

TA/TL/2024/1881

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR SPBU X

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



SALSABILLA NATHANIA PUTRI

20513146

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR SPBU X

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

SALSABILLA NATHANIA PUTRI

20513146

Dosen Pembimbing 1

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph.D

NIK. 045130401

Dosen Pembimbing 2

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIK. 155130112

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc (Reng. Eng)., Ph.D

NIK. 045130401

HALAMAN PENGESAHAN
IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON
PADA TANAH DI SEKITAR SPBU X

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari : Selasa

Tanggal: 22 Oktober 2024

Disusun Oleh:

SALSABILLA NATHANIA PUTRI

20513146

Tim Penguji:

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Reng. Eng)., Ph.D

()

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D

()

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D

()
21 oktober 2024

KATA PENGANTAR

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 22 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan.

A handwritten signature in black ink is written over a red official stamp. The stamp is rectangular and contains the text 'METERAI TEMPEL' and a unique identification number '371ALX384887252'. The stamp also features a small emblem of a bird, likely a Garuda, at the top.

Salsabilla Nathania Putri
20513146

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah menciptakan alam semesta beserta isinya. Shalawat serta salam tak lupa penulis junjungkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya, serta orang-orang yang mengikuti jejak mereka hingga akhir zaman. Alhamdulillahirobbil'alamin atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Identifikasi Pencemar Hidrokarbon Pada Tanah di Sekitar SPBU X”**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis tidak lepas dari motivasi, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Sujaerah dan Alm. Bapak Suratno orang tua tercinta yang selalu mendo'akan, memberikan dukungan moril dan materil serta menjadi pengingat dalam kegiatan sehari-hari.
3. Kakak kakaku tercinta Okto Yuliana, Budiono, dan Adi Saputra yang selalu menyemangati, mendoakan, dan memotivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph. D selaku dosen pembimbing I atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing II atas saran dan kritik yang membangun erta dukungan akademik yang sangat berarti.
6. Bapak Dhandhun wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji skripsi atas masukan dan penilaian yang sangat berharga dalam penyempurnaan skripsi ini.

7. Nabilla Putri Ardiyan dan Keisya Al Maghfirah teman sekelompok, seperjuangan atas semangat, kekompakan, kerja sama, dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Keluarga besar Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang telah memberikan masukan, saran dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

Semoga apa yang penulis sampaikan dalam penelitian ini dapat berguna bagi rekan-rekan mahasiswa maupun semua pihak yang membutuhkan sehingga dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Minyak bumi berasal dari jasad makhluk hidup jutaan tahun lalu yang mengalami proses degradasi di dalam tanah selama berjuta juta tahun. Salah satu produk dari minyak bumi adalah BBM (Bahan Bakar Minyak). BBM didistribusikan ke masyarakat luas melalui Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). *Underground Storage Tank* (UST) menjadi tempat penyimpanan BBM. Kebocoran UST dapat mengakibatkan pencemaran tanah oleh hidrokarbon. *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) menjadi ancaman untuk lingkungan di sekitar SPBU X. Selain kebocoran UST kontaminasi hidrokarbon dapat berasal dari aktivitas pengisian bahan bakar oleh kendaraan.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kandungan TPH pada tanah di sekitar SPBU X dengan menetapkan 10 titik sampling tanah dengan kedalaman masing masing sampel sedalam 30 cm. Kemudian dilakukan juga pengujian pH, kadar air, dan TOC. Hasil pengujian TPH berkisar 19,58-35,09%. Hasil yang berbeda dipengaruhi oleh jarak dan aktivitas SPBU X serta dipengaruhi oleh kadar air, pH, dan TOC.

Kata Kunci : Minyak bumi, SPBU, Tanah, Total Petroleum Hydrocarbon

ABSTRACT

Petroleum comes from the bodies of living things millions of years ago that underwent a degradation process in the ground for millions of years. One of the products of petroleum is BBM (Fuel Oil). Fuel is distributed to the wider community through Public Fuel Filling Stations (SPBU). Underground Storage Tank (UST) is the place where the fuel is stored. UST leakage can result in soil pollution by hydrocarbons. Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) is a threat to the environment around Gas Station X. In addition to UST leakage, hydrocarbon contamination can come from refueling activities by vehicles.

Research was conducted to determine the TPH content in the soil around Gas Station X by setting 10 soil sampling points with each sample 30 cm deep. Then pH, water content, and TOC testing were also conducted. TPH test results ranged from 19.58-35.09%. Different results are influenced by the distance and activity of Gas Station X and influenced by water content, pH, and TOC.

Keywords: Gas Station, Petroleum, Soil, Total Petroleum Hydrocarbon,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah.....	5
2.1.1 Sifat Fisik Tanah	5
2.1.2 Sifat Kimia Tanah	6
2.2 Minyak Bumi	6
2.2.1 Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin	7

2.3	Pencemaran Tanah	8
2.4	Pencemaran Hidrokarbon.....	8
2.4.1	Total Petroleum Hydrocarbon (TPH).....	10
2.5	<i>Fate dan Tansport</i> Senyawa Hidrokarbon pada Tanah.....	10
2.6	Metode Gravimetri	12
2.7	Penelitian Sebelumnya	12
BAB III		16
METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Diagram Penelitian.....	16
3.3	Variabel Penelitian	18
3.4	Observasi dan Wawancara	18
3.5	Pengambilan Sampel.....	19
3.6	Prosedur Pengujian Sampel.....	20
3.6.1	Pengujian TPH	20
3.6.2	Pengujian Sifat Fisik Tanah	21
3.6.3	Pengujian Sifat Kimia Tanah	22
3.7	Pengolahan Data Uji	24
3.7.1	Pengolahan Data Uji Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)	24
3.7.2	Pengolahan Data Uji Sifat Fisik Tanah.....	24
3.7.3	Pengolahan Data Uji Sifat Kimia Tanah.....	24
3.8	Metode Analisis Data.....	25
3.8.1	Analisis Deskriptif	25
3.8.2	Perbandingan Data dengan Baku Mutu.....	25
3.8.3	Analisis Korelasi Statistik.....	26
BAB IV		27

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	27
4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian	27
4.1.1 Data Hasil Observasi Lapangan	29
4.2 Hasil Analisis Data.....	33
4.2.1 <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (TPH).....	33
4.2.2 Sifat Fisik Tanah	37
4.2.3 Sifat Kimia Tanah	40
4.3 Korelasi Jarak Dengan Parameter Terhadap TPH	44
4.3.1 Korelasi Sebaran TPH dengan Jarak dan Aktivitas dari Sumber Pencemar.....	44
4.3.2 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Fisik Tanah	45
4.3.3 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Kimia Tanah	47
BAB V.....	51
KESIMPULAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 3. 1 Acuan Metode	20
Tabel 3.2 Interpretasi Nilai Korelasi (r)	26
Tabel 4. 1 Kondisi Tanah Setiap Titik	29
Tabel 4. 2 Jarak Titik Sampling terhadap Sumber Pencemar.....	33
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian TPH	34
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian TPH pada Soil Control.....	34
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Air pada Lokasi Penelitian	38
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air Soil Control	38
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian pH pada Lokasi Penelitian	40
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian pH Soil Control	41
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian TOC.....	42
Tabel 4. 10 Hasil Uji Korelasi TPH terhadap Jarak menggunakan SPSS.....	44
Tabel 4. 11 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap jarak	44
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Korelasi TPH terhadap Kadar Air menggunakan SPSS.....	46
Tabel 4. 13 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap Kadar Air	46
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Korelasi TPH terhadap pH menggunakan SPSS	47
Tabel 4. 15 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap pH	48
Tabel 4. 16 Hasil Uji Korelasi TPH dengan TOC dengan SPSS	49
Tabel 4. 17 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap TOC	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fate dan Transport Hidrokarbon pada tanah	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Titik Peta Lokasi Sampling	17
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel Menggunakan Bor Tangan	19
Gambar 3. 4 Proses pengujian TPH	21
Gambar 3. 5 Proses pengujian kadar air	22
Gambar 3. 6 Proses pengujian pH.....	22
Gambar 3. 7 Proses pengujian TOC dengan Spektrofotometri	23
Gambar 4. 1 Aktivitas SPBU	27
Gambar 4. 2 Bak Kontrol UST	28
Gambar 4. 3 Kondisi Tanah.....	28
Gambar 4. 4 Kurva Hasil TPH Lokasi Penelitian dan Soil Control.....	34
Gambar 4. 5 Peta Sebaran TPH pada Lokasi Penelitian	37
Gambar 4. 6 Kurva Hasil Pengujian Kadar Air dengan Soil Control	38
Gambar 4. 7 Peta Sebaran Hasil Uji Kadar Air pada Setiap Titik.....	39
Gambar 4. 8 Peta Sebaran Hasil Uji pH pada Setiap Titik.....	42
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian TOC pada Lokasi Penelitian dan Soil Control.....	43
Gambar 4. 10 Peta Sebaran Hasil Uji TOC pada Setiap Titik.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi berasal dari jasad makhluk hidup prasejarah yang terdegradasi oleh bakteri dan kemudian terjadi proses kimia dalam tekanan serta panas tinggi di dalam lapisan bumi selama berjuta juta tahun. Dalam proses tersebut bahan organik diubah menjadi senyawa kimia yang sederhana seperti hidrokarbon, air, karbondioksida, hidrogen sulfida, nitrogen, besi, tembaga dan senyawa logam berat lainnya (Sodiq, 2016). Produk dari minyak bumi digolongkan menjadi dua yakni bahan bakar minyak (BBM) dan produk bukan bahan bakar minyak (BBBM). BBBM terdiri dari LPG, pelarut, minyak pelumas, gemuk, aspal, malam parafin, hitam karbon, dan kokas. Sedangkan BBM terdiri dari LPG, bensin motor, bensin penerbangan, kerosin, bahan bakar diesel, minyak bakar, minyak pelumas, malam minyak bumi, dan aspal (Sari, W. P., 2016).

Pengolahan minyak bumi menjadi bensin dimulai dengan proses eksplorasi yakni proses dalam mengeluarkan minyak mentah (*crude oil*) dari reservoir di dalam bumi ke permukaan yang dilakukan dengan pemboran. Setelah dilakukan eksplorasi, minyak bumi dikirim ke kilang minyak untuk melewati serangkaian proses lainnya seperti proses distilasi atau proses pemisahan untuk melakukan penyulingan berdasarkan titik didih, proses konversi untuk mengubah ukuran dan struktur senyawa hidrokarbon. Kemudian proses pengolahan untuk menyiapkan fraksi – fraksi hidrokarbon yang akan diolah lebih lanjut, terakhir proses formulasi dan pencampuran dimana pada proses ini dilakukan penambahan bahan aditif untuk mendapatkan produk akhir dengan spesifikasi tertentu. Setelah melewati serangkaian proses tersebut produk minyak bumi siap untuk di distribusikan (Putri, H. P., 2017). Fasilitas yang digunakan dalam mendistribusikan BBM ke masyarakat adalah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).

Kegiatan operasional SPBU tidak lepas dari potensi pencemaran lingkungan, tangki penyimpanan BBM di SPBU menjadi salah satu sumber yang

dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah. Tangki penyimpanan BBM bawah tanah (*Underground Storage Tank*) terbuat dari plat baja yang mudah bocor dan merembes karena adanya proses karat yang terjadi dalam tanah. Bencana alam seperti gempa bumi menjadi risiko terjadinya kebocoran tangki dengan retaknya tangki penyimpanan dan tanah disekitarnya tanpa disadari (Azizah, 2012 dalam Sari W. P., 2016). Kontaminasi tanah oleh hidrokarbon diakibatkan oleh tumpahnya BBM yang diukur sebagai *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Kadar TPH pada minyak bumi dapat menurunkan jumlah populasi sebagian mikroba pada tanah yang tercemar (Saadoun *et al.*, 2008 dalam Nursyabani *et al.*, 2020). TPH memiliki karakteristik yang mudah larut antara air dan minyak. Hal tersebut mengakibatkan komponen hidrokarbon dari minyak bumi ini dapat cepat menyebar ke lingkungan.

Pencemaran hidrokarbon dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia. Tanah yang tercemar minyak bumi dapat mengakibatkan tercemarnya air tanah. Air tanah yang terkontaminasi hidrokarbon dengan konsentrasi sangat rendah dapat mempengaruhi bau dan rasa air tanah (Hardianto, 2018).

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis sifat fisik dan kimia tanah untuk mendukung proses menganalisis kadungan TPH dalam tanah seperti pH yang berpengaruh terhadap proses melarutkan makanan mikroorganisme dalam proses degradasi hidrokarbon, Kadar Air mempengaruhi laju degradasi hidrokarbon dalam tanah seperti kondisi tanah dengan kadar air sedikit memungkinkan proses degradasi yang lambat, dan TOC (*Total Organic Carbon*) yang berpengaruh terhadap penyerapan hidrokarbon dan proses degradasi hidrokarbon. Dengan demikian penelitian ini dilakukan pada sekitar SPBU X menggunakan metode gravimetri guna mengetahui dan memastikan tingkat pencemaran senyawa hidrokarbon (TPH) oleh aktivitas SPBU.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana kontaminasi hidrokarbon pada tanah di sekitar SPBU X?
- 2) Bagaimana sebaran dan konsentrasi TPH dalam tanah di sekitar SPBU X?

- 3) Bagaimana hubungan kadar air dan TOC (*Total Organic Carbon*) dalam tanah di sekitar SPBU X terhadap TPH?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan kontaminasi hidrokarbon pada tanah di sekitar SPBU X.
- 2) Mengidentifikasi sebaran dan konsentrasi TPH dalam tanah di SPBU X.
- 3) Menentukan hubungan pH, Kadar air, dan TOC terhadap TPH didalam tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, sebagai berikut:

- 1) Bagi SPBU, hasil dari penelitian ini sebagai bahan informasi untuk mengetahui dampak risiko akibat pencemaran hidrokarbon dari aktivitas SPBU dan kebocoran tangki penyimpanan serta dapat merencanakan tindakan pencegahan dan pengelolaan yang lebih baik.
- 2) Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam mengembangkan penelitian yang lebih dalam mengenai identifikasi potensi bahaya akibat kebocoran tangki penyimpanan.
- 3) Bagi mahasiswa, hasil penelitian ini diharapkan sebagai sarana bagi seluruh mahasiswa teknik lingkungan dalam menerapkan ilmu analisis risiko lingkungan khususnya mengenai identifikasi potensi bahaya oleh pencemaran tanah.
- 4) Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan informasi dan sarana pengetahuan mengenai pencemaran hidrokarbon oleh BBM.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah antara lain:

- 1) Penelitian dilakukan di salah satu SPBU di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

- 2) Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 10 titik di lokasi sekitar SPBU X dengan kedalaman 30 cm.
- 3) Pengambilan sampel tanah bersih dan jauh dari aktivitas manusia sebagai *soil control* sebanyak 3 titik.
- 4) Pengambilan sampel dilakukan dengan *grab sampling* yakni pemantauan secara manual dan acak.
- 5) Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
- 6) Analisis sampel menggunakan metode Gravimetri.
- 7) Parameter pendukung berupa TOC menggunakan spektrofotometri dengan acuan EPA 9060 A dan sifat fisik tanah berupa kadar air dengan metode sesuai SNI 1965:2008 serta pH menggunakan campuran larutan KCl dengan pH universal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah suatu elemen yang ada pada alam berasal dari batuan atau longgokan biomassa mati sebagai bahan mentah. Bahan mentah tersebut menghasilkan tanah mineral, sedangkan longgokan biomassa mati menghasilkan tanah organik. Bahan penyusun tanah organik dirajai oleh bahan organik dengan campuran bahan mineral berupa endapan aluvial (Notohadiprawiro, T., 1998). Tanah menjadi bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup. Rantai makanan bermula dari tumbuhan. Manusia dan hewan hidup dari tumbuhan, meskipun terdapat tumbuhan dan hewan yang hidup di laut. Sudah menjadi kewajiban kita untuk menjaga kelestarian tanah di muka bumi ini.

Tanah memiliki 4 komponen berupa padatan, cairan, gas, dan mikroorganisme. Padatan tanah terdiri dari padatan mineral (nir-organik) dan padatan nir mineral (organik). Padatan mineral terdiri dari partikel-partikel yang memiliki ukuran pasir, debu, dan kasar (Salman, 2020).

2.1.1 Sifat Fisik Tanah

a) Kadar Air

Air tanah adalah salah satu komponen yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan aspek aspek kehidupan manusia. Kadar air atau status air dalam tanah disuatu tempat berbeda dengan tempat lain tergantung dari potensial matrik dalam tanah, sistem tanaman dan atmosfer yang kemudia akan mempengaruhi status air pada tanaman. Kadar air merupakan sejumlah air yang terkandung dalam suatu benda, seperti tanah (kelembaban tanah), bebatuan, pertanian dan sebagainya. Dalam bidang ilmiah kadar air dideskripsikan dalam dari rasio, dari 0 (kering total) hingga nilai jenuh air dimana semua pori terisi air (Prasetyo et al., 2019).

2.1.2 Sifat Kimia Tanah

a) pH

pH merupakan bentuk perbandingan antara ion hidrogen dan hidroksida yang dikandung dalam suatu senyawa atau larutan. Nilai pH ditentukan dari hasil kali konsentrasi ion hidrogen (H^+) dengan hidroksida (OH^-). Nilai pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan atau senyawa. Dimana nilainya semakin kecil menyatakan nilai keasaman semakin kuat.

b) *Total Organic Carbon* (TOC)

TOC atau *Total Organic Carbon* merupakan senyawa yang mengandung atom karbon dan zat-zat terkait lain seperti karbonat, bikarbonat, dan atom sejenisnya. TOC adalah jumlah material organik yang terdapat pada suatu batuan baik kerogen ataupun bitumennya (Peters & Cassa, 1994 dalam Wardhana *et al.*, 2021). Nilai TOC digunakan sebagai pengukur pada suatu batuan, seberapa besar nilai TOC pada batuan maka semakin besar pula material organik yang memungkinkan untuk suatu batuan menjadi penghasil hidrokarbon. Nilai TOC penting untuk diketahui guna menilai persebaran dan kualitas dari *source rock* dalam fase eksplorasi hidrokarbon (Wardhana *et al.*, 2021).

2.2 Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan cairan kental berwarna coklat kehitaman yang tersusun dari sejumlah senyawa hidrokarbon yang sangat kompleks (Jurdilla, P., 2019). Senyawa hidrokarbon yang tersebut terdiri dari gas, cair, dan padatan. Minyak bumi memiliki sifat yang tidak larut dalam air, stabil dan memiliki kerapatan yang rendah dari pada air. Apabila minyak dan air digabungkan maka keduanya tidak dapat menyatu, minyak akan mengapung diatas air dan membentuk lapisan tipis yang dapat dilihat dari udara (Sodiq, 2016). Titik didih minyak bumi berkisar 75°F-700 °F (24°C-371 °C), dimana suhu mulai dari 371°C dapat terjadi dekomposisi jika dilakukan destilasi (Anwar, 1992 dalam Huda, 2020).

Minyak bumi sebagai bahan bakar fosil terbentuk dari jasad makhluk hidup zaman prasejarah yang terdegradasi oleh bakteri, kemudian terjadi proses kimia

dalam tekanan serta panas tinggi pada lapisan bumi selama berjuta juta tahun. Dalam proses degradasi tersebut bahan organik berubah menjadi senyawa kimia yang lebih sederhana seperti hidrokarbon, air, karbondioksida, hidrogen sulfida, nitrogen, besi tembaga dan senyawa logam berat.

2.2.1 Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin

Produk hasil minyak bumi memiliki campuran yang sangat kompleks serta mengandung senyawa hidrokarbon dan senyawa hetero. Senyawa hidrokarbon berupa molekul atom karbon dan hidrogen. Sedangkan senyawa hetero berupa molekul atom karbon dan hidrogen dengan heteroatom seperti sulfur, nitrogen, atau oksigen. Selain itu konsentrasi dari produk minyak bumi memiliki konsentrasi yang relatif kecil unsur dari logam (Putra, 2016).

Bensin merupakan salah satu produk hasil dari minyak bumi. Bensin memiliki karakteristik mudah menguap. Komposisi senyawa bensin berupa hidrokarbon jenuh (parafin, alkana), hidrokarbon tidak jenuh (olefin) dan oksigenat (aromatik). Hidrokarbon jenuh pada bensin berkisar 60-80%, sedangkan sisanya berupa senyawa hidrokarbon tak jenuh dan oksigenat (Totten, 2003 dalam Nugraha, 2016). Alkana (parafin) merupakan salah satu golongan senyawa alifatik. Alkana merupakan petroleum hidrokarbon yang sangat mudah menguap. Akan tetapi pada rentang C_5 sampai C_{10} menjadi penghambat dalam degradasi hidrokarbon yang menjadikan senyawa ini bersifat toksik dan mampu merobek membran lipid pada sel mikroorganisme. Hidrokarbon aromatik contohnya adalah benzene dan toluena menghasilkan aroma yang khas. Senyawa ini sulit didegradasi dan turut menentukan tingkat toksisitas minyak bumi (Barakwan *et al.*, 2017). Bensin dapat mengalami penguapan pada kondisi tertentu, yakni apabila terjadi kontak dengan oksigen dan temperatur yang cukup dapat mengakibatkan penguapan pada bensin. Bahan bakar di Indonesia dibedakan menjadi 4 jenis bahan bakar. Jenis jenis bahan bakar tersebut memiliki nilai oktan yang berbeda beda pula, antara lain Premium (RON 88), Peralite (RON 90), Permax (RON 92) dan Permax Turbo (RON 95). Nilai oktan merupakan satuan nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (detonasi). Semakin tinggi nilai oktan maka dapat mengurangi terjadinya detonasi (*knocking*). Sebagai contoh penggunaan peralite dengan RON 90 dapat mengurangi kandungan

emisi gas buang berbahaya dibandingkan dengan penggunaan premium dengan RON 88 (Winoko & Firmansyah, 2021).

Bensin memiliki rentang rantai karbon C₅ hingga C₁₂. Produk hidrokarbon dari fraksi tersebut terdiri atas senyawa turunan heptana, oktana, nonana, dekana dan dodekanan (Ariyanti, D & Harjito, H., 2015).

2.3 Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan keadaan masuknya bahan pencemar seperti bahan kimia buatan manusia, zat lain, maupun makhluk hidup kedalam tanah dan dapat mengubah kondisi lingkungan tanah alami (Widia Gusti et al., 2022). Pencemaran bahan kimia buatan manusia terjadi karena diakibatkan oleh polusi (pencemaran) tanah yang terjadi karena kebocoran limbah cair, bahan kimia industri, atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, zat kimia, atau air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah dan tidak memenuhi syarat atau peraturan yang berlaku (Supriatna, S et al., 2021). Zat yang masuk kedalam tanah oleh limbah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun. Zat kimia tersebut dapat berdampak langsung terhadap manusia dan dapat menimbulkan pencemaran pada air tanah dan udara di atasnya.

2.4 Pencemaran Hidrokarbon

Pencemaran tanah oleh hidrokarbon pada SPBU salah satunya diakibatkan oleh kebocoran tangki UST yang mengandung senyawa hidrokarbon membawa pengaruh buruk pada tanah dengan menurunnya kemampuan tanah untuk menyediakan air bagi pertanian. Rembesan bensin dari kebocoran tersebut dapat menutupi sebagian pori tanah sehingga mengurangi efektivitas pelepasan karbon dalam tanah. Karbon yang dihasilkan oleh aktivitas mikroba akan tersimpan dan sulit dikeluarkan, yang tentu saja berdampak pada kondisi tanah serta tingkat kesuburan tanah. Selain itu, tanah yang tercemar limbah minyak solar diklasifikasikan sebagai limbah bahan bakar berbahaya dan beracun (B3) berdasarkan Kep. MenLH 128 Tahun 2003 (Sari, 2018).

Berdasarkan buku Keselamatan SPBU 2018 untuk mendeteksi kebocoran SPBU harus dilengkapi dengan sistem pendeteksi kebocoran, berupa sumur pantau

atau peralatan lain. Sumur pantau di pasang disesuaikan dengan penempatan UST dan jumlah sumur pantau disesuaikan dengan konstruksi dari UST. Hasil dari pemeriksaan sumur pantau direkam dan dilaporkan kepada intalasi berwenang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pemantauan kebocoran dilakukan dengan pemantauan level stok BBM, dokumentasi catatan harian (penerimaan, penjualan, kelebihan atau kekurangan setiap tangki atau kompartemen), pemeriksaan kadar air tangki atau kompartemen, menganalisis hasil pengukuran volume (isi tangki, angka terakhir dispenser sebelum penyaluran, hasil pengukuran rutin volume BBM dalam tangki dan pengeluaran dari dispenser), dan pemeriksaan berkala terhadap sumur pantau untuk mengetahui kebocoran setiap 6 bulan sekali.pemeriksaan kebocoran ditemukan apabila terdapat perbedaan volume dengan pengujian statis menggunakan air bertekanan atau dengan metode lainnya yang sesuai, serta pengujian kebocorn arus dilakukan seuai dengan standar yang digunakan.

Pencemaran hidrokarbon disebabkan oleh terlepasnya unsur hidrokarbon ke lingkungan yang dapat terjadi secara sengaja dan tidak sengaja. Sebagai senyawa organik yang terdiri karbon dan hidrogen, senyawa hidrokarbon merupakan salah satu kontaminan yang dapat memberikan dampak buruk terhadap manusia dan lingkungan. Minyak bumi dan turunannya merupakan salah satu contoh dari hidrokarbon yang banyak digunakan oleh manusia dan berpotensi mencemari lingkungan (Notodarmojo, 2005 dalam Wulandari, 2016).

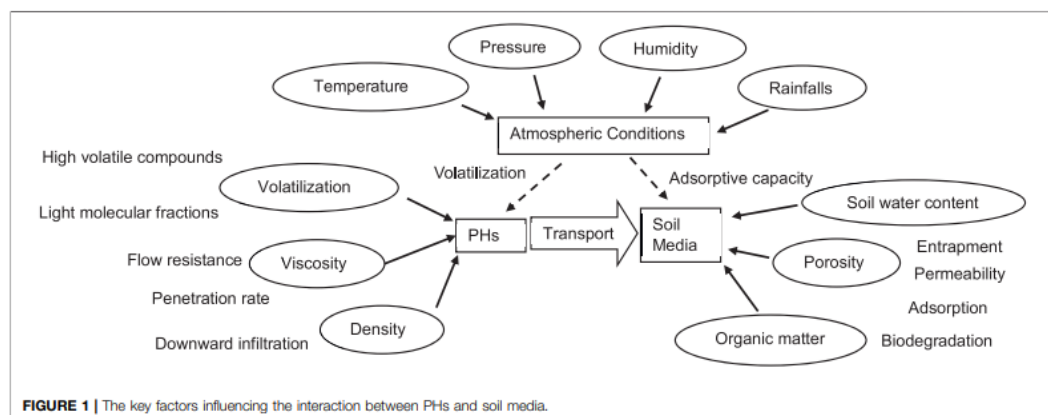
Pencemaran hidrokarbon ke lingkungan melalui berbagai aktivitas seperti kegiatan eksplorasi, eksploitasi, transportasi, pengolahan dan penyimpanan. Hidrokarbon pada tanah mengakibatkan tanah kehilangan sifat yang berfungsi dalam menjaga kesuburan tanah, kapasitas mengikat air, permeabilitas, agregat, dan kontaminasi terhadap air tanah (Chithra *et al.*, 2014 dalam Apriliya *et al.*, 2020). Hidrokarbon memiliki komponenen polutan organik yang bersifat karsinogenik dan neurotoksik sehingga apabila terpapar dalam tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit paru-paru, jantung, ginjal bahkan kanker (Mandri & Lin, 2007 dalam Apriliya *et al.*, 2020).

2.4.1 Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)

Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) merupakan campuran hidrokarbon yang ditemukan dalam minyak bumi, termasuk bahan bakar umum seperti bensin, solar, minyak tanah, minyak pelumas, dan lemak. Tumpahan minyak bumi yang mencemari tanah mengandung hidrokarbon diukur dengan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) dengan nilai rantai karbon C₅₋₃₅ yang mengakibatkan TPH sulit untuk terdegradasi dala tanah (Williams *et al.*, 2006 dalam Ramadhamayanti *et al.*, 2023). TPH terdiri dari 3 komponen yaitu, alifatik, alisiklik, dan aromatik. Senyawa aromatik dalam hidrokaron ini berupa poliaromatik dan monoaromatik. Hidrokarbon monoaromatik dalam minyak bumi memiliki sifat yang mudah terlarut dalam air, sehingga dapat cepat menyebar ke lingkungan (Arafa, 2003 dalam Handrianto, 2018). Hidrokarbon minyak bumi banyak ditemukan pada bahan pencemar lingkungan, sebagai contoh bahan bakar transportasi walaupun tidak selalu dikategorikan limbah berbahaya (*Agency for Toxic Substance and Disease Registry*, 1999 dalam Rusli, 2019). Hidrokarbon yang mencemari tanah memiliki sifat reaktif, toksik, dan mutagenik yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia.

2.5 Fate dan Tansport Senyawa Hidrokarbon pada Tanah

Berikut merupakan proses transport hidrokarbon pada tanah:



Gambar 2. 1 Fate dan Transport Hidrokarbon pada tanah

(Sumber: Wang et al., 2021)

Gambar di atas menjelaskan bagaimana masuknya Hidrokarbon ke dalam tanah dan faktor faktor yang mempengaruhi masuknya hidrokarbon pada tanah.

Atmospheric conditions atau kondisi atmosfer dalam transport hidrokarbon memiliki peran penting dalam menentukan bagaimana hidrokarbon berinteraksi dengan tanah berupa, tekanan (*preassure*), kelembaban (*humidity*), curah hujan (*rainfall*), suhu (*temperature*).

Kondisi atmosfer mempengaruhi PH (*Petroleum Hydrocarbons*) seperti penguapan (*volatilization*), molekul-molekul dalam hidrokarbon dapat menguap terutama pada suhu tertentu. Kekentalan (*viscosity*) menentukan kecepatan PH dapat mengalir dan masuk ke dalam tanah. Kerapatan (*Density*) dipengaruhi oleh suhu dan kemudian mempengaruhi laju infiltrasi hidrokarbon ke dalam tanah. Kerapatan digunakan untuk mengetahui dan memperkirakan volume dari hidrokarbon dalam tanah.

Kemudian kondisi atmosfer terhadap media tanah mempengaruhi kapasitas adsorpsi tanah terhadap hidrokarbon. Media tanah memiliki sifat fisik dan kimia, dimana sifat ini berperan dalam menentukan bagaimana PH diserap dan diurai oleh tanah. Faktor dari media tanah ini berupa kadar air yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap dan mengangkut hidrokarbon. Tanah dengan kondisi kadar air yang sedikit memiliki laju infiltrasi yang cepat (Ardiani, Yesi dkk dalam Ramadhamayanti *et al.*, 2023). Sehingga tanah dengan kadar air sedikit memungkinkan degradasi hidrokarbon berjalan lambat. Porositas tanah mempengaruhi pergerakan fluida, termasuk hidrokarbon. Permeabilitas dapat menentukan seberapa mudah PH dapat masuk ke dalam tanah. Bahan organik yang terkandung dalam tanah mempengaruhi penyerapan PH dan menentukan tingkat biodegradasi hidrokarbon oleh mikroorganisme didalamnya. Kemudian faktor lain berupa adsorpsi yang merupakan proses penyerapan hidrokarbon dalam tanah dan biodegradasi yakni penguraian hidrokarbon secara alami dalam tanah oleh mikroorganisme.

Masuknya senyawa hidrokarbon pada SPBU berawal dari terjadinya kebocoran pada tangki penyimpanan bawah tanah (UST). Kebocoran tersebut mengakibatkan senyawa hidrokarbon dalam bensin menguap dan masuk ke dalam tanah yang kemudian terendap sebagai senyawa atau zat beracun.

2.6 Metode Gravimetri

Gravimetri merupakan metode analisis kuantitatif yang berdasarkan pada pengukuran bobot suatu unsur atau senyawa tertentu dan biasa digunakan dalam menentukan total mineral pada bahan. Analisis metode ini sangat sederhana apabila dibandingkan dengan metode lain, hal ini disebabkan kandungan zat hanya ditentukan dengan menimbang langsung massa zat tersebut yang telah dipisahkan dari zat lainnya (Romelon, 2018 dalam Pangestuti & Dermawan, 2021). Kelebihan metode gravimetri adalah tidak membutuhkan zat pembanding dan alat kalibrasi untuk neraca analitik.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan penelitian terdahulu mengenai *Total Petroleum Hydrocarbon*:

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Wahyuningtiyas Perwitasari, 2016	<i>Screening</i> Potensi Pencemaran Hidrokarbon di Kawasan Perkotaan Yogyakarta	Berdasarkan peta hidrolgeologi, potensi penyebaran pencemar terhadap air tanah dapat diketahui arah pencemaran hidrokarbon mengarah ke selatan, dimana air mengalir dari muka air tanah tinggi menuju muka air tanah yang lebih rendah (utara ke selatan). Skor screening terendah pada SPBU S5 dengan skor 62,29%, SPBU Y10 dengan

		64,83%, SPBU S15 dengan 66,53%, SPBU S11 dengan 66,95% dan SPBU Y 11 engan 68,64%.
Azizah Humaira Rusli, 2019	Bioremediasi Tanah dengan Teknik Composting di PT.X, Yogyakarta	Tempat pengambilan sampel tanah terletak di dekat penyimpanan oli bekas, serta lokasi pencucian rangka bawah dan mesin diesel lokomotif. Penelitian ini mengukur pH tanah dengan pH meter, suhu tanah dengan terometer, dan <i>Total Petroleum Hidrokarbon</i> (TPH) dengan gravimetri. Hasil penelitian menunjukan bahwa metode yang aling efektif dalam mengurangi kosentrasi TPH adalah dengan penambahan kompos hijau 10%, yang dapat mengurangi kosentrasi TPH sebesar 47%. Penambahan kompos kandang 20% juga mengurangi kosentrasi TPH sebesar 45%.

Syarah, 2019	<p>Reduksi <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (TPH) Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Melalui <i>Soil Washing</i> Menggunakan <i>Alkyl Benzene Sulfonate</i> (ABS)</p>	<p>Penurunan tertinggi % TPH oleh konsentrasi surfaktan sebesar 2,86% TPH dengan perbandingan bulking agent 1:3, didapat % TPH awal sebesar 4,765% TPH dengan % surfaktan 0,5%. <i>Bulking agent</i> yang optimum untuk penyisihan TPH sebanyak 1:3 dimana rata-rata hasil penurunan terendah sebesar 2,86% TPH.</p>
Rizka Alya Faizaty, 2021	<p>Analisis Dan Pemetaan Karakteristik Tanah, Kandungan Kadmium (Cd) Dan <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> Pada Tanah Tercemar Oleh Kegiatan Perbengkelan Di PT. X</p>	<p>Penelitian ini menemukan bahwa penambahan 10% kompos hijau ke tanah tercemar menurunkan konsentrasi TPH sebesar 47%. Penambahan 20% kompos kandang ke tanah tercemar dapat menurunkan konsentrasi TPH sebesar 45%. Semua perlakuan juga mengurangi logam berat</p>

		Pb dan Cd, dan memenuhi baku mutu Keputusan Menteri Negeri Lingkungan Hidup No. 128 Tahun 2003.
--	--	---

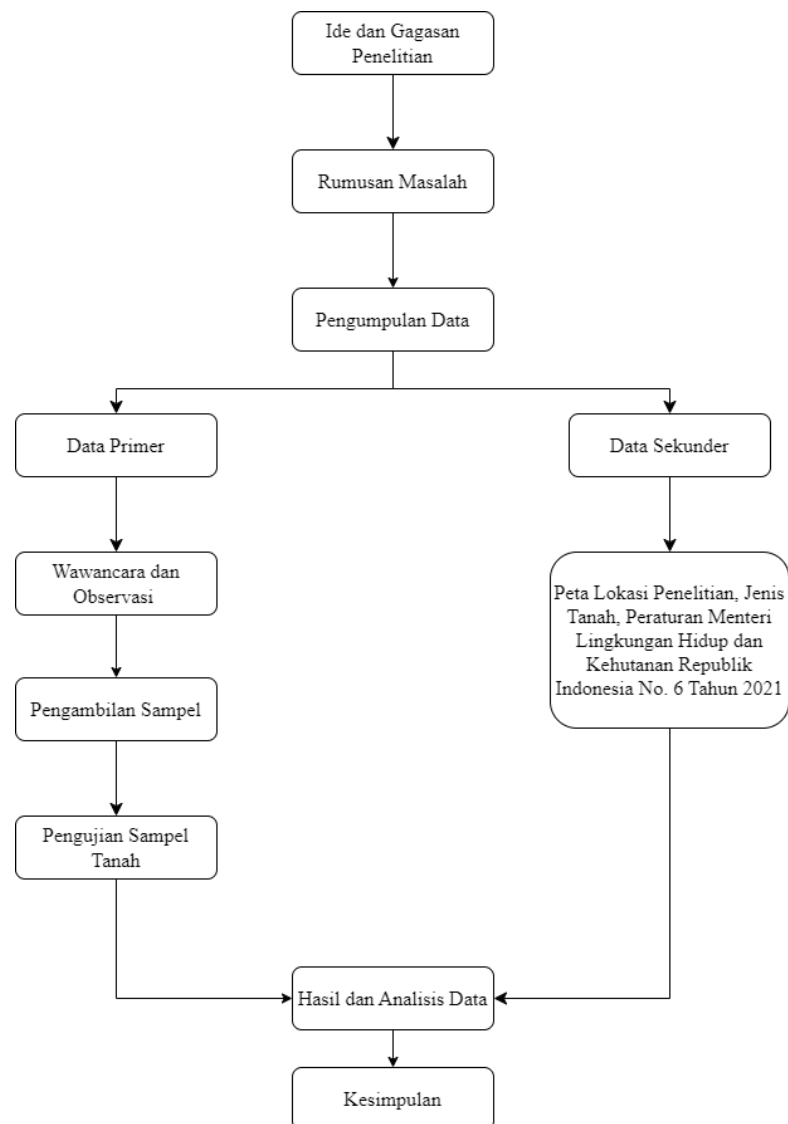
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan pengambilan data primer yang berasal dari pengujian sampel tanah di sekitar SPBU X. serta melakukan wawancara dengan petugas SPBU X. Data sekunder diambil dari survei, studi literatur, buku, dan jurnal.

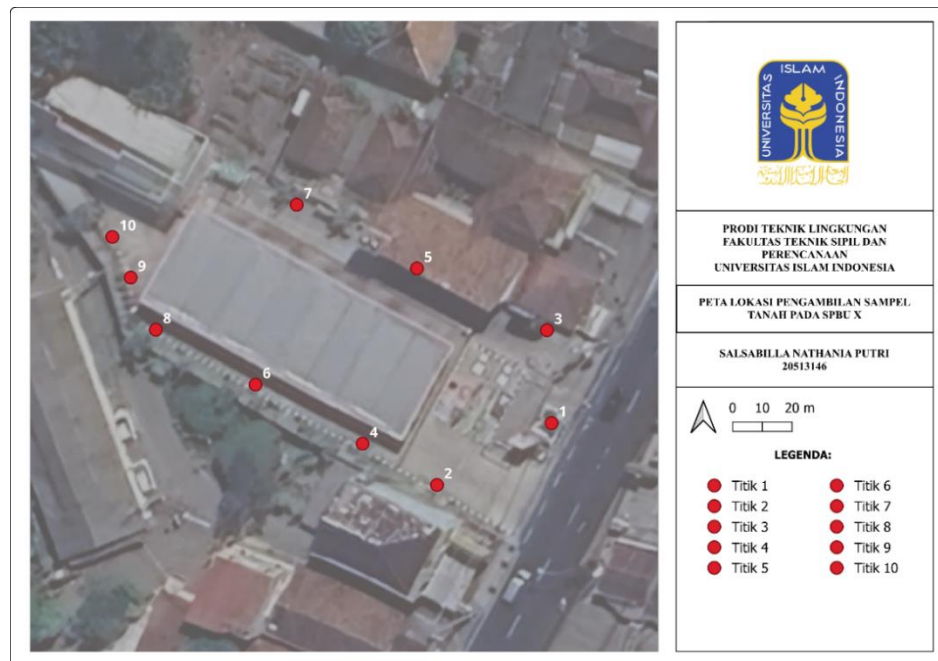
Berikut merupakan diagram alir tahapan penelitian:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 bulan, dimulai pada bulan juni sampai pada bulan Agustus 2024. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan menggunakan metode *purposive* yang merupakan pemilihan lokasi secara sengaja dipilih atau pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti yang menganggap komponen-komponen yang dikehendaki terdapat dalam lokasi tersebut (Winarmadani, 2019). Lokasi penelitian berada di SPBU X yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Titik lokasi pengambilan sampel dilakukan pada 10 titik dengan kedalaman setiap titik adalah 30 cm. Pengambilan sampel pada kedalaman 30 cm dilakukan dikarenakan tanah pada lokasi merupakan tanah urug, untuk tanah asli pada lokasi tersebut berada pada kedalaman 5-6 meter. Dalam memilih lokasi titik sampling di SPBU titik utama terdapat pada sebelah tangki UST (*Underground Storage Tank*) yang menjadi tangki penyimpanan bahan bakar. Dikarenakan tangki tersebut berada di dalam tanah rentan terjadi kebocoran maka, tanah disekitar UST di curigai terkontaminasi TPH. Kemudian untuk titik lainnya dipilih berdasarkan jarak dan aktivitas di SPBU. Jarak terdekat dan terjauh dari UST. Aktivitas dari keluar masuknya kendaraan ke SPBU.



Gambar 3. 2 Titik Peta Lokasi Sampling

Selain itu dilakukan pengambilan *soil control*. *Soil control* merupakan tanah yang digunakan sebagai pembandingan atau referensi dalam penelitian untuk menilai kondisi tanah yang diuji. *Soil control* yang digunakan merupakan tanah yang tidak terkontaminasi pencemar hidrokarbon. Lokasi pengambilan *soil control* berjarak 11 km ke utara dari lokasi penelitian dan berada jauh dari aktivitas manusia. Titik *soil control* 1 berada di titik koordinat 7°35'25.14"S 110°25'41.02"E. *Soil control* 2 berada di 7°35'26.08"S 110°25'40.39"E. *Soil control* 3 berada di 7°35'26.09"S 110°25'42.11"E.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif. Setelah pengambilan sampel pada titik lokasi yang telah ditentukan, selanjutnya sampel diuji pada laboratorium guna dilakukan pengujian keberadaan TPH pada tanah sampel. Objek penelitian berupa tanah yang terdapat di sekitar SPBU X dengan jumlah sampel sebanyak 10 titik lokasi dengan kedalaman setiap pengambilan sampel adalah 30 cm. Variabel penelitian ini adalah *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH), *Total Organic Carbon* (TOC) dan sifat fisik tanah yakni pH dan kadar air. Pengambilan sampel mengacu pada SNI 03-6802-2002 dalam tata cara dan pengambilan contoh uji tanah dan batuan untuk keperluan teknik.

3.4 Observasi dan Wawancara

Pada tahapan ini dilakukan observasi dalam menentukan titik dalam pengambilan sampel tanah. Observasi dilakukan dengan melihat kondisi sekitar SPBU X serta melihat kondisi tanah sekitar yang berpotensi terpapar senyawa TPH. Sehingga untuk memastikan titik pengambilan sampel tersebut dilakukan pula wawancara dengan petugas kantor SPBU X. Wawancara dilakukan kepada petugas SPBU X untuk mendapatkan informasi terkait dengan intensitas atau rentang dalam menerima pengiriman bahan bakar. Dalam satu bulan sebanyak 16 sampai 20 kali SPBU menerima pengisian bahan bakar oleh truk tangki. Untuk rentang satu minggu SPBU menerima sebanyak 4 sampai 5 kali.

3.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive* dan *grab sampling*. *Purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu seperti kondisi khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian, yang dimana berdasarkan kebocoran UST dan tumpahan bensin. Sedangkan, *grab sampling* merupakan pengambilan sampel yang dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi pengambilan sampel yang tidak terlalu luas dan dapat menghemat waktu. Pengambilan sampel tanah memerlukan wadah yang tertutup kemudian disimpan. Pengambilan sampel harus dilakukan sebaik mungkin. Pengambilan sampel menggunakan alat sampling yang sederhana (bor tangan). Adapun alat, bahan, dan prosedur yang dilakukan, sebagai berikut:

1. Menentukan titik sampling.
2. Memutar bor tangan pada titik sampai pada kedalaman 30 cm.
3. Mengambil tanah yang ada dalam mata bor ke dalam alumunium foil.
4. Membungkus rapat alumunium foil dan disimpan dalam ice box yang berisi es batu agar didapatkan suhu penyimpanan 4 derajat selcius.



Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel Menggunakan Bor Tangan

3.6 Prosedur Pengujian Sampel

Acuan metode yang digunakan adalah:

Tabel 3. 1 Acuan Metode

No	Pengujian	Acuan
1.	<i>Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)</i>	EPA SW -846 <i>method</i> 8440
2.	Kadar air	SNI 1965:2008
3.	pH	SNI 6787:2015
4.	<i>Total Organic Carbon (TOC)</i>	Menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan penelitian Brian a. Schumacher, Ph.D. <i>United States Environmental Protection Agency</i>

3.6.1 Pengujian TPH

Dalam mengetahui kandungan TPH dalam tanah dilakukan analisis menggunakan metode gravimetri, dengan menggunakan n-heksana sebagai pelarut organik pengujian. Hal tersebut bertujuan untuk memisahkan minyak dari sampel tanah. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian TPH:

1. Menimbang botol vial terlebih dahulu.
2. Sampel tanah yang sudah dihilangkan kadar airnya kemudian digerus dengan mortar sebanyak 5 gram.
3. Tambahkan pelarut organik seperti n-heksana sebanyak 10 ml, lalu di shaker dengan kecepatan tinggi sampai terlihat minyak keluar dari sampel.
4. Supernatan sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam botol vial.
5. Diupkan di atas waterbath pada suhu 70°C, minyak yang tertinggal kemudian ditimbang.



Gambar 3. 4 Proses pengujian TPH

3.6.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Tanah steril dibuat untuk membuat deret standar berbentuk *slurry*. Tanah blanko diambil pada lokasi yang jauh dari aktivitas manusia dan lokasi yang dipilih berbeda dengan lokasi pengambilan sampel. Dalam (Ezquerro *et al.*, 2004) tanah yang akan digunakan untuk pembuatan deret standar, diayak hingga menyisakan tanah dengan ukuran <2mm. Setelah itu tanah dipanaskan dalam oven bersuhu 120°C selama 3 X 24 jam. Diharapkan tanah tersebut steril dari senyawa pencemar.

3.6.2.1 Kadar Air

Analisis kandungan air dalam sampel tanah dilakukan menggunakan metode gravimetri sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1965:2008 tentang Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium. Dengan metode ini kadar air yang didapatkan dari berat tanah yang hilang setelah pemanasan pada oven dengan suhu 105°C. Berikut merupakan prosedur yang digunakan:

- 1) Cawan kosong di oven selama 1 jam dengan suhu 105°C.
- 2) Meletakan cawan kosong dalam desikator selama 15 menit, lalu timbang berat cawan.
- 3) Menimbang 5 gram sampel tanah
- 4) Masukkan 5 gram sampel tanah pada cawan porselen kemudian timbang berat cawan dengan sampel.
- 5) Mengoven sampel selama 1 jam dengan suhu 105°C.
- 6) Memasukan kembali cawan dengan sampel pada desikator selama 15 menit, timbang kembali berat cawan dengan sampel.



Gambar 3. 5 Proses pengujian kadar air

3.6.3 Pengujian Sifat Kimia Tanah

3.6.3.1 pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui pH potensial pada sampel tanah di sekitar SPBU X. Dalam mengetahui pH optimal tersebut menggunakan KCl sebagai pelarut. Penggunaan KCl dipilih sebagai pelarut karena KCl tidak mempengaruhi pH pada sampel tanah. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian pH menggunakan pH universal:

- 1) Timbang sampel tanah sebanyak 5 gram.
- 2) Ditambahkan larutan KCl sebanyak 10 ml (perbandingan 1:2).
- 3) Dikocok menggunakan Fisher Stirrer selama 30 menit hingga larutan homogen.
- 4) Diamkan selama 30 menit.



Gambar 3. 6 Proses pengujian pH

3.6.3.2 TOC

Dalam mengetahui kandungan TOC dalam tanah dilakukan analisis menggunakan metode spektrofotometri, dimana karbon sebagai senyawa organik akan mereduksi Cr^{6+} berwarna jingga menjadi Cr^{3+} berwarna hijau dalam suasana asam. Intensitas warna hijau yang terbentuk diukur dengan spektrofotometri dengan panjang gelombang 561 nm. Berikut merupakan prosedurnya :

- 1) Sampel tanah di ayak menggunakan ayakan berukuran < 2 mm
- 2) Sampel tanah berukuran < 2 mm ditimbang sebanyak 0,05 gram
- 3) Masukkan sampel tanah tersebut kedalam vial.
- 4) Tambahkan 0,5 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N kemudian kocok.
- 5) Tambahkan 0,75 mL H_2SO_4 kemudian kocok dan diamkan selama 24 jam.
- 6) Tambahkan air sampai tanda batas labu ukur.
- 7) Mengukur absorbansi larutan dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 561 nm.
- 8) Nilai absorbansi sampel tanah dibandingkan dengan deret larutan standar glukosa dengan konsentrasi 0-250 ppm.
- 9) Hitung presentase TOC dalam sampel.



Gambar 3. 7 Prose pengujian TOC dengan Spektrofotometri

3.7 Pengolahan Data Uji

3.7.1 Pengolahan Data Uji Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)

Untuk mengetahui kadar TPH dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$TPH = \left(\frac{e-a}{5 \text{ gram tanah}} \right) \times 100$$

Dengan,

a = Berat botol vial

e = Berat minyak

3.7.2 Pengolahan Data Uji Sifat Fisik Tanah

Linearitas merupakan parameter hubungan kelinieran yang digunakan berupa koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R) pada analisis regresi linier $y = bx + a$. Berikut rumus perhitungannya:

3.7.2.1 Kadar Air

Perhitungan kadar air disesuaikan dengan SNI 1965:2008 tentang Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium. Kadar air dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Massa Tanah Sebelum Oven (g)} - \text{Massa Tanah Setelah Oven (g)}}{\text{Massa Tanah Sebelum Oven (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

Dengan,

Massa tanah sebelum oven = (b – a)

Massa tanah setelah oven = (c – a)

3.7.3 Pengolahan Data Uji Sifat Kimia Tanah

3.7.3.1 pH

Pengolahan data pH dilakukan dengan pengecekan pH larutan KCl dan pH sampel tanah. pH KCl perlu diketahui terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan uji pH pada sampel tanah. Hal tersebut dimaksudkan sebagai pembandingan antara pH KCl sebagai pelarut dengan pH sampel tanah.

3.7.3.2 TOC

Kadar TOC dalam sampel tanah didapatkan dengan menghitung konsentrasi TOC dalam *part permillion* (ppm) dan presentase. Perhitungan konsentrasi TOC dalam ppm dihitung dengan memasukkan absorbasnsi dari sampel sebagai y ke dalam ppm linier $y = bx + a$ dari deret larutan standar glukosa dengan konsentrasi 0–250 ppm. Kemudian presentase TOC dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C - \text{Organik (\%)} \\ &= (\text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak} / 1000 \text{ mL}) \times (100 \\ &\quad / \text{mg sampel}) \times fk \end{aligned}$$

fk disini adalah faktor koreksi kadar air, dengan rumus:

$$fk = 100 / (100 - \% \text{ Kadar Air})$$

3.8 Metode Analisis Data

3.8.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data sesuai dengan kondisi yang ada, kemudian data tersebut diorganisir, diolah, dan dianalisis untuk memberikan gambaran tentang masalah yang diteliti. Penyajian hasil analisis deskriptif disajikan dalam bentuk tabel, baik tabel frekuensi maupun tabel biasa, grafik, diagram batang, diagram garis, dan sebagainya.

3.8.2 Perbandingan Data dengan Baku Mutu

Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Perbandingan data dengan baku mutu dimaksudkan untuk menilai apakah data hasil penelitian sesuai dengan standar atau baku mutu yang ditetapkan, sehingga dapat digunakan untuk mengukur kualitas lingkungan atau kondisi yang dianalisis.

Hasil dari pengolahan data uji kemudian dibandingkan dengan baku mutu untuk mengetahui kondisi tanah atau lokasi yang diteliti, kemudian dari perbandingan dan data yang didapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau

tindakan perbaikan pada lokasi penelitian apabila hasil data tidak sesuai dengan baku mutu.

3.8.3 Analisis Korelasi Statistik

Analisis korelasi statistik bertujuan untuk mengkaji pengaruh TPH terhadap jarak, kadar air, pH, dan TOC. Analisis ini dilakukan berdasarkan data uji pada setiap titik sampel. Metode yang digunakan dalam uji korelasi statistik ini adalah koefisien korelasi *Pearson* dan *Spearman*. Koefisien korelasi (r) digunakan untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel bebas dan terikat. Hubungan kedua variabel dapat dilihat dari nilai r . Apabila nilai r mendekati nilai 1 maka menggambarkan hubungan dari kedua variabel yang diuji tinggi. Berikut merupakan interpretasi nilai r :

Tabel 3.2 Interpretasi Nilai Korelasi (r)

No	r	Interpretasi
1	0	Tidak berkorelasi
2	0,01-0,20	Sangat rendah
3	0,21-0,40	Rendah
4	0,41-0,60	Agak rendah
5	0,61-0,80	Cukup
6	0,81-0,90	Tinggi
7	1	Sangat tinggi

(sumber: Ekawati, 2015 dalam Sodik, 2016)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

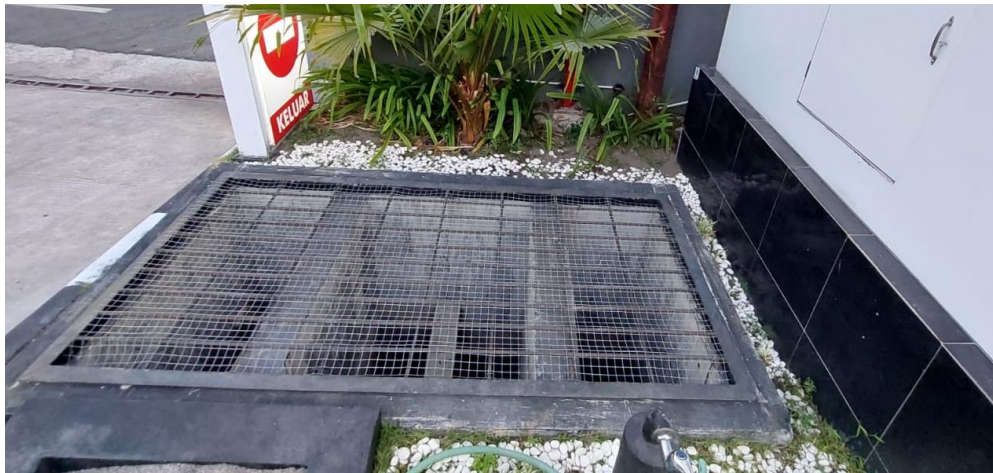
4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

SPBU X beralamatkan di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum X ini telah beroperasi mulai dari tahun 2019. SPBU ini terdapat 4 stasiun pengisian bahan bakar. Pada stasiun 1 tersedia jenis BBM pertamax turbo dan pertamax. Stasiun 2 jenis pertalite dan dexlite. Stasiun 3 jenis pertamax, pertalite, dan dexlite. Stasiun 4 jenis pertamax dan pertalite.

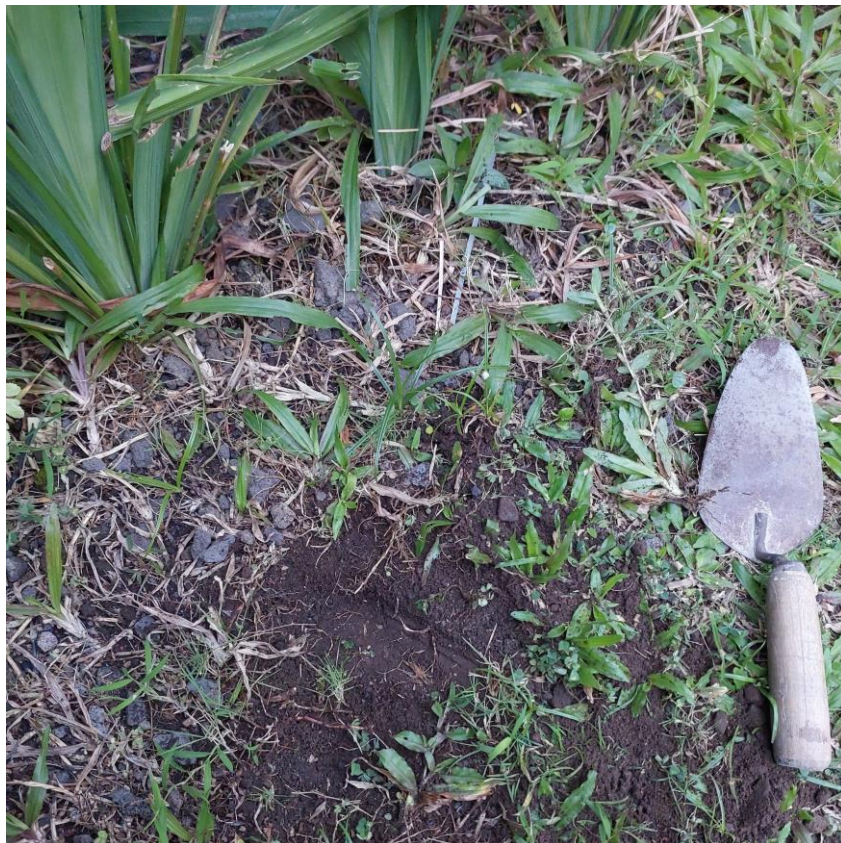
Tanah yang terbuka di SPBU X terletak di pinggir SPBU yang difungsikan sebagai taman. Aktivitas utama di SPBU adalah pengisian bahan bakar kendaraan dan penerimaan dan penyimpanan bahan bakar. Pengisian bahan bakar kendaraan dilakukan oleh operator kepada pelanggan sesuai dengan volume dan jenis yang diinginkan pelanggan. Sedangkan penerimaan dan penyimpanan bahan bakar, SPBU menerima pengiriman bahan bakar melalui tangki pengangkut. Kemudian bahan bakar akan disimpan di tangki penyimpanan bawah tanah atau *Underground Storage Tank* (UST). Pada proses tersebut diperlukan pengawasan yang ketat untuk memastikan tidak adanya kebocoran atau tumpahan yang dapat mengkontaminasi tanah atau air di sekitar area SPBU.



Gambar 4. 1 Aktivitas SPBU



Gambar 4. 2 Bak Kontrol UST



Gambar 4. 3 Kondisi Tanah

4.1.1 Data Hasil Observasi Lapangan

Pengambilan data pengamatan berupa pengamatan langsung penulis pada lokasi penelitian dan pengamatan tanah pada lokasi penelitian. Data yang didapat membantu dalam pengolahan data pada langkah selanjutnya.

Tanah SPBU X termasuk dalam tanah vulkanik. Tanah vulkanik merupakan tanah yang berasal dari aktivitas vulkanik yaitu dari gunung berapi. Tanah vulkanik memiliki 2 jenis yaitu, regosol dan andosol. Pada tanah SPBU tergolong dalam jenis tanah regosol dengan butiran kasar yang berwarna kuning hingga ke abu abuan. Tanah pada lokasi penelitian memiliki tekstur berupa pasir kasar.

Tanah regosol memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Tanah ini didominasi oleh fraksi pasir dengan kadar lempung yang rendah dan struktur yang lemah. Unsur hara yang rendah dalam tanah mengakibatkan kandungan organik juga rendah, sehingga tanah regosol memiliki kemampuan dalam menyimpan air yang rendah, mudah kehilangan air karena perlokasi dan sifat tanah dalam mengikat unsur hara mudah hilang melalui perlindian (Handasari *et al.*, 2023). Berikut merupakan kondisi tanah sampel:

Tabel 4. 1 Kondisi Tanah Setiap Titik

Titik	Kondisi Tanah	Gambar
1	Lokasi pengambilan sampel titik 1 terletak di sebelah timur bak kotrol UST (<i>Underground Storage Tank</i>) bak ini berfungsi sebagai akses untuk mengawasi dan memelihara UST serta memastikan tidak adanya kebocoran atau kerusakan yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang	

	lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	
2	Lokasi pengambilan sampel titik 2 terletak di taman sebelah selatan pintu masuk SPBU, sejajar dengan titik 1 dan 3 serta berada tepat disebelah selokan. Tekstur tanah pada titik ini lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	 
3	Lokasi pengambilan sampel titik 3 terletak di sebelah utara pintu keluar SPBU, sejajar dengan titik 1 dan 2 serta berada disebelah timur stasiun pengisian angin kendaraan. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	 
4	Lokasi pengambilan sampel titik 4 terletak di sebelah selatan pintu masuk SPBU, berjarak sekitar 15 meter ke barat dari titik 2, dan dekat dengan stasiun pengisian bensin jenis pertamax turbo dan pertamax. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih	 

	tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	
5	Lokasi pengambilan sampel titik 5 terletak di sebelah utara pintu keluar SPBU dan dekat dengan tempat pengisian air radiator dan isi angin. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	 
6	Lokasi pengambilan sampel titik 6 terletak di sebelah selatan dari pintu masuk SPBU dan berjarak sekitar 15 meter ke barat dari titik 4. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	 
7	Lokasi pengambilan sampel titik 5 terletak di sebelah utara pintu keluar SPBU dan dekat dengan tempat penyimpanan gas. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.	 
8	Lokasi pengambilan sampel titik 8 terletak di sebelah selatan pintu masuk SPBU dan berjarak sekitar 12 meter	

	<p>ke barat dari titik 6. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.</p>	 
9	<p>Lokasi pengambilan sampel titik 9 terletak di sebelah selatan pintu masuk SPBU dan dekat dengan stasiun pengisian bensin jenis pertalite dan pertamax khusus sepeda motor. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.</p>	 
10	<p>Lokasi pengambilan sampel titik 10 terletak di depan kantor SPBU. Tanah pada titik ini memiliki tekstur lempung berpasir yakni kandungan pasir yang lebih tinggi, sehingga teksturnya lebih kasar.</p>	 

Tabel 4. 2 Jarak Titik Sampling terhadap Sumber Pencemar

Titik	Jarak dari Sumber (m)
1	0
2	14,3
3	9
4	22
5	24,7
6	35,65
7	39,5
8	48,35
9	54,2
10	60

4.2 Hasil Analisis Data

Analisa karakteristik tanah tercemar dilakukan guna mengetahui titik tanah yang paling tinggi tingkat pencemar TPH sebelum tanah tersebut digunakan pada reaktor penelitian lain. Analisa ini dilakukan pada 10 titik tanah di tanah terbuka SPBU X. Dalam pengerjaan pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan bor tangan dengan cara kerja dalam pengambilan sampel, bor ditancapkan pada tanah, kemudian di putar hingga batas kedalaman yang diinginkan.

4.2.1 *Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)*

TPH memiliki rentang rantai karbon C_5 hingga C_{35} . Sedangkan bensin memiliki rentang rantai karbon C_5 hingga C_{12} . Hidrokarbon dengan rantai karbon lebih pendek cenderung lebih mudah menguap. Sedangkan hidrokarbon dengan rantai karbon lebih panjang cenderung lebih sulit menguap. Secara teori bensin termasuk kedalam senyawa hidrokarbon dengan rentang rantai karbon yang rendah dan cenderung lebih mudah menguap.

Pengujian TPH menggunakan metode gravimetri dalam perhitungannya dan menggunakan waterbath sebagai instrumen. Penggunaan waterbath untuk uji TPH adalah dengan cara memanaskan sampel secara tidak langsung melalui air yang dipanaskan pada suhu 70°C guna menguapkan n-heksana pada sampel untuk mendapatkan supernatan. Setelah dilakukan penguapan selama 3 jam kemudian

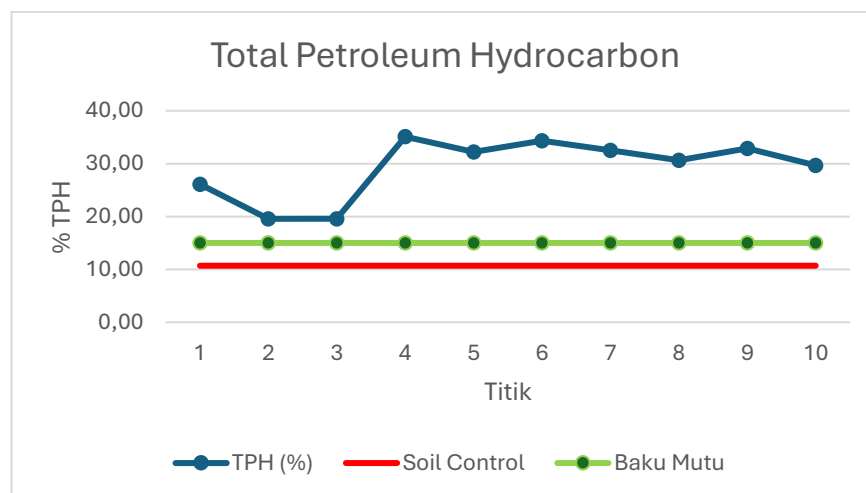
supernatan pada vial ditimbang untuk mengetahui berat vial dan supernatan. Berikut merupakan hasil pengujian dan perhiungan TPH:

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian TPH

Titik	TPH (%)
1	26,09
2	19,59
3	19,58
4	35,09
5	32,21
6	34,33
7	32,50
8	30,65
9	32,91
10	29,70

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian TPH pada *Soil Control*

Soil Control	TPH (%)
1	8,89
2	10,83
3	12,37



Gambar 4. 4 Kurva Hasil TPH Lokasi Penelitian dan *Soil Control*

Hasil TPH pada 10 titik SPBU X ini berkisar dari 19,58% sampai 35,09%. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6

Tahun 2021 tentang Tata Cara dan persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun mengatakan batas aman untuk konsentrasi *Total Petroleum Hidrokarbon* (TPH) pada tanah adalah 15%.

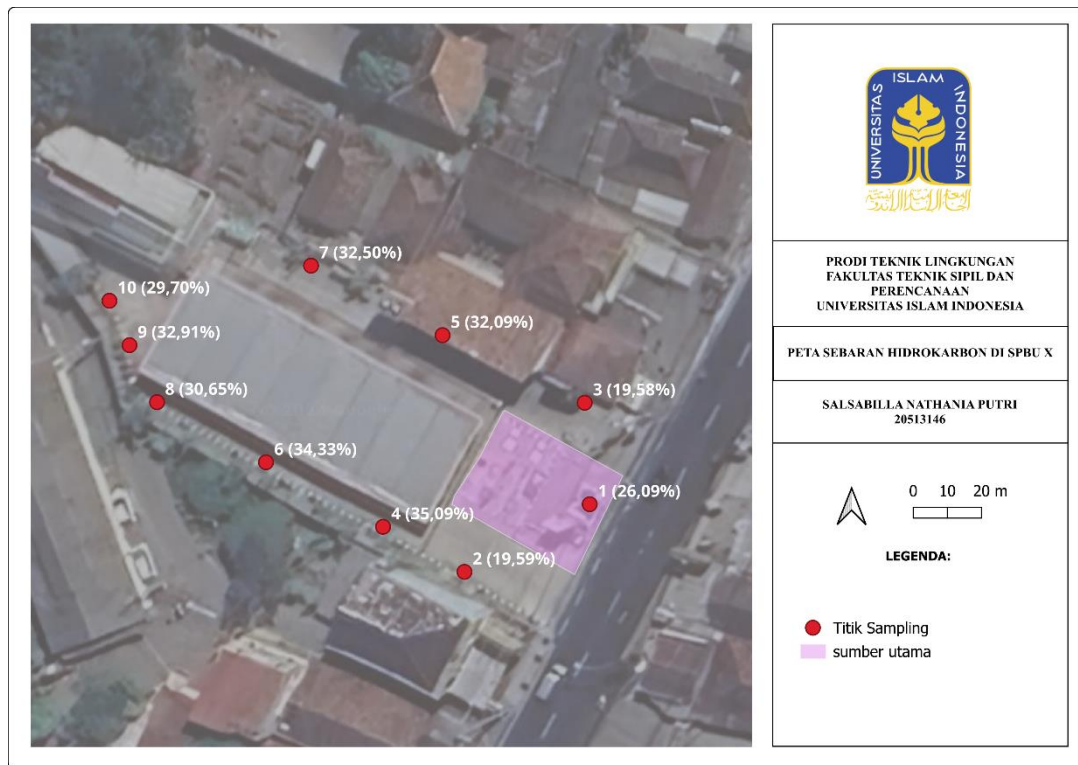
Kesepuluh titik lokasi sampling menunjukkan hasil yang melebihi baku mutu. Terdapat beberapa faktor yang dapat mengakibatkan tingginya kadar TPH. Pada titik 1 yang terletak disebelah bak kontrol UST, sebelum penulis melakukan pengambilan sampel terjadi proses pengisian bahan bakar oleh truk tangki ke dalam UST. Hal tersebut dapat memicu adanya tumpahan. Sehingga senyawa hidrokarbon pada bensin dapat terarsor oleh tanah. Aktivitas lalu lalang kendaraan dalam SPBU juga dapat mempengaruhi, yakni pada proses pembakaran bahan bakar dalam kendaraan menghasilkan gas buang yang mengandung senyawa kimia seperti CO₂, HC, CO, NO₂, C, H₂, H₂O, dan N₂. Dimana senyawa tersebut dapat mencemari lingkungan berupa pencemaran udara yang keluar pada *exhaust pipe* kendaraan (Winoko & Firmansyah, 2021). Senyawa kimia pada udara tersebut kemudian larut dalam air melalui air hujan dan turun ke tanah sehingga menyebabkan pencemaran hidrokarbon dalam tanah. Pada Sari, 2016 yang membahas tentang *Screening* Potensi Pencemaran Hidrokarbon di Kawasan Perkotaan Yogyakarta menyebutkan gradien muka air tanah berpengaruh terhadap kecepatan aliran air tanah, sehingga semakin besar kemungkinan pencemar didalamnya menyebar lebih cepat dan lebih jauh. Berdasarkan kontur bagian utara memiliki nilai kontur yang lebih besar dibandingkan dibagian selatan. Hal tersebut mengakibatkan arah pencemaran hidrokarbon mengalir dari arah utara ke selatan. Jika dibandingkan dengan hasil pengujian TPH di SPBU X titik sampling dengan kadar TPH tinggi berada di sebelah selatan.

Jenis tanah pada SPBU X merupakan jenis tanah regosol. Tanah regosol dengan tekstur pasir kasar SPBU X memiliki pori pori yang besar dan mengakibatkan kadar air yang sedikit dan laju infiltrasi yang cepat, sehingga tanah dengan kadar air rendah mengakibatkan proses degradasi TPH menjadi lambat.

Syarah, 2019 menyebutkan sebesar 4,765% TPH terdapat dalam tanah tercemar di lokasi pemboran minyak bumi. Aktivitas penambangan minyak bumi memiliki skala aktivitas kegiatan yang lebih besar apabila dibandingkan dengan aktivitas SPBU. Aktivitas pemboran minyak bumi menyebutkan tanah dengan

tercemar TPH sebesar 4,765% apabila dibandingkan dengan aktivitas pada SPBU menghasilkan TPH sebesar 19,58% sampai 35,09%. Hal tersebut dapat terjadi oleh beberapa faktor salah satunya yakni, terdapat perbedaan prosedur pengujian TPH pada tanah. Perbedaan tersebut terdapat dalam lama waktu dan penggunaan instrumen alat uji. Pada Syarah 2019, dalam pengujian TPH melakukan pengendapan sampel dan n-heksana selama 24 jam untuk pemisahan padatan setelah itu di masukan dalam oven selama 24 jam pada suhu 100°C. Kemudian pada penelitian ini sampel tanah dan n-heksana tidak diendapkan selama 24 jam, serta tidak menggunakan oven melainkan menggunakan waterbath. Faktor selanjutnya yakni perbedaan jenis hidrokarbon dan komposisi tanah. Jenis hidrokarbon pada SPBU cenderung memiliki rantai karbon yang lebih pendek dan volatil (C_5 sampai C_{12}) dibanding dengan minyak mentah dari lokasi pemboran. Hal tersebut mengakibatkan bahan bakar lebih mudah terserap dalam tanah dan lebih sulit terurai secara alami dibandingkan minyak mentah. Jenis tanah pada lokasi pemboran minyak memiliki jenis tanah lanau dan lempung yang merupakan tanah berbutir halus.

Apabila dibandingkan dengan kadar TPH *soil control* dengan kadar TPH lokasi penelitian. Kadar TPH pada *soil control* memiliki nilai yang sangat jauh berbeda dengan nilai TPH titik sampel. Nilai TPH pada *soil control* sesuai dengan baku mutu Permen LHK No 6 Tahun 2021 dengan nilai TPH dibawah baku mutu, yakni kudarnng dari 15%. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan aktivitas yang ada disekitar lokasi pengambilan sampel tanah. Pengambilan *soil control* terletak jauh dari aktivitas kendaraan oleh manusia dimana, kandungan TPH pada tanah tersebut dibawah baku mutu serta kondisi fisik dan kimia tanah yang baik. Sehingga memungkinkan apabila terdapat hidrokarbon dalam tanah dapat terdegradasi dengan baik. Berikut merupakan peta sebaran TPH pada SPBU X:



Gambar 4. 5 Peta Sebaran TPH pada Lokasi Penelitian

4.2.2 Sifat Fisik Tanah

4.2.2.1 Kadar Air

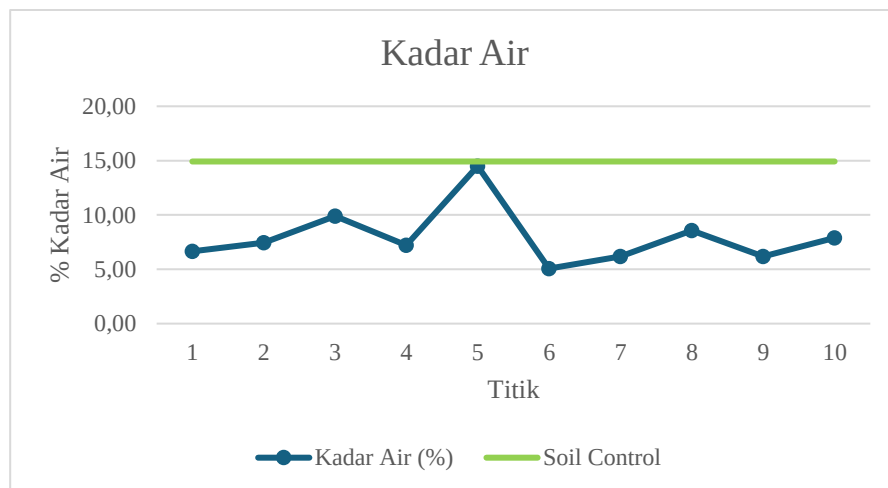
Kadar air tanah memiliki pengaruh terhadap waktu degradasi hidrokarbon dalam tanah. Tanah dengan kondisi kadar air rendah memiliki laju infiltrasi yang cepat. Kondisi tersebut memungkinkan proses degradasi TPH berjalan lambat. Hal tersebut dikarenakan kelembaban ideal dalam proses degradasi hidrokarbon yaitu 30%-90%. Apabila kandungan air dalam tanah tinggi, oksigen akan sulit masuk ke dalam tanah (Ramadhamayanti, 2023). Berikut merupakan hasil pengujian dan perhitungan kadar air pada tanah sampel di SPBU:

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Air pada Lokasi Penelitian

Titik	Kadar Air (%)
1	6,65
2	7,46
3	9,88
4	7,20
5	14,50
6	5,07
7	6,19
8	8,57
9	6,18
10	7,90

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air *Soil Control*

Soil Control	Kadar Air
1	13,18
2	16,50
3	15,08
Rata-rata	14,92



Gambar 4. 6 Kurva Hasil Pengujian Kadar Air dengan *Soil Control*

Jenis tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan dan mengalirkan air. Tanah regosol pada lokasi penelitian memiliki tekstur berpasir kasar yang mengakibatkan pori pada tanah besar. Sehingga laju infiltrasi pada tanah berpori

besar menjadi lebih cepat. Hasil pengujian kadar air pada sampel berkisar 5,07%-14,50%. Kadar air pada lokasi penelitian tergolong rendah. Tanah regosol dengan tekstur pasir kasar pada lokasi penelitian memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan air yang sangat rendah serta peka terhadap pencucian unsur hara (Nikiyuluw, 2018). Tanah memiliki kadar air normal berkisar antara 15% sampai 100% (Wesley, 1977 dalam Rusli, 2019). Kedalaman tanah juga mempengaruhi ketersediaan air dalam tanah. Sedangkan pada *soil control* terhitung normal dengan rata rata kadar air berkisar 14,92% yang dimana kadar air pada *soil control* sesuai dengan kadar air tanah regosol. *Soil control* dipilih berdasarkan teksur dan karakteristik yang mirip dengan tanah sampel.

Dalam *fate* dan *transport* TPH dalam tanah kadar air berperan sebagai tolak ukur kemampuan tanah dalam menyerap hidrokarbon. Kadar air yang rendah mempengaruhi persebaran dan degradasi TPH. Kelembaban tanah yang ideal untuk proses degradasi hidrokarbon adalah 30% - 90%. Kadar air yang rendah berhubungan dengan kadar TPH yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan proses degradasi dalam tanah berjalan lambat. Berikut merupakan peta hasil uji kadar air pada setiap titik:



Gambar 4. 7 Peta Sebaran Hasil Uji Kadar Air pada Setiap Titik

4.2.3 Sifat Kimia Tanah

4.2.3.1 pH

Derajat keasaman menjadi indikator terjadinya proses biokimia. Kehidupan mikroorganisme di dalam tanah sangat dipengaruhi pH dalam mendegradasi hidrokarbon. Nilai pH 3-5 dikatakan sebagai pH asam, pH 5-6 dikatakan pH sedikit asam, pH 7 dikatakan sebagai pH netral, pH 7-8 merupakan pH sedikit basa, dan pH diatas 8 merupakan pH basa. pH ideal pada tanah berkisar 6-7 yang dianggap sebagai kondisi netral atau sedikit asam. Nilai pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi tanah karena dapat menggambarkan ketersediaan hara dalam tanah. Banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan (OH^-) di dalam tanah ditunjukkan oleh nilai pH. Hal tersebut dapat menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap oleh tanaman (Yanti & Kusuma, 2021).

Pengambilan tanah sampel dilakukan pada kedalaman 30 cm. Dalam pengujian pH tanah SPBU X menggunakan KCl dan kertas pH universal. KCl merupakan rumus kimia dari kalium klorida. Nilai pH KCl adalah netral. KCl dalam pengujian pH tanah sampel berfungsi sebagai penstabil pH sampel tanah. Pembacaan nilai pH menggunakan kertas pH universal yakni dengan mencocokkan warna kertas yang telah dicelupkan pada larutan uji, kemudian dicocokkan dengan tingkatan warna pH yang dimana kecocokan warna menjadi tolak ukur nilai pH. Berikut merupakan hasil pengujian pH pada tanah sampel:

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian pH pada Lokasi Penelitian

Titik	pH
1	7
2	7
3	6
4	8
5	5
6	5
7	5
8	6
9	7
10	8

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian pH *Soil Control*

Soil Control	pH
1	5
2	5
3	5

Tanah pada lokasi penelitian memiliki tekstur berupa pasir kasar. Dari hasil uji laboratorium, tanah pada 10 titik pengamatan yang diambil memiliki perbedaan keasaman. Nilai pH asam ditunjukkan titik 3, 5, 6, 7, dan 8. Nilai pH netral ditunjukkan titik 1, 2, dan 9. Nilai pH basa ditunjukkan titik 4 dan 10.

pH asam pada sampel tanah penelitian dapat dikibatkan oleh beberapa faktor seperti pengambilan sampel dilakukan pada sore hari pukul 16.00 WIB. Pada pukul tersebut telah dilakukan penyiraman taman oleh petugas, yang dimana jadwal penyiraman taman dilakukan pada pagi dan sore hari. Kadar air memengaruhi keasaman pH tanah. Semakin tinggi kadar air maka semakin asam keasaman pH tanah. Selain itu faktor lain yang mengakibatkan keasaman pH pada lokasi adalah emisi CO₂. Sumber emisi CO₂ pada SPBU berasal dari kendaraan yang beroperasi di sekitar SPBU dan menghasilkan CO₂ dari pembakaran BBM. Korelasi pH dengan CO₂ yakni semakin tinggi pH tanah semakin rendah emisi CO₂ yang dihasilkan (Rahsia, 2021). Kemudian untuk pH netral dapat diakibatkan oleh kondisi tanah yang ditumbuhi vegetasi dan drainase yang baik.

Jika dibandingkan dengan pH *soil control* yang memiliki hasil pengujian 5 (asam) yang dimana, disebabkan oleh akumulasi bahan organik yang terurai, seperti ranting dan daun kering yang menghasilkan asam organik dalam proses dekomposisi. Pengambilan *soil control* berada sekitar hutan yang dimana jauh dari kegiatan manusia. pH 5 pada *soil control* termasuk dalam pH optimum pada tanah hutan.

Nilai pH sampel merupakan pH optimum karena dalam kisaran pH 5-7, 8 makanan yang diperlukan mikroorganisme mudah larut. Hal tersebut membantu kerja enzim yang dihasilkan mikroorganisme menjadi lebih optimal dalam proses degradasi hidrokarbon (Ramadhayanti, 2023). Berikut merupakan peta hasil uji pH pada setiap titik sampel:



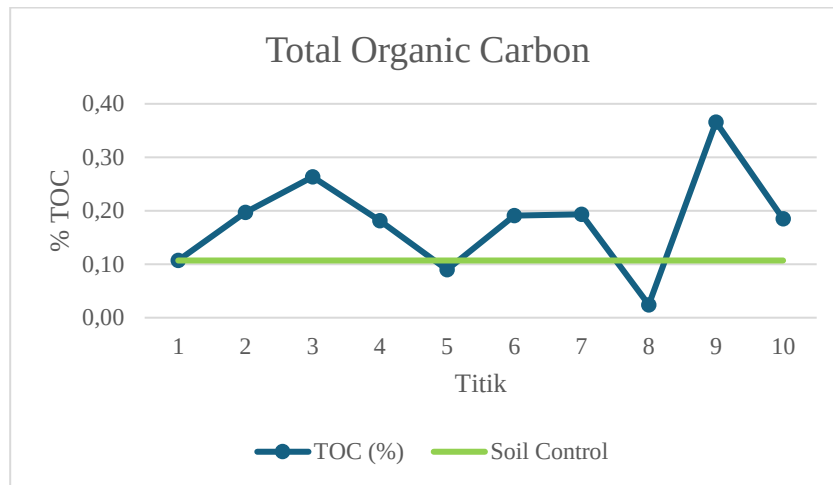
Gambar 4. 8 Peta Sebaran Hasil Uji pH pada Setiap Titik

4.2.3.2 Total Organic Carbon (TOC)

Pengujian sampel tanah untuk mengetahui konsentrasi TOC dilakukan menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 561 nm. Dengan persamaan regresi $y = ax + b$ didapat $y = 0,001988x + (-0,00626)$. Kemudian pengukuran konsentrasi TOC pada setiap sampel dilakukan dengan menggunakan nilai absorbansi pada masing-masing sampel. Berikut merupakan hasil pengujian dan perhitungan TOC:

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian TOC

Titik	TOC (%)
1	0,11
2	0,20
3	0,26
4	0,18
5	0,09
6	0,19
7	0,19
8	0,02
9	0,37
10	0,18



Gambar 4. 9 Hasil Pengujian TOC pada Lokasi Penelitian dan *Soil Control*

Hasil perhitungan menunjukkan nilai minimum TOC adalah 0,024% pada titik 7 dan TOC maksimum adalah 0,366% pada titik 8. Rendahnya kadar TOC pada tanah diartikan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang sedikit begitupun sebaliknya. Rendahnya kadar TOC pada SPBU dapat diakibatkan oleh kontaminasi bahan bakar, penggunaan bahan kimia dan pembersih, dan pemeliharaan vegetasi. Berikut merupakan peta sebaran hasil uji TOC pada setiap titik sampel:



Gambar 4. 10 Peta Sebaran Hasil Uji TOC pada Setiap Titik

4.3 Korelasi Jarak Dengan Parameter Terhadap TPH

4.3.1 Korelasi Sebaran TPH dengan Jarak dan Aktivitas dari Sumber Pencemar

Secara teori konsentrasi TPH cenderung akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya jarak dari sumber. Semakin dekat suatu area dengan sumber pencemar konsentrasi hidrokarbon akan semakin tinggi. Jarak yang lebih jauh memungkinkan konsentrasi hidrokarbon mengalami banyak proses penguraian dan penyebaran. Seperti degradasi oleh mikroorganisme dan volatilitas. Berikut merupakan korelasi TPH terhadap jarak menggunakan spss dengan metode *pearson*:

Tabel 4. 10 Hasil Uji Korelasi TPH terhadap Jarak menggunakan SPSS

		Correlations	
		TPH	Jarak
TPH	Pearson Correlation	1	.522
	Sig. (2-tailed)		.122
	N	10	10
Jarak	Pearson Correlation	.522	1
	Sig. (2-tailed)	.122	
	N	10	10

Tabel 4. 11 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap jarak

Variabel	Korelasi	Signifikansi
TPH	0,522 Positif Agak Lemah	p value = 0,122
Jarak		p > 0,05 Tidak ada Hubungan Signifikan

Berdasarkan nilai r korelasi. Nilai r hitung pada TPH terhadap jarak sebesar 0,522. Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif agak lemah, dimana hubungan antara kedua variabel, TPH dan jarak tidak besar. Meskipun terdapat kecenderungan positif, variabel-variabel tersebut tidak selalu bergerak

secara konsisten. Seperti kenaikan TPH pada jarak yang lebih jauh juga mengalami kenaikan dan penurunan yang kecil atau tidak signifikan. Dari penjelasan nilai signifikansi dengan nilai korelasi dapat disimpulkan bahwa terdapat kecenderungan antara dua variabel ke arah yang sama, tetapi pengaruhnya lemah.

Apabila di bandingkan dengan teori antara TPH dengan jarak, penjelasan korelasi statistik berbanding terbalik dengan teori hubungan TPH dengan jarak. Seperti kenaikan di beberapa titik yang memiliki jarak agak jauh dari sumber. Kenaikan terjadi dari titik 3 dan penurunan pada titik 10. Hal tersebut di karenakan terdapat faktor penentu lain seperti aktivitas manusia. Aktivitas manusia di SPBU berupa aktivitas kendaraan. Kendaraan yang mengisi bahan bakar mengeluarkan emisi gas buang yang mengandung senyawa hidrokarbon. Titik 4 hingga 9 terletak di kedua sisi stasiun pengisian bahan bakar. Semakin padat antrian dalam pengisian bahan bakar maka dapat mempengaruhi kenaikan emisi senyawa hidrokarbon.

4.3.2 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Fisik Tanah

4.3.2.1 Kadar air

Kadar air dalam tanah mempengaruhi laju persebaran TPH dalam tanah. Jenis tanah pada lokasi penelitian merupakan tanah regosol dengan tekstur berpasir kasar dan memiliki pori yang besar sehingga kelembaban tanah rendah. Tanah dengan pori besar memiliki laju infiltrasi yang cepat. Kondisi tanah dengan kadar air yang rendah memungkinkan proses degradasi TPH berjalan lambat. Apabila kandungan air terlalu tinggi dalam tanah, maka oksigen sulit untuk masuk kedalam tanah (Ramadhamayanti *et al.*, 2023). Berikut merupakan hasil pengujian korelasi TPH terhadap kadar air menggunakan SPSS dengan metode *Pearson Correlation*:

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Korelasi TPH terhadap Kadar Air menggunakan SPSS

Correlations

		TPH	Kadar Air
TPH	Pearson Correlation	1	.060
	Sig. (2-tailed)		.868
	N	10	10
Kadar Air	Pearson Correlation	.060	1
	Sig. (2-tailed)	.868	
	N	10	10

Tabel 4. 13 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap Kadar Air

Variabel	Korelasi	Signifikansi
TPH	0,060 Positif Sangat Lemah	p value = 0,868 p > 0,05 Tidak ada Hubungan Signifikan
Kadar air		

Berdasarkan nilai r korelasi. Nilai korelasi antara TPH dengan kadar air sebesar 0,060. Nilai korelasi tersebut menunjukkan terdapat hubungan positif sangat lemah, yang artinya hubungan antara dua variabel memiliki hubungan yang searah yang sangat lemah. Terdapat sedikit kecenderungan, bahwa kadar air mempengaruhi TPH, namun hasil tersebut tidak signifikan secara statistik. Hubungan tersebut bisa saja hanya terjadi secara kebetulan atau bukan hubungan yang nyata dan bersifat ilmiah. Berdasarkan data statistik tidak ada bukti yang kuat bahwa kadar air memberikan peran penting dalam mempengaruhi TPH di dalam tanah.

Secara teori kadar air dapat berperan penting dalam aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang mendegradasi hidrokarbon. Semakin rendah kadar air maka semakin tinggi kadar air (memiliki korelasi berkebalikan). Hal tersebut berbanding terbalik dengan hasil korelasi statistik antara TPH dengan kadar air yang menunjukkan hubungan positif sangat lemah yakni hubungan yang searah namun tidak signifikan. Hasil pengujian kadar air pada tanah SPBU X hanya berkisar 5,07% hingga 14,50%.

Menurut Cookson (1995) dalam Rusli (2019) tanah dengan kadar air di bawah 40% memiliki proses bioremediasi yang berjalan lambat atau terganggu. Apabila di hubungkan dengan teori maka hasil uji sesuai. Kemudia apabila dihubungkan dengan analisis korelasi statistik menjelaskan hubungan kadar air dengan TPH searah namun tidak signifikan. Hal tersebut dapat terjadi secara kebetulan atau hubungan yang tidak nyata (ilmiah).

4.3.3 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Kimia Tanah

4.3.3.1 pH

Pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah tidak berlangsung dengan baik pada pH di bawah 5 (Rusli, 2019). pH yang tidak sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme menyebabkan terganggunya kerja enzim enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan akhirnya mengganggu pertumbuhan mikroorganisme itu sendiri. Sedangkan proses degradasi TPH dalam tanah dipengaruhi oleh pH. Proses degradasi yang baik dan berlangsung cepat pada pH tanah netral 5-8. TPH dalam tanah ber pH asam (<4) dapat mengalami peningkatan. Hal tersebut dapat terjadi karena jamur pada tanah menjadi lebih dominan dibandingkan mikroorganisme, dimana jamur memiliki kualitas penguraian hidrokarbon yang rendah. Berikut merupakan hasil pengujian korelasi TPH terhadap pH menggunakan SPSS metode *Spearman*:

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Korelasi TPH terhadap pH menggunakan SPSS

Correlations

		TPH	pH
Spearman's rho	TPH	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.
		N	10
	pH	Correlation Coefficient	.156
		Sig. (2-tailed)	.666
		N	10

Tabel 4. 15 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap pH

Variabel	Korelasi	Signifikansi
TPH	0,156 Positif sangat lemah	p value = 0,666 p > 0,05 Tidak ada hubungan yang signifikan
pH		

Nilai korelasi antara TPH dengan pH sebesar 0,156, artinya terdapat hubungan positif sangat lemah, yakni hubungan antara dua variabel memiliki hubungan yang searah yang sangat lemah. Terdapat sedikit kecenderungan, bahwa pH mempengaruhi TPH, namun hasil tersebut tidak signifikan secara statistik. Hubungan tersebut bisa saja hanya terjadi secara kebetulan atau bukan hubungan yang nyata dan bersifat ilmiah. Berdasarkan data statistik tidak ada bukti yang kuat bahwa pH memberikan peran penting dalam mempengaruhi TPH di dalam tanah.

Nilai pH berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan makanan guna mendegradasi hidrokarbon. Secara teori menjelaskan nilai pH 5-7, 8 membantu dalam melarutkan makanan mikroorganisme, yang dimana mampu mengoptimalkan kerja enzim yang diperlukan mikroorganisme dalam proses degradasi hidrokarbon (Ramadhayanti *et al.*, 2023). Kemudian pada analisis korelasi statistik menunjukkan terdapat hubungan yang searah antara TPH dengan pH. Hubungan TPH dengan pH menunjukkan hubungan positif yang sangat lemah yakni pH tidak banyak mempengaruhi konsentrasi TPH pada tanah. Hal tersebut berkebalikan dengan teori hubungan TPH dengan pH. Hasil pengujian pH pada kesepuluh sampel berkisar 5-8 yang menunjukkan pH berada pada rentang yang ideal untuk proses degradasi. Namun dengan pH yang sesuai pada lokasi penelitian tidak sesuai dengan hasil TPH yang relatif tinggi, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti kadar air dan jenis tanah.

4.3.3.2 Total Organic Carbon (TOC)

TOC digunakan sebagai media pengukuran jumlah karbon organik secara keseluruhan dalam tanah. TOC dapat muncul secara alami dan buatan (manusia) dalam tanah. Kandungan TOC dalam sampel tanah tergolong rendah. TOC dalam tanah yang tinggi cenderung memiliki kemampuan dalam mengikat hidrokarbon

yang baik, sehingga senyawa hidrokarbon dalam tanah berkurang. Berikut merupakan pengujian korelasi TPH terhadap TOC menggunakan SPSS metode *Pearson*:

Tabel 4. 16 Hasil Uji Korelasi TPH dengan TOC dengan SPSS

Correlations

		TPH	TOC
TPH	Pearson Correlation	1	-.119
	Sig. (2-tailed)		.744
	N	10	10
TOC	Pearson Correlation	-.119	1
	Sig. (2-tailed)	.744	
	N	10	10

Tabel 4. 17 Summary Hasil Uji Korelasi TPH terhadap TOC

Variabel	Korelasi	Signifikansi
TPH	-0,119 Negatif sangat lemah	p value = 0,744 p > 0,05 Tidak ada hubungan signifikan
TOC		

Nilai korelasi antara TPH dengan TOC sebesar -0,119, artinya terdapat hubungan negatif sangat lemah, yakni hubungan antara dua variabel memiliki hubungan yang berlawanan sangat lemah. Terdapat sedikit kecenderungan, bahwa TOC mempengaruhi TPH, namun hasil tersebut tidak signifikan secara statistik. Peningkatan kadar TOC memberikan dampak berlawanan (negatif) tidak signifikan terhadap penurunan kadar TPH. Hubungan tersebut bisa saja hanya terjadi secara kebetulan atau bukan hubungan yang nyata dan bersifat ilmiah. Berdasarkan data statistik tidak ada bukti yang kuat bahwa TOC memberikan peran penting dalam mempengaruhi TPH di dalam tanah.

Namun, pada kondisi tanah di SPBU X menunjukkan nilai TOC dalam tanah yang rendah. Sehingga TPH dengan TOC memiliki hubungan yang hubungan negatif sangat lemah. Semakin tinggi nilai TPH maka akan berbanding terbalik dengan TOC. Apabila terjadi kenaikan TOC dalam sampel tanah tidak menunjukkan dampak yang signifikan pada TPH.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Kontaminasi hidrokarbon pada SPBU X berasal dari beberapa aktivitas, seperti aktivitas kendaraan yang berlalu lalang melakukan pengisian bahan bakar. Selain itu tumpahan selama proses pengisian bahan bakar yang menyebabkan hidrokarbon masuk ke dalam tanah.
- 2) Kadar TPH paling rendah ditemukan pada titik 3 dengan 19,58%, titik 2 dengan 19,59%, titik 1 dengan 26,09%, titik 10 dengan 29,70%, titik 8 dengan 30,65%, titik 5 dengan 32,21%, titik 7 dengan 32,50%, titik 9 dengan 32,90%, titik 6 dengan 34,33%, dan titik terbesar pada titik 4 dengan 35,09%.
- 3) Konsentrasi TOC yang tinggi mengakibatkan menurunnya kadar TPH. Kemudian meningkatnya kadar air maka berakibat pada nilai keasaman tanah. pH tanah membantu melarutkan makanan untuk mikroorganisme yang mendegradasi hidrokarbon dalam tanah. Pada analisis korelasi statistik menunjukkan bahwa parameter kadar air dan pH memiliki hubungan positif sangat lemah, dimana hubungan tersebut searah namun sangat lemah, yakni hasil tersebut tidak signifikan secara statistik (hubungan terjadi secara kebetulan). Kemudian korelasi statistik TPH terhadap TOC terbalik dengan TPH dengan hubungan negatif sangat lemah. TPH mengalami penurunan dengan meningkatnya TOC namun terjadi tidak signifikan.

5.2 Saran

1. Dikarenakan nilai TPH yang tinggi pada tanah SPBU X maka disarankan untuk petugas SPBU melakukan remediasi, salah satunya

dapat dengan melakukan bioremediasi dengan menambahkan mikroorganisme untuk menguraikan hidrokarbon secara alami, dilakukan dengan menambahkan biostimulsi atau mikroba tertentu untuk mempercepat degradasi. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan menambah tanaman. Menanam tanaman polar atau rumput vetiver yang efektif dalam menyerap polutan

2. Perlu dilakukan uji karakteristik tanah lebih lanjut untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih jelas.
3. Dalam pengujian pH sebaiknya menggunakan pH meter untuk mendapatkan nilai pH yang lebih akurat. Dikarenakan pembacaan nilai pH pada kertas pH universal menggunakan asumsi penulis dengan melihat perubahan warna pada kertas pH yang dimana hasil yang ditunjukan menjadi kurang presisi.
4. Perlu dilakukan pengecekan lebih lanjut terhadap kondisi UST untuk mengetahui apakah terjadi kebocoran atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwaruddin, F. (2019). *Unjuk Kerja Reaktor Continuous Wetland Menggunakan Tanaman Vetiver (Vetiveria Zizanioides) Dan Bakteri Untuk Mendegradasi Kandungan Oil & Grease, Total Petroleum Hydrocarbon (Tph) Dan Oil Content Dari Limbah Minyak Industri X Di Yogyakarta* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Apriliya, I., Pradana, N. T., & Dewi, A. K. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Oli dari Tanah Tercemar Hidrokarbon dan Rhizosfer Tanaman. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 6(2), 9-21.
- Ariyanti, D., & Harjito, H. (2015). Optimasi Temperatur pada Proses Perengkahan Katalitik Polietilen menjadi Gasolin menggunakan Katalis Mo-Ni/ZA. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1).
- Barakwan, R. A., Sari, G., & Land Trihadiningrum, Y. (2017). Penyisihan hidrokarbon pada tanah tercemar crude oil di pertambangan minyak bumi rakyat Wonocolo, Bojonegoro dengan metode co-composting aerobik. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 83-88.
- FAIZATY, R. A. (2021). Analisis Dan Pemetaan Karakteristik Tanah, Kandungan Kadmium (Cd) Dan Total Petroleum Hydrocarbon Pada Tanah Tercemar Oleh Kegiatan Perbengkelan Di Pt. X.
- Handasari, L. F., Widodo, R. A., & Ratih, Y. W. (2023). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN MOL REBUNG TERHADAP SIFAT KIMIA REGOSOL DAN PERTUMBUHAN TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.). *JURNAL TANAH DAN AIR (Soil and Water Journal)*, 18(2), 89-98.

- Handrianto, P. (2018). Mikroorganisme pendegradasi TPH (total petroleum hydrocarbon) sebagai agen bioremediasi tanah tercemar minyak bumi. *Jurnal SainHealth*, 2(2), 35-42.
- Huda, T. (2020). Verifikasi Metode Uji Sulfur pada Sampel Minyak Bumi Menggunakan X-Ray Fluorescence Spectrometry di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “Lemigas”.
- Jurdilla, P., Azizah, N., Wati, A. F., & Erwan, E. Y. (2019). Industri Pengolahan Minyak Bumi Di Indonesia.
- Keselamatan SPBU Pedoman Teknis dan Pembelajaran dari Kejadian, 2018
- Nikiyuluw, V., Soplanit, R., & Siregar, A. (2018). Efisiensi pemberian air dan kompos terhadap mineralisasi NPK pada tanah regosol. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(2), 105-122.
- Nugraha, L. (2016). *Penggunaan katalis logam transisi (Co, Ni, Cu, Zn) Yang diembankan pada zeolit fluka untuk proses Konversi etanol menjadi fraksi bensin* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Nuryanti, R., Sari, D. K., & Sari, I. M. P. (2023). Analisa Kualitas Bahan Bakar Jenis Pertalite Di Spbu Dengan Pertalite Di Pertamina Berdasarkan Parameter Uji Specific Gravity, Reid Vapour Pressure, Doctort Test, Distilasi, Copper Strip Test, Octane Number. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(4), 913-920.
- Pangestuti, E. K., & Darmawan, P. (2021). Analysis of Ash Contents in Wheat Flour by The Gravimetric Method: Analisis Kadar Abu dalam Tepung Terigu dengan Metode Gravimetri. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 2(1), 16-21.
- Prayitno, J. (2017). Ujicoba konsorsium mikroba dalam upaya bioremediasi tanah tercemar minyak dengan menggunakan teknik landfarming skala bangku. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 208-215.

- Putra, I. S. A. (2016). *Analisis Pencemaran Airtanah oleh Bahan Bakar Minyak (Bbm) Bensin dari Spbu di Kawasan Perkotaan Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UII).
- Putri, H. P. (2017). Life Cycle Assessment (LCA) Emisi Pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin Dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 65(1).
- Rachman, A. F., & Priyono, B. (2024). Tekno Ekonomi Vapour Recovery Unit (VRU) di SPBU Tanggerang: Techno Economics Vapor Recovery Unit (VRU) at SPBU of Tanggerang. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 92-98.
- Rahsia, S. A., Gusmayanti, E., & Nusantara, R. W. (2021). Emisi Karbondioksida (CO₂) Lahan Gambut Pasca Kebakaran Tahun 2018 Di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 384-391.
- Ramadhamayanti, T., Irawan, A. B., & Utami, A. (2023, April). Persebaran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) pada Tanah Tercemar Minyak Mentah (Crude Oil) di Kelurahan Kampung Enam, Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI* (Vol. 4, No. 1).
- Rusli, A. H. (2019). Bioremediasi Tanah Dengan Teknik Composting Di Pt. X, Yogyakarta.
- Safitri, L., Supriyadi, A., Kusdiyantini, E., & Darmayati, Y. (2014). Optimasi Pemberian Pupuk Gramafix Dalam Degradasi Cemarkan Minyak Bumi Oleh Bakteri Indigenous Secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 3(2), 59-70.
- Salam, A. K. (2020). Ilmu Tanah.
- SARI, A. P. (2018). IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA TERHADAP ADANYA KONSENTRASI BENZENE, TOLUENE,

ETHYLBENZENE, DAN XYLENE (BTEX) PADA TANAH DI
SEKITAR SPBU KOTA YOGYAKARTA.

- Sari, W. P. (2016). *Screening Potensi Pencemaran Hidrokarbon di Kawasan Perkotaan Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UII).
- Septiana, N. S. (2016). *Pengaruh Penambahan Co-Substrat pada Biodegradasi Crude Oil* (Doctoral dissertation, UII).
- Shofiandi, K. D. (2022). *Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Dengan Metode Biostimulasi Di Woncolo, Bojonegoro* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Jatim).
- Supriatna, S., Siahaan, S., & Restiaty, I., 2021. Pencemaran tanah oleh pestisida di perkebunan sayur Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Jambi Selatan Kota Jambi (Studi keberadaan jamur makroza dan cacing tanah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), 460-466.
- Sodiq, I. (2016). *Distribusi Kandungan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Pada Sedimen Di Kawasan Industri Pesisir Manyar Kabupaten Gresik Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Syarah, S. (2019). *Reduksi Total Petroleum Hydrocarbon (Tph) Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Melalui Soil Washing Menggunakan Alkyl Benzene Sulfonate (Abs)* (Doctoral Dissertation, Universitas Batanghari).
- Taftazani, A. (2020). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Arang Bambu Termodifikasi Oksida Besi dan Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS).
- Wang, L., Cheng, Y., Naidu, R., & Bowman, M. (2021). The key factors for the fate and transport of petroleum hydrocarbons in soil with related in/ex situ measurement methods: an overview. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 756404.
- Widia Gusti *et al.* (2022) 'Studi Pencemaran Tanah Sebagai Bahan Pengayaan

- Topik Teknologi Ramah Lingkungan untuk Siswa SMP', *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(4). Available at: <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.783>.
- Winarmadani, S. (2019). *ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb, Cd, Cu, Fe) PADA TANAH DI RAWAPENING KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Winoko, Y. A., & Firmansyah, Z. R. (2021). Variasi Campuran Nilai Oktan Bahan Bakar Dan Putaran Mesin Pada Mesin Bensin Terhadap Emisi Gas Buang. *TRANSMISI*, 17(1), 132-137.
- Wulandani, Y. O. (2016). *Bioremediasi Tanah Tercemar Crude Oil dengan Penambahan Kompos* (Doctoral dissertation, UII Yogyakarta).
- Yanti, I. K. A., & Kusuma, Y. R. (2021). Pengaruh kadar air dalam tanah terhadap kadar c-organik dan keasaman (pH) tanah. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 92-97.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Kondisi Eksisting





Proses Pengambilan Sampel Tanah



Lampiran 2 Perhitungan uji Kadar Air, TOC dan TPH

Perhitungan % kadar air titik 1:

Titik	a	b	c	Kadar Air
1	25,63	30,68	30,34	6,65
2	29,61	34,61	34,24	7,46
3	25,63	30,60	30,11	9,88
4	29,61	34,53	34,18	7,20
5	25,63	30,62	29,89	14,50
6	25,61	34,61	34,15	5,07
7	25,63	30,62	30,31	6,19
8	29,61	34,58	34,15	8,57
9	25,63	30,60	30,29	6,18
10	29,61	34,57	34,18	7,90

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Massa Tanah Sebelum Oven (g)} - \text{Massa Tanah Setelah Oven (g)}}{\text{Massa Tanah Sebelum Oven (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(30,68-25,63)-(30,34-25,63)}{(30,68-25,63)} \times 100$$

$$\% \text{ Kadar Air} = 6,65\%$$

Perhitungan TOC pada titik 1:

Titik	Absorbansi	kosentrasi sample mg/L	ml Ekstrak	mg Sampel	fk Faktor Koreksi	%TOC
Blanko	0,003	4,654	10	50	1,152	0,11
1	0,012	9,180	10	50	1,071	0,20
2	0,018	12,198	10	50	1,081	0,26
3	0,010	8,175	10	50	1,110	0,18
4	0,002	4,151	10	50	1,078	0,09
5	0,010	8,175	10	50	1,170	0,19
6	0,012	9,180	10	50	1,053	0,19
7	-0,004	1,134	10	50	1,066	0,02
8	0,027	16,724	10	50	1,094	0,37
9	0,011	8,678	10	50	1,066	0,18

10	0,004	5,157	10	50	1,086	0,11
----	-------	-------	----	----	-------	------

Standar Kurva (ppm)	Abs
0	0
10	0,017
50	0,084
100	0,189
250	0,494

- Konsentrasi sampel

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{y-a}{b}$$

$$= \frac{0,012-0,001988}{-0,00626}$$

$$x = 9,1804$$

- Faktor koreksi

$$Fk = \frac{100}{100-Kadar\ Air}$$

$$= \frac{100}{100-6,65}$$

$$= 1,071$$

- %TOC

$$TOC = (konsentrasi\ TOC \times mL\ ekstraks / 1000\ mL) \times (100 / mg\ sampel) \times fk$$

$$= (9,1840 \times 10 / 1000) \times (100 / 50) \times 1,04941$$

$$= 0,197 \%$$

Perhitungan TPH pada titik 1:

Titik	a (gr)	b (gr)	e (gr)	TPH (%)
1	17,97	5,00	19,28	26,09
2	17,46	5,00	18,44	19,59
3	18,15	5,00	19,13	19,58
4	16,65	5,00	18,41	35,09
5	29,64	5,00	31,25	32,21
6	18,51	5,00	20,23	34,33
7	16,23	5,00	17,86	32,50

8	18,20	5,00	19,73	30,65
9	17,53	5,00	19,17	32,91
10	18,35	5,00	19,83	29,70

$$TPH = \left(\frac{e-a}{5 \text{ gram tanah}} \right) \times 100$$

$$TPH = \left(\frac{19,28-17,97}{5 \text{ gram tanah}} \right) \times 100$$

$$TPH = 26,09\%$$

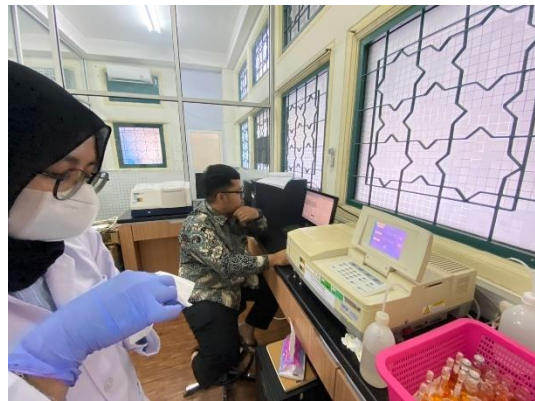
Lampiran 3 Pengujian Sampel di Laboratorium

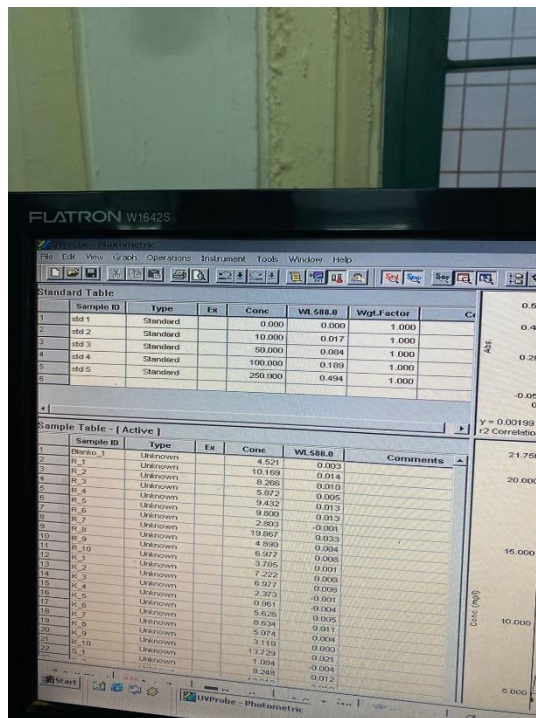
Proses Pengujian Sampel untuk Kadar Air





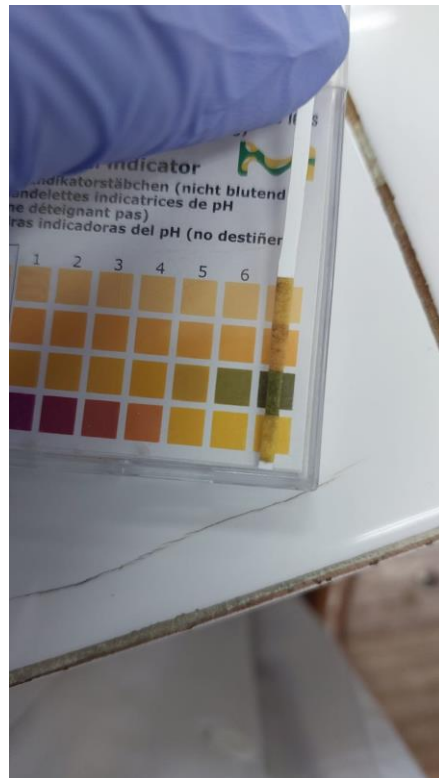
Proses Pengujian Sampel untuk TOC





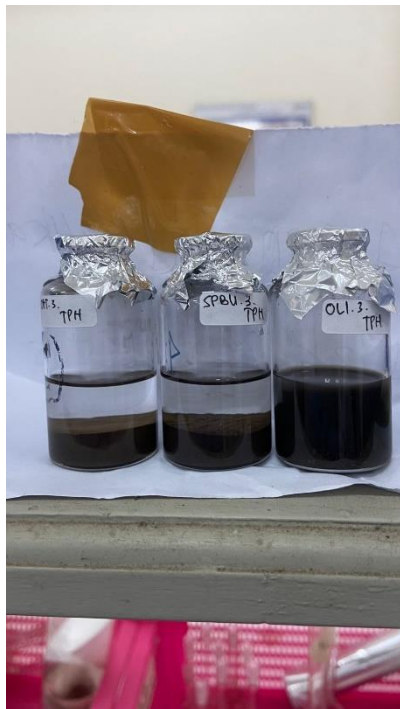
Proses Pengujian Sampel untuk pH



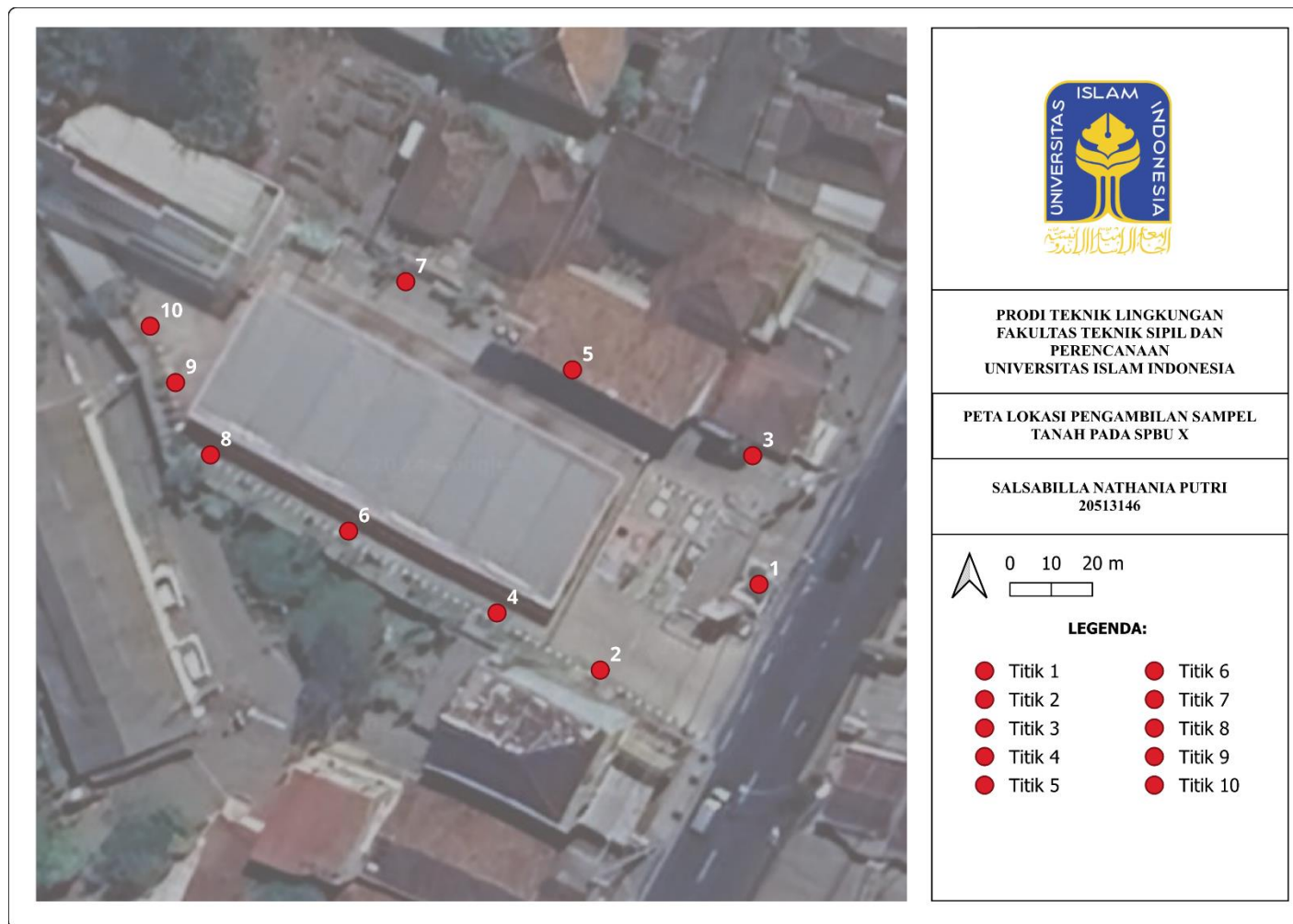


Proses Pengujian Sampel untuk TPH





Lampiran 4 Peta Lokasi Titik Penelitian dan Sebaran Pencemar

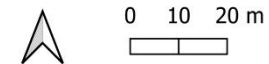




PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PETA SEBARAN HIDROKARBON DI SPBU X

SALSABILLA NATHANIA PUTRI
20513146



LEGENDA:

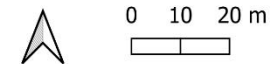
- Titik Sampling
- sumber utama



**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**PETA HASIL UJI KADAR AIR PADA SETIAP
TITIK DI SPBU X**

**SALSABILLA NATHANIA PUTRI
20513146**



LEGENDA:

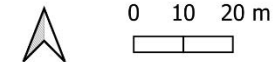
- Titik Sampling
- sumber utama



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PETA HASIL UJI pH PADA SETIAP TITIK DI
SPBU X

SALSABILLA NATHANIA PUTRI
20513146



LEGENDA:

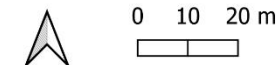
- Titik Sampling
- sumber utama



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PETA HASIL UJI TOC PADA SETIAP TITIK DI
SPBU X

SALSABILLA NATHANIA PUTRI
20513146



LEGENDA:

- Titik Sampling
- sumber utama

