaan dan penyebabnya dari setiap kegiatan proses *decommissioning* metode *complete removal*, maka dilakukan rencana pencegahan guna mencegah kecelakaan yang dapat terjadi. Berdasarkan pendapat *expert* kegiatan *platform preparation* adalah kegiatan yang kritis dan sangat berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

Berikut adalah langkah pencegahan pada saat proses *platform preparation*:

1. Ledakan/Kebakaran yang disebabkan oleh pemotongan pipa yang masih tersisa hidrokarbon dan pekerja tidak berkompoten. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan melakukan flushing dengan air serta memastikan kebersihan pipa dari hidrokarbon sebelum melakukan pemotongan pipa dan memastikan pekerja mempunyai sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut. Contoh pada kasus ini H2S Training.
2. Pekerja terjatuh yang disebabkan oleh kondisi lantai licin/rusak/rapuh dan peralatan berserakan. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan pemberian tanda lantai licin/rusak/rapuh serta membarikade area kerja yang berbahaya dan meletakkan *equipment* ditempat yang tidak dilalui atau dijalar pekerja.
3. Kecelakaan *underwater inspection* yang disebabkan oleh ROV hilang dan penyelam tenggelam. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan memastikan operator ROV mempunyai sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut. Contoh pada kasus ini ROV Training serta memastikan peralatan ROV dalam kondisi baik dan memastikan penyelam mempunyai

sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut, memastikan *equipment* yang digunakan berkondisi baik, dan memastikan kondisi laut baik atau ideal (suhu, gelombang, arus, penerangan, dll)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan:(1)Berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), urutan kriteria yang paling berpengaruh dalam pemilihan metode *decommissioning* untuk *Platform X* milik PT. PHE ONWJ yaitu Legal dengan bobot prioritas senilai 0,635.(2)Metode *decommissioning* paling tepat untuk *Platform X* milik PT. PHE ONWJ yaitu *Complete Removal* dengan bobot 0,532.(3)Hasil dari perhitungan estimasi durasi dan biaya proses *decommissioning* untuk *Platform X* milik PT. PHE ONWJ dengan metode *complete removal* selama kurang lebih 126 hari dengan biaya sebesar \$ 16.701.505,49.(4)Setelah mengidentifikasi kecelakaan pada proses *decommissioning Platform X* milik PT. PHE ONWJ dengan metode terpilih yaitu *complete removal*. Didapatkan tahapan yang paling beresiko adalah tahap proses *platform preparation* dengan pencegahan yang dapat dilakukan sebagai berikut:(a)Ledakan/Kebakaran yang disebabkan oleh pemotongan pipa yang masih tersisa hidrokarbon dan pekerja tidak berkompoten. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan melakukan flushing dengan air serta memastikan kebersihan pipa dari hidrokarbon sebelum melakukan pemotongan pipa dan memastikan pekerja mempunyai sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut. Contoh pada kasus ini H2S Training.(b)Pekerja terjatuh yang disebabkan oleh kondisi lantai licin/rusak/rapuh dan peralatan berserakan. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan pemberian tanda lantai licin/rusak/rapuh serta membarikade area kerja yang berbahaya dan meletakkan *equipment* ditempat yang tidak dilalui atau dijalar pekerja.(c)Kecelakaan *underwater inspection* yang disebabkan oleh ROV hilang dan penyelam tenggelam. Resiko tersebut dapat dimitigasi dengan memastikan operator ROV mempunyai sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut. Contoh pada kasus ini ROV Training serta memastikan peralatan ROV dalam kondisi baik dan memastikan penyelam mempunyai sertifikasi/pelatihan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut, memastikan *equipment* yang digunakan berkondisi baik, dan memastikan kondisi laut baik atau ideal (suhu, gelombang, arus, penerangan, dll)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Ardan, "Studi Desain Derrick Barge untuk Offshore Structure Removal," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya, 2016.
- [2] E. Arianti and A. Ghofur, "Teknologi decommissioning anjungan lepas pantai terpancang pasca operasi," *Jurnal Inovtek Polbeng*, vol. 9, no. 2, pp. 271–279, 2019.
- [3] T. Saputra and I. M. Daniel Rosyid, "Analisa Pengambilan Keputusan dalam pemilihan Alternatif Dre (Dismantlement, Repair, and Engineering) pada Pembongkaran Anjungan Lepas Pantai," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya, 2017.
- [4] A. Windiargo, D. M. Rosyid, and Murdjito, "Risk Analysis of decommissioning process: case studies of lima-compressor

- platform,” *International Journal of Offshore and Coastal Engineering (IJOCE)*, vol. 4, no. 1, pp. 27–34, 2020.
- [5] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2018 Tentang Kegiatan Pasca Operasi pada Kegiatan usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta: BN 2018/ NO 305; PERATURAN.GO.ID : 13 HLM, 2018.
- [6] D. E. S. Prabowo, “Analisis Pemilihan Metode Loadout Struktur Topside dengan Pendekatan Multi Criteria Decision Making (MCDM),” Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya, 2018.