

Desain Konseptual *Shorebase* Batam untuk Industri Migas di Wilayah Barat Indonesia

Fara Adiba Setyawan, Setyo Nugroho, dan Maulana Yafie Danendra
Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: snugroho@seatrans.its.ac.id

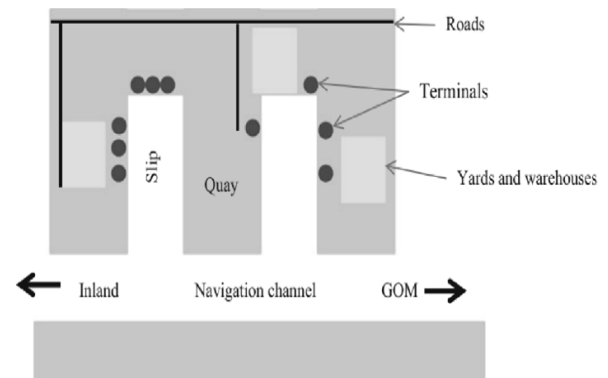
Abstrak—Industri migas merupakan salah satu industri utama di pasar energi dunia. Indonesia merupakan salah satu produsen dan konsumen dari migas itu sendiri dimana konsumsi domestik semakin meningkat tiap tahunnya dan tidak dimbangi dengan produksi migas. Konsumsi minyak Indonesia dilaporkan naik sebesar 1.471.498 barel per hari pada tahun 2021 dibandingkan tahun 2020 dan konsumsi migas dilaporkan turun. Penurunan pada sektor hulu migas diprediksi dalam beberapa tahun kedepan akan menjadi permasalahan serius mengingat sektor ini menyumbang 20 – 30 persen kontribusi pada APBN. PT Y yang berlokasi di Kabil, Batam dipilih menjadi lokasi *shorebase* karena lokasinya yang berada di Barat Indonesia dan 110 dari 198 galangan kapal Indonesia terletak di Batam. Dengan menggunakan pendekatan dinamis sebagai skenario 1 dan historis sebagai skenario 2 untuk pertumbuhan produksi migas, didapatkan pertumbuhan sebesar 2,02 persen untuk pendekatan dinamis dan 1,84 persen untuk pendekatan historis dengan muatan maksimal mencapai 1.440.000 ton/tahun dan pada skenario 2 akan mencapai 1.899.213 ton/tahun. Dengan melakukan evaluasi kinerja dengan analisis kesenjangan dan sensitivitas dari *shorebase*, didapatkan bahwa tidak dilakukan penambahan pada fasilitas di dermaga karena masih dapat menampung masukan sampai dengan tahun ke – 30. Pada skenario 1 tidak akan ada penambahan luas lapangan penumpukan dan pergudangan sedangkan pada skenario 2 akan ada penambahan luas lapangan penumpukan terbuka pada tahun 2045 sebesar 20.363 m² untuk lapangan penumpukan aspal dan 101.354 m² untuk lapangan penumpukan bauksit, dan penambahan luas pergudangan tertutup pada tahun 2030 sebesar 5.096 m² untuk gudang 1A dan 3.383 m² masing-masing untuk gudang 2A dan 3A.

Kata Kunci— Indonesia Barat, Migas, Offshore, Shorebase.

I. PENDAHULUAN

INDUSTRI migas merupakan salah satu industri utama di pasar energi dunia dimana industri ini juga berperan penting dalam penyediaan kebutuhan energi rumah tangga, kendaraan dan transportasi, hingga bahan baku industri. Pada tahun 2017, Indonesia menjadi salah satu produsen minyak bumi terbesar ke – 21 di dunia dan terbesar kedua di Asia Pasifik setelah Tiongkok. Untuk sektor gas, Indonesia merupakan penghasil gas alam terbesar ke – 12 di dunia dan terbesar keempat di Asia Pasifik setelah Tiongkok, Malaysia, dan Australia [1]. Meskipun begitu, Indonesia masih menjadi net importir minyak karena produksi yang dilakukan di dalam negeri belum mampu mencukupi kebutuhan domestiknya [2].

Konsumsi minyak bumi Indonesia memiliki kenaikan pada tahun 2021. Migas masih akan menjadi energi yang diandalkan oleh Indonesia dan volume kebutuhan migas masih akan meningkat sampai dengan tahun 2050 seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi nasional. Gas bumi yang akan memerankan peran penting selama transisi energi ini untuk menjaga keseimbangan keamanan energi sekaligus dengan komitmen dalam transisi energi yang akan terjadi.



Gambar 1. Skema Infrastruktur dan Konektivitas pada Shorebase.

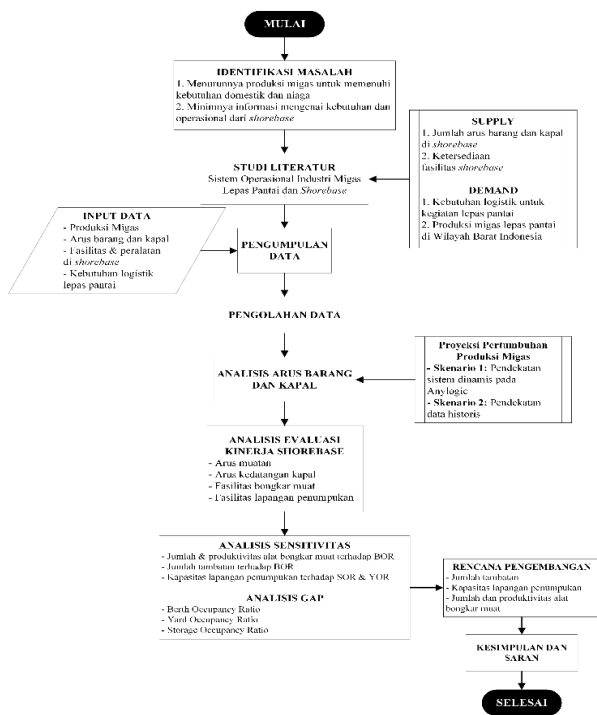
Dan berdasarkan sumber dari SKK Migas, permintaan akan gas bumi Indonesia mengalami kenaikan rata – rata satu persen per tahun sejak tahun 2012.

Cadangan migas di Indonesia Barat masih memiliki potensi untuk dikembangkan. Pengelolaan dari ladang minyak bumi dan gas alam memiliki tingkat kesulitan dan biaya investasi yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan rencana pemerintah untuk melakukan optimilisasi *lifitng* migas dengan salah satu strategi adalah eksplorasi secara masif untuk penemuan potensi atau cadangan migas yang lebih besar. Berdasarkan laporan dari SKK Migas pada bulan Maret 2023, telah dilakukan 169 pengeboran sumur pengembangan migas, 17 persen dari 991 target pengeboran pada tahun 2023 [5]. Minimnya kegiatan pengeboran sumur pengembangan salah satu disebabkan oleh ketersediaan *rig* di sektor hulu migas yang masih sedikit. Pembangunan *shorebase* merupakan salah satu upaya dalam mendukung operasional industri migas lepas pantai. Peran strategis dari *shorebase* ini akan mendukung logistik dan galangan kapal untuk disalurkan ke perusahaan-perusahaan migas. Indonesia memiliki 198 unit galangan kapal yang tersebar di seluruh wilayahnya dimana 110 unit tersebar di Batam yang dapat menyerap kurang lebih 120.000 tenaga kerja. Ini menjadikan Batam, dengan zona bebas pajak, menjadi lokasi yang berpotensi untuk pembangunan *shorebase* serta untuk menekan biaya logistik dan efisiensi biaya operasional industri migas di Indonesia Barat.

II. STUDI LITERATUR

A. Migas di Indonesia

Secara umum kegiatan pada industri migas terdiri dari hulu (*upstream*) dan hilir (*downstream*) dengan lima tahapan, yaitu eksplorasi, produksi, pengolahan, transportasi, dan pemasaran (niaga). Penelitian ini akan berfokus pada kegiatan hulu yang terdiri dari cadangan migas, eksplorasi, survei seismik, pemboran sumur eksplorasi, dan eksploitasi. Semua rangkaian kegiatan ini bergantung pada jumlah



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

cadangan migas yang dimiliki oleh Indonesia untuk mendukung kegiatan produksi dan pemenuhan kebutuhan migas domestik. Eksplorasi menjadi kunci penting untuk mendukung *lifetime* hulu migas di masa yang akan datang. Area eksplorasi di daerah frontier seperti laut dalam masih belum banyak terjamah sedangkan daerah onshore sudah memasuki tingkat produktivitas rendah dan biaya yang dibutuhkan tinggi. Diketahui bahwa tektonik Indonesia dibagi dalam 4 wilayah yaitu Sunda, Banda, Australian dan Pasifik, yang terletak dalam 2 wilayah yaitu barat dan timur. Tektonik di Indonesia bagian barat termasuk muda dan kompleks. Cekungan migas yang berada di wilayah barat Indonesia mayoritas menghasilkan minyak bumi. Di wilayah barat, migas lebih dulu ditemukan dibandingkan Indonesia Timur. Indonesia di bagian Barat akan lebih mudah untuk dikembangkan dan dilakukan eksplorasi lebih dalam lagi.

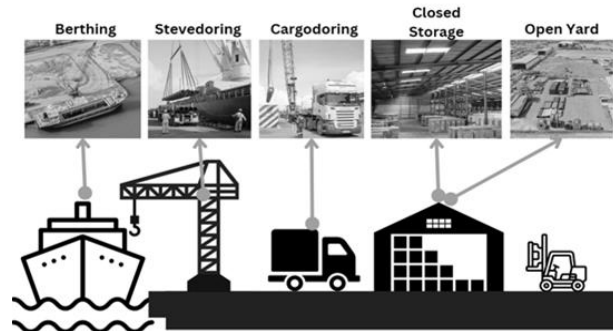
B. Shorebase

Shorebase adalah sebuah tempat untuk melakukan perpindahan dan pengumpulan antarmoda logistik untuk diangkut menjadi pasokan kegiatan lepas pantai [3]. *Shorebase* terbagi menjadi fungsi, untuk logistik dan untuk galangan atau disebut juga *construction centers*. *Shorebase* logistik merupakan tempat untuk mengumpulkan kebutuhan-kebutuhan untuk operasional migas lepas pantai. *Shorebase* galangan seperti *construction centers* adalah pusat konstruksi untuk perawatan peralatan fasilitas lepas pantai dan pembangunan serta perawatan kapal-kapal kegiatan lepas pantai. Bentuk infrastruktur serta konektivitas *shorebase* ditunjukkan Gambar 1.

Pelayanan utama di *shorebase* dibagi dalam tiga macam yaitu *crew change*, fabrikasi, dan *logistic support*. Pelayanan *crew change* bertujuan untuk pergantian kru pada situs sumur migas lepas pantai yang ada. Fabrikasi pada *shorebase* berkaitan dengan komponen – komponen yang dibutuhkan dalam kegiatan migas lepas pantai seperti perpipaan, baja profil, dan plat untuk menjadi alat produksi ataupun konstruksi. Dan untuk *logistic support* berfokus pada



Gambar 2. Persebaran Migas Lepas Pantai Wilayah Barat Indonesia.



Gambar 3. Pola Operasional Shorebase.

pelayanan pengiriman kebutuhan logistik pendukung operasional sumur migas lepas pantai. Umumnya terdiri dari material – material pendukung seperti *casing*, bahan – bahan kimia, makanan kru, dan kebutuhan lainnya.

C. Fasilitas Terminal

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut, dinyatakan pada Pasal 50 dan 51 untuk penyelenggaraan pelabuhan laut, dibutuhkan penetapan batas-batas Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan Pelabuhan. Daerah Lingkungan Kerja sendiri dibagi terdiri atas wilayah daratan dan wilayah perairan dimana tiap peruntukan wilayah terdapat fasilitas pokok dan fasilitas penunjang. Pada penelitian ini akan berfokus pada fasilitas daratan yang akan melayani muatan dengan jenis kargo umum yang diangkut dengan berbagai jenis kemasan dengan ukuran yang tidak tentu atau tanpa kemasan sekalipun.

1) Tambatan

Pada jenis terminal khusus seperti *shorebase* ini, umumnya kegiatan bongkar muat di sisi dermaga dapat dilakukan menggunakan *crane* kapal, *jib crane*, *luffing crane*, ataupun *mobile crane*. Selain itu tentunya membutuhkan bantuan tenaga kerja bongkar muat (TKBM) baik diatas kapal maupun dermaga. TKBM ini tergabung dalam satu geng yang terdiri dari 7 – 10 orang atau disesuaikan dengan kebutuhan dan kebijakan yang berlaku. Untuk menentukan jumlah tambatan dapat dengan rumus berikut.

$$n = \frac{Qa}{Qc \times NGS \times WHD \times WDY \times UB} \quad (1)$$

Dimana,

- n : jumlah tambatan.
- Qa : total rencana *throughput* per tahun (ton/tahun).
- Qc : produktivitas gang rata-rata (ton/jam).
- NGS : jumlah gang per kapal.
- WHD : jumlah jam kerja dalam 1 hari (jam/hari).

Tabel 1.
Produksi Minyak Bumi dan Kondensat

Kontraktor Minyak Bumi dan Kondensat	Produksi (BOPD)
Kontraktor 1	4.752
Kontraktor 2	149
Kontraktor 3	0,02
Kontraktor 4	270,54
Kontraktor 5	1.012
Kontraktor 6	44
Kontraktor 7	896

Tabel 2.
Produksi Gas Alam

Kontraktor Gas Alam	Produksi (MMSCFD)
Kontraktor 1	988,95
Kontraktor 2	169,38
Kontraktor 3	270,54
Kontraktor 4	211,75
Kontraktor 5	3,59
Kontraktor 6	1,49
Kontraktor 7	42,96
Kontraktor 8	47,57

WDY : jumlah hari kerja dalam 1 tahun (hari/tahun).

UB : *berth occupancy ratio* (BOR).

2) Lapangan Penumpukan

Dengan kebutuhan luas fasilitas penyimpanan dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$Agd = \frac{f_{area} \times f_{bulk} \times Qgd \times Tdw}{H \times 365 \times m \times \rho_{cargo}} \quad (2)$$

Dimana,

Agd : kebutuhan luas lapangan penumpukan/gudang (m²).

Qgd : arus bongkar muat per tahun yang melalui lapangan penumpukan/gudang (ton/tahun).

Tdw : *dwelling time* rata-rata (hari).

H : rata-rata ketinggian muatan (m).

m : *yard occupancy ratio* yang dapat diterima (0.65 s/d 0.7).

f_{area} : rasio antara luas kotor dengan luasan bersih (1.2 – 1.5).

f_{bulk} : faktor untuk memperhitungkan *stripping* dan penumpukan barang yang dipisah dari barang yang lain.

ρ_{cargo} : massa jenis muatan yang akan disimpan (ton/m³).

D. Utilitas Terminal

Untuk mengetahui kinerja dari fasilitas yang ada, dilakukan perhitungan seperti *Berth Occupancy Ratio*, *Yard Occupancy Ratio*, dan *Storage Occupancy Ratio*.

1) *Berth Occupancy Ratio*

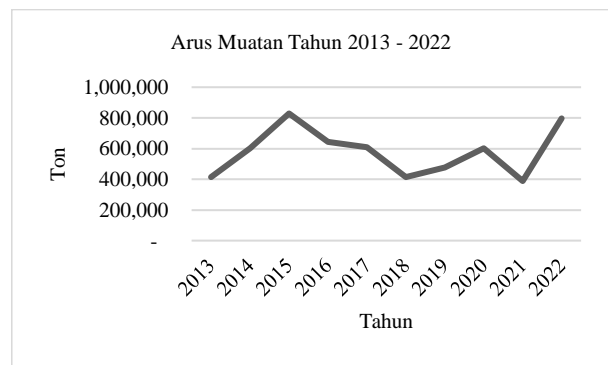
Merupakan perbandingan antara waktu terpakainya dermaga dengan jumlah waktu maksimum keterpakaian dermaga dalam periode waktu tertentu dimana BOR dinyatakan dalam bentuk persentase (%).

$$BOR (\%) = \frac{To}{Tt} \times 100\% \quad (3)$$

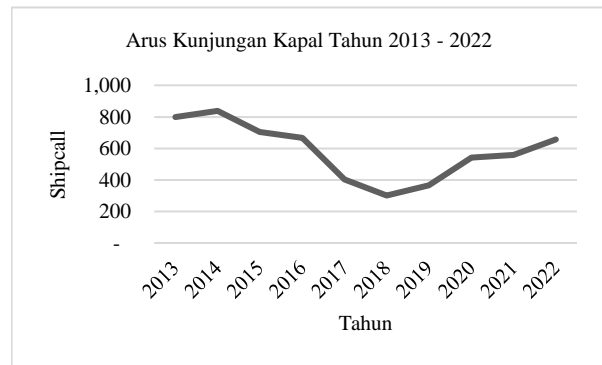
Dimana,

To : Total waktu penggunaan dermaga (*berthing time*).

Tt : Total waktu pelayanan operasional dermaga.



Gambar 5. Arus Muatan Shorebase PT. Y.



Gambar 6. Arus Kunjungan Kapal PT. Y.

$$To = \frac{AT}{PB \times Nc} + (Ns \times Tother) \quad (4)$$

Dimana,

AT : rencana *throughput* per tahun (ton/tahun).

PB : Prod. alat bongkar muat (ton/jam).

Nc : Jumlah alat bongkar muat pada satu tambatan.

Ns : Total kapal yang bertambat dalam 1 tahun.

T other: *idle time + not operation time*.

$$Tt = n \times WDY \times WHD \quad (5)$$

Dimana,

n : jumlah tambatan.

WDY : jumlah hari kerja per tahun.

WHD : jumlah jam kerja per hari.

2) *Yard Occupancy Ration*

Merupakan perbandingan antara keterpakaian lapangan penumpukan dengan ketersediaan lapangan penumpukan yang digunakan untuk menghitung utilitas lapangan penumpukan pada terminal.

$$YOR (\%) = \frac{Kap. Terpakai}{Kap. Tersedia} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana,

Kap. Terpakai : kapasitas lapangan/gudang terpakai (ton/thn)

Kap. Tersedia : kapasitas lapangan/gudang tersedia (ton/thn)

Sedangkan untuk menghitung kapasitas terpakai dan tersedia dihitung berdasarkan rumus berikut.

$$Kap. Terpakai = Tdw \times Qa \quad (7)$$

Dimana,

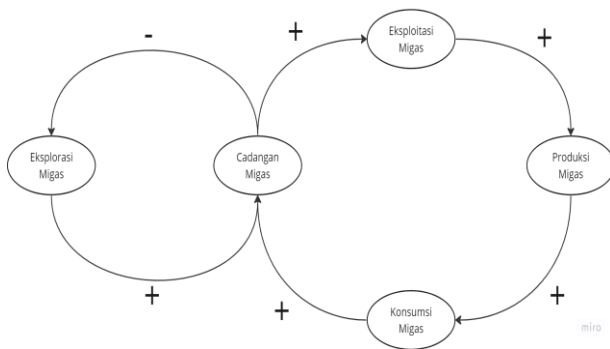
Tdw : *dwelling time*.

Qa : total rencana *throughput* per tahun (ton/tahun).

$$Kap. Tersedia = \frac{Agd \times H}{gbc \times (1 + bs)} \quad (8)$$

Dimana,

Agd : kebutuhan luas lapangan penumpukan/gudang (m²).



Gambar 7. Diagram Causal Loop Sistem Dinamis Pertumbuhan Produksi Migas.

H : rata-rata ketinggian muatan (m).
 gbc : *ground bearing capacity* (ton/m³).
 bs : *broken stowage*.

3) *Storage Occupancy Ratio*

Merupakan perbandingan antara keterpakaian kapasitas gudang dengan ketersediaan kapasitas gudang yang digunakan untuk menghitung utilitas gudang. SOR dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$SOR (\%) = \frac{Kap. Terpakai}{Kap. Tersedia} \times 100\% \quad (9)$$

Dimana,

Kap. Terpakai : kapasitas lapangan/gudang terpakai (ton/thn)
 Kap. Tersedia : kapasitas lapangan/gudang tersedia (ton/thn)

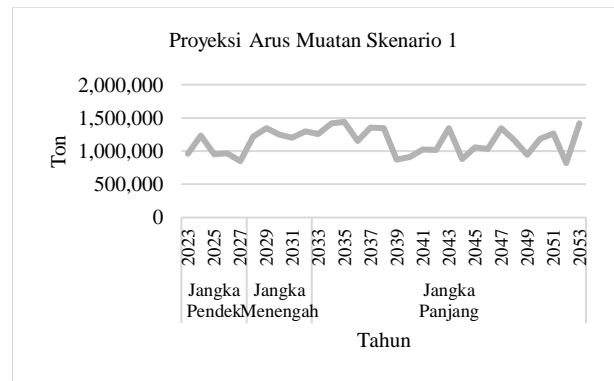
E. *Model Sistem Dinamis*

Sistem dinamis merupakan sistem dengan variabel yang dimiliki dapat terus berubah dikarenakan perubahan input dan interaksi antar elemen pada sistem. Sistem ini memiliki karakteristik dengan adanya *delay time* sehingga hasil akhir bergantung terhadap variabel input pada periode waktu tertentu. Sistem dinamis menggunakan pendekatan untuk menentukan sebuah desain dan analisis dengan bantuan komputer. Semua sistem dinamis memiliki ciri memiliki ketergantungan, saling berinteraksi, informasi bersifat timbal balik, serta hubungan kausalitas yang terkait.

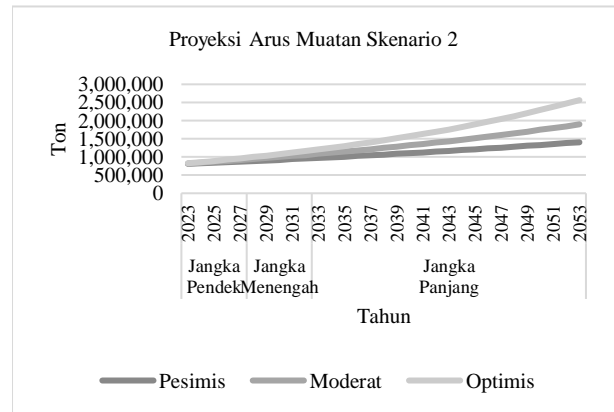
Dalam pemodelan suatu sistem, diperlukan alat antarmuka dalam menggambarkan interdependensi sistem yaitu dengan menggunakan Causal Loop Diagram. Causal Loop Diagram merupakan alat bantu yang dapat memberikan visualisasi interdependensi dari variabel – variabel dalam pengambilan keputusan.

F. *Analisis Kesenjangan (GAP Analisis)*

Analisis kesenjangan atau analisis GAP merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja pada suatu pelabuhan. Secara harfiah, *gap* sendiri memiliki arti perbedaan atau disparitas satu hal dengan hal yang lain [4]. Analisis kesenjangan dirancang untuk dapat mengukur perbedaan antara keadaan aktual dalam periode waktu tertentu dan keadaan yang diinginkan atau potensial di masa mendatang. Manfaat dari analisis ini antara lain untuk menilai seberapa besar kesenjangan antara kinerja aktual dengan suatu standar kinerja ideal. Selanjutnya adalah untuk mengetahui peningkatan kinerja yang diperlukan untuk memperbaiki dan menutup kesenjangan yang ada, serta sebagai dasar untuk pengambilan keputusan terkait dengan prioritas dan pengembangan yang dibutuhkan untuk memenuhi standar pelayanan yang akan ditetapkan.



Gambar 8. Proyeksi Arus Muatan Skenario 1 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.



Gambar 9. Proyeksi Arus Muatan Skenario 2 dengan Pendekatan Data Historis.

G. *Analisis Sensitivitas*

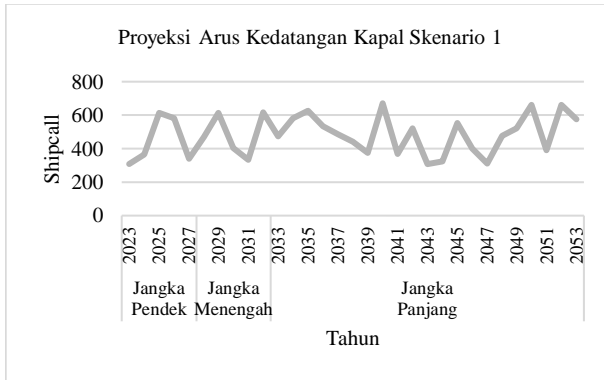
Analisis sensitivitas merupakan metode untuk mengukur seberapa besar pengaruh variabel – variabel yang saling berhubungan jika suatu nilai variabel berubah, baik bertambah atau berkurang secara terus – menerus. Analisis ini dapat dilakukan beriringan dengan analisis kesenjangan karena dengan metode analisis ini, disamping dengan perkiraan pertama, dapat ditambahkan beberapa opsi perkiraan lainnya sesuai dengan kebutuhan. Metode analisis ini dilakukan dengan cara merubah suatu variabel masukan dalam satuan tertentu dan mempertahankan nilai pada variabel – variabel lainnya untuk dapat menghasilkan nilai luaran yang diinginkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

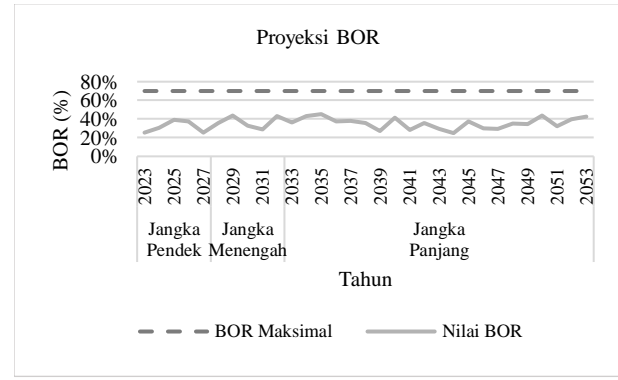
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan analisis kondisi saat ini, proyeksi pertumbuhan dan utilitas dengan pendekatan sistem dinamis dan data historis, analisis kesenjangan dan analisis sensitivitas. Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

A. *Identifikasi Masalah*

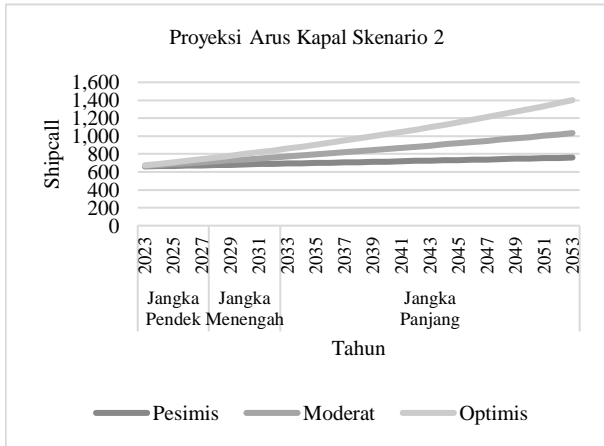
Permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini adalah minimnya aktivitas pengeboran sumur migas untuk kegiatan produksi migas dalam pemenuhan kebutuhan migas domestik. Minimnya kegiatan aktivitas pengeboran ini disebabkan oleh kurangnya ketersediaan fasilitas *rig* pada sektor hulu migas. *Shorebase* memiliki keterkaitan dengan ketersediaan fasilitas dan aktivitas operasional migas lepas migas seperti aktivitas eksploitasi dan produksi migas. *Shorebase* dengan fasilitas saat ini harus dapat menangkap



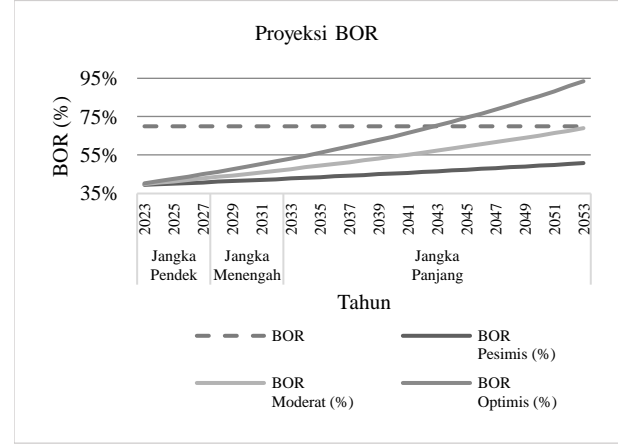
Gambar 10. Proyeksi Arus Kedatangan Kapal Skenario 1 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.



Gambar 12. Proyeksi Utilitas Dermaga (BOR) Skenario 1 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.



Gambar 11. Proyeksi Arus Kedatangan Kapal Skenario 2 dengan Pendekatan Data Historis.



Gambar 13. Proyeksi Utilitas Dermaga (BOR) Skenario 2 dengan Pendekatan Data Historis.

arus muatan dan kedatangan kapal.

B. Studi Literatur

Studi literatur berkaitan dengan sisi *supply* (jumlah arus barang dan kedatangan kapal serta ketersediaan fasilitas *shorebase*), *demand* (kebutuhan logistik lepas pantai, produksi migas lepas pantai), pola operasional *shorebase*, dan referensi formulasi yang dapat digunakan dalam perhitungan dan asumsi analisis lainnya yang dapat membantu dalam perhitungan kebutuhan fasilitas berdasarkan pertumbuhan produksi migas.

C. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dilakukan pengumpulan data terkait dengan arus muatan dan kedatangan kapal untuk mengetahui utilitas terminal berdasarkan kondisi fasilitas saat ini. Kemudian dibutuhkan data historis pertumbuhan produksi dan konsumsi migas, cadangan potensi migas, dan jenis muatan untuk aktivitas migas lepas pantai. Selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai pertumbuhan produksi dan konsumsi migas berdasarkan cadangan potensi migas yang dimiliki Indonesia, utilitas terminal, dan pengembangan fasilitas yang dapat dilakukan untuk menangkap potensi masukan pada terminal atau *shorebase*.

D. Benchmarking

Benchmarking adalah proses membandingkan dan menganalisis kinerja suatu organisasi, proses, atau layanan terhadap aktivitas atau kegiatan serupa baik secara internal maupun eksternal. Tujuan dari proses ini adalah untuk membantu organisasi dalam mengidentifikasi dan mengimplementasi peningkatan dalam suatu proses bisnis

yang ada [5]. *Benchmarking* dilakukan pada *shorebase* PT. X, Batu Ampar, Batam dengan melakukan wawancara dan kunjungan lapangan mengenai pola operasional dan pelayanan dari *shorebase* perusahaan tersebut.

E. Analisis Kondisi Saat Ini

Pada penelitian ini dilakukan analisis kondisi saat ini dari keadaan migas di wilayah Barat Indonesia, pertumbuhan produksi, konsumsi, dan cadangan yang dimiliki oleh Indonesia, pola operasional dari kegiatan migas lepas pantai secara umum dan *shorebase* pada PT. Y, jenis muatan yang akan dilayani *shorebase*, dan arus muatan dan kedatangan kapal di *shorebase* PT. Y.

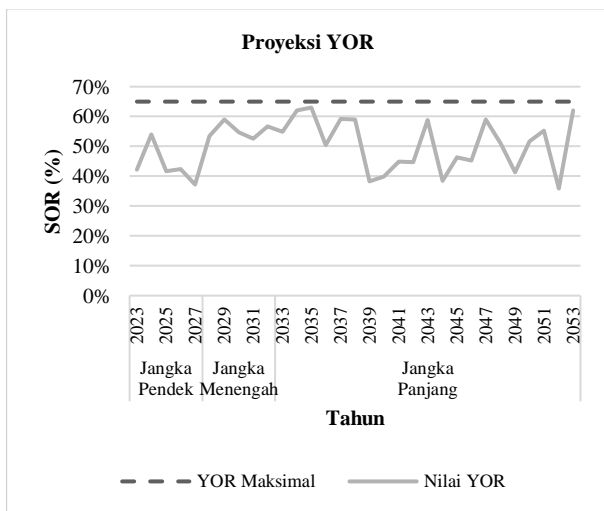
F. Analisis Proyeksi Pertumbuhan Produksi

Kemudian dilakukan analisis proyeksi pertumbuhan produksi migas melalui beberapa jenis pendekatan dimana pertumbuhan produksi tersebut menjadi dasar asumsi untuk proyeksi arus muatan dan kedatangan kapal pada *shorebase* PT. Y di Batam.

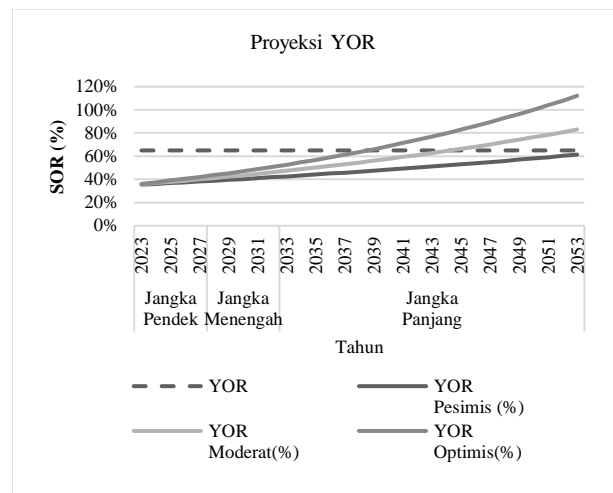
Pada skenario 1, proyeksi pertumbuhan migas menggunakan pendekatan sistem dinamis dengan bantuan Anylogic. Proses produksi migas dipengaruhi oleh nilai cadangan migas dan juga proses eksplorasi dan eksploitasi sumur migas. Sedangkan pada skenario 2 dengan menggunakan pendekatan data historis digunakan pertumbuhan pada produksi migas periode waktu tertentu yang akan dijadikan nilai pertumbuhan pada kondisi moderat, pesimis, dan optimis.

G. Analisis Kinerja Pelabuhan

Tujuan dari analisis data ini adalah untuk mengetahui utilitas dan kesiapan dari *shorebase* PT. Y dalam menangkap



Gambar 15. Proyeksi Utilitas Lapangan Penumpukan (YOR) Skenario 1 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.



Gambar 14. Proyeksi Utilitas Lapangan Penumpukan (YOR) Skenario 2 dengan Pendekatan Data Historis.

masukannya dan kedatangan kapal dalam periode waktu sesuai dengan pertumbuhan produksi migas yang dilakukan pada kedua skenario. Utilitas pada terminal terdiri atas *Berth Occupancy Ratio* (BOR) yang merupakan perhitungan rasio ketergunaan dermaga terhadap ketersediaan dermaga, *Yard Occupancy Ratio* (YOR) yaitu rasio ketergunaan lapangan penumpukan terhadap ketersediaan lapangan penumpukan, dan *Storage Occupancy Ratio* (SOR) yaitu rasio ketergunaan kapasitas gudang tertutup terhadap ketersediaan kapasitas gudang tertutup.

H. Analisis Kesenjangan dan Sensitivitas

Analisis selanjutnya adalah dengan menghitung *gap analysis* atau analisis kesenjangan dan analisis sensitivitas berdasarkan analisis kinerja terminal. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui langkah apa yang dapat dilakukan dengan beberapa jenis kondisi menyesuaikan dengan variabel yang diberikan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Industri Migas di Wilayah Barat Indonesia

Minyak bumi dan gas alam merupakan sumber daya alam dengan peran sebagai sumber pasokan energi dan bahan bakar bagi masyarakat serta menjadi salah satu bahan baku bagi kegiatan industri, pengelolaan sumber daya alam minyak dan gas bumi merupakan sumber pemasukan untuk negara dalam bentuk *Penerimaan Negara Bukan Pajak* (PNBP). Persebaran migas lepas pantai wilayah barat Indonesia ditunjukkan oleh Gambar 3.

Berdasarkan aktivitas produksi migas lepas pantai Wilayah Barat Indonesia, didapatkan total jumlah produksi minyak bumi dan kondensat seperti yang ditunjukkan Tabel 1, menyumbang 658.540 barel per hari atau 1,08 persen dari total keseluruhan produksi Indonesia tahun 2022. Untuk produksi gas alam seperti yang dimuat Tabel 2, menyumbang 633.723 juta standar kaki kubik per hari atau 26,04 persen dari total produksi Indonesia tahun 2022.

B. Pola Operasional Shorebase

Gambar 4 merupakan visualisasi pola operasional *shorebase* PT. Y saat ini di Batam. Pola operasional *shorebase* PT. Y terdiri dari layanan seperti tambat, penanganan bongkar muat, sampai dengan penyediaan

fasilitas penyimpanan seperti lapangan penumpukan terbuka dengan opsi lapangan aspal dan bauksit dan gudang tertutup.

Terdapat beberapa jenis muatan yang dilayani oleh *shorebase* seperti casing atau pipa, mata bor, dan *drilling muds*. Berdasarkan perhitungan kebutuhan peralatan untuk aktivitas migas lepas pantai, muatan dari masing-masing sumur migas tiap tahunnya, untuk kebutuhan operasi sumur minyak bumi dan kondensat lepas pantai sebesar 952.024,73 ton/tahun dan untuk operasi sumur gas alam lepas pantai dengan total 1.502.000,20 ton/tahun.

C. Analisis Kondisi Saat Ini

Arus muatan pada Gambar 5 menunjukkan pertumbuhan yang fluktuatif dimana dari tahun 2021 hingga 2022 arus muatan mengalami peningkatan dari 400.000 ton menjadi 800.000 ton.

Arus kunjungan kapal pun menunjukkan pertumbuhan yang fluktuatif dimana dari tahun 2021 hingga 2022 arus kunjungan kapal mengalami peningkatan dari kurang lebih 500 kunjungan kapal menjadi kurang lebih 650 kunjungan kapal. Arus kunjungan ditunjukkan oleh Gambar 6.

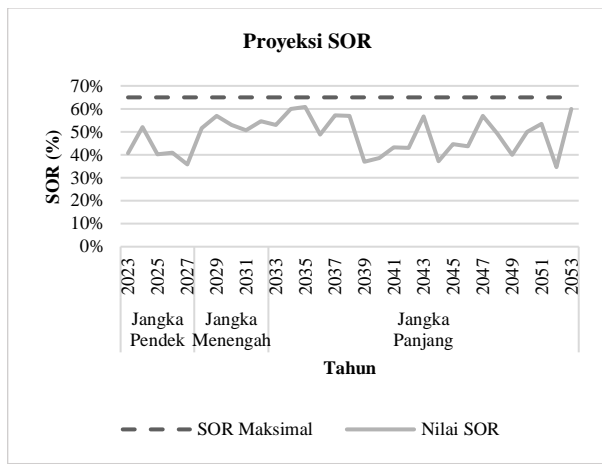
D. Analisis Proyeksi Pertumbuhan Produksi

Dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis pada *tools* di Anylogic, didapatkan rata – rata pertumbuhan dari produksi migas adalah 2,02 persen yang digunakan untuk asumsi pada skenario 1. Pertumbuhan produksi untuk minyak bumi dan kondensat akan berhenti pada tahun ke – 25 dengan cadangan minyak bumi dan kondensat saat ini sedangkan untuk pertumbuhan produksi gas alam akan berhenti pada tahun ke – 30. Diagram *causal loop* sistem dinamis pertumbuhan produksi migas dapat dilihat pada Gambar 7.

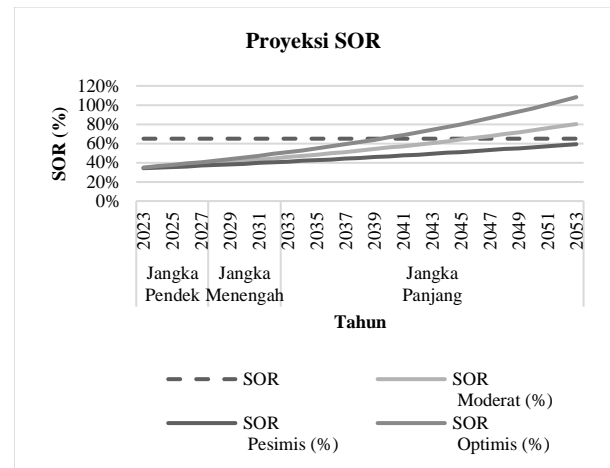
Untuk skenario 2 dengan menggunakan pendekatan data historis, didapatkan pertumbuhan produksi migas sebesar 1,84 persen sebagai batas tengah pertumbuhan, 0,84 persen untuk batas bawah, dan 2,84 persen untuk batas atas.

E. Proyeksi Arus Muatan dan Kedatangan Kapal

Proyeksi arus muatan pada skenario 1 dengan pendekatan sistem dinamis didapatkan muatan pada proyeksi 30 tahun bersifat fluktuatif dengan muatan masuk terendah sebesar 819.982 ton/tahun pada tahun 2052 dan muatan tertinggi pada tahun 2035 sebesar 1.440.000 ton/tahun. Detail dapat dilihat pada Gambar 8. Pada skenario 2 dengan pendekatan data historis, didapatkan muatan terbesar pada tahun ke – 30 atau



Gambar 17. Proyeksi Utilitas Gudang (SOR) Skenario 1 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.



Gambar 16. Proyeksi Utilitas Gudang (SOR) Skenario 2 dengan Pendekatan Sistem Dinamis.

tahun 2053 sebesar 1.899.213 ton/tahun untuk kondisi moderat, 1.402.898 ton/tahun untuk kondisi pesimis, dan 2.563.590 ton/tahun untuk kondisi optimis. Lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 9.

Proyeksi arus kedatangan kapal pada skenario 1 didapatkan arus kedatangan kapal terendah sebanyak 308 *shipcall* tahun pada tahun 2023 dan arus kedatangan kapal tertinggi pada tahun 2040 sebanyak 671 *shipcall*. Hasil proyeksi arus skenario 1 ditunjukkan Gambar 10. Pada skenario 2, seperti yang ditunjukkan Gambar 11 didapatkan muatan terbesar pada tahun ke – 30 atau tahun 2053 sebanyak 760 *shipcall* untuk kondisi moderat, 1.034 *shipcall* untuk kondisi pesimis, dan 1.401 *shipcall* untuk kondisi optimis.

F. Analisis Utilitas Pelabuhan

Utilitas terminal *Berth Occupancy Ratio* (BOR) yang merupakan perhitungan ketergunaan dermaga. Pada skenario 1 dan skenario 2, nilai BOR untuk pertumbuhan arus tidak mencapai lebih dari BOR maksimum sebesar 70 persen selama proyeksi pertumbuhan selama 30 tahun kedepan untuk kondisi moderat dan pesimis. Pertumbuhan dengan kondisi optimis mencapai batas maksimum BOR pada tahun 2034, namun akan dipilih proyeksi berdasarkan proyeksi pada kondisi moderat. Proyeksi utilitas dermaga skenario 1 dan 2 secara berturut-turut ditunjukkan Gambar 12 dan Gambar 13.

Yard Occupancy Ratio (YOR) yaitu rasio ketergunaan lapangan penumpukan dimana pada skenario 1 seperti yang ditunjukkan Gambar 14, nilai proyeksi tidak mencapai lebih dari nilai YOR maksimum sebesar 65 persen. Sedangkan untuk skenario 2 yang ditunjukkan Gambar 15, nilai YOR mencapai 66,39 persen dengan kondisi moderat pada tahun 2045. Untuk kondisi pesimis, proyeksi nilai YOR tidak mencapai batas maksimum sampai tahun 2053 sedangkan untuk kondisi optimis, nilai YOR mencapai 66,14 persen pada tahun 2039.

Storage Occupancy Ratio (SOR) yaitu rasio ketergunaan gudang tertutup. Gambar 16, yaitu skenario 1 nilai proyeksi tidak mencapai lebih dari nilai SOR maksimum sebesar 65 persen, sedangkan untuk skenario 2 seperti pada Gambar 17, nilai SOR mencapai 65,92 persen pada tahun 2046 pada kondisi moderat. Untuk kondisi pesimis, proyeksi nilai SOR tidak mencapai batas maksimum sampai tahun 2053 sedangkan untuk kondisi optimis, nilai YOR mencapai 66,31 persen pada tahun 2040.

G. Analisis Kesenjangan dan Sensitivitas

Analisis menunjukkan pada skenario 1 tidak menunjukkan adanya kebutuhan untuk penambahan fasilitas dermaga, lapangan penumpukan, dan gudang dikarenakan berdasarkan perhitungan proyeksi utilitas, nilai utilitas untuk fasilitas saat ini belum mencapai nilai utilitas maksimum sebesar 70 persen untuk BOR dan 65 persen untuk YOR dan SOR selama proyeksi pertumbuhan 30 tahun kedepan.

Untuk analisis pada skenario 2, untuk perhitungan proyeksi utilitas dermaga, sesuai analisis sensitivitas dan kesenjangan jumlah *crane* per tambatan terhadap BOR serta analisis sensitivitas produktivitas *crane* per tambatan terhadap BOR, tidak dibutuhkan penambahan fasilitas untuk menangkap masukan sampai dengan tahun 2053. Berdasarkan perhitungan proyeksi YOR, dibutuhkan penambahan fasilitas untuk menangkap masukan sampai dengan tahun 2053 dengan menambah kapasitas gudang menjadi 3.700.000 juta ton per tahun dengan penambahan lapangan penumpukan sebesar 20.363 m² untuk lapangan penumpukan aspal dan 101.354 m² untuk lapangan penumpukan bauksit yang dapat dilakukan pengembangan pada tahun 2045 atau pada tahun ke – 22. Dan untuk proyeksi nilai SOR, dibutuhkan penambahan fasilitas untuk menangkap masukan sampai dengan tahun 2053 dengan menambah kapasitas gudang menjadi 2.700.000 juta ton per tahun dengan penambahan lapangan penumpukan sebesar 5.096 m² untuk gudang 1A dan 3.383 m² masing-masing untuk gudang 2A dan 3A yang dapat dilakukan pengembangan pada tahun 2030 atau tahun ke – 7.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Dalam desain konseptual yang paling penting adalah muatan dimana muatan didapatkan dari kegiatan produksi dan eksplorasi. Untuk metode peramalan, digunakan beberapa pendekatan. Pertama dengan peramalan dikoreksi dengan memperhitungkan kegiatan produksi dan eksplorasi yang bersumber dari produksi migas dan kegiatan eksplorasinya dengan pendekatan dinamis dengan pertumbuhan 2,02 persen. Lalu pendekatan kedua adalah penambahan persentase tetap atau 1,84 persen untuk muatan dengan kondisi moderat berdasarkan pertumbuhan pada data historis.

Kesimpulan berikutnya, (2) Muatan maksimal diperkirakan akan terjadi pada tahun 2053 pada skenario 1 akan mencapai 1.440.000 ton per tahun dan pada skenario 2 akan mencapai 1.899.213 ton per tahun dimana akan menjadi acuan untuk pengembangan. (3) Tidak dilakukan penambahan pada fasilitas di dermaga karena masih dapat menampung masukan sampai dengan tahun ke – 30. Pada skenario 1 tidak akan ada penambahan luas lapangan penumpukan dan pergudangan. Pada skenario 2 akan ada penambahan luas lapangan penumpukan terbuka sebesar 20.363 m² untuk lapangan penumpukan aspal dan 101.354 m² untuk lapangan penumpukan bauksit, penambahan penambahan luas gudang sebesar 5.096 m² untuk gudang 1A, 3.383 m² untuk gudang 2A, dan 3.383 m² untuk gudang 3A.

Saran untuk penelitian kedepannya adalah menggunakan data lokasi dan produksi sumur migas yang lebih akurat dengan melakukan survei lokasi secara langsung untuk industri hulu migas. Kemudian dapat juga menggunakan pendekatan dengan pemodelan sistem lainnya yang

disesuaikan dengan kebutuhan dari penelitian kedepannya. Luaran lainnya juga dapat menambahkan desain tata letak hasil pengembangan yang akan dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Ekonomi, K. K. dan Advokasi, and K. P. P. Usaha, "Ringkasan Eksekutif: Penelitian Industri Hulu Migas," Jakarta, Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia, 1-14, 2019.
- [2] EMIS, "Indonesia Oil and Gas Sector Report," London, ISI Emerging Markets Group Company, 2019.
- [3] M. J. Kaiser. *Offshore Service Industry and Logistics Modeling in the Gulf of Mexico*. Cham: Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-17012-1, 2015.
- [4] Y. Muchsam, F. Falahah, and G. I. Saputro, "Penerapan GAP Analysis Pada Pengembangan Sistem Pendukung Putusan Penilaian Kinerja Karyawan (Studi Kasus PT. XYZ)," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2011.
- [5] M. Paulus and Devie, "Analisa pengaruh penggunaan benchmarking terhadap keunggulan bersaing dan kinerja perusahaan," *Bus. Account. Rev.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–49, 2013.