

**KAJIAN LINGKUNGAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT
TERHADAP PEMBUANGAN AIR LIMBAH
DI TERMINAL BAHAN BAKAR MINYAK (TBBM)
TELUK BALIKPAPAN - KALIMANTAN TIMUR**



TESIS

Oleh :
Randi Andhika
30000121420038

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

TESIS

**KAJIAN LINGKUNGAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP
PEMBUANGAN AIR LIMBAH KE LAUT
DI TERMINAL BAHAN BAKAR MINYAK (TBBM)
TELUK BALIKPAPAN - KALIMANTAN TIMUR**

Disusun Oleh:

Randi Andhika
30000121420038

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 196112281986031004

Pembimbing II



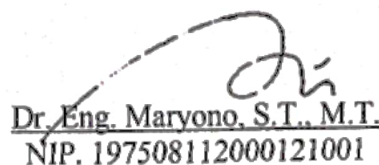
Dr. Fuad Muhammad, S.Si., M.Si.
NIP. 197306171999031003

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro



Prof. Ir. M. Agung Wibowo, MM., M.Sc., Ph.D.
NIP. 196702081994031005

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan



Dr. Eng. Maryono, S.T., M.T.
NIP. 197508112000121001

LEMBAR PENGESAHAN**KAJIAN LINGKUNGAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP
PEMBUANGAN AIR LIMBAH KE LAUT
DI TERMINAL BAHAN BAKAR MINYAK (TBBM)
TELUK BALIKPAPAN - KALIMANTAN TIMUR**

Disusun Oleh:

Randi Andhika
30000121420038

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua

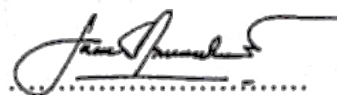
Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc.

**Anggota**

1. Dr. Ir. Bambang Yulianto, DEA.



2. Dr. Fuad Muhammad, S.Si., M.Si.



3. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA



PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Studi Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang yang berlaku.

Semarang, 09 Agustus 2024



Randi Andhika

30000121420038

RIWAYAT HIDUP



Randi Andhika, S.T mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Sekolah Tinggi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan jurusan Teknik Perminyakan. Penulis saat ini adalah mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro tahun 2022.

Penulis memiliki beberapa kompetensi terkait lingkungan diantaranya adalah Manajemen limbah hidrokarbon, Penanggung Jawab Operasional Pengelolaan Air Limbah bersertifikasi BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi), Penanggung Jawab Operasional Limbah B3 bersertifikasi BNSP dan Ahli K3 Kimia bersertifikasi Kementerian Ketenagakerjaan. Saat ini penulis merupakan seorang karyawan swasta sebuah Perusahaan yang bergerak di bidang hilir minyak dan gas bumi.

Penulis melanjutkan pendidikan strata-2 pada program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang di tahun 2021. Tesis yang penulis susun ini menjadi salah satu syarat untuk menempuh program S-2 dengan judul “Kajian Lingkungan dan Persepsi Masyarakat terhadap Pembuangan Air Limbah ke Laut di Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Teluk Balikpapan – Kalimantan Timur”.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “KAJIAN LINGKUNGAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PEMBUANGAN AIR LIMBAH KE LAUT DI TERMINAL BAHAN BAKAR MINYAK (TBBM) TELUK BALIKPAPAN - KALIMANTAN TIMUR”. Penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, Istri dan Adik yang selalu memberikan doa, motivasi dan semangat dalam penyelesaian tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA. dan Bapak Dr. Fuad Muhammad, S.Si, M.Si. Selaku dosen pembimbing tesis yang telah memberikan bimbingan, nasihat, pengarahan dan motivasi kepada penulis.
3. Ibu Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc.dan Dr. Ir. Bambang Yulianto, DEA. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun.
4. Seluruh civitas akademika Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro yang memberikan pelayanan dan fasilitas selama perkuliahan.
5. Rekan-rekan Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Angkatan 2021/2022 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penelitian dan penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan tesis ini agar dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pihak-pihak yang berkepentingan lainnya.

Semarang, 09 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ASBTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
DAFTAR ISTILAH (<i>GLOSSARY</i>)	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Penelitian Terdahulu	7
1.6. Kerangka Pemikiran Penelitian	11
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Terminal Penyimpanan Bahan Bakar Minyak	13
2.2. Air Limbah	14
2.3. Karakteristik Air Limbah pada Industri Perminyakan	15
2.3.1. Sumber Air Limbah pada TBBM	18
2.3.2. Kontaminan dalam Aliran Air Limbah TBBM	22
2.4. Bio Indikator Penurunan Kualitas Air Laut.....	31
2.4.1. Plankton	34
2.4.2. Zooplankton.....	36
2.5. Persepsi Lingkungan.....	37
III. METODE PENELITIAN	39
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.2. Metode Penelitian	45
3.2.1. Evaluasi kualitas air limbah.....	45
3.2.2. Analisa pencemaran dan penurunan kualitas air laut Teluk Balikpapan	47
3.2.3. Analisa persepsi Masyarakat sekitar.....	52
3.2.4. Rekomendasi tata Kelola air limbah lanjutan.....	54
3.3. Jenis Sumber Data	55

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1. Evaluasi Kualitas Air Limbah April 2023 – Maret 2024	56
4.1.1. Stasiun Pengamatan 1 (IPAL Domestik).....	57
4.1.2. Stasiun Pengamatan 2 (<i>API Separator</i>).....	66
4.2. Pencemaran dan Penurunan Kualitas Air Laut.....	69
4.2.1. Parameter Lingkungan.....	69
4.2.2. Biondikator	79
4.3. Analisa Persepsi Masyarakat	86
4.3.1. Karakteristik Responden.....	86
4.3.2. Hasil Persepsi Masyarakat	89
4.4. Rekomendasi Tata Kelola Lanjutan IPAL.....	97
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	106
5.1. Kesimpulan.....	106
5.2. Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Proses dari Kegiatan Pengolahan Minyak Bumi.....	17
Tabel 2.2.	Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Drainase dan Air Pendingin Kegiatan Pengolahan Minyak Bumi.	17
Tabel 2.3.	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Instalasi, Kegiatan Pengolahan Minyak Bumi.....	17
Tabel 2.4.	Nilai Konsentrasi Kontaminan Khas pada Air Dasar Tangki (Klock, 1994)	19
Tabel 3.1.	Ringkasan Stasiun Pengamatan, Parameter dan Metode Pengujian Sampel Evaluasi Kualitas Air Limbah.....	46
Tabel 3.2.	Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Konsentrasi Klorofil-a ..	50
Tabel 3.3.	Ringkasan Stasiun Pengamatan, Parameter dan Metode Pengujian Sampel Penurunan Kualitas Air Laut	51
Tabel 4.1.	Kriteria Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah	56
Tabel 4.2.	Nilai baku mutu IPAL Domestik (Stasiun Pengamatan 1) berdasarkan Persetujuan Teknis PT XYZ.....	57
Tabel 4.3.	Nilai baku mutu API Separator (Stasiun Pengamatan 2) berdasarkan Persetujuan Teknis PT XYZ.....	57
Tabel 4.4.	Rona Awal Lingkungan Air Laut PT XYZ (Sumber: AMDAL PT XYZ)	70
Tabel 4.5.	Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air (Kepmen LH No. 115 Tahun 2003)	71
Tabel 4.6.	Hasil Uji Kualitas Parameter Lingkungan Air Laut Stasiun 3 dan Stasiun 4	72
Tabel 4.7.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 3 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Pelabuhan (PP 22/2021)	73
Tabel 4.8.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 4 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Pelabuhan (PP 22/2021)	74
Tabel 4.9.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 3 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Wisata Bahari (PP 22/2021).....	75
Tabel 4.10.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 4 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Wisata Bahari (PP 22/2021).....	76
Tabel 4.11.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 3 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Biota Laut (PP 22/2021)	77
Tabel 4.12.	Status Mutu Kualitas Air Menurut Sistem Nilai Storet di Stasiun 3 Laut Teluk Balikpapan bagi peruntukan Biota Laut (PP 22/2021)	78

Tabel 4.13.	Uji Sampel Air Laut Stasiun Pengamatan 3 dan Stasiun Pengamatan 4 untuk Pengujian Bioindikator Plankton.....	81
Tabel 4.14.	Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton	82
Tabel 4.15.	Hasil Uji Sampel Air Laut Stasiun 3 dan Stasiun 4 untuk Pengujian Bioindikator Plankton	84
Tabel 4.16.	Sebaran Kelompok Umur Responden.....	87
Tabel 4.17.	Sebaran Jenis Kelamin Responden	87
Tabel 4.18.	Tingkatan Pendidikan Responden.....	87
Tabel 4.19.	Jenis Pekerjaan Responden	88
Tabel 4.20.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Pentingnya Pengolahan Air Limbah	89
Tabel 4.21.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Air Limbah yang dibuang Harus Memenuhi Baku Mutu	91
Tabel 4.22.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Keterbukaan Informasi.	92
Tabel 4.23.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Kompensasi Apabila Ada Dampak Negatif dari Kelalaian PT XYZ	93
Tabel 4.24.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Dialog Bersama Masyarakat Apabila Terjadi Pencemaran Air Laut.....	94
Tabel 4.25.	Rekapitulasi Jawaban Responden tentang Penilaian Masyarakat dengan Kondisi Pengolahan Air Limbah PT XYZ Saat Ini	95
Tabel 4.26.	Rekapitulasi jumlah skor data, indeks persepsi dan interpretasi dari kuesioner Persepsi Masyarakat terhadap pembuangan air limbah ke laut oleh PT XYZ.	96
Tabel 4.27.	Hasil Studi Banding ke TBBM dengan Operasional Sejenis dengan PT XYZ	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Tampak atas TBBM PT XYZ.....	2
Gambar 1.2.	Neraca Air Limbah TBBM.....	3
Gambar 1.3.	Dokumentasi Kejadian Meluapnya API Separator.....	5
Gambar 1.4.	Kerangka Pemikiran Penelitian	12
Gambar 2.1.	Penampung Tumpahan di Permukaan (Klock, 1994).....	21
Gambar 2.2.	Perbandingan toleransi lingkungan terhadap (a) bioindikator, (b) spesies langka, dan (c) spesies yang ada di mana-mana ...	32
Gambar 2.3.	Diagram tingkat hierarki suatu ekosistem yang merespons gangguan antropogenik atau tekanan alam.....	33
Gambar 3.1.	Lokasi IPAL dan Saluran Pembuangan Air Limbah ke Laut .	40
Gambar 3.2.	Instalasi IPAL Domestik PT XYZ.....	40
Gambar 3.3.	Alur Proses IPAL PT XYZ.....	41
Gambar 3.4.	Alur Proses API Separator.....	43
Gambar 3.5.	Lay out API Separator (Sumber: PT XYZ)	43
Gambar 3.6.	Lokasi penelitian.....	44
Gambar 3.7.	Lokasi stasiun pengamatan	44
Gambar 4.1.	Nilai uji pH stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	58
Gambar 4.2.	Nilai uji TSS stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	58
Gambar 4.3.	Nilai uji BOD stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	59
Gambar 4.4.	Nilai uji COD stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	60
Gambar 4.5.	Nilai uji Amoniak stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	61
Gambar 4.6.	Catatan Debit Harian IPAL Stasiun Pengamatan 1 Bulan Agustus 2023	62
Gambar 4.7.	Catatan Debit Harian IPAL Stasiun Pengamatan 1 Bulan September 2023.....	62
Gambar 4.8.	Catatan Debit Harian IPAL Stasiun Pengamatan 1 Bulan Oktober 2023	62
Gambar 4.9.	Nilai uji Minyak dan Lemak stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu.....	64
Gambar 4.10.	Nilai uji TOC stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	65
Gambar 4.11.	Nilai uji Total Coliform stasiun pengamatan 1 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu.....	66
Gambar 4.12.	Nilai uji pH stasiun pengamatan 2 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	67
Gambar 4.13.	Nilai uji Minyak dan Lemak stasiun pengamatan 2 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu.....	67
Gambar 4.14.	Data Rancang Bangun API Separator (Sumber: PT XYZ)	68

Gambar 4.15.	Nilai uji TOC stasiun pengamatan 2 bulan April 2023 hingga Maret 2024 terhadap baku mutu	69
Gambar 4.16.	Peta Sebaran Klorofil-a Stasiun Pengamatan 3 dan 4 pada Bulan Juni 2023.....	79
Gambar 4.17.	Peta Sebaran Klorofil-a Stasiun Pengamatan 3 dan 4 pada Bulan Desember 2023	80
Gambar 4.18.	Peta Sebaran Klorofil-a Stasiun Pengamatan 3 dan 4 pada Bulan Maret 2024.....	80
Gambar 4.19.	Grafik Indeks Keanekaragaman Plankton pada Stasiun Pengamatan 3 dan Stasiun Pengamatan 4.....	83
Gambar 4.20.	Grafik Indeks Keseragaman Plankton pada Stasiun Pengamatan 3 dan Stasiun Pengamatan 4.....	83
Gambar 4.21.	Grafik Indeks Keanekaragaman Benthos pada Stasiun Pengamatan 3 dan Stasiun Pengamatan 4.....	85
Gambar 4.22.	Grafik Indeks Keseragaman Benthos pada Stasiun Pengamatan 3 dan Stasiun Pengamatan 4.....	85
Gambar 4.23.	Diagram Persentase Responden tentang Pentingnya Pengolahan Air Limbah.....	90
Gambar 4.24.	Diagram Persentase Responden tentang Air Limbah yang dibuang Harus Memenuhi Baku Mutu.....	91
Gambar 4.25.	Diagram Persentase Responden tentang Keterbukaan Informasi.....	92
Gambar 4.26.	Diagram Persentase Responden tentang Kompensasi Apabila Ada Dampak Negatif dari Kelalaian PT XYZ.....	93
Gambar 4.27.	Diagram Persentase Responden tentang Dialog Bersama Masyarakat Apabila Terjadi Pencemaran Air Laut.....	94
Gambar 4.28.	Diagram Persentase Responden tentang Penilaian Masyarakat dengan Kondisi Pengolahan Air Limbah PT XYZ Saat Ini	95
Gambar 4.29.	Foto Tampak Atas Tank Farm Tahun 2022 (Sumber: PT XYZ)	99
Gambar 4.30.	Foto Tampak Atas Tank Farm Tahun 2023 (Sumber: PT XYZ)	99
Gambar 4.31.	Foto Tampak Atas Tank Farm Tahun 2024 (Sumber: PT XYZ)	100
Gambar 4.32.	Foto Tampak Atas Limpasan Air Hujan yang Tercampur dengan Air Dasar Tangki (Sumber: PT XYZ).....	101
Gambar 4.33.	Minimasi dan Segregasi Sumber Air Limbah TBBM yang optimal (Sumber: Klock, 1994)	103
Gambar 4.34.	Rekomendasi Tata Kelola Lanjutan Air Limbah TBBM.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner Persepsi Masyarakat	119
------------	-------------------------------------	-----

ABSTRAK

Tangki timbun di Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) menampung semua jenis produk, mulai dari minyak bumi dan produk minyak bumi, seperti minyak mentah, solar dan bahan bakar jet, barang pertanian seperti minyak zaitun dan molase, bahan kimia, dan banyak lagi. Kegiatan TBBM ini sering melakukan pembuangan air limbah ke badan air seperti halnya PT XYZ. Penelitian ini bertujuan mengkaji dampak pembuangan limbah cair dari TBBM terhadap badan air. Hasil analisis kualitas minyak dan lemak serta *Total Organic Carbon* (TOC) dari April 2023 hingga Maret 2024 menunjukkan bahwa parameter minyak dan lemak melebihi nilai baku mutu, tetapi pH dan TOC masih memenuhi standar baku mutu air limbah. Dengan menggunakan metode Storet, perairan Teluk Balikpapan sebagai penerima air limbah masuk ke dalam kategori tercemar ringan dengan nilai -8. Untuk itu, efektivitas Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) TBBM perlu ditingkatkan untuk memastikan kinerja optimal.

Kata kunci: Tangki, TBBM, IPAL, Air Limbah

ABSTRACT

Storage tanks at Fuel Terminals (TBBM) stores various products from petroleum and petroleum refined products, such as crude oil, diesel and jet fuel. Also, agricultural products such as olive oil and molasses, chemicals, and more. The activities of this TBBM often discharge wastewater into water bodies likewise PT XYZ. This study aims to examine the impact of liquid waste disposal from TBBM to water bodies. The results of the analysis of oil and grease quality and Total Organic Carbon (TOC) from April 2023 to March 2024 showed that the oil and grease parameters exceeded the standard quality values, but the pH and TOC still met the wastewater quality standards. Using the Storet method, the waters of Balikpapan Bay as the recipient of wastewater are included in the lightly polluted category with a value of -8. For this reason, the effectiveness of the TBBM Wastewater Treatment Plant (IPAL) needs to be improved to ensure optimal performance.

Keyword: Tank, Fuel Terminal, WWTP, Wastewater

DAFTAR ISTILAH (*GLOSSARY*)

- API Separator : Separator yang dirancang sesuai standar API, umumnya dikenal sebagai pemisah API, dianggap sebagai cara optimal untuk pemisahan minyak/air secara gravitasi sederhana. Prinsip-prinsip desain yang terlibat (penghindaran turbulensi, penyediaan waktu pemisahan yang memadai dan *skimming* yang dioptimalkan) berlaku untuk semua pemisah gravitasi, namun istilah ini biasanya diperuntukkan bagi konstruksi lapangan besar di dalam atau di atas tanah.
- Biodiesel : Bahan bakar alternatif yang diproduksi dari berbagai macam bahan organik atau alami seperti minyak kelapa sawit, kedelai, jarak pagar, atau bahan organik atau alami yang tersedia lainnya.
- Fatty Acid Methyl Ester : Bahan bakar yang berasal dari minyak nabati yang dapat diperbaharui, dapat dihasilkan secara periodik dan juga ramah lingkungan. FAME ini memiliki karakteristik yang sama seperti solar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermesin diesel.
- Free Water : Air dasar tangki yang terpisah secara gravitasi dari produk hidrokarbon
- Outfall : Saluran pembuangan yang menyalurkan air limbah yang diolah dari instalasi pengolahan dan membawanya ke titik pembuangan akhir di laut, sungai, atau muara.
- Sea Water Reverse Osmosis : Unit sistem desalinasi untuk merubah air laut menjadi air tawar

- Tank Farm : Lokasi yang berisi banyak tangki penyimpanan/tangki timbun di atas permukaan tanah yang terletak dalam satu tanggul penahan tumpahan yang sama.
- Terminal : Fasilitas yang digunakan untuk menyimpan produk minyak bumi di sepanjang rantai distribusi dari kilang minyak bumi hingga konsumen akhir
- Throughput : Volum dari bahan bakar yang dikeluarkan dari TBBM
- Water Draw Off : Suatu kegiatan untuk mengeluarkan air bebas (free water) dari dasar tangki untuk diproses kemudian dibuang ke badan air.