TA/TL/2024/1884

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR BENGKEL CAT MOBIL X

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

Keisya Al-Maghfirah Fatmawati DjadidPutri
20513192

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR BENGKEL CAT MOBIL X

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

Disusun Oleh :

Keisya Al-Maghfirah Fatmawati Djadidputri
20513192

Disetujui:

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph.D	Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIK. 045130401	NIK. 155130112
Tanggal : 22 Oktober 2024	Tanggal : 22 Oktober 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph.D
NIK. 045130401
Tanggal : 22 Oktober 2024

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR BENGKEL CAT MOBIL X

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari : Selasa
Tanggal: 22 Oktober 2024

Disusun Oleh :

KEISYA AL-MAGHFIRAH FATMAWATI DJADIDPUTRI
20513192

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 .

PERNYATAAN

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 tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab 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 sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 23 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,

Keisya Al-maghfirah F.DP

NIM : 20513192

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang tiada henti. Dengan penuh rasa syukur, penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul **"IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR BENGKEL CAT MOBIL X"** sebagai salah satu syarat akademik yang wajib dilaksanakan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan tugas akhir ini serta Nabi Muhammad Saw sebagai teladan dan panutan bagi seluruh umat.
2. Ayahanda, alm H. Djadid H. Ali terimakasih atas pelajaran kehidupan yang dapat membuat penulis menjadi lebih semangat dalam membangun motivasi dan impian. Ibunda tercinta Irna R.A Arsyad serta adik-adik penulis, Galang, Gilang, dan Rafa atas dukungan, motivasi, dan doa yang diberikan kepada penulis selama penyelesaian tugas akhir.
3. Keluarga besar Raden Ali Arsyad yang selalu mendoakan, mendukung, dan membantu penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng.Eng)., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran ,kritik yang membangun serta dukungan akademik yang berarti.
6. Bapak Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji skripsi yang telah memberi masukan dan penilaian yang berharga dalam penyempurnaan skripsi ini.

7. Seluruh dosen dan staf Prodi Teknik Lingkungan serta Keluarga Besar Teknik Lingkungan angkatan 2020, terimakasih atas pelajaran, pengalaman, dan bantuan yang diberikan.
8. Teman seperjuangan kelompok tugas akhir, Nabila Putri Ardiyan dan Salsabilla Nathania Putri yang telah bekerja sama memberikan masukan, saran dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman daerah penulis prodi Teknik Lingkungan angkatan 2020, Jazirah Aurel Dafanza, Putri Regina Marwadini, Aqshal Faturachman Buamona, Daru Faturrahman yang setia bersama-sama sejak awal perkuliahan.
10. Sepupu dan sahabat penulis Anastasya Belladiva, Jingga Musfita, Atilla Caprillia, Dheatasya, Kiky Arizana, Nurul Fijrianti, Lidya H Maseke, dan Afifah AJ yang telah menjadi tempat berkeluh kesah, membantu, dan mendukung penulis selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
11. Terimakasih untuk diri sendiri, karena telah mampu menahan sabar, tidak putus asa, berusaha keras, berjuang dan yakin bahwa bisa menyelesaikan skripsi ini sebaik dan semaksimal mungkin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Teknik Lingkungan. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas segala perhatian dan bantuan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Oktober 2024

Penulis

ABSTRAK

KEISYA AL-MAGHFIRAH F.DP. IDENTIFIKASI PENCEMARAN HIDROKARBON PADA TANAH DI SEKITAR BENGKEL CAT MOBIL X Dibimbing oleh Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph.D dan Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Bengkel pengecatan mobil merupakan tempat dimana kendaraan mengalami proses perbaikan dan pengecatan ulang. Aktivitas di bengkel cat seringkali melibatkan penggunaan bahan kimia berupa cat dan pelarut yang dapat mencemari lingkungan khususnya tanah di area bengkel cat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) serta hubungannya dengan sifat fisik tanah berupa Kadar Air dan sifat kimia tanah berupa pH dan *Total Organic Carbon* (TOC). Metode gravimetri dipilih untuk pengujian TPH karena mampu mengukur massa komponen yang tersisa setelah ekstraksi dan penguapan pelarut, sehingga memungkinkan untuk menentukan kadar TPH secara akurat. Sampel yang dianalisis berjumlah 10 sampel, yang diambil pada 10 titik sampling dengan kedalaman 10 cm. Titik sampling ditentukan berdasarkan area aktivitas pengecatan dan area sekitar bengkel cat mobil X. Setelah itu, dilakukan analisa pada sampel dengan parameter TPH, pH, TOC, dan Kadar Air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TPH dalam tanah di area bengkel cat menunjukkan konsentrasi 4,68% hingga 40,60%. Berdasarkan PERMEN LHK RI Nomor 6 tahun 2021 mengatakan bahwa batas maksimal TPH pada tanah ialah 15%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian, terdapat beberapa titik yang menunjukkan nilai TPH yang melebihi ambang batas tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa titik yang tinggi tersebut memiliki tingkat pencemaran hidrokarbon yang tinggi.

Kata Kunci : Bengkel Pengecatan Mobil, Metode Gravimetri, Pencemaran Tanah, *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH).

ABSTRACT

KEISYA AL-MAGHFIRAH F.DP. *IDENTIFICATION OF HYDROCARBON CONTAMINANT IN SOIL AROUND CAR PAINTING WOKSHOP X*
Supervised by Any Any Juliani, S.T., M.Sc.(Reng. Eng)., Ph.D dan Puji Lestri S.Si., M.Sc., Ph.D

A car painting workshop is a place where vehicles undergo the process of repair and repainting. Activities in paint workshop often involve the use of chemicals in the form of paint and solvents which can pollute the enviroment, especially the soil in the paint workshop area. This research aims to identify the Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) content and its relationship with the physical properties of the soil in the form of Water Content and the chemical properties of the soil in the form of pH and Total Organic Carbon (TOC). The gravimetric method was chosen for TPH testing because it is able to measure the mass of components remaining after extraction and evaporation of the solvent, making it possible to determine TPH levels accurately. There were 10 samples analyzed, taken at 10 sampling points with a depth of 10 cm. The sampling point was determined based on the painting activity area and the area around a car paint shop. The samples were than analyzed for TPH, pH, Moisture Content, and TOC parameters. The research result showed that the TPH value in the soil in the paint workshop area showed a concentration of 4,68% to 40,60%. Based on the indonesian minstry of environment and foresty regulation Number 6 of 2021, it is stated that the maximum TPH limit on land is 15%. When compared with the research result, there are several points that show TPH values that exceed this threshold. This shows that several high points have high levels of hydrocarbon pollution.

Keywords : *Car Painting Workshop, Gravimetric Method, Soil Contamination, Total Petroleum Hydrocarbon (TPH).*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I 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 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Bengkel Pengecatan Mobil 5
2.1.1 Profil Bengkel Cat Mobil 5
2.1.2 Proses Pengecatan Mobil 6
2.2 Tanah 7
2.2.1 Sifat Fisik Tanah 8
2.2.2 Sifat Kimia Tanah 8
2.3 Pencemaran Tanah 10
2.4 Pencemaran Hidrokarbon 11

2.4.1 Senyawa Hidrokarbon 11
2.4.2 *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) 13
2.4.3 *Fate* dan *Transport* Senyawa Hidrokarbon dalam Tanah 14
2.4.4 Dampak Pencemaran Hidrokarbon 15
2.5 Studi Literatur 16
BAB III METODE PENELITIAN 19
3.1 Tahapan Penelitian 19
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian 20
3.3 Alat dan Bahan 22
3.4 Observasi dan Wawancara 24
3.5 Pengambilan Sampel 24
3.6 Prosedur Pengujian Sampel 26
3.7 Pengolahan Data Uji 30
3.8 Metode Analisis Data 32
3.8.1 Analisis Statistik Deskriptif 32
3.8.2 Analisis Komparatif 32
3.8.3 Analisis Korelasional 32
BAB IV 34
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA 34
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian 34
4.2 Data Hasil Observasi Lapangan 36
4.3 Hasil dan Pembahasan Analisa Data 42
4.4 Korelasi Jarak dan Parameter Pendukung Terhadap Sebaran TPH 53
BAB V 64
KESIMPULAN DAN SARAN 64
5.1 Kesimpulan 64

5.2 Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66
LAMPIRAN 73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 16
Tabel 3. 1 Deskripsi dan Koordinat Titik Sampling 21
Tabel 3. 2 Titik Koordinat Sampling *Soil Control* 21
Tabel 3. 3 Daftar Alat dan Bahan yang digunakan 22
Tabel 3. 4 Metode dan Acuan Analisa Parameter 26
Tabel 3. 5 nilai r beserta interpretasinya 33
Tabel 4. 1 Kondisi Tanah Titik Sampling 37
Tabel 4. 2 Kadar TPH (%) sampel tanah 43
Tabel 4. 3 Kadar Air (%) Sampel Tanah 46
Tabel 4. 4 pH Sampel Tanah 48
Tabel 4. 5 Kadar TOC (%) Sampel Tanah 51
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Korelasi antara Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi TPH 54
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Korelasi antara Kadar air dan TPH 56
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Korelasi antara pH dan TPH 59
Tabel 4. 10 Hasil Analisis Korelasi antara TOC dan TPH 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 19
Gambar 3. 2 Titik Lokasi Sampling..... 20
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel..... 26
Gambar 3. 4 Proses Pengujian TPH..... 27
Gambar 3. 5 Proses Pengujian Kadar Air 29
Gambar 3. 6 Proses pengujian pH tanah 29
Gambar 3. 7 Proses Pengujian TOC 30
Gambar 4. 1 Area Proses Pengecatan (Sumber Titik 1)..... 35
Gambar 4. 2 Tempat Penyimpanan Alat dan Bahan Cat (Titik 2) 35
Gambar 4. 3 Area Pencucian Belakang (Titik 3) 36
Gambar 4. 4 Area Pencucian Depan (Titik 4)..... 36
Gambar 4. 5 Grafik TPH (%)..... 43
Gambar 4. 6 Grafik Kadar air (%) 46
Gambar 4. 7 Grafik TOC (%) 51
Gambar 4. 9 Grafik Persebaran Data Jarak terhadap Konsentrasi TPH 54
Gambar 4. 10. Peta Sebaran TPH di Lokasi Penelitian..... 55
Gambar 4. 11 Korelasi Kadar air dan TPH..... 56
Gambar 4. 12 Grafik Persebaran Data Jarak terhadap Konsentrasi TPH 56
Gambar 4. 13 Peta Hasil Kadar Air di Lokasi Penelitian 58
Gambar 4. 14 Korelasi pH dan TPH..... 59
Gambar 4. 15 Kurva Korelasi pH dengan Konsentrasi TPH 60
Gambar 4. 16 Peta Nilai pH Tanah di Lokasi Penelitian 61
Gambar 4. 17 Korelasi TOC dan TPH..... 61
Gambar 4. 18 Kurva Korelasi pH dengan Konsentrasi TPH 62
Gambar 4. 19 Peta Kadar TOC di Lokasi Penelitian 63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi bengkel cat mobil X 73
Lampiran 2. Pengambilan sampel 74
Lampiran 3. Uji TPH : 75
Lampiran 4. Uji Kadar Air 77
Lampiran 5. Uji pH 78
Lampiran 6. Uji TOC 78
Lampiran 7. Hasil dan Perhitungan TPH 80
Lampiran 8. Hasil dan Perhitungan Kadar Air 80
Lampiran 9. Perhitungan TOC 82
Lampiran 10. Berita Acara Seminar Hasil 84
Lampiran 11. Daftar Hadir Seminar Hasil 85

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era sekarang, perkembangan industri otomotif mengalami peningkatan yang pesat, terutama dalam hal layanan perbaikan dan pengecatan di bengkel pengecatan mobil. Banyak pengguna roda empat yang melakukan modifikasi di bengkel cat untuk meningkatkan tampilan estetika dan melindungi kendaraan dari korosi. Proses pengecatan mobil menggunakan cat dengan campuran pelarut (*thinner*) yang menghasilkan limbah berbahaya dan jika tidak dikelola dengan tepat dapat menyebabkan bahan-bahan berbahaya tersebut tumpah ke tanah, sehingga dapat merusak kualitas tanah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, menyatakan bahwa kegiatan di bengkel pemeliharaan kendaraan yang menghasilkan limbah pelarut (*cleaning degreasing*) dan limbah cat tergolong sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Jenis cat berbabis minyak dan pelarut (*thinner*) mengandung senyawa kimia yang mudah menguap seperti senyawa hidrokarbon monoaromatik yang merupakan bagian dari *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) (Nawalade P, 2015).

Total Petroleum Hydrocarbon adalah senyawa hidrokarbon yang bersifat toksik, mutagenik, dan karsiogenik (Liu *et al*., 2012). TPH terdiri dari hidrokarbon alifatik dan aromatik. Hidrokarbon aromatik dibagi menjadi dua kategori yaitu senyawa monoaromatik dan senyawa poliaromatik (*PAH*). Senyawa ini memiliki rantai karbon dengan panjang bervariasi antara C_5 hingga C_{35} . Semakin kompleks struktur atomnya, maka semakin besar pula sifat hidrofobik atau ketidakmampuan senyawa ini untuk larut dalam air (William *et al*., 2005). Hidrokarbon monoaromatik dengan struktur sederhana cenderung cepat menyebar di lingkungan atau tanah karena memiliki sifat yang mudah larut dalam air (Arafa, 2003 dalam Prasetyo 2018).

TPH dapat masuk ke tanah terutama tanah di bengkel cat mobil melalui beberapa jalur yang signifikan yaitu dari tumpahan langsung dari penggunaan cat

dan pelarut selama proses pengecatan dapat meresap ke tanah. Ketika pelarut yang mengandung senyawa hidrokarbon tumpah, sifat fisiknya yang mudah menguap dan larut dalam air memungkinkan TPH untuk cepat masuk ke dalam permukaan tanah. Selain itu, limbah pencucian alat yang terkontaminasi dapat terbawa air hujan yang kemudian mencemari badan air dan air tanah melalui drainase dan *run off*. Proses infiltrasi air hujan juga berperan penting karena dapat mengangkut TPH lebih dalam ke dalam tanah tergantung karakteristik seperti porositas dan permeabilitasnya. (Wardhana, 2004). Keberadaan TPH juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jenis tanah, sifat fisik tanah (kadar air) dan sifat kimia tanah (pH tanah dan *Total Organic Carbon*).

Pencemaran *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) di lingkungan dapat menurunkan kualitas dan kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan makhluk hidup (Siswanto, 2007). Pencemaran ini berdampak negatif pada pertumbuhan berbagai jenis tanaman maupun kualitas air tanah (Syarah, 2019). Senyawa TPH dapat mempengaruhi sistem saraf pusat manusia bahkan dapat menyebabkan kematian jika paparannya cukup tinggi. Menghirup toluene pada konsentrasi yang besar selama beberapa jam dapat menyebabkan kelelahan, sakit kepala, mual, dan kantuk. Namun, ketika paparannya berhenti gejalanya akan hilang (syara *et al.*, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) pada tanah di salah satu bengkel cat mobil di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memonitor tingkat pencemaran senyawa TPH yang diakibatkan oleh aktivitas di bengkel pengecatan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut :

1) Bagaimana kandungan TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) yang terdapat dalam tanah di area bengkel pengecatan mobil?

2) Bagaimana hubungan antara jarak dari sumber, sifat fisik tanah (Kadar Air) dan sifat kimia tanah (pH dan TOC) terhadap penyebaran senyawa TPH pada tanah di area bengkel pengecatan mobil?
3) Apa saja sumber penyebab adanya senyawa TPH pada tanah di area bengkel pengecatan mobil?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu :

1) Mengidentifikasi tingkat pencemaran TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) yang terdapat pada tanah di area bengkel pengecatan mobil.
2) Mengidentifikasi hubungan antara Jarak dari sumber, sifat fisik tanah (Kadar air), dan sifat kimia tanah (pH dan TOC) terhadap penyebaran TPH dalam tanah bengkel pengecatan mobil.
3) Menentukan sumber penyebab adanya senyawa TPH pada tanah di sekitar lokasi bengkel pengecatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan beberapa manfaat dari penelitian ini baik bagi mahasiswa, universitas, dan pekerja bengkel:

1) **Untuk Mahasiswa** : Memberikan pengalaman penelitian lapangan dan laboratorium serta pengetahuan tentang pencemaran tanah oleh senyawa hidrokarbon.
2) **Untuk Universitas** : Dapat menjadi dasar acuan untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.
3) **Untuk Pekerja Bengkel** : Dapat meningkatkan kesadaran tentang bahaya senyawa TPH pada lingkungan dan kesehatan serta cara mengurangi dampaknya.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan masalah yang akan ditinjau dalam penelitian ini yaitu :

1) Pengambilan sampel dilakukan di salah satu bengkel cat mobil yang masih memiliki lahan tanah dan berpotensi mengalami pencemaran oleh senyawa TPH, yang berlokasi di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2) Objek penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah yang diambil secara *grab sampling* sebanyak 10 titik dengan jarak dari sumber yang berbeda-beda.
3) Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 10 cm di setiap titiknya.
4) Sampel *soil control* sebagai pembanding diambil di Kabupaten Sleman bagian utara dengan karakteristik tanah yang sama dengan sampel dan berlokasi jauh dari pemukiman.
5) Sampel *soil control* di ambil sebanyak 3 titik dengan kedalam 10 cm
6) Pengujian parameter utama yaitu TPH dengan menggunakan metode Gravimetri dengan alat *waterbath.*
7) Pengujian parameter pendukung berupa TOC menggunakan spektrofotometri dengan metode EPA 9060 A dan sifat fisik tanah berupa kadar air sesuai dengan SNI 1965:2008 serta pH dengan metode pH universal.
8) Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia selama 3 bulan terhitung dari bulan Juni sampai Agustus tahun 2024.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bengkel Pengecatan Mobil

2.1.1 Profil Bengkel Cat Mobil

Bengkel pengecatan dapat dikelompokkan dalam berbagai kategori berdasarkan jenisnya atau peraturan yang berlaku di daerah tersebut. Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 551/MPP/Kep/10/1999 tentang Bengkel Umum Kendaraan Bermotor di Lampiran I menyebutkan bahwa bengkel dibagi menurut mutu dan sumber dayanya menjadi bengkel tipe I, II dan III, dengan spesifikasi khusus sebagai berikut :

a) Bengkel Tipe A adalah bengkel yang mampu melakukan perbaikan rutin, perbaikan kecil, perbaikan besar, *chassis* dan *body* pada kendaraan. Bengkel jenis ini merupakan bengkel skala besar dan mengerjakan layanan pengecatan serta perbaikan kendaraan besar seperti kereta api, truk, bus dan kendaraan besar lainnya.
b) Bengkel Tipe B adalah bengkel yang mampu melaksanakan pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil dan perbaikan besar serta perbaikan *chassis* dan *body* pada kendaraan. Bengkel jenis ini merupakan bengkel skala menengah yang menawarkan jasa pengecatan kendaraan khususnya mobil.
c) Bengkel Tipe C adalah bengkel yang mampu menangani pekerjaan perawatan berkala dan perbaikan kecil. Bengkel jenis ini termasuk bengkel skala kecil dan melayani pengecatan untuk kendaraan kecil seperti sepeda motor.

Bengkel adalah sebuah tempat dimana kendaraan diperbaiki, direnovasi, dan dipelihara untuk memenuhi persyaratan teknis yang layak jalan (Kulkarni, 2013). Bengkel dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan skala usahanya (Bantolo, 2006) antara lain :

1) Bengkel besar diklasfikasikan oleh biro pusat statistic sebagai usaha besar yang mempekerjakan banyak orang.
2) Bengkel kecil adalah bengkel yang luasnya hanya sebesar garasi rumah dengan jumlah pekerja yang sedikit.

Bengkel biasanya menawarkan beberapa pelayanan seperti *service* mesin, perbaikan rutin maupun perbaikan interior dan eksterior. Di antara berbagai jenis bengkel, bengkel pengecatan mobil merupakan jenis yang memiliki karakteristik dan proses kerja yang cukup spesifik. Bengkel ini menyediakan layanan tambahan berupa perbaikan kerusakan, pengecatan custom atau perlindungan cat tambahan seperti *coating*. Bengkel cat berfungsi untuk memperbaharui penampilan kendaraan, melindungi *body* mobil dari korosi serta meningkatkan nilai estetika dan jual kendaraan.

Kapasitas operasional bengkel cat mengacu pada berbagai aspek mulai dari jumlah kendaraan yang dapat dilayani hingga jenis layanan yang di tawarkan. Sebagian besar bengkel cat mobil memiliki kapasitas yang bervariasi tergantung pada ukuran dan fasilitas yang tersedia (Brosnan *et al.,* 2016). Bengkel yang lebih besar dengan fasilitas yang modern dapat menangani volume pekerjaan yang lebih tinggi dibandingkan bengkel yang kecil yang hanya dapat melayani beberapa kendaraan.

2.1.2 Proses Pengecatan Mobil

Bengkel cat mobil biasanya melakukan berbagai aktivitas seperti pengecatan ulang kendaraan, perbaikan cat yang rusak, dan penghilangan goresan atau karat. Proses pengecatan mobil umumnya diawali dengan persiapan permukaan yang meliputi kegiatan pembersihan, pengamplasan, dan perbaikan kerusakan bodi mobil serta dilakukan proses priming untuk mempersiapkan permukaan agar cat dapat menempel dengan baik. Tahap kedua yaitu proses pengecatan utama dengan menggunakan cat dasar atau *base coat* dengan campuran pelarut (*thinner*) yang memberikan warna dasar dan menutupi primer. Biasanya, pengaplikasian cat ini menggunakan cat semprot atau spray gun. Tahap ketiga yaitu penyempurnaan hasil pengecatan dengan mengaplikasikan *clear coat* yang memberikan lapisan pelindung yang mengkilap dan tahan lama (Fikhirudin, 2011).

Proses ini melibatkan penggunaan berbagai bahan meliputi cat berbasis pelarut (*solvent-based*) atau cat berbasis air (*water-based*) serta pelarut dan bahan pengering yang sesuai. Cat yang sering digunakan dalam bengkel adalah cat dalam bentuk semprot dengan campuran *thinner* sebagai pelarut. Cat semprot akan mengubah zat menjadi bentuk aerosol sehingga mudah terhirup (Grafina, 2013 dalam Sunita *et al.,* 2019). *Thinner* dan cat yang digunakan banyak mengandung bahan kimia seperti senyawa hidrokarbon yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Senyawa tersebut dapat menimbulkan toksisitas akut pada pekerja seperti sakit kepala, mual, kantuk iritasi mata, dan batuk. Bahkan dapat menimbulkan toksisitas kronis seperti gangguan sistem saraf pusat termasuk kejang dan gangguan paru-paru yang umumnya ditandai dengan gejala sesak napas dan penyempitan bronkus (Bagus *et al.,* 2014). Karena adanya kandungan bahan kimia yang berbahaya pada kedua bahan ini, alat pelindung diri (APD) sangat penting digunakan pada saat melaksanakan pengecatan (Argana, 2013).

2.2 Tanah

Tanah merupakan suatu hasil alam yang terletak pada lapisan permukaan bumi yang tersusun atas mineral, bahan organik, air, udara dan berbagai makhluk hidup seperti mikroorganisme. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan yang menjadi partikel-partikel kecil melalui proses mekanis dan kimiawi. Pelapukan mekanis terjadi karena batuan memuai dan menyusut akibat perubahan suhu serta erosi oleh aliran air, yang mengakibatkan pecahnya batuan tanpa mengubah komposisi kimia mineralnya. Selain itu, pelapukan kimia yang terjadi mengubah batuan induk menjadi mineral baru melalui reaksi kimia (Pranata, 2013). Tanah memiliki sifat fisik yang berperan penting dalam menentukan kualitas tanah. Sifat tanah juga berperan dalam interaksi tanah dengan air dan udara, proses penguraian bahan organik dalam tanah serta siklus unsur hara. Selain itu, sifat tanah juga dipengaruhi oleh jenis tanah. Jenis tanah meliputi tanah lempung, tanah gambut, tanah lanau, tanah organik, tanah berpasir, dan kerikil atau campurannya (Zainanda, 2012 dalam Pranata 2013).

2.2.1 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan salah satu karakteristik yang dapat menentukan baik buruknya kualitas tanah. Pada penelitian ini, sifat fisik tanah yang diteliti yaitu kadar air.

a. Kadar Air

Kadar air pada tanah merupakan salah satu parameter penting yang menentukan sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah. Kadar air adalah konsentrasi air tanah yang terkandung dalam pori-pori tanah. Kadar air dapat di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tanah, kondisi iklim, kondisi topografi, vegetasi, dan pengelolaan lahan. Dalam bidang ilmiah, kadar air digambarkan dalam rasio perbandingan, dimana nilai nol artinya tanah kering total hingga nilai jenuh air dimana semua pori terisi air (Prasetyo *et al.,* 2019). Pengukuran kadar air dalam tanah dapat dilakukan menggunakan metode Gravimetri sesuai dengan SNI 1965:2008 tentang Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium, dimana sampel tanah dikeringkan dan di timbang untuk mengukur perbedaan berat sebelum dan sesudah pengeringan, kemudian hasilnya digunakan untuk menghitung kadar air dalam tanah.

2.2.2 Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah merujuk pada karakteristik dan komposisi unsur kimia yang mempengaruhi kualitas dan fungsi tanah. Sifat ini dapat mempengaruhi kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, menyimpan dan menyediakan unsur hara, serta mengikat atau memobilisasi polutan yang masuk ke dalam tanah. Pada penelitian ini, sifat kimia tanah yang diteliti yaitu pH tanah dan *Total Organic Carbon* (TOC).

a. pH Tanah

pH tanah adalah ukuran keasaman atau kebasaan tanah, yang mempengaruhi berbagai proses biokimia dan kimia di dalam tanah. Jumlah ion H+ yang lebih tinggi dalam tanah akan meningkatkan keasaman tanah. Sebaliknya, jumlah ion OH- yang lebih rendah akan menyebabkan tanah menjadi lebih asam (Hardjowigeno, 2007 dalam Afdhaliah, 2013). Kemasaman tanah merupakan salah satu sifat penting karena pH tanah berhubungan dengan ketersediaan unsur hara

dan berbagai sifat tanah lainnya. pH tanah mencerminkan kondisi keterikatan antara unsur atau senyawa yang ada dalam tanah dengan kisaran pH mulai dari asam, netral, hingga basa. pH netral biasanya dapat mempengaruhi kemampuan akar tanaman dalam menyerap unsur hara, karena pada pH ini sebagian unsur hara lebih mudah larut dalam larutan tanah (Hardjowigeno, 2007). pH memiliki skala pengukuran mulai dari 0 hingga 14. Nilai pH dibawah 7 termasuk asam, nilai pH 7 termasuk netral, dan di atas 7 termasuk basa. pH tanah yang optimal untuk tanaman umumnya berada di antara nilai 5 sampai 7, hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi dan aktivitas mikroba dalam tanah. Sedangkan tanah yang bersifat asam dapat membatasi produksi pertanian (Date *et al.,* 1995).

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk mengukur pH suatu larutan dan tanah, diantaranya menggunakan indikator universal pH atau pH meter. Setiap metode pengukuran memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Indikator universal pH dapat menghasilkan tingkat akurasi yang kurang optimal karena keterbatasan manusia dalam membandingkan warna. Meskipun begitu, metode ini lebih ekonomis sehingga masih banyak digunakan. Di sisi lain, penggunaan pH meter memberikan hasil yang lebih akurat dan cepat tetapi biayanya relatif lebih mahal (Wibowo *et al.,* 2019).

b. *Total Organic Carbon* (TOC)

Total Organic Carbon (TOC) merupakan indikator kunci dalam menentukan kesuburan dan kesehatan tanah secara umum. TOC mengacu pada jumlah karbon yang terdapat dalam senyawa organik tanah, termasuk karbon dari berbagai senyawa seperti karbonat dan bikarbonat. Karbon organik dalam tanah berasal dari sisa-sisa organisme hidup, seperti tumbuhan dan hewan, yang telah mengalami proses dekomposisi. Selain itu, bahan organik yang merupakan komponen utama TOC dapat mempengaruhi struktur tanah, kapasitas tanah untuk menyimpan air, dan mengurangi erosi. TOC juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti jenis tanah, iklim, vegetasi, dan penggunaan lahan. Konsentrasi karbon organik di tanah dan sedimen sering dikaitkan dengan kontaminan organik dalam tanah, sehigga pengukuran TOC sering digunakan untuk memperkirakan tingkat

kontaminasi dan toksisitas (Di toro, 1991). TOC biasanya dinyatakan dalam persen (%), miligram per liter (mg/l), atau bagian per juta (*ppm*).

2.3 Pencemaran Tanah

Dalam PP No. 150 tahun 2000, disebutkan bahwa kerusakan tanah untuk produksi biomassa ditandai dengan perubahan sifat-sifat tanah yang melebihi kriteria baku kerusakan tanah. Menurut Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor 02/MENKLH/1998, pencemaran tanah adalah proses masuknya organisme hidup, bahan kimia, energi, dan unsur lainnya ke dalam tanah yang mengubah komposisi tanah, menurunkan kualitasnya, dan membuat tanah tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah bisa mengendap sebagai bahan kimia beracun. Zat beracun ini dapat langsung berdampak pada manusia melalui kontak langsung atau mencemari air, tanah, dan udara di sekitarnya.

Sifat fisik tanah berperan penting dalam menentukan kualitas dan kesuburan tanah. Namun, pencemaran pada tanah dapat mengubah sifat-sifat tersebut serta dapat merusak struktut dan fungsi tanah. Pencemaran tanah dapat terjadi ketika Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) masuk ke dalam tanah sehingga mengakibatkan kerusakan. Kerusakan tanah tersebut bisa diakibatkan dari pencemaran kimia buatan manusia yang berasal dari kebocoran limbah cair, bahan kimia industri, penggunaan pestisida, tempat penimbunan sampah, serta limbah industri yang dibuang langsung ke tanah tanpa mematuhi standar atau peraturan yang berlaku (Supriatna *et al.*, 2021). Pencemaran tanah dapat menyebabkan dampak jangka pendek seperti penurunan kualitas tanah dan penghambatan pertumbuhan tanaman. Adapun dampak jangka panjang yang merusak ekosistem dan sumber air tanah dan dapat meningkatkan risiko penyakit pada manusia (Kementrian Kesehatan, 2021).

2.4 Pencemaran Hidrokarbon

2.4.1 Senyawa Hidrokarbon

Hidrokarbon adalah senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C) dan Hidrogen (H). Senyawa ini merupakan komponen utama dari berbagai sumber energi seperti gas alam dan minyak bumi. Minyak bumi terdiri dari senyawa hidrokarbon sekitar 50-98%, sementara sisanya terdiri dari senyawa non-hidrokarbon termasuk sulfur, nitrogen, oksigen, dan beberapa logam berat (Connel, 1995 dalam Rachmawani *et al.,* 2016). Minyak bumi dan turunanya merupakan contoh hidrokarbon yang banyak dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai sektor, termasuk energi, transportasi, dan industri. Minyak bumi berfungsi sebagai sumber utama bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan, memproduksi listrik, serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk seperti plastik, pelumas, pewarna dan pelarut.

Hidrokarbon memiliki rantai karbon yang bervariasi mulai dari C_5 sampai C_{35} yang dapat ditemukan di lingkungan, termasuk dalam tanah, air, dan udara (Faizaty, 2021). Hidrokarbon dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori besar berdasarkan struktur dan ikatan atomnya (Kusumaningati, 2012), yaitu :

1) Hidrokarbon Alifatik

Hidrokarbon alifatik adalah kelompok senyawa yang memiliki struktur rantai yang lurus, rantai bercabang, atau rantai melingkar. Secara keseluruhan, hidrokarbon alifatik dapat memiliki rantai karbon mulai dari C_1 sampai C_{30} tergantung pada jenis senyawanya. Senyawa alifatik terbagi menjadi dua kategori utama yaitu senyawa alifatik jenuh dan senyawa alifatik tak jenuh. Senyawa alifatik jenuh memiliki rantai karbon yang hanya terdiri dari ikatan tunggal dan yang termasuk didalamnya adalah senyawa alkana. Sementara itu, senyawa alifatik tak jenuh memiliki rantai karbon yang mengandung ikatan ganda (alkena) atau ikatan tripel (alkuna). Contoh dari hidrokarbon alifatik antara lain, butana, heksadekana, isopentana, propena, dan lain-lain.

2) Hidrokarbon Aromatik

Hidrokarbon aromatik adalah senyawa yang memiliki struktur cincin benzena yang terdiri dari enam atom karbon yang masing-masing terikat pada satu atom

hidrogen. Kondisi ini menyebabkan satu elektron tersisa sehingga menyebabkan ikatan ganda dapat terbentuk. Ikatan ganda dalam cincin benzena tidak terletak pada posisi tetap melainkan dapat berpindah-pindah. Keadaan inilah yang menyebabkan senyawa ini sukar didegradasi dan lebih tahan terhadap beberapa reaksi kimia (Wilbraham *et al.*, 1992). Hidrokarbon aromatik dibagi menjadi dua kelompok yaitu polisiklik aromatik dan monosiklik aromatik.

Hidrokarbon aromatik polisiklik atau biasa dikenal dengan sebutan PAH merupakan senyawa organik yang mempunyai cincin aromatik lebih dari satu molekul hidrokarbon. Secara umum, PAH dapat memiliki rantai karbon dari C_8 sampai C_{20}. PAH adalah kelompok senyawa polutan yang berbahaya bagi lingkungan karena memiliki sifat karsiogenik dan mutagenik terhadap organisme dan manusia (Marr *et al.*, 1999). Senyawa PAH berasal dari sumber petrogenik (bahan bakar fosil) dan pirogenik (pembakaran bahan organik) serta memiliki karakteristik seperti lipofilik atau rendahnya kelarutan dan kemampuan teradsorpsi ke dalam organisme dan sedimen melalui reaksi transformasi biotik dan abiotik (Macias-Zamora *et al.*, 2002). Senyawa ini dapat ditemukan di semua lingkungan, baik tanah, perairan, maupun udara. PAH dapat terkandung dalam emisi kendaraan bermotor berbahan bakar diesel dan oli (Zulaihah, 2015). Beberapa contoh hidrokarbon PAH yaitu senyawa Naphthalene yang biasa digunakan dalam pembuatan plastik, senyawa Phenanthrene yang biasa terkandung dalam asap rokok dan asap kendaraan, senyawa Pyrene yang terdapat dalam oli, dan masih banyak lagi.

Hidrokarbon aromatik monosiklik adalah senyawa organik yang memiliki satu cincin aromatik dalam strukurnya. Hidrokarbon monoaromatik terdiri dari senyawa-senyawa seperti benzena, toluena, etilbenzena, dan xilena (BTEX). Benzena memiliki turunan termasuk fenol, anilin, asam benzonat, toluena, dan lain-lain (Kusumaningati, 2012). Hidrokarbon monoaromatik biasanya memiliki rantai karbon dari C_6 sampai C_{10} meskipun beberapa senyawa dapat memiliki sedikit lebih banyak karbon dalam struktur yang lebih kompleks. Senyawa ini sering ditemukan di daerah industri yang memproduksi plastik, serat sintetis, pelarut, cat yang menggunakan senyawa ini sebagai bahan baku dalam proses pembuatan produk-

produk tersebut. Industri-industri ini menghasilkan limbah padat yang mengandung BTEX dalam skala megaton setiap tahunnya (Hardwood *et al.*, 1997). Selain itu, senyawa ini juga dapat ditemukan di bengkel cat kendaraan karena menggunakan bahan utama cat dan pelarut yang mengandung benzena dan toluena (Stoye *et al.*, 2000).

2.4.2 *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH)

Secara umum, sifat fisik dan kimia senyawa hidrokarbon seperti berat molekul dan volatisitas mempengaruhi perilakunya di lingkungan. Senyawa ini dapat bertahan lama di tanah dibandingkan di udara karena sifat hidrofobiknya yang membuat senyawa ini sulit terurai dalam air dan lebih cenderung terakumulasi dalam matriks tanah. Hal ini mengakibatkan senyawa tersebut terperangkap dalam pori-pori tanah dan dapat memperlambat proses degradasi. Meskipun termasuk dalam senyawa yang cepat menguap, tetapi senyawa ini dapat mencemari tanah dan berpotensi negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan dengan paparan jangka panjang.

Salah satu cara untuk memantau pencemaran akibat produk minyak bumi di tanah adalah dengan mendeteksi seluruh komponen hidrokarbon, yang dikenal dengan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Menurut Ali (2012), TPH adalah pengukuran konsentrasi hidrokarbon minyak sebagai pencemar dalam tanah yang dinyatakan dalam satuan mg hidrokarbon/kg tanah atau persen (%). Metode pengukuran ini terdiri dari dua tahap, yaitu :

a) Tahap ekstraksi, dimana senyawa minyak dipisahkan dari sampel air atau tanah.
b) Tahap kuantifikasi, dilakukan dengan metode Gravimetri atau alat seperti *Gas Chromatography* (GC) atau *Infrared* (IR) *analyzer*.

Gravimetri merupakan metode analisis kuantitatif yang didasarkan pada pengukuran berat suatu senyawa tertentu dalam sampel. Pada dasarnya, metode ini melibatkan pengukuran berat komponen yang dipisahkan melalui proses fisik atau kimia. Prinsip utamanya adalah mengendapkan senyawa target, yang kemudian diukur setelah pengeringan untuk memastikan tidak ada sisa air atau zat pengotor lainnya. Hal penting yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ini yaitu

memastikan keakuratan dan presisi metode dalam setiap langkah-langkah proses yang dilakukan (Wells, 2000). Kelebihan metode gravimetri yaitu tidak memerlukan zat pembanding dan alat yang digunakan hanya neraca analitik. Gravimetri juga dianggap sebagai metode analisis yang paling sederhana dibandingkan dengan metode analisis lainnya (Darma *et al.,* 2020) karena kandungan zat dapat ditentukan dengan langsung menimbang massa zat yang telah dipisahkan dari komponen lainnya (Romelan, 2019).

Dalam analisis TPH, metode ini biasa digunakan untuk menentukan kandungan hidrokarbon dengan cara menguapkan pelarut yang digunakan untuk mengekstrak TPH dari sampel tanah dan menimbang residu yang tersisa. Metode ini memberikan hasil yang akurat dalam penentuan konsentrasi TPH pada sampel tanah, terutama di area yang terkontaminasi oleh produk minyak bumi seperti bengkel cat mobil. Teknik ini dinilai sangat efektif dalam mendeteksi berbagai jenis senyawa hidrokarbon, baik yang ringan maupun berat yang dapat mempengaruhi kualitas tanah dan air.

2.4.3 *Fate* dan *Transport* Senyawa Hidrokarbon dalam Tanah

Fate dan *Transport* suatu pencemar dalam tanah merupakan perilaku, nasib akhir, dan pergerakan pencemar tersebut ketika masuk dalam ekosistem tanah. Badan Lingkungan Eropa memperkirakan bahwa 50-60% kontaminan utama yang mempengaruhi tanah adalah senyawa hidrokarbon (EEA, 2014 dalam Grifoni *et al.*, 2020). TPH sering dijadikan sebagai indikator pencemaran tanah karena dampaknya yang signifikan terhadap kualitas tanah dan kesehatan ekosistem. Senyawa ini dapat masuk ke lingkungan akibat kebocoran, tumpahan, atau pembuangan limbah yang tidak tepat (Sutanto *et al.*, 2020).

Setelah TPH masuk ke dalam tanah, senyawa ini bisa mengalami beberapa proses yang dapat mempengaruhi keberadaannya dalam waktu yang panjang di lingkungan. Hidrokarbon dengan ukuran molekul kecil seperti hidrokarbon monoaromatik, cenderung lebih mudah menguap dari tanah ke udara. Sebaliknya, TPH dengan ukuran molekul lebih besar seperti PAH, cenderung menempel pada partikel tanah, proses penyerapan atau adsorpsi ini menyebabkan senyawa hidrokarbon lebih stabil di tanah dan sulit berpindah tempat (Bussian *et al.*, 2021).

Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) dapat berpindah dan menyebar di dalam tanah melalui berbagai mekanisme seperti infiltrasi, kelarutan dalam air, difusi, dan aliran permukaan, yang memungkinkan senyawa hidrokarbon ini bergerak dari sumber pencemar ke area yang lebih luas. Faktor-faktor seperti tekstur tanah, kadar air, dan kandungan bahan organik mempengaruhi laju dan arah distribusi TPH dalam tanah. Secara alami, TPH dapat mengalami penguapan dan emulsifikasi dalam air (Juliani *et al.,* 2011). Hidrokarbon monoaromatik dengan struktur sederhana cenderung cepat menyebar di lingkungan atau tanah karena memiliki sifat yang mudah larut dalam air (Arafa, 2003 dalam Prasetyo 2018).

Tanah yang memiliki tekstur berpasir yang memiliki porositas tinggi dan banyak celah lebih cepat menyerap TPH dibandingkan tanah lempung yang memiliki porositas rendah atau lebih padat akan memperlambat pergerakan TPH. Di tanah yang memiliki permeabilitas tinggi, TPH dapat menyebar lebih cepat, mencapai lapisan tanah yang lebih dalam, dan bahkan mencemari air tanah. Hal ini menunjukkan bahwa jenis tanah memiliki pengaruh signifikan terhadap transportasi TPH, dimana tanah berpasir memungkinkan pergerakan TPH lebih cepat karena struktur fisiknya mendukung inflitrasi dan penyebaran sedangkan tanah lempung cenderung memperlambat aliran TPH. Pergerakan pencemar hidrokarbon dalam tanah mengikuti aliran air tanah secara vertikal yang disebabkan oleh gaya gravitasi dalam menarik air dan TPH ke lapisan yang lebih dalam. Selain itu, interaksi TPH dengan partikel tanah dan kondisi lingkungan seperti pH, suhu, dan keberadaan mikroorganisme dapat mempengaruhi kelarutan dan adsorpsi sehingga mempercepat atau menghambat pergerakan vertikalnya.

2.4.4 Dampak Pencemaran Hidrokarbon

Tanah yang tercemar senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam cat yang tercampur pelarut, dapat menganggu keseimbangan ekosistem serta mengurangi aktivitas dan populasi organisme tanah (Mukaromah *et al*., 2013). Sumber pencemaran di sekitar bengkel pengecatan melibatkan limbah dari proses pengecatan, seperti limbah logam, kain lap bekas oli, serta limbah kaleng cat dan pelarut (*thinner*). Limbah-limbah tersebut mengandung *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH).

Senyawa TPH yang bersifat toksik dapat berakumulasi dan mempengaruhi organisme yang hidup di dalam tanah. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati dan kerusakan ekosistem serta menganggu rantai makanan. Selain itu, paparan jangka panjang terhadap TPH dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia, termasuk risiko gangguan sistem saraf, efek karsiogenik, dan dampak serius lainnya. Menghirup *toluene* yang merupakan salah satu senyawa TPH dengan konsentrasi yang besar selama beberapa jam dapat menyebabkan kelelahan, sakit kepala, mual, dan kantuk. Namun, ketika paparannya berhenti gejalanya akan hilang (Sayed *et al.,* 2021). Hal tersebut relevan dengan penelitian Darlina *et al.,* (2018), yang menunjukkan bahwa kerusakan DNA lebih dipengaruhi oleh konsentrasi zat paparan daripada masa kerja dimana pekerja dengan masa kerja kurang dari 8 tahun terpapar senyawa hidrokarbon BTX dengan tingkat paparan yang signfikan meskipun pekerja tersebut memiliki masa kerja yang lebih singkat. Dengan begitu, dapat di garis bawahi bahwa, meskipun masa kerja tidak menjadi faktor penentu dalam bahaya kesehatan tetapi konsentrasi tinggi zat berbahaya dapat mengancam kesehatan pekerja. Sehingga, pengawasan dan pengelolaan lingkungan yang lebih baik terhadap paparan zat berbahaya di lingkungan kerja perlu di perhatikan. Salah satu contohnya yaitu pemantauan pencemaran tanah dan penggunaan APD yang memadai dapat menjadi langkah kecil untuk meminimalisirkan dampak yang akan terjadi.

2.5 Studi Literatur

Berikut adalah Tabel 2.1 yang menunjukkan penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
(Adeniyi *et al.*, 2002)	*Determination of total petroleum hydrocarbons and heavy metals in soils within the vicinity of facilities handling refined*	Sampel tanah di ambil secara acak di 2 SPBU, 2 bengkel otomotif, dan 1 stasiun PLN. Sampel kontrol diambil di dua area pemukiman dengan kepadatan rendah. TPH diukur secara gravimetri. Hasilnya

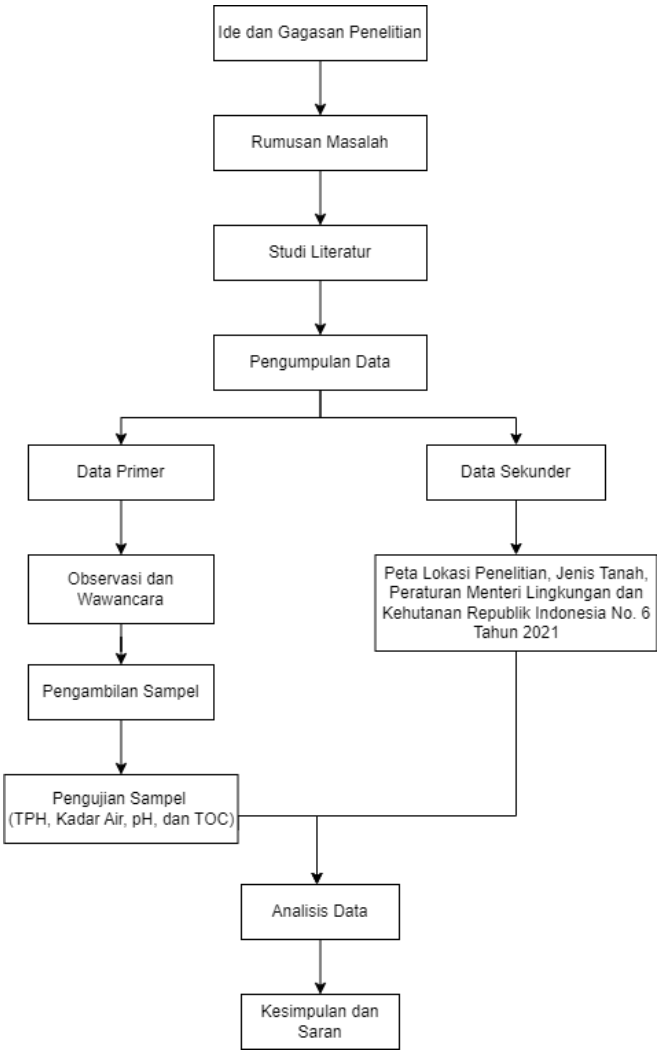
Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	petroleum products in Lagos metropolis	menunjukkan bahwa tingkat TPH dilokasi yang diteliti lebih tinggi dibandingkan dengan sampel kontrol. Rata-rata TPH di SPBU adalah 399,83 ± 106,19 dan 450,83 ± 90,58 µg/g; di bengkel otomotif, 362,60 ± 185,84 dan 428,55 ± 119,00 µg/g; dan di stasiun PLN, 356,20 ± 210,30 µg/g, sedangkan rata-rata kontrol adalah 26,63 ± 4,58 µg/g. Ini menunjukkan bahwa penanganan produk pertoleum yang tidak tepat berpotensi menyebabkan kontaminasi tanah.
(Sasmita *et al.*, 2021)	Pengaruh Penambahan Biochar Terhadap Penurunan Kadar Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi	Biochar yang dibuat dari limbah pertanian seperti cangkang kelapa sawit dan tandan kosong berpotensi digunakan untuk memperbaiki tanah terkontaminasi hidrokarbon. Penelitian ini mengevaluasi efek aplikasi biochar pada tanah yang tercemar minyak bumi untuk mengurangi kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Biochar ditambahkan dengan dosis 3%, 5%, dan 7%. Kadar TPH dianalisis setiap minggu selama empat minggu. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan biochar meningkatkan degradasi TPH, dimana dengan dosis 7% memberikan penurunan kadar TPH tertinggi yaitu 60,65% untuk cangkang kosong dan 54,1% untuk tandan kosong, serta 32,79% tanpa biochar.
(Faizaty R.A, 2021)	Analisis Dan Pemetaan Karakterisasi Tanah, Kandungan Kadmium (Cd) dan Total Petroleum Hydrocarbon Pada Tanah	Penelitian ini bertujuan untuk memetakan karakteristik tanah serta mengukur kandungan Kadmium (Cd) dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) di area PT.X serta merencanakan penanganan

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	Tercemar oleh Kegiatan Perbengkelan di PT.X	dengan Bioremediasi. Penelitian dimulai dengan menetukan titik pencemaran dan menganalisis suhu, pH, kadar air, kandungan Cd, dan TPH pada sampel tanah. Hasilnya menunjukkan suhu tanah 26-33 °C, pH 4,8-6,3, kadar air 1,5-10%, kandungan Cd 0,02-1,09 ppm dan TPH 800.000 - 4.700.000 ppm.
(Wahidin N.N, 2010)	Bioremediasi Limbah Minyak Berat Secara Pengomposan Menggunakan Teknik Landfarming Terbuka	Penambahan kompos dapat menurunkan nilai TPH pada semua sampel. Rasio kompos dan limbah minyak berat 1:1 menunjukkan penurunan TPH terendah yaitu 2,65% serta persen degradasi hidrokarbon mencapai 73,61%
(Rusli A.H, 2019)	Bioremediasi Tanah dengan Teknik Composting di PT.X Yogyakarta	Pengambilan sampel tanah di dekat penyimpanan oli bekas dan dekat lokasi pencucian rangka bawah dan mesin diesel kereta api lokomotif. Penelitian ini mengukur kadar pH Tanah menggunakan pH meter, suhu tanah menggunakan termometer, kadar air dan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) menggunakan metode gravimetri. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan paling efektif dalam menurunkan konenstrasi TPH adalah penambahan kompos hijau 10% yang mampu mengurangi konsentrasi TPH sebesar 47%. Perlakuan dengan penambahan kompos kandang 20% mengikuti dengan penurunan sebesar 45%.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari data uji sampel tanah sedangkan data sekunder diperoleh dari survei, jurnal, literatur, buku-buku terkait penelitian serta obervasi dan wawancara. Berikut merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan terhitung dari awal Juni sampai akhir Agustus tahun 2024. Sampling dilakukan di salah satu bengkel cat mobil yang termasuk jenis bengkel terbuka atau jenis bengkel yang tidak memiliki lantai permanen (seperti semen atau aspal) dan beroperasi di atas tanah alami. Lokasi bengkel cat mobil tersebut berada di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Pemilihan titik sampling dilakukan dengan cara *purposive*. *Purposive* adalah pemilihan lokasi secara sengaja berdasarkan pertimbangan peneliti, dimana lokasi tersebut dianggap memenuhi unsur-unsur yang diperlukan untuk penelitian (Winarmadani, 2019). Titik sampling yang dipilih yaitu tanah yang ada dalam bengkel tersebut dengan didasarkan pada beberapa aktivitas seperti area proses pengecatan, tempat penyimpanan bahan cat dan pelarut, tempat pencucian alat, dan di sekitar bengkel. Salah satu titik di area proses pengecatan di asumsikan sebagai sumber pencemar. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 10 titik dengan kedalaman 10 cm. Jumlah total sampel tanah yang diuji yaitu 10 sampel. Sampel tanah kemudian dibawa ke laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia untuk diteliti lebih lanjut kandungan TPH yang terkandung dalam tanah. Berikut merupakan titik lokasi sampling yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 :

Gambar 3. 2 Titik Lokasi Sampling

Tabel 3. 1 Deskripsi dan Koordinat Titik Sampling

No	Kode Sampel	Deskripsi Titik Sampling	Titik Koordinat		Jarak dari Sumber
			X	Y	
1.	Titik 1	Area pengecatan (Sumber)	-7.714542	110.363181	0 m
2.	Titik 2	Area penyimpanan alat dan bahan	-7.714247	110.363466	3 m
3.	Titik 3	Area pencucian alat dan tangan	-7.714547	110.363085	5 m
4.	Titik 4		-7.714534	110.363220	2 m
5.	Titik 5	Area Pengecatan	-7.714550	110.363283	4 m
6.	Titik 6		-7.714546	110.363230	2 m
7.	Titik 7	Area pembuangan limbah	-7.714615	110.363112	9 m
8.	Titik 8	Area samping bengkel	-7.714591	110.363240	5 m
9.	Titik 9		-7.714641	110.363139	13 m
10.	Titik 10	Area belakang bengkel	-7.714496	110.363060	8 m

Selain itu, juga dilakukan pemilihan lokasi untuk pengambilan sampel *soil control. Soil control* atau tanah kontrol untuk penelitian umumnya merujuk pada sampel tanah yang di ambil di area yang tidak terkontaminasi atau terpapar oleh faktor-faktor yang diuji dalam penelitian. Fungsi *soil control* yaitu sebagai pembanding dengan tanah yang terpapar aktivitas bengkel cat. Pemilihan lokasi untuk soil control dilakukan di daerah yang jauh dari pemukiman dan kegiatan persawahan untuk menghindari adanya kontaminan lain yang tidak diinginkan. Pada penelitian ini, *soil control* diambil di kawasan hutan yang berada di bagian utara kabupaten Sleman sebanyak 3 titik sampling. Berikut merupakan Tabel 3.2 koordinat titik sampling *soil control* :

Tabel 3. 2 Titik Koordinat Sampling *Soil Control*

No	Kode Sampel	Deskripsi Titik Sampling	Titik Koordinat	
			X	Y
1.	*Soil Control* 1	Area Kawasan Hutan	-7.352614	110.254102
2.	*Soil Control* 2		-7.352608	110.254039
3.	*Soil Control* 3		-7.352609	110.254211

3.3 Alat dan Bahan

Berikut adalah Tabel 3.3, alat dan bahan yang digunakan selama penelitian mulai dari pengambilan hingga pengujian di laboratorium :

Tabel 3. 3 Daftar Alat dan Bahan yang digunakan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Alat Pengambilan Sampel	*Cool Box*	1	Buah	Menyimpan sampel tanah agar tidak cepat menguap
2		Bor Tangan	1	Buah	Mengambil sampel tanah
3		Aluminium Foil	1	Gulung	Membungkus sampel tanah
4		Meteran	1	Buah	Mengukur kedalaman titik pengambilan sampel tanah
5		Sendok Besi	1	Buah	Mengambil sampel tanah
6		Plastik Ziplock	10	Buah	Menyimpan sampel tanah
No	**Jenis Alat**	**Nama Alat**	**Jumlah**	**Satuan**	**Fungsi**
7	Alat Pengujian Laboratorium	Ayakan 2 mm	1	Buah	Menyaring sampel tanah
8		Botol Vial	1	Buah	Penyimpanan sampel tanah sebelum di uji TOC dan TPH
9		Labu ukur 10 ml	2	Buah	Wadah pembuatan larutan uji TOC
10		Erlenmeyer 250 ml	1	Buah	Wadah pembuatan Larutan $K_2Cr_2O_7$
11		Gelas Beaker 100 ml	3	Buah	Wadah pembuatan uji pH menggunakan KCl
12		Pipet ukur 5 ml	1	Buah	Menambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ kedalam sampel TOC
13		Pipet ukur 1 ml	1	Buah	Menambahkan larutan H_2SO_4 kedalam sampel TOC
14		Spektrofotometer	1	Buah	Analisa senyawa TOC

15		*Fisher Strirrer*	3	Buah	Alat pengadukan pada uji pH
16		Magnet	3	Buah	Alat pengaduk uji pH
17		pH Universal	10	Buah	Alat uji pH sampel tanah
18		Oven	1	Buah	Menghilangkan kadar air pada tanah dan cawan porselen
19		Cawan porselen	2	Buah	Wadah menguji kadar air
20		Neraca Analitik	1	Buah	Menimbang tanah untuk uji TOC, TPH, kadar air dan pH
21		*Waterbath*	1	Buah	Menguapkan sampel tanah uji TPH
22		Desikator	1	Buah	Mengeringkan sampel tanah setelah di oven
23		Mortir	1	Buah	Menghaluskan sampel tanah untuk uji TPH
24		Corong	3	Buah	Wadah untuk menyaring sampel tanah
25		Kertas Saring	10	Buah	Memisakan tanah dengan cairan sampel
26		Gelas Ukur 25 ml	3	Buah	Wadah penyaringan sampel yang sudah ditambahkan n-heksana
No	**Jenis Bahan**	**Nama Alat**	**Jumlah**	**Satuan**	**Fungsi**
27	Bahan Pengujian Laboratorium	Sampel Tanah tercemar di bengkel cat	10	Buah	sampel penelitian
28		Es batu	3	Buah	Menjaga suhu tanah agar tetap stabil
29		Larutan $K_2Cr_2O_7$	5	mL	Sebagai pelarut uji TOC
30		Larutan H_2SO_4	7,5	mL	Sebagai pelarut uji TOC
31		Larutan standar glukosa	25	mL	Sebagai standar uji TOC

32		Aquades	Secukupnya	mL	Sebagai pengencer larutan
33		Larutan KCl	100	mL	Sebagai pelarut uji pH
34		n-heksana	100	mL	Sebagai pelarut uji TPH

3.4 Observasi dan Wawancara

Observasi dan wawancara merupakan suatu metode yang diperlukan pada penelitian ini yang nantinya digunakan sebagai data pendukung untuk menentukan titik sampling tanah yang tercemar senyawa hidrokarbon seperti TPH di bengkel pengecatan yang akan diteliti. Observasi dimulai dengan survey langsung ke bengkel terkait dengan mengamati area yang tercemar seperti tempat penyimpanan cat, tempat pembuangan limbah bengkel, area pencucian, area kerja proses pengecatan dan area sekitar bengkel. Setelah itu, dilakukan penentuan 10 titik sampling berdasarkan aktivitas dan area tersebut.

Wawancara dilakukan dengan pemilik bengkel untuk mengetahui kegiatan di bengkel tersebut dan cara penanganan limbah cat serta *thinner*. Aktivitas di bengkel ini yaitu melakukan pengecatan *body repair* kendaraan per panel (bagian tertentu) yang mengalami kerusakan, goresan, penyok, atau karat. Proses ini biasanya menggunakan campuran 1 liter cat dengan 2 liter *thinner* untuk pengerjaan cat kendaraan per panel misalnya pada bagian pintu kanan mobil. Pengerjaan cat *body repair* biasanya menangani 3 sampai 5 kendaraan per minggunya. Selain *body repair*, bengkel tersebut juga menangani pengecatan *full body* pada kendaraan dengan lama pengerjaan satu bulan untuk satu unit mobil. Selain itu, untuk pembersihan alat berupa spray gun membutuhkan thinner sebanyak ½ liter. Sisa thinner bekas pembersihan alat tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk membakar sampah. Limbah cat dan thinner yang sudah tidak terpakai dikumpul di samping bengkel dan biasanya di setor ke pengepul.

3.5 Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil ialah sampel tanah di salah satu bengkel cat yang berada di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampel di ambil

menggunakan metode *grab sampling* karena lahan bengkel yang tidak terlalu luas. *Grab sampling* merupakan metode pengambilan sampel langsung dari tanah. Metode ini sering digunakan untuk mempelajari pola distribusi di suatu area karena memudahkan pembuatan peta. Selain itu, metode ini juga memperhitungkan lokasi pengambilan sampel dan ukuran area yang diwakili, sehingga lebih efisien dalam hal waktu (Winarmadani, 2019). Sampel di ambil dari berbagai titik area aktivitas bengkel cat seperti kegiatan pengecatan kendaraan, penyimpanan bahan dan alat, tempat pencucian alat, tempat pembuangan limbah dan sekitar area bengkel.

Jumlah titik sampling dilakukan pada 10 titik pada tanah dengan kedalaman 10 cm. Pengambilan sampel dengan kedalaman ini dianggap praktis dan efisien karena dapat dicapai dengan mudah menggunakan alat sederhana seperti bor tangan manual. Kedalaman ini termasuk dalam lapisan tanah bagian atas yang umumnya langsung terpengaruh oleh aktivitas di bengkel cat mobil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang di lakukan Faizaty (2021) yang menunjukkan bahwa kadar TPH oleh kegiatan perbengkelan pada kedalam 10 cm lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 40 cm.

Pengambilan sampel ini memerlukan perhatian khusus untuk memastikan hasil yang akurat dan menghindari kontaminasi karena sampel tanah yang tercemar senyawa TPH dapat menguap karena termasuk senyawa volatil. Selain itu, sampel *soil control* juga di ambil sesuai prosedur yang sama dengan pengambilan sampel tanah di bengkel pengecatan mobil. Berikut merupakan prosedur pengambilan sampel tanah menggunakan bor tangan:

1) Pasang mata bor dengan tongkat bor kemudian putar bor tangan hingga mencapai kedalaman yang di inginkan yaitu 10 cm
2) Tarik bor tangan dan ambil sampel tanah yang ada dalam mata bor
3) Masukkan sampel tanah ke dalam alumunium foil
4) Tandai menggunakan label yang berisikan nama lokasi dan kode sampel
5) Simpan sampel di dalam *ice box* yang berisi es batu dengan suhu 4°C hingga analisis dilakukan
6) Lakukan kegiatan 1 sampai 5 pada titik sampling selanjutnya hingga titik sampling ke-10

Berikut Gambar 3.3 yang merupakan dokumentasi pengambilan sampel pada tanah di bengkel cat mobil X :

Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel

3.6 Prosedur Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan menguji parameter utama yakni kandungan TPH pada sampel tanah dan parameter pendukung yaitu sifat fisik dan kimia tanah yang mencakup kadar air, pH, dan *Total Organic Carbon* (TOC) pada sampel tanah bengkel cat mobil X maupun sampel *soil control*. Berikut merupakan Tabel 3.4 Metode dan Acuan Analisa Parameter yang di uji :

Tabel 3. 4 Metode dan Acuan Analisa Parameter

Parameter	Metode	Acuan
Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)	Gravimetri	EPA SW-846 method 8440
Kadar Air	Gravimetri	SNI 1965:2008
pH	Elektrometri	SNI 6787:2015
Total Organic Carbon (TOC)	Spektrofotometri	*Walkley-Black*

3.6.1 Pengujian *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH)

Pengukuran *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) umumnya dilakukan untuk mengevaluasi kontaminasi tanah oleh hidrokarbon yang berasal dari bahan bakar, minyak, atau produk berbasis minyak lainnya seperti cat dan pelarut (Nuryani *et al.*, 2020). Pengukuran kandungan TPH dalam tanah dilakukan dengan metode gravimetri, menggunakan n-heksana sebagai pelarut organik untuk memisahkan minyak dari sampel tanah. Prosedur pengujian TPH adalah sebagai berikut :

1) Menimbang botol vial menggunakan neraca analitik
2) Gerus sampel tanah dengan mortar hingga halus
3) Ambil 5 gram sampel tanah untuk di analisis
4) Tambahkan 10 ml n-heksana sebagai pelarut organik
5) *Shaker* sampel dengan kecepatan tinggi untuk memungkinkan minyak terlepas dari sampel tanah
6) Ambil 5 ml supernatan dari sampel tanah
7) Uapkan supernatan di atas waterbath pada suhu 70°C
8) Timbang minyak yang diperoleh setelah evaporasi untuk menentukan jumlah yang ada dalam sampel setelah ekstraksi selesai

Berikut Gambar 3.4 yang merupakan dokumentasi proses pengujian *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) pada sampel tanah bengkel cat mobil X :

Gambar 3. 4 Proses Pengujian TPH

3.6.1 Pengujian Sifat Fisik dan Kimia Tanah

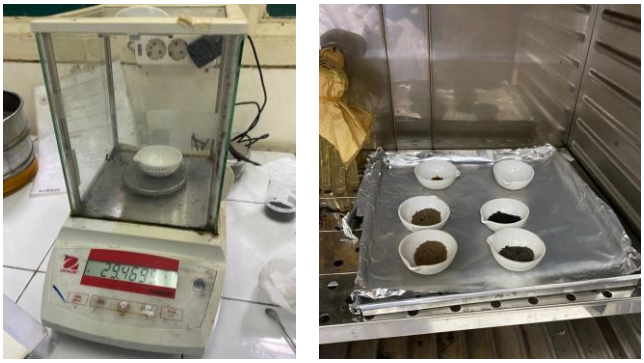
Berikut merupakan sifat fisik dan Kimia tanah yang diuji dalam penelitian ini meliputi pH tanah, Kadar Air dan *Total Organic Carbon* (TOC) :

a. Pengujian Kadar Air

Analisis kadar air pada tanah menggunakan metode gravimetri sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1965:2008 tentang cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium. Kadar air didapatkan dari berat tanah yang dihilang setelah dilakukan proses pemanasan di oven yang bersuhu 105°C. Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan analisis kadar air pada tanah :

1) Panaskan cawan kosong dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam
2) Keluarkan cawan dari oven dan dibiarkan dingin dengan memasukkan cawan ke dalam desikator selama 15 menit
3) Menimbang berat cawan kering yang kosong sebagai tempat benda uji kemudian catat beratnya
4) Masukkan sampel tanah pada cawan dan timbang berat cawan setelah terisi tanah menggunakan timbangan analitik kemudian dicatat
5) Masukkan cawan yang berisi tanah ke dalam oven pengering dengan suhu 105°C selama 1 jam
6) Dinginkan cawan tersebut ke dalam desikator selama 15 menit
7) Timbang cawan menggunakan neraca analitik dan catat hasilnya
8) Lakukan langkah 5, 6, 7 sampai mendapat berat konstan. Setelah itu, hitung kadar air dalam tanah

Berikut Gambar 3.5 yang merupakan dokumentasi proses pengujian kadar air pada sampel tanah bengkel cat mobil X :



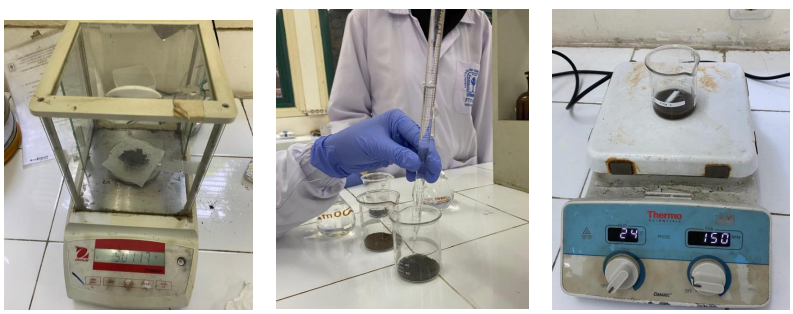
Gambar 3. 5 Proses Pengujian Kadar Air

b. Pengujian pH Tanah

Pengukuran pH tanah digunakan untuk mengetahui kualitas tanah. Keasaman atau pH tanah menggambarkan tingkat ketersediaan unsur hara makro maupun mikro di dalam tanah bagi pertumbuhan tanaman. Untuk pengukuran pH tanah, digunakan campuran KCL dan pH universal. Larutan KCL berfungsi sebagai larutan penyangga netral yang dapat memberikan hasil yang lebih akurat karena tidak mempengaruhi pH tanah yang diuji. Berikut merupakan prosedur pengujian pH tanah :

1. Timbang 5 gram sampel tanah dan tambahkan 10 ml larutan KCL ke dalam gelas beaker (ratio 1:2)
2. Kocok sampel dengan menggunakan *fisher stirrer* selama 30 menit hingga larutan tercampur homogen
3. Diamkan sampel selama 30 menit
4. Uji pH larutan menggunakan pH Universal

Berikut Gambar 3.6 yang merupakan dokumentasi proses pengujian pH pada sampel tanah bengkel cat mobil X :



Gambar 3. 6 Proses pengujian pH tanah

c. Pengujian *Total Organic Carbon* (TOC)

Saat menganalisis kandungan TOC dalam tanah, digunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 561 nm. Berikut merupakan langkah-langkah analisis kandungan TOC pada tanah :

1) Menimbang sampel tanah berukuran <0,5 mm sebanyak 0,05 gram
2) Masukkan ke dalam labu ukur 10 ml
3) Tambahkan 0,5 ml $K_2Cr_2O_7$ l N kemudian kocok
4) Tambahkan pula 0,75 ml H_2SO_4 lalu kocok dan diamkan selama 30 menit
5) Tambahkan air sampai pada tanda batas ke dalam labu ukur
6) Kemudian, ukur absorbansi larutan menggunakan spektrofotometer dengan panjang 561 nm lalu hitung presentase TOC dalam sampel

Berikut Gambar 3.7 yang merupakan dokumentasi proses pengujian Total Organic Carbon pada sampel tanah bengkel cat mobil X :

Gambar 3. 7 Proses Pengujian TOC

3.7 Pengolahan Data Uji

Berikut merupakan beberapa rumus perhitungan dalam pengolahan data dalam penelitian ini :

a. Perhitungan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH)

Kadar TPH dalam sampel tanah dihitung dengan menimbang berat tanah setelah pemisahan minyak menggunakan pelarut organik. Nilai TPH dalam tanah dihitung dengan rumus berikut :

TPH (%) = (e-a)/ 5 gram sampel x 100

Dimana :

- a = berat botol vial
- e = berat minyak

b. Perhitungan Kadar Air

Kadar air dalam sampel tanah di hitung sesuai dengan SNI 1965:2008 dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{Massa\ tanah\ sebelum\ Oven\ (g)\ x\ Massa\ tanah\ setelah\ oven\ (g)}{Massa\ tanah\ sebelum\ oven\ (g)}\ x\ 100$$

Massa tanah sebelum di oven di dapatkan dari hasil timbangan berat cawan dengan tanah basah (b) dikurangi berat cawan kosong (a). Begitupun juga dengan massa tanah setelah di oven didapatkan dari hasil timbangan berat cawan dengan tanah kering (c) dikurangi berat cawan kosong (a).

c. pH Tanah

Pengolahan data untuk uji pH melibatkan pemeriksaan larutan KCL serta pH sampel tanah. Sebelum menguji pH sampel tanah, perlu dilakukan pH larutan KCL. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mendapatkan data perbandingan antara pH larutan KCL sebagai pelarut dan pH dari sampel tanah itu sendiri.

d. Perhitungan *Total Organic Carbon* (TOC)

Kandungan TOC dalam sampel tanah diukur dalam satuan *Part per Million* (*ppm*) dan persentase. Untuk menentukan konsentrasi TOC dalam *ppm*, absorbansi sampel dimasukkan ke dalam persamaan regresi linear y = bx + a yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar glukosa dengan rentang konsentrasi 0 sampai 250 *ppm*. Selanjutnya, persentase TOC dihitung menggunakan rumus berikut :

- Rumus persentase TOC :

  C-Organik (%) = (*ppm* kurva x mL ekstraksi/1000 mL) x (100/mg sampel) x fk

- Rumus Faktor Koreksi (fk) untuk kadar air :

  fk = 100 / (100-% Kadar Air)

3.8 Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengidentifikasi kandungan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) pada tanah di area bengkel cat mobil.

3.8.1 Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif merupakan metode statistik yang berfungsi untuk mendiskripsikan, merangkum, dan menampilkan data secara jelas dan mudah dipahami. Penyajian data disajikan dalam bentuk dalam bentuk tabel dan visual seperti grafik, sehingga dapat dilihat kecenderungan hasil penelitian apakah termasuk kategori rendah, sedang, atau tinggi (Muhson, 2020)

3.8.2 Analisis Komparatif

Analisis komparatif adalah metode analisis yang digunakan untuk membandingkan dua atau lebih kelompok data atau variabel guna untuk menemukan persamaan dan perbedaan di antara kedua data. Dalam banyak kasus, analisis komparatif digunakan untuk menilai bagaimana suatu fenomena berbeda atau serupa dalam berbagai kondisi atau terhadap standar yang ditetapkan (Ary D *et al.,* 1982). Dalam penelitian ini, analisis komparatif digunakan dengan membandingkan hasil pengujian konsentrasi TPH dengan baku mutu lingkungan yang berlaku yakni Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2021.

3.8.3 Analisis Korelasional

Analisis korelasi statistik bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh TPH terhadap jarak dari sumber, kadar air, pH, dan TOC yang berdasarkan hasil pengujian pada setiap titik sampel. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah koefisien korelasi Pearson dan Spearman.

Koefisien korelasi (r) digunakan untuk mengukur seberapa kuat atau lemahnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Kekuatan hubungan antara kedua variabel ditunjukkan oleh nilai r. Jika nilai koefisien korelasi (r) mendekati 1 atau -1, itu menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara dua variabel. Nilai mendekati 1 menunjukkan korelasi positif yang kuat, artinya ketika salah satu variabel meningkat, variabel lain juga cenderung meningkat. Sebaliknya,

nilai mendekati -1 menunjukkan korelasi negatif yang kuat, artinya ketika salah satu variabel meningkat, variabel lain cenderung menurun. Jika nilai r mendekati 0, itu berarti hubungan antara kedua variabel sangat lemah atau tidak ada hubungan sama sekali. Interpretasi nilai r dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3. 5 nilai r beserta interpretasinya

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 Sodiq, 2016)

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

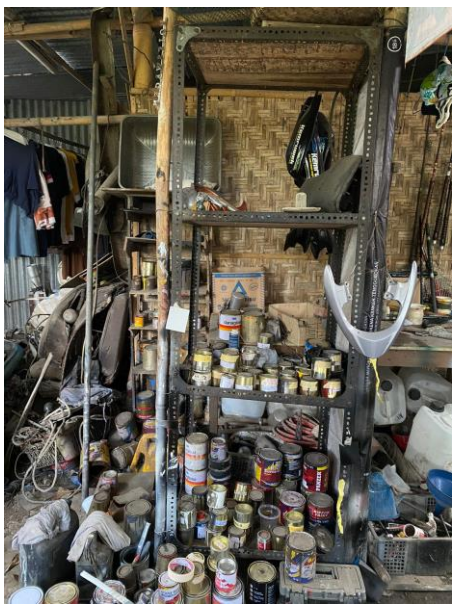
Lokasi yang dipakai dalam penelitian ini merupakan salah satu bengkel cat mobil yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bengkel cat mobil X merupakan tempat untuk melakukan pengecatan kendaraan mobil yang beroperasi sejak tahun 2020. Berdasarkan skala usaha, bengkel cat X termasuk dalam skala usaha kecil yang memiliki luas area sebesar 400 m² dengan jumlah pekerja yang sedikit. Bengkel ini menjalani layanan pengecatan *body repair* kendaraan per panel (bagian tertentu) yang mengalami kerusakan, goresan, penyok, atau karat. Selain *body repair*, bengkel tersebut juga menangani pengecatan *full body* pada kendaraan dengan lama pengerjaan satu bulan untuk satu unit mobil.

Proses pengecatan mobil dimulai dengan pengamplasan bodi mobil kemudian di aplikasikan primer sebelum ditimpa cat dasar. Cat yang digunakan yaitu cat duco yang telah di encerkan menggunakan pelarut (*thinner*). Proses ini biasanya menggunakan campuran 1 liter cat dan 2 liter *thinner* untuk pengerjaan cat kendaraan per panel misalnya pada bagian pintu kanan mobil. Cat tersebut dilapiskan pada bodi mobil menggunakan alat Spray Gun, kemudian diikuti pengaplikasian *clear coat* untuk tahap finishing. Setelah proses pengecatan di bengkel, kadangkala dilakukan penyiraman tanah menggunakan air untuk mengurangi debu dan partikel cat yang mungkin terlepas selama proses pengecatan

Pencucian alat seperti kuas dan Spray Gun biasanya dilakukan menggunakan air atau *thinner* untuk menghilangkan residu cat yang tersisa. pembersihan alat berupa spray gun membutuhkan thinner sebanyak ½ liter. Sisa thinner bekas pembersihan alat tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk membakar sampah. Limbah cat dan *thinner* yang sudah tidak terpakai dikumpul di samping bengkel dan biasanya di setor ke pengepul atau tukang rongsokan. Di bengkel ini, terdapat dua lokasi pencucian alat yakni di area depan dan belakang bengkel. Selain itu, tersedia rak susun untuk menyimpan bahan-bahan cat dan pelarut yang memudahkan akses saat proses pengecatan berlangsung.

Namun, dibalik proses pengecatan yang dilakukan, terdapat potensi pencemaran tanah yang dapat diakibatkan dari beberapa aktivitas di bengkel pengecatan mobil baik saat proses pengecatan maupun pembersihan alat dengan pelarut. Selama proses pengecatan, cat dapat mengalir ke tanah melalui spray gun atau tumpahan jika tidak dilakukan dengan hati-hati, sementara pencucian alat dapat menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Potensi pencemar yang terkandung dalam cat atau pelarut yaitu *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Berikut adalah gambaran kondisi bengkel pengecatan mobil:

Gambar 4. 1 Area Proses Pengecatan (Sumber Titik 1)



Gambar 4. 2 Tempat Penyimpanan Alat dan Bahan Cat (Titik 2)

Gambar 4. 3 Area Pencucian Belakang (Titik 3)

Gambar 4. 4 Area Pencucian Depan (Titik 4)

4.2 Data Hasil Observasi Lapangan

Dalam penelitian ini, Sampel tanah di ambil sebanyak 10 titik dengan menganggap area proses pengecatan menjadi lokasi sumber potensial pencemar. Selain itu juga di ambil sampel tanah di beberapa area sekitar sumber untuk

mengetahui tingkat penyebaran kontaminasi. Berikut merupakan Tabel 4.1 yang menunjukkan kondisi tanah pada lokasi penelitian :

Tabel 4. 1 Kondisi Tanah Titik Sampling

Titik Lokasi	**Kondisi Tanah**	**Gambar**
Titik 1	Titik lokasi ini terletak di area berlangsungnya proses pengecatan mobil dan berpotensi mengalami kontaminasi oleh limbah cat. Hal tersebut dapat dilihat dari warna tanah yang tidak merata.	
Titik 2	Titik lokasi ini merupakan area dekat dengan tempat penyimpanan alat dan bahan cat serta pelarut dan seringkali juga dilakukan proses pengerjaan cat. Lokasi ini memiliki potensi kontaminasi tanah akibat kemungkinan kebocoran atau tumpahan bahan-bahan tersebut	

Titik Lokasi	Kondisi Tanah	Gambar
Titik 3	Titik lokasi merupakan area pencucian alat yang terletak di bagian belakang bengkel. Meskipun begitu, pencucian alat jarang dilakukan di sini, kegiatan pencucian lebih sering dilakukan di area depan bengkel.	
Titik 4	Titik lokasi ini merupakan area pencucian alat yang terletak di bagian depan bengkel Proses pencucian biasanya menggunakan sikat dan di rendam menggunakan pelarut seperti *thinner* kemudian di bilas dengan air. Aktivitas ini menghasilkan limbah cair yang kemungkinan dapat mencemari tanah akibat paparan bahan kimia yang terkandung di dalamnya.	

Titik Lokasi	Kondisi Tanah	Gambar
Titik 5	Titik lokasi ini berada di area depan bengkel dekat dengan jalan dan juga merupakan tempat aktivitas pengecatan mobil yang rentan terhadap kontaminasi bahan cat dan pelarut.	
Titik 6	Titik lokasi ini merupakan area proses pengecatan yang dapat terkena dampak langsung dari aktivitas pengecatan seperti ceceran cat saat sedang melakukan proses pengecatan.	

Titik Lokasi	Kondisi Tanah	Gambar
Titik 7	Titik lokasi ini terletak di luar bengkel, tepatnya berada di samping bagian belakang bengkel dan biasanya dijadikan tempat pembuangan sementara limbah cat dan *thinner* sebelum disetor ke pengepul. Titik ini dipilih karena tidak dilalui banyak kendaraan masuk dan berada di area terbuka.	
Titik 8	Titik lokasi ini berada di luar bengkel tepatnya di bagian samping bengkel yang di tumbuhi oleh beberapa tumbuhan. Pemilihan lokasi ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penyebaran kontaminan ke area sekitar sumber pencemar.	

Titik Lokasi	Kondisi Tanah	Gambar
Titik 9	Titik ini terletak diluar bengkel yakni di area terbuka yang berada di samping bengkel yang di tumbuhi beberapa pohon dan juga dekat dengan area pembakaran sampah dengan bahan bakar sisa pelarut saat proses pencucian.	
Titik 10	Titik lokasi ini terletak di area belakang bengkel dengan kondisi atap yang terbuka. Lokasi ini juga merupakan tempat parkir mobil yang sudah tidak digunakan.	

Kondisi tanah di bengkel cat mobil X yang tercemar cat menunjukkan perubahan fisik pada lapisan tanahnya. Saat melakukan sampling pada kedalaman 10 cm, terlihat perbedaan warna yang signifikan dari cokelat kehitaman ke cokelat. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh pencemaran hidrokarbon dari bahan kimia yang terkandung di cat dengan campuran *thinner*. Selain itu, tanah di lokasi penelitian termasuk dalam jenis tanah regosol.

Regosol adalah jenis tanah yang sedang dalam proses pembentukan. Tanah ini terbentuk dari akumulasi bahan induk yang baru saja diendapkan yang berasal dari lokasi lain dan kemudian terakumulasi di tempat tersebut. Tanah regosol di bengkel pengecatan mobil umumnya bertekstur kasar atau memiliki kandungan pasir yang tinggi. Jenis tanah ini bertekstur kasar dan berfraksi pasir 60% sehingga porositas tanah ini tergolong baik karena didominasi oleh pori-pori makro, namun memiliki tingkat kesuburan yang rendah akibat unsur hara yang mudah tercuci (Darmawijaya, 1990). Selain itu, tanah regosol dikenal memiliki kandungan organik yang rendah (0,95%), yang menyebabkan kemampuan tanah ini untuk menyimpan air dan unsur hara juga sangat rendah (Gunadi *et al.,* 2005).

4.3 Hasil dan Pembahasan Analisa Data

Analisis data dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi tanah di lokasi penelitian dengan menganalisis parameter utama yaitu *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) serta sifat fisik dan kimia tanah seperti Kadar Air , pH, *Total Organic Carbon* (TOC).

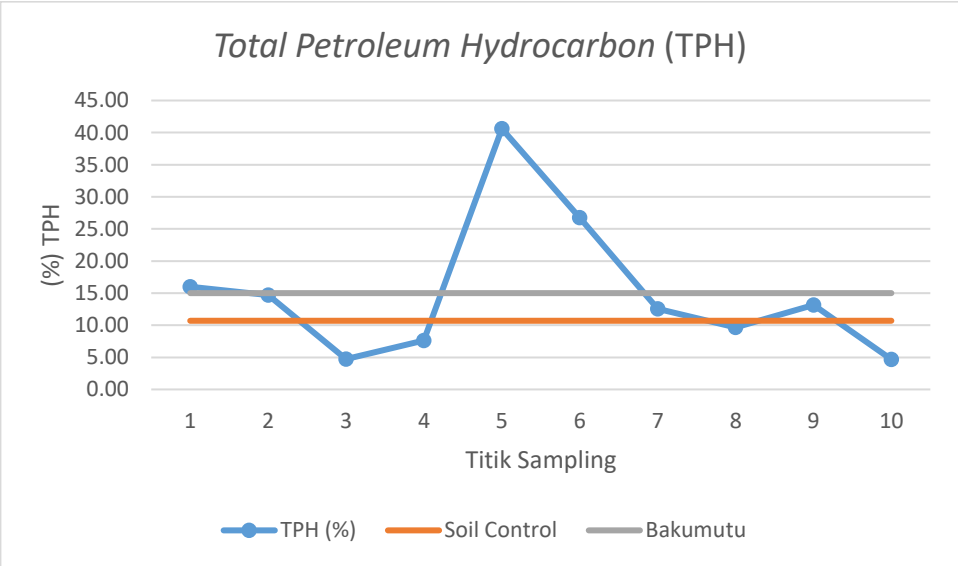
4.3.1 Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)

Konsetrasi TPH diukur menggunakan metode gravimetri untuk menentukan tingkat penghilangan TPH pada tanah tercemar cat dan pelarut. Sampel tanah yang telah dihilangkan kadar airnya kemudian digerus dan ditimbang sebanyak 5 gram. Sampel tersebut dimasukkan ke botol vial lalu ditambahkan 10 ml n-heksana. Kemudian, sampel di *shaker* dengan kecepatan tinggi hingga sampel tanah mengeluarkan minyak. Supernatan disaring dengan kertas saring ke dalam labu ukur untuk mengukur ml ekstrak supernatannya lalu di masukkan ke dalam botol vial. Setelah itu, uapkan botol vial yang berisi supernatan menggunakan *waterbath*

pada suhu 70°C hingga hanya tersisa minyak pada sampel. Timbang minyak yang tersisa dan catat berat botol vial tersebut. Berikut merupakan Tabel 4.2 dan Grafik 4.5 yang menunjukkan kadar (%) *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) di tiap sampel :

Tabel 4. 2 Kadar TPH (%) sampel tanah

Titik	**Sampel Tanah**	**Rata-rata TPH *Soil Control***	**Bakumutu TPH PERMEN LHK NO. 6 Tahun 2021**
1	16 %	10,70 %	15 %
2	14,70 %		
3	4,73 %		
4	7,63 %		
5	40,60 %		
6	26,74 %		
7	12,58 %		
8	9,66 %		
9	13,13 %		
10	4,68 %		



Gambar 4. 5 Grafik TPH (%)

Berdasarkan hasil Tabel 4.2 dan Grafik 4.5 di atas konsentrasi TPH pada tanah di Bengkel Mobil Cat X berkisar dari 4,68% sampai 40,60%. *Total Petroleum Hydrocarbon* pada sumber pencemar yang merupakan area pengecatan memiliki konsentrasi sebesar 16%. Namun, konsentrasi tertinggi ditemukan di titik 5 dengan

nilai 40,60% dan titik 6 dengan nilai 26,74%. Ketiga titik tersebut merupakan area proses pengecatan mobil sehingga tingginya konsentrasi TPH disebabkan karena saat pengerjaan pengecatan, adanya konsentrasi tinggi bahan cat dan pelarut yang digunakan yang mengandung senyawa hidrokarbon tercecer dan masuk ke permukaan tanah. Beberapa cat dan pelarut mengandung senyawa organik yang diperoleh dari produk minyak bumi (Anwaht, J. G. 2007). Meskipun begitu, tingginya konsentrasi TPH di titik 5 kemungkinan disebabkan oleh faktor tambahan seperti dekatnya lokasi sampling dengan area jalan yang sering dilalui kendaraan. Hal ini, Emisi kendaraan mengandung senyawa hidrokarbon berupa PAH dimana senyawa ini dapat terdispersi ke udara dan mengendap ke permukaan tanah (Zulaihah, 2015). Selain itu, pada titik 8 konsentrasi TPH menunjukkan konsentrasi 9,66% tetapi kondisi lingkungan terutama vegetasi pada area tersebut memiliki respon yang tahan terhadap kontaminan karena memperlihatkan adanya pertumbuhan tanaman pare pada lokasi ini. Hal ini karena, tanaman tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan yang tidak ideal (Lopez *et al.,* 2017). Meskipun begitu, pencemar TPH dapat memberikan dampak negatif misalnya menyebabkan stress fisiologis yang dapat terlihat dari penurunan ukuran buah atau kualitas hasil panen yang tidak optimal.

Sedangkan untuk hasil terendah dengan nilai 4,68% dan 4,73% terletak pada titik 10 dan 3. Titik 3 merupakan area pencucian alat sehingga adanya aliran air dari proses pencucian dapat membantu mengurangi akumulasi hidrokarbon di tanah. Sementara itu, titik 10 merupakan area belakang bengkel yang tidak memiliki atap sehingga memungkinkan untuk air hujan atau sinar matahari dapat langsung terpapar ke tanah dan juga area belakang ini jarang digunakan atau dilalu-lalang orang sehingga dapat mengurangi konsentarsi TPH. Saat pengambilan sampel, kondisi lingkungan pada titik 10 dipenuhi dengan dedaunan kering, oleh karenanya TPH pada titik ini memiliki konsentrasi rendah karena telah terdegradasi oleh bahan organik dan mikroorganisme dalam tanah tersebut.

Hasil pengujian TPH pada *Soil Control* menunjukkan nilai rata-rata yaitu 10,70%, yang mencerminkan kondisi lingkungan yang berlokasi di kawasan hutan dan jauh dari pemukiman dapat mengurangi akumulasi hidrokarbon dalam tanah.

Jika dibandingkan dengan hasil pada setiap tititk sampel tanah bengkel cat X memiliki konsentrasi TPH bervariasi. Meskipun, terdapat beberapa titik dengan konsentrasi lebih rendah daripada *soil control* seperti area pencucian dan area belakang bengkel, pengaruh akibat penggunaan cat dan pelarut yang mengandung senyawa hidrokarbon yang intensif dapat menyumbang konsentrasi TPH yang tinggi pada tanah.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan RI Nomor 6 Tahun 2021 tentang pengolahan limbah B3 dengan cara bioremediasi menjelaskan bahwa konsentrasi maksimum TPH pada tanah yaitu 15%. Dengan begitu, konsentrasi TPH *soil cont*rol masih tergolong aman untuk lingkungan. Sedangkan pada bengkel pengecatan, terdapat beberapa titik yang melebihi bakumutu seperti pada titik 1 sebesar 16%, titik 5 sebesar 40,60%, dan titik 6 sebesar 26,74%. Oleh karena itu, pengolahan bioremediasi dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran di area bengkel pengecatan.

Tinggi rendahnya konsentrasi TPH pada tanah dapat dipengaruhi oleh proses *fate* dan *transport* pencemar dalam tanah tersebut. Penyebaran TPH dari satu sumber ke area lain dalam tanah dapat terjadi melalui beberapa mekanisme seperti pergerakan melalui air tanah, infiltrasi air hujan serta melalui udara. Pencemaran hidrokarbon yang masuk ke dalam tanah dapat bergerak secara vertikal menuju batuan induknya. Nasib pencemar hidrokarbon seperti cat dengan campuran *thinner* yang masuk ke dalam tanah dapat terurai atau terdegradasi oleh aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang kaya akan bahan organik seperti dedaunan karena daun berfungsi untuk menyediakan nutrisi bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang. Mikroorganisme yang mendegradasi daun juga dapat menguraikan TPH melalui proses biodegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbondioksida dan air (Omokeyeke *et al.*, 2013). Selain proses degradasi, TPH juga dapat menguap ke lingkungan sehingga dapat mengurangi konsentrasi TPH dalam tanah terutama pada suhu yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anwaruddin (2019), tanah tercemar TPH pada area terbuka dan terkena sinar matahari secara langsung dapat menyebabkan proses penguapan cepat terjadi karena suhu menjadi naik. Hidrokarbon monoaromatik

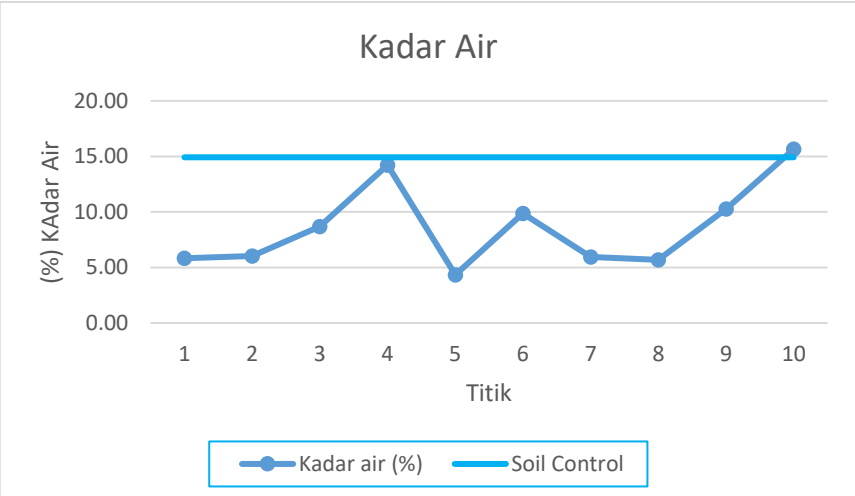
yang terkandung dalam *thinner* cat dengan struktur sederhana cenderung cepat menyebar di lingkungan atau tanah karena memiliki sifat yang mudah larut dalam air (Arafa, 2003 dalam Prasetyo 2018).

4.3.2 Kadar Air

Analisis kadar air dalam tanah dilakukan menggunakan metode gravimetri sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 1965:2008 tentang Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium. Dalam metode ini, kadar air didapatkan dari berat tanah yang hilang setelah proses pemanasan oven bersuhu 105°C selama 1 jam. Berikut merupakan Tabel 4.3 dan Grafik 4.6 yang menunjukkan kadar air pada sampel tanah bengkel cat X :

Tabel 4. 3 Kadar Air (%) Sampel Tanah

Titik	**Kadar Air Sampel Tanah**	**Rata-rata Kadar Air *Soil Control***
1	5,83 %	14.92 %
2	6,04 %	
3	8,69 %	
4	14,22 %	
5	4,34 %	
6	9,87 %	
7	5.95 %	
8	5.68 %	
9	10.27 %	
10	15.64 %	



Gambar 4. 6 Grafik Kadar air (%)

Kuantitas air pada tanah tergantung pada kemampuan tanah untuk menyerap air dengan cepat. Jumlah air ini dipengaruhi oleh faktor jenis tanah dan kondisi lingkungan (Pairunan *et al.,* 1997 dalam Nurmawa'dah, 2011). Menurut Indranada (1994) yang dikutip oleh Wahyunie (2012) menjelaskan bahwa kedalaman tanah berpengaruh pada kadar air tanah, semakin dalam lapisan tanah maka ketersediaan kadar air cenderung semakin meningkat. Nilai kadar air normal berkisar antara 15% sampai 100% sedangkan tanah jenis regosol umumnya memiliki kadar air sebesar 10% sampai 20%. (Wesley, 1997).

Jenis tanah berpasir seperti regosol kadar air umumnya lebih rendah karena sifat tanah ini cenderung memiliki pori tanah yang cukup besar sehingga kapasitas menahan air rendah. Sesuai dengan pendapat Hakim (1986) bahwa tanah yang memiliki tekstur berpasir memiliki kemampuan mengikat air yang rendah karena komposisi partikel pasir yang padat. Berbeda dengan tekstur tanah berupa tanah liat yang kandungan airnya tinggi dikarenakan susunan partikel yang lebih renggang.

Secara keseluruhan, kadar air di lokasi penelitian memiliki nilai lebih rendah dibandingkan kadar air karakteristik tanah berpasir yakni 4,34 – 15,64%. Titik 10 memiliki kadar air tertinggi yaitu 15,64% merupakan lokasi dibagian belakang bengkel tanpa atap sehingga memungkinkan air hujan langsung meresap ke tanah dan dapat meningkatkan kadar air di titik ini. Adapun titik terendah yaitu 4,34% yakni di area titik 5 yang merupakan area pengecatan yang memiliki atap. Selain itu, area ini dekat jalan yang mungkin terpengaruh oleh lalu lintas kendaraan sehingga dapat menyebabkan pemadatan tanah di sekitarnya mengakibatkan kurangnya kelembapan tanah (Hadi *et al.,* 2019). Selain itu, tanah soil control di ambil di dekat kawasan hutan di daerah Sleman utara yang jauh dari pemukiman warga. Hutan sering kali menyimpan kadar air lebih tinggi karena banyaknya pepohonan membantu mengurangi penguapan, sehingga dapat melembabkan tanah (Santoso *et al.,* 2019). Nilai kadar air pada titik soil control rata-rata menunjukkan nilai yang sesuai dengan kriteria jenis tanah regosol yaitu 14,92%.

Kadar air dapat berpengaruh pada mobilitas atau seberapa cepat pergerakan TPH ke bawah melalui proses perkolasi. Proses perkolasi adalah terbawanya kontaminan melalui ruang pori tanah. Ketika kadar air tinggi, air tersebut dapat

membantu mengalirkan senyawa TPH ke lapisan tanah yang lebih dalam bahkan ke air tanah. Sebaliknya, jika kadar air rendah, maka pergerakan TPH dalam tanah akan lebih lambat dan pencemar tersebut cenderung berada di permukaan tanah (Hakim *et al.*, 2020).

4.3.3 pH Tanah

Analisa pH tanah dilakukan dengan cara mengambil 5 gram sampel tanah kemudian tambahkan larutan KCL dengan perbandingan 1:2. Setelah itu, sampel di kocok menggunakan fisher stirrer selama 30 menit lalu di diamkan 30 menit kemudian diukur menggunakan pH Universal. Nilai pH diukur menggunakan indikator universal dengan cara memasukkan kertas pH ke dalam gelas beaker yang berisi campuran tanah dan KCL selama 2 detik. Pengukuran pH menggunakan larutan KCL dapat memberikan informasi tentang kemasaman tanah yang sebenarnya. Larutan Kalium Klorida (KCL) berfungsi untuk menstabilkan pH pada sampel tanah dengan menggantikan ion hidrogen (H+) yang ada di tanah dengan ion kalium (K+) (Handayani *et al*., 2018). Berikut merupakan Tabel 4.4 pH pada sampel tanah di Bengkel Cat Mobil X :

Tabel 4. 4 pH Sampel Tanah

Bengkel Cat Mobil X	
Titik	**pH**
1	6
2	5
3	5
4	6
5	5
6	5
7	5
8	6
9	7
10	5
Soil Control	
Titik	**pH**
1	5
2	5
3	5

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rentang pH tanah di bengkel cat mobil X berkisar antara 5 hingga 7. Sebagian besar titik pengukuran pH menunjukkan pH 5. Hal ini menunjukkan bahwa tanah cenderung asam tetapi tidak ekstrim. pH tanah yang sedikit asam dapat dipengaruhi oleh aktivitas di area penyimpanan cat, area pencucian alat, area proses pengerjaan serta area luar samping bengkel cat. Kontaminasi bahan kimia industri, termasuk cat dan pelarut sering kali berdampak pada penurunan pH tanah dan menyebabkan tanah menjadi lebih asam (Kurniawan *et al.*, 2019).

Sementara itu, titik 9 menunjukkan nilai pH 7 yang menunjukkan bahwa kondisi tanah netral. pH pada titik 9 kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lokal yang berbeda dari titik-titik lainnya. Titik sampling ini berada di luar bengkel yang merupakan titik terjauh dari sumber. Area ini merupakan area yang ditumbuhi beberapa pohon dan tumbuhan lainnya. Menurut Marschner (2012), menjelaskan bahwa faktor lingkungan seperti vegetasi memiliki pengaruh terhadap pH tanah.

Kehadiran tanaman atau pepohonan di sekitar tanah dapat berfungsi sebagai penyangga pH karena dapat mengikat ion-ion H+ sehingga dapat membantu menjaga kestabilan pH tanah.

Nilai pH *soil control* titik 1,2, dan 3 termasuk dalam pH sedikit asam yaitu 5 yang menunjukkan bahwa pH titik kontrol dan pH sampel tanah di area bengkel cat mobil X mirip hasilnya. Tanah di kawasan hutan seringkali memiliki sifat yang asam karena disebabkan oleh proses alami seperti pelapukan bahan organik sehingga dapat mempengaruhi pH tanah (Iskandar *et al.*, 2016). Selain itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi pH sampel *soil control* yaitu pada saat pengujian pH hanya menggunakan pH universal yang mengakibatkan ketidak akuratan saat pembacaan sampel.

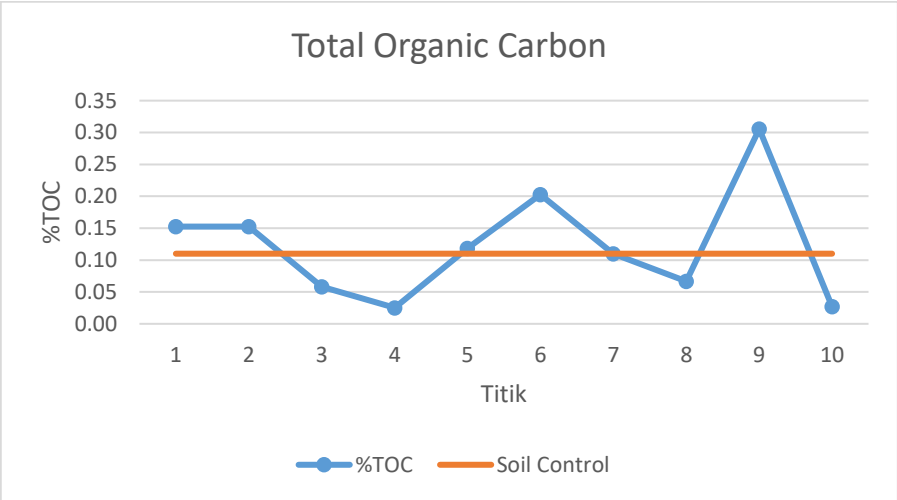
Kondisi pH dapat mempengaruhi *fate* dan *transport* melalui proses biodegradasi oleh aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme tertentu seperti bakteri dan jamur lebih aktif dalam kondisi pH netral atau sedikit asam. Hal ini berarti jika pH berada di kisaran ideal tersebut, mikroorganisme dapat bekerja dengan baik untuk menguraikan dan menghilangkan TPH dari tanah. Namun, jika lingkungan menjadi terlalu asam, aktivitas mikroorganisme dapat terhambat sehingga kadar TPH pada tanah dengan pH asam termasuk tinggi dan pencemarannya dapat bertahan lama di lingkungan (Betaga, 2023).

4.3.4 *Total Organic Carbon* (TOC)

Analisa kadar TOC dimulai dengan menimbang 5 gram tanah kemudian di tambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ (kalium dikromat) dan H_2SO_4 (asam sulfat), kemudian ditera menggunakan aquades hingga mencapai batas volume pada labu ukur. Setelah itu, pembacaan dilakukan menggunakan spektrofotometer dimana absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 561 nm. Absorbansi sampel tanah dibandingkan dengan rangkaian larutan standar glukosa. Berikut merupakan Tabel 4.5 dan Grafik 4.7 yang menunjukkan kadar TOC pada sampel tanah bengkel cat mobil X :

Tabel 4. 5 Kadar TOC (%) Sampel Tanah

Titik	%TOC
Blanko (Soil Control 1)	0.11
1	0.15
2	0.15
3	0.06
4	0.03
5	0.12
6	0.20
7	0.11
8	0.07
9	0.31
10	0.03



Gambar 4. 7 Grafik TOC (%)

Total Organic Carbon (TOC) merupakan total jumlah karbon yang terikat dalam senyawa organik yang terkandung didalam suatu sampel tanah (Triansyah, 2018). TOC pada tanah dapat berasal dari bahan organik alami seperti sisa tumbuhan, hewan yang membusuk, atau dari sumber antropogenik manusia seperti limbah bengkel cat.

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa setiap sampel memiliki konsentrasi TOC yang tergolong rendah dengan kisaran nilai 0,03% – 0,31 %. Titik 9 memiliki konsentrasi paling tinggi yakni 0,31% dibandingkan titik lainnya. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh kontaminasi dari kegiatan manusia atau sumber-

sumber organik. Titik sampling 9 berada di area luar bengkel yakni di bagian belakang bengkel dan dekat dengan tempat pembakaran sampah menggunakan bahan bakar berupa sisa *thinner* saat pencucian alat. Proses ini dapat menghasilkan atau mengakumulasi senyawa organik karbon yang lebih banyak. Selain itu, area ini juga dipengaruhi oleh vegetasi pohon dan tumbuh-tumbuhan di sekitarnya yang bisa menjadikan tingginya bahan organik pada tanah. pada tanah dengan konsentrasi TOC yang tinggi, TPH cenderung mudah terikat pada senyawa organik yang terdapat dalam tanah sehingga dapat mengurangi mobilitasnya (siswa *et al.*, 2020).

Sedangkan, konsentrasi TOC terendah berada pada titik 4 dan titik 10 yang memiliki konsentrasi 0,03%. Titik 4 merupakan area pencucian alat sehingga air bekas pencucian mungkin mengandung sedikit kontaminan organik yang dapat terlarut ke lapisan tanah yang lebih dalam atau ke aliran air tanah sehingga dapat mengurangi konsentrasi TOC di tanah bagian permukaan. Begitupun juga dengan titik 10 yang merupakan area terbuka tanpa atap yang terpapar langsung oleh cuaca sehingga total organik karbon lebih cepat terurai. Cuaca dengan curah hujan tinggi dapat mengakibatkan pencucian senyawa organik (termasuk TPH) dari permukaan tanah. Paparan sinar matahari langsung ke tanah juga dapat mempercepat proses penguapan dan dekomposisi senyawa organik oleh mikroorganisme yang dapat mengurangi potensi degradasi biologis TPH (Fersis *et al.*, 2015). Rendahnya nilai TOC dapat dipengaruhi oleh tekstur tanah yang di teliti (Rawls, 2003). Tekstur tanah berperan dalam *fate* dan *transport* senyawa hidrokarbon dalam tanah. Penelitian ini menunjukkan bahwa tanah dengan kandungan pasir tinggi seperti tanah regosol cenderung memiliki kemampuan retensi senyawa organik yang lebih rendah dibandingkan tanah dengan kandungan lempung tinggi. Hal ini berarti, tanah dengan tekstur ini dapat mempemudah proses perpindahan dan pelepasan senyawa ini melalui perkolasi air (Amin, 2002)

Jika dibandingkan dengan sampel blanko yang di ambil di dekat kawasan hutan yang menunjukkan konsentrasi 0,11%, maka perbedaan dengan sampel tanah di bengkel cat mobil X tidak terlalu jauh, terutama pada lokasi titik 9 yang konsentrasinya paling tinggi diantara sampel lain mencapai 0,31%. Area lokasi

pengambilan sampel tanah blanko yang dekat dengan kawasan hutan, dapat mempengaruhi rendahnya konsentrasi TOC dalam sampel tanah. Dimana, dengan jauhnya lokasi dari pemukiman dan aktivitas manusia memungkinkan bahwa total organik yang terdeteksi hanya C-Organik alami dari proses dekomposisi vegetasi saja. Berbeda dengan Titik 9 bengkel cat mobil X yang tingginya nilai TOC di titik tersebut dikarenakan terakumulasinya sumber pencemar yang mengandung karbon organik dengan bahan organik alami pada tanah karena lokasi dekat dengan area vegetasi.

4.4 Korelasi Jarak dan Parameter Pendukung Terhadap Sebaran TPH

Analisis korelasi adalah metode statistik yang menjelaskan pola hubungan antara dua variabel atau lebih yang terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas. Hubungan kedua variabel dapat dianalisis melalui nilai r. Nilai r menunjukkan seberapa kuat atau lemah hubungan antara variabel-variabel tersebut.

4.4.1 Korelasi Sebaran TPH Terhadap Aktivitas dan Jarak Sumber Pencemar

Faktor jarak mempengaruhi intensitas pencemaran *Total Petroleum Hydrocarbon* dalam tanah, dimana jarak yang lebih dekat dengan sumber cenderung memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan lokasi yang jauh dari sumber (Sutanto *et al.*. 2020). Berikut Gambar 4.9 yang merupakan hasil korelasi antara jarak dari sumber pencemar dengan konsentrasi TPH pada tanah di sekitar bengkel cat mobil X :

Correlations

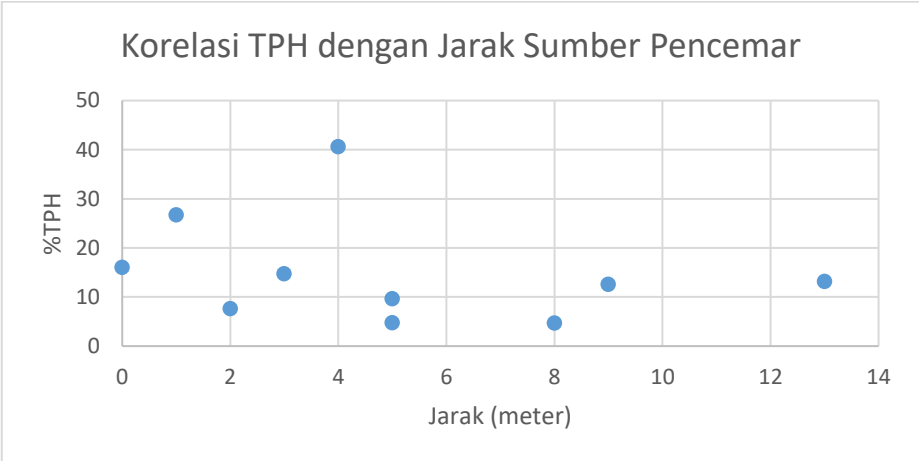
		Jarak	TPH
Jarak	Pearson Correlation	1	-.278
	Sig. (2-tailed)		.437
	N	10	10
TPH	Pearson Correlation	-.278	1
	Sig. (2-tailed)	.437	
	N	10	10

Gambar 4.9 Korelasi Jarak dari sumber dan Konsentrasi TPH

Nilai korelasi antara jarak sumber pencemar dan TPH adalah -0,278. Artinya hubungan yang dimiliki antara dua variabel ini termasuk hubungan yang rendah. Berdasarkan nilai korelasi yang telah didapatkan diketahui bahwa jarak dari sumber terhadap konsentrasi TPH berkorelasi negatif lemah, dimana seiring dengan peningkatan jarak dari sumber pencemar terdapat penurunan kecil dalam kadar TPH tetapi penurunan ini tidak cukup konsisten untuk menunjukkan hubungan yang kuat. Berikut merupakan Tabel 4.6 yang menunjukkan hasil korelasi :

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Korelasi antara Sumber Pencemar terhadap Konsentrasi TPH

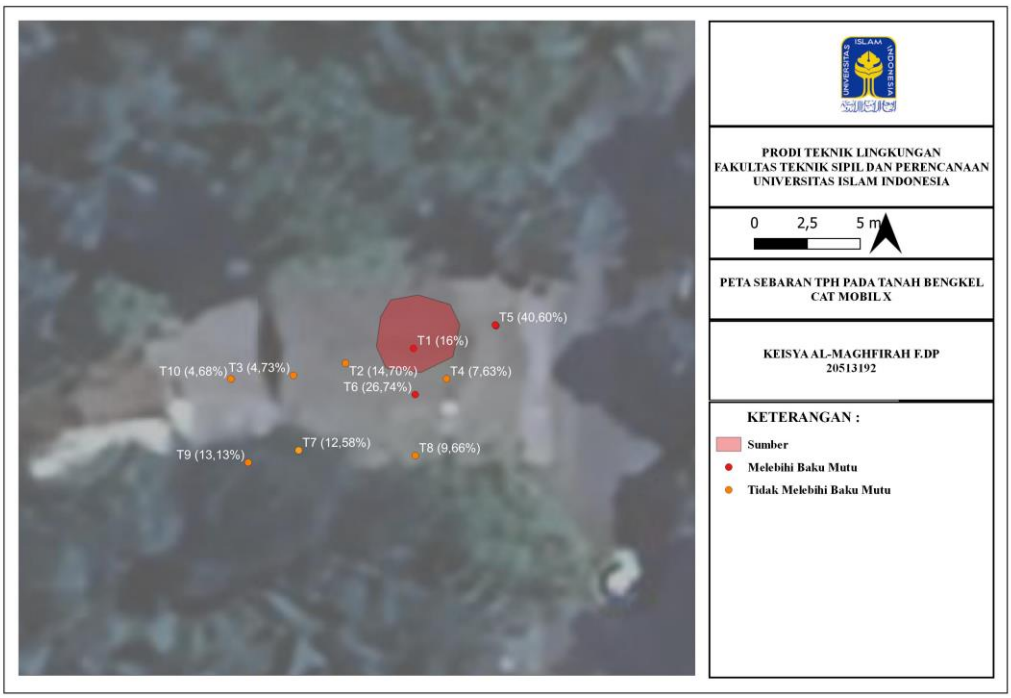
Parameter	**Koefisien Korelasi**	**Sig 0,05**
Sumber pencemar terhadap konsentrasi TPH (%)	-0,454	0,437
	Tingkat hubungan rendah	Tidak Signifikan



Gambar 4. 8 Grafik Persebaran Data Jarak terhadap Konsentrasi TPH

Dari kurva diatas, dapat dilihat bahwa pola yang ditunjukkan antara kedua variabel ini tidak konsisten. Penurunan TPH terjadi pada pada rentang jarak 2 sampai 8 meter, tetapi hubungan ini tidak selalu konsisten karena di beberapa titik lainnya TPH mengalami peningkatan. Peningkatan TPH tidak hanya terjadi pada jarak yang dekat pada sumber saja melainkan titik dengan jarak yang jauh dari sumber juga mengalami peningkatan. Misalnya pada titik 9 yang merupakan jarak yang paling jauh dari sumber memiliki kadar TPH yaitu 13,13%. Hal tersebut dikarenakan terdapat faktor penentu lain seperti aktivitas manusia berupa aktivitas pembakaran sampah menggunakan sisa thinner yang dapat mempengaruhi

konsentrasi TPH. Begitupun juga pada titik 5 mengalami peningkatan TPH dengan jarak 4 meter dari sumber karena area ini merupakan area proses pengecatan bagian depan yang dekat dengan jalan raya sehingga akumulasi emisi kendaraan yang mengandung PAH dapat menyebabkan titik tersebut memiliki konsentrasi lebih besar daripada titik lainnya. Berikut merupakan Gambar 4.10 yaitu peta sebaran TPH pada bengkel cat mobil X:



Gambar 4. 9. Peta Sebaran TPH di Lokasi Penelitian

4.4.2 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah yang diteliti pada penelitian ini yaitu Kadar Air. Pengaruh kadar air terhadap hidrokarbon dapat mempengaruhi sebaran dan akumulasi bahan pencemar tersebut dalam tanah. Berikut Gambar 4.10 yang merupakan hasil korelasi antara kadar air dengan konsentrasi TPH pada tanah di sekitar bengkel cat mobil X :

Correlations

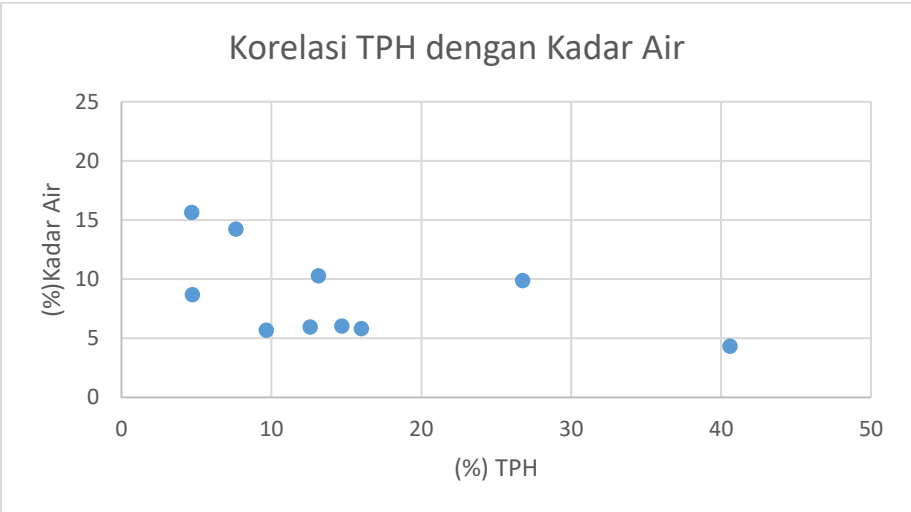
		Kadar air	TPH
Kadar air	Pearson Correlation	1	-.502
	Sig. (2-tailed)		.139
	N	10	10
TPH	Pearson Correlation	-.502	1
	Sig. (2-tailed)	.139	
	N	10	10

Gambar 4. 10 Korelasi Kadar air dan TPH

Nilai korelasi antara kadar air dengan TPH adalah -0,502 yang artinya hubungan yang dimiliki antara dua variabel ini termasuk hubungan yang cukup erat. Berdasarkan nilai korelasi yang telah didapatkan diketahui bahwa kadar air dengan konsentrasi TPH berkorelasi negatif, dimana semakin meningkat konsentrasi TPH maka konsentrasi kadar air semakin rendah. Berikut merupakan Tabel 4.7 yang menunjukkan hasil korelasi :

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Korelasi antara Kadar air dan TPH

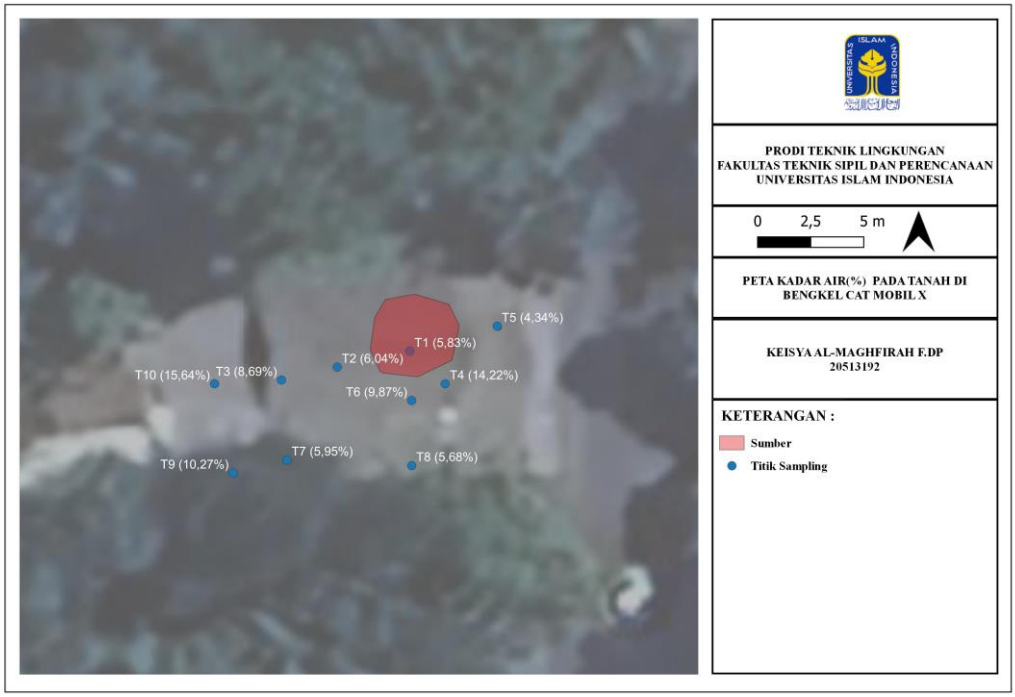
Parameter	**Koefisien Korelasi**	**Sig 0,05**
Kadar Air terhadap konsentrasi TPH (%)	-0,502	0,139
	Tingkat hubungan erat	Tidak Signifikan



Gambar 4. 11 Grafik Persebaran Data Jarak terhadap Konsentrasi TPH

Kondisi tanah dengan kadar air sedikit memungkinkan bahwa proses penguraian TPH berjalan lebih lambat karena tingkat kelembapan tanah tidak optimal sehingga memperlambat penguraian TPH. Jika kadar air terlalu tinggi, maka oksigen akan sulit masuk ke dalam tanah. Sehingga kadar air tinggi, maka konsentrasi TPH akan semakin rendah, begitupun juga sebaliknya. (Rahmawati, 2012). Meskipun hubungan antara kadar air dan TPH secara statistik cukup erat, dari grafik di atas menunjukkan bahwa pola ini tidak selalu konsisten.

Hubungan korelasi yang mendukung teori ini ditunjukkan pada titik 5 dimana, kadar air rendah dengan konsentrasi 4,34% menyebabkan nilai TPH menjadi tinggi yaitu 40,60%. Area ini dekat jalan yang mungkin terpengaruh oleh lalu lintas kendaraan sehingga dapat menyebabkan pemadatan tanah di sekitarnya mengakibatkan kurangnya kelembapan tanah (Hadi *et al.*, 2019). Selain itu, titik 10 memiliki kadar air 16% dengan konsentrasi TPH yang menurun yaitu 4,68%. Berdasarkan sifat hidrokarbon monoaromatik dapat larut dalam air. Ketika kadar air meningkat karena terkena air hujan, penyiraman atau sebagainya, senyawa hidrokarbon dapat terbawa oleh proses pencucian atau *leaching*. Tanah akan menyerap air melalui ruang pori, melarutkan dan mengangkut senyawa ini ke lapisan tanah yang paling dalam (Rachmawani *et al.*, 2016). Berikut merupakan Gambar 4.12 yaitu peta sebaran kadar air pada bengkel cat mobil X:



Gambar 4. 12 Peta Hasil Kadar Air di Lokasi Penelitian

4.4.3 Korelasi Pencemar Hidrokarbon Terhadap Sifat Kimia Tanah

Parameter pendukung yang diteliti pada penelitian ini sifat kimia tanah meliputi pH dan *Total Organic Carbon* (TOC). Parameter-parameter ini memiliki peran penting dalam mempengaruhi perilaku dan penyebaran TPH dalam tanah.

A. pH Tanah

Berdasarkan penelitian Sodiq (2019) menjelaskan bahwa semakin asam pH tanah maka semakin tinggi konsentrasi TPH dalam tanah. Nilai pH optimal dengan rentang 5 sampai 8 dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme yang dapat mendegradasi hidrokarbon. Hal tersebut dapat mengoptimalkan aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam proses degradasi hidrokarbon (Retno *et al.*, 2013). Berikut Gambar 4.13 yang merupakan hasil korelasi antara pH dengan konsentrasi TPH pada tanah di sekitar bengkel cat mobil X :

Correlations

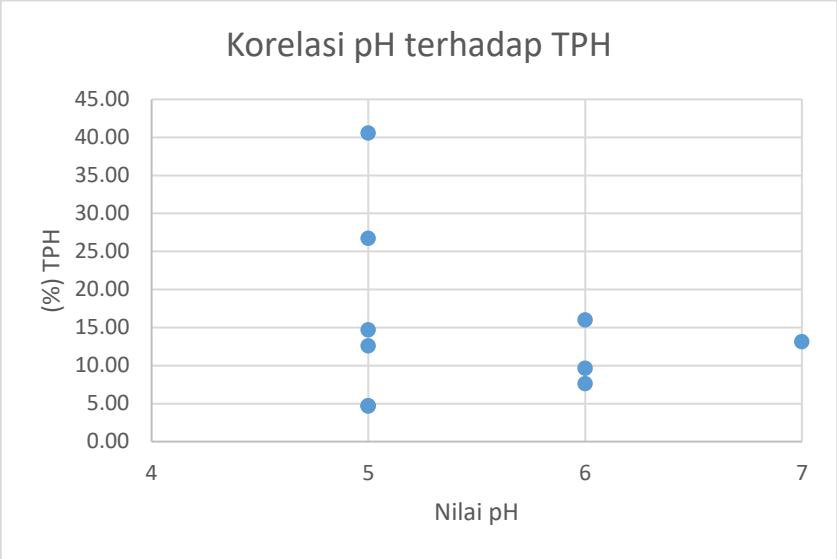
			pH	TPH
Spearman's rho	pH	Correlation Coefficient	1.000	-.049
		Sig. (2-tailed)	.	.894
		N	10	10
	TPH	Correlation Coefficient	-.049	1.000
		Sig. (2-tailed)	.894	.
		N	10	10

Gambar 4. 13 Korelasi pH dan TPH

Nilai korelasi antara nilai pH dengan TPH adalah -0,049 yang artinya hubungan yang dimiliki antara dua variabel ini termasuk hubungan yang sangat kecil dan bisa diabaikan Berdasarkan nilai korelasi yang telah didapatkan diketahui bahwa pH dengan konsentrasi TPH berkorelasi negatif lemah, dimana semakin meningkat konsentrasi TPH maka pH tanah akan semakin asam. Berikut merupakan Tabel 4.8 yang menunjukkan hasil korelasi :

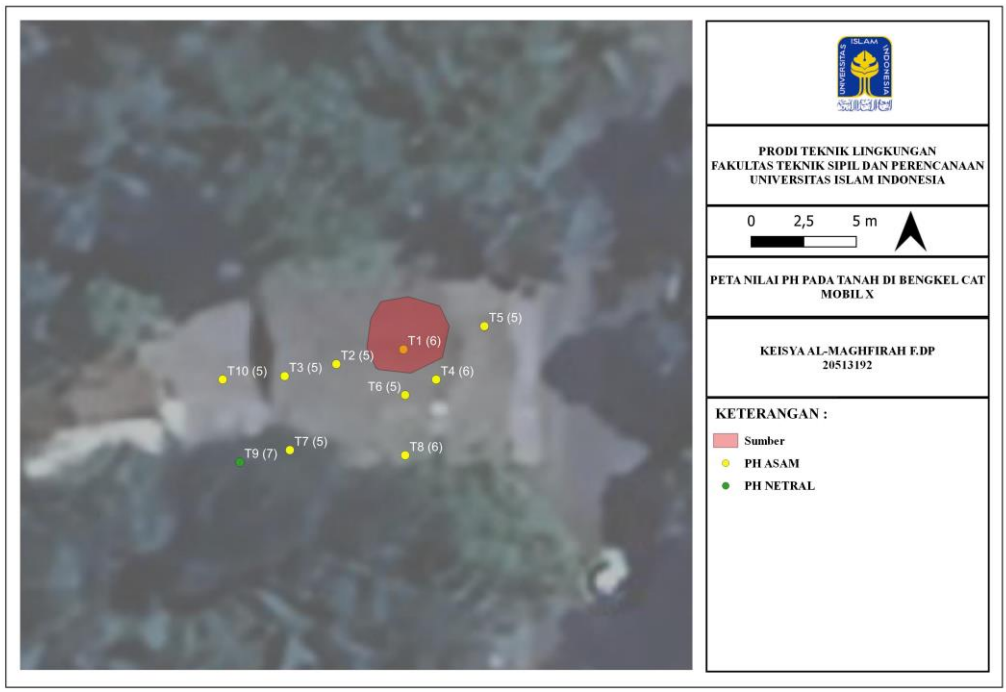
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Korelasi antara pH dan TPH

Parameter	**Koefisien Korelasi**	**Sig 0,05**
pH terhadap konsentrasi TPH (%)	-0,049	0,894
	Tingkat hubungan yang sangat kecil dan bisa di abaikan	Tidak Signifikan



Gambar 4. 14 Kurva Korelasi pH dengan Konsentrasi TPH

Hasil pH dan kadar TPH pada tanah di bengkel pengecatan mobil berkisar antara 5 sampai 7 yang artinya tanah bersifat sedikit asam hingga netral dengan nilai TPH yang relatif tinggi di beberapa titik. Misalnya pada titik 5 dengan konsentrasi tertinggi TPH memiliki nilai pH 5 yang berbeda dengan teori. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan kadar air dalam tanah. Dimana, kadar air pada titik ini termasuk rendah sehingga proses degradasi akan terhambat karena mikroorganisme dalam tanah memerlukan kelembapan yang cukup untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon. Hal ini dapat dilihat dari korelasi yang sangat kecil sehingga bisa saja hanya terjadi secara kebetulan atau adanya faktor lain dan bukan hubungan yang nyata karena berdasarkan data statistik tidak ada bukti yang cukup kuat pada korelasi kedua parameter ini. Berikut Gambar 4.15 yang merupakan Peta nilai pH pada sampel tanah bengkel cat mobil X :



Gambar 4. 15 Peta Nilai pH Tanah di Lokasi Penelitian

B. *Total Organic Carbon* (TOC)

TOC adalah kandungan bahan organik dalam tanah yang dapat mempengaruhi kapasitas tanah dalam mengabsorbsi hidrokarbon. Semakin tinggi TOC, maka akan semakin rendah konsentrasi hidrokarbon karena bahan organik dalam tanah dapat berfungsi sebagai penyerap hidrokarbon dan mempengaruhi biodegradasi hidrokarbon (Aliyanta *et al.*, 2012). Berikut Gambar 4.16 yang merupakan hasil korelasi antara TOC dengan konsentrasi TPH pada tanah di sekitar bengkel cat mobil X :

Correlations

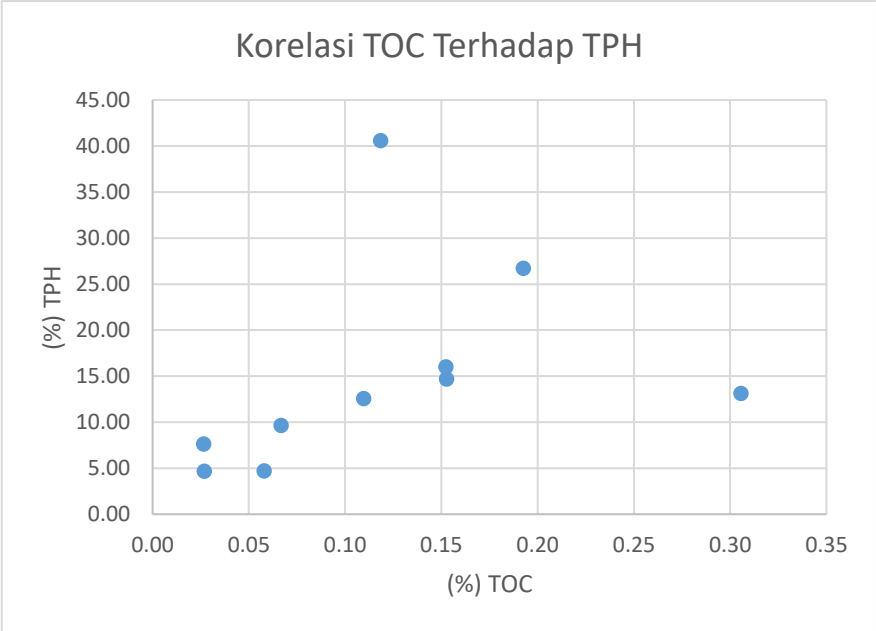
		TOC	TPH
TOC	Pearson Correlation	1	.363
	Sig. (2-tailed)		.303
	N	10	10
TPH	Pearson Correlation	.363	1
	Sig. (2-tailed)	.303	
	N	10	10

Gambar 4. 16 Korelasi TOC dan TPH

Nilai korelasi antara nilai TOC dengan TPH adalah 0,363 yang artinya hubungan yang dimiliki antara dua parameter ini termasuk hubungan yang kecil. Berdasarkan nilai korelasi yang telah didapatkan diketahui bahwa TOC dengan konsentrasi TPH berkorelasi positif lemah, dimana semakin meningkat konsentrasi TPH maka konsentrasi TOC pun akan meningkat. Berikut merupakan Tabel 4.9 yang menunjukkan hasil korelasi :

Tabel 4. 9 Hasil Analisis Korelasi antara TOC dan TPH

Parameter	**Koefisien Korelasi**	**Sig 0,05**
TOC terhadap konsentrasi TPH (%)	0,363	0,303
	Tingkat hubungan yang kecil	Tidak Signifikan

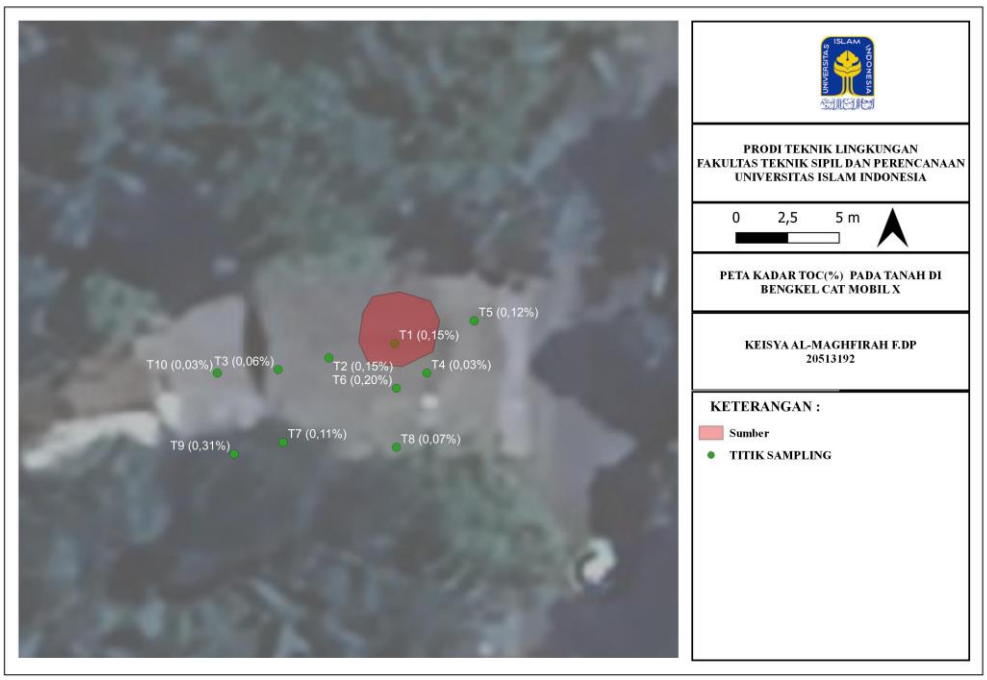


Gambar 4. 17 Kurva Korelasi pH dengan Konsentrasi TPH

Berdasarkan teori yang menyatakan bahwa semakin tinggi TPH, maka TOC akan semakin rendah. Hasil uji korelasi antara TOC (*Total Organic Carbon*) dan TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) justru menunjukkan bahwa hubungan ini tidak signifikan secara statistik. Artinya, meskipun ada beberapa tren yang seolah mendukung teori, data tidak menunjukkan konsistensi yang cukup kuat. Misalnya pada konsentrasi tinggi TPH 40,60% dengan konsentrasi TOC yang rendah yakni

0,12%. Terdapat juga konsentrasi TOC yang rendah 0,06 % dengan konsentrasi TPH yang juga rendah yaitu 4,73%. Selain itu, juga terdapat konsentrasi TOC tertinggi yaitu 0,31% dengan konsentrasi TPH 13,13% yang mana berbanding terbalik dengan teori.

Hubungan yang lemah ini juga dapat disebabkan karena variasi komponen organik dalam tanah tidak semua berasal dari hidrokarbon, melainkan materi organik seperti vegetasi atau sumber organik lainnya ikut terdeteksi dalam pengujian. Hal tersebut ditunjukkan pada titik 9 yang memiliki yang memiliki konsentrasi TOC paling tinggi yakni 0,31%, ini tidak selalu berarti bahwa titik tersebut juga memiliki konsentrasi TPH tertinggi. Faktor lingkungan seperti jenis tanah, aktivitas manusia, dan kondisi lingkungan titik sampling juga dapat mempengaruhi tingginya nilai TOC. Berikut Gambar 4.18 merupakan Peta Kadar TOC yang terdapat dalam sampel tanah di lokasi peneltian :



Gambar 4. 18 Peta Kadar TOC di Lokasi Penelitian

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Tingkat konsentrasi senyawa Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) pada tanah di bengkel pengecatan mobil memperoleh hasil titik 1 sebesar 16%, titik 2 sebesar 14,70%, titik 3 sebesar 4,73%, titik 4 sebesar 7,63%, titik 5 sebesar 40,60%, titik 6 sebesar 26,74%, titik 7 sebesar 12,58%, titik 8 sebesar 9,66%, titik 9 sebesar 13,13% dan titik 10 sebesar 4,68%. Berdasarkan PERMEN LHK RI Nomor 6 tahun 2021 mengatakan bahwa batas maksimal TPH pada tanah ialah 15%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian, terdapat beberapa titik yang menunjukkan nilai TPH yang melebihi ambang batas tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa titik yang tinggi tersebut memiliki tingkat pencemaran hidrokarbon yang tinggi.
2. Tinggi rendahnya konsentrasi TPH pada tanah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah berupa kadar air, pH, dan *Total Organic Carbon*. Berdasarkan hasil analisis korelasi koefisien (r), terdapat beberapa korelasi negatif yaitu antara jarak dan TPH, kadar air dan TPH serta TOC dan TPH. Hubungan tersebut tergolong lemah dan tidak selalu konsisten dengan beberapa titik menunjukkan anomali yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan kondisi lokal. Hubungan positif lemah antara TOC dan TPH menandakan bahwa teori yang digunakan tidak sepenuhnya terbukti karena data tidak menunjukkan pola konsisten.
3. Sumber penyebab adanya pencemar TPH dalam tanah di area bengkel cat mobil dapat disebabkan oleh beberapa aktivitas rutin yang dilakukan dalam bengkel tersebut. Aktivitas tersebut berupa area proses pengecatan yang dijadikan sebagai sumber pencemar pada penelitian ini. Selain itu, ada juga area lainnya berupa tempat penyimpanan cat, pembuangan limbah, tempat pencucian alat serta tempar pembakaran sampah menggunakan sisa residu pelarut. Selain itu, terdapat sumber lainnya berupa emisi dari gas buang

kendaraan yang menyebabkan TPH pada salah satu titik menjadi lebih tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1) Diperlukan pemetaan yang lebih luas cakupannya untuk penggambaran kondisi pencemaran pada tanah di bengkel cat mobil X.
2) Perlu dilakukan uji karakteristik tanah untuk mengetahui tekstur tanah dan jenis tanah secara lebih mendalam
3) Pengujian pH tanah sebaiknya menggunakan pH meter dibandingkan pH universal karena pH universal mungkin kurang akurat dalam memberikan hasil
4) Lama waktu penguapan supernatan untuk menguji TPH menggunakan waterbath perlu di tambahkan.
5) Penggunaan APD untuk pemilik bengkel berupa masker, sarung tangan dan pelindung mata untuk mengurangi paparan langsung terhadap cat atau thinner saat proses pengecatan.
6) Perlu dilakukan remediasi lingkungan pada tanah yang tercemar hidrokarbon pada bengkel tersebut dengan menggunakan bioremediasi.

DAFTAR PUSTAKA

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological Profile for total petroleum hydrocarbons (TPH). Atlanta GA: Department of Public Health and Human Services.

Adeniyi, A. A., & Afolabi, J. A. (2002). Determination of total petroleum hydrocarbons and heavy metals in soils within the vicinity of facilities handling refined petroleum products in Lagos metropolis. *Environment international*, *28*(1-2), 79-82.

Aliyanta, B., & Mujab, A. S. (2012). Penggunaan biokompos dalam bioremediasi lahan tercemar limbah minyak bumi. *Jurnal Kimia VALENSI*, *2*(3).

Amin, B. (2002). Distribusi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, *5*(1), 9-16.

Astrid Purnama S. 2018. Identifikasi Potensi Bahaya Terhadap Adanya Konsentrasi Benzene, Toluene, Ethylbenzene, dan Xylene (BTEX) pada Tanah di Sekitar SPBU Kota Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia, Program Studi Teknik Lingkungan

Atlas, R.M. (1995) Bioremediation of petroleum pollutants. International Biodeterioration & Biodegradation, 317-327.

Bussian, B. M., Eugenio, N. R., Wilson, S. C., Ceci, A., Parelho, C., Semenov, D., & Yahyaabadi, M. (2021). Main soil contaminants and their fate in the soil environment. In *Global assessment of soil pollution: Report.*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Darma, W., & Marpaung, M. P. (2020). Analisis jenis dan kadar saponin ekstrak akar kuning (Fibraurea chloroleuca Miers) secara gravimetri. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, *3*(1).

Darmawijaya, M. I. 1990. Klasifikasi Tanah. Penerbit Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Di Toro, D. M., Zarba, C. S., Hansen, D. J., Berry, W. J., Swartz, R. C., Cowan, C. E., ... & Paquin, P. R. (1991). Technical basis for establishing sediment quality criteria for nonionic organic chemicals using equilibrium partitioning. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, *10*(12), 1541-1583.

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.

Fikhirudin (2011) Pengecatan Mobil Suzuki Forza GL Tahun 1986 Bagian Samping Kanan. Universitas Negeri Yogyakarta.

Gammon, MD., Santella, RM. 2008. PAH, genetic susceptibility and breast cancer risk: an update from the long island breast cancer study project. Eur J Cancer. 44:636–640.

Grifoni, M., Rosellini, I., Angelini, P., Petruzzelli, G., & Pezzarossa, B. (2020). The effect of residual hydrocarbons in soil following oil spillages on the growth of Zea mays plants. *Environmental Pollution*, *265*, 114950.

Gunadi, S., & Sudyastuti, T. (2005). Dinamika Ketersediaan Bahan Organik dari Residu Pupuk Pupuk Hijau Daun dan Kompos Dalam Kaitannya Dengan Fisik Tanah Pasiran di Lahan Pantai. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, *6*, 70-74.

Hakim, R. N., Santoso, E., & Prihatino, G. T. J. (2020). Studi Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah Pada Area Bekas Tambang di Kota Banjarbaru. *Jurnal Geosapta*, *6*(1).

Handrianto, P., Rahayu, S. Y., dan Yuliani. (2012). Teknologi Bioremediasi dalam Mengatasi Tanah Tercemar Hidrokarbon. Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012, Surabaya: FMIPA Universitas Negeri Surabaya, 25 Februari 2012, hal. 22-30.

Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Penerbit Pustaka Utama, Jakarta.

Harris, D. C. (2015). *Quantitative Chemical Analysis* (9th ed.). W. H. Freeman.

Juliani, A. dan Rahman, F. 2011. Bioremediasi lumpur minyak (oil sludge) dengan penambahan kompos sebagai bulking agent dan sumber nutrien tambahan. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan 3(1): 1-18.

Karnilawati, K. (2018). Karakterisasi Dan Klasifikasi Tanah Ultisol Di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, *14*(2), 52-59.

Keputusan menteri perindustrian dan perdagangan nomor 551/MPP/Kep/10/1999 Tentang Bengkel Umum Kendaraan Bermotor.

Keputusan Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup Nomor: Kep-02/Menklh/I/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Kulkarni, Shilpa. (2013). Are The Non-Renewable Resource Utilization And Waste Management Practices Employed In Indian Automobile Sector Sustainable. India: Procedia - Social and Behavioral Sciences.

Kusumaningati, W. (2012). *Deteksi kemampuan degradasi hidrokarbon alifatik dan aromatik oleh isolat bakteri hidrokarbonoklastik dari lumpur pantai kenjeran* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).

Liu J., Liu G., Zhang J., Yin H., Wang R. 2012. Occurrence and Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil from the Tiefa Coal Mine District, Liaoning, China. J. Environ. Monit., 14(10), 2634–2642.

Macıas-Zamora, J. V., Mendoza-Vega, E., & Villaescusa-Celaya, J. A. (2002). PAHs composition of surface marine sediments: a comparison to potential local sources in Todos Santos Bay, BC, Mexico. *Chemosphere*, *46*(3), 459-468.

Marpaung, M. P., & Romelan, R. (2019). Analisis jenis dan kadar saponin ekstrak metanol daun kemangi (ocimum basilicum l.) dengan menggunakan metode gravimetri. *Jurnal Farmasi Lampung*, *7*(2), 343448.

Marr LC, Kirchstetter TW, Harley RA, Miguel AH, Hering SV, Hammond SK. 1999. Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons in motor vehicle fuels and exhaust emissions. Environmental Science and Technology, 33(18): 3091-3099.

Marschner, H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press*.

Martduga Bantolo, 2006. Showroom dan Bengkel Sepeda Motor di Bandung Jawa Barat : Tampilan Bangunan yang Atraktif dan Sirkulasi yang Efisien dalam Bangunan. Universitas Islam Indonesia.

Muhson, A. (2006). Teknik analisis kuantitatif. *Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta*, 183-196.

Mukaromah, E. 2013. Studi Makrokosmos Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Melalui Inokulasi Mikroorganisme dan Pemberian Nutrisi Berulang. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Nawalade, P, dan Priyanka. 2015. "AlkydBased High-Solid and Hybrid Organic Coatings." Dissertation. University of Akron.

NTP (2005). Report on carcinogens. Eleventh Ed. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program, USA.

Nur Hartanto, Zulkarnain, Abror Aji Wicaksono. (2022). Analisis Beberapa Sifat Fisik Tanah Sebagai Indikator Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering.

Nuryani, R., Setiawan, S., & Sari, R. (2020). Analisis Kontaminasi Total Petroleum Hydrocarbon pada Tanah. *Jurnal Kimia dan Lingkungan*, 12(1), 45-53.

Omokeyeke, O., Sikoki, F. D., & Nwachukwu, E. O. (2013, November). Phytoremediation potential of an aquatic weed, Eichornia crassipes, in crude oil contaminated sites. In *Proceedings of The Annual International Conference, Syiah Kuala University-Life Sciences & Engineering Chapter* (Vol. 3, No. 1).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaah Limbah Bahan Berbahaya dan beracun.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Pranata, A. 2013. Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Daya Dukung Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan TX300. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Lampung, Lampung.

Pranoto, A. (2017). *Dampak Pencemaran Hidrokarbon di Lingkungan Perkotaan*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 15(2), 78-85.

Prasetyo Handrianto, 2018. Mikroorganisme Pendegradasi TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi.

Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi. H. (2019). Implementasi alat pendeteksi kadar air pada bahan pangan berbasis internet of things. Smartics Journal, 5(2), 81-96.

Putinella, J. A. (2014). Perubahan distribusi pori tanah regosol akibat pemberian kompos ela sagu dan pupuk organik cair. *Buana Sains*, *14*(2), 123-129.

R.A. Date, Nj. Grundon, Ge. Rayment and M.E. Probert (1995). Plant-Soil Interactions at Low pH : Principles and Management. Plant and Soil, Volume 171, No 1 (1995).

Rachmawani, D., Yulianda, F., Kusmana, C., Boer, M., & Parwati, E. (2016). Dampak Hidrokarbon Aromatik Terhadap Ekosistem Mangrove Di Kawasan Binalatung Kota Tarakan Kalimantan Utara (Impact of Aromatic Hydrocarbon on Mangrove Ecosystem in Binalatung Area Tarakan City North Kalimantan). *Jurnal manusia dan Lingkungan*, *23*(3), 295-303.

Raden Sunita, Resva Meinisasti. (2019). Profil *Biernacki Reaction* Pada Pekerja *Car Paint* di Bengkulu.

Rahmawati, Julia. 2012. Bioremediasi Lahan Tercemar Minyak Hidrokarbon Menggunakan Sluge Sisa Biogas dan Mikroorganisme Fungsional. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Syarif Hidayatullah : Jakarta

Rizky Satrio Wibowo, Muhamad Ali (2019). “Alat Pengukur Warna dari Tabel Indikator Universal pH yang di Perbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY.

RUSLI, A. H. (2019). BIOREMEDIASI TANAH DENGAN TEKNIK COMPOSTING DI PT. X, YOGYAKARTA.

Sasmita, A., Syakinah, A., & Nisa, U. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN BIOCHAR TERHADAP PENURUNAN KADAR TOTAL PETROLEUM

HYDROCARBON (TPH) PADA TANAH TERCEMAR MINYAK BUMI. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, *8*(2), 407-414.

Setiawan, B., et al. (2022). "Kandungan Total Petroleum Hydrocarbon dalam Limbah Industri Cat Mobil." *Jurnal Kimia dan Lingkungan*, 17(3), 123-134.

Shafiyah Setianingsih dan Harmin Sulistyaning Titah. (2020). Potensi Metode Co-Composting pada Bioremediasi Tanah Tercemar Pelumas Bekas Menggunakan Sampah Organik Biogradable.

Sinaga, A. S., Zuhri, A. R., Rahmat, N. S. P., Yoshikawa, M. L., Jatnika, M. A., & Sari, D. A. (2023). Proses konversi metanol menjadi senyawa aromatik. Teknologi Technoscientia, 15 (2), 1–8.

Siswanto . (2007) Tween 80 Sebagai Peningkat Kinerja Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi. Tesis, IPB.

Sodiq, I. (2016). *Distribusi Kandungan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Pada Sedimen Di Kawasan Industri Pesisir Manyar Kabupaten Gresik Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1965:2008 tentang cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium.

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.

Sutanto, B., Nuraeni, N., & Dewi, S. (2020). Karakterisasi Senyawa Hidrokarbon Total Petroleum dalam Tanah Terpajan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 145-156.

Syarah, (2019). Reduksi *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Melalui *Soil Washing* menggunakan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS).

United States Environmental Protection Agency. (1996). Method 8440, Total Recoverable Petroleum Hydrocarbon by Infrared Spectrophotometry. SW-846.

Wahidin, N. N. (2010). Bioremediasi limbah minyak berat secara pengomposan menggunakan teknik landfarming terbuka.

Wardhana, W.A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan, Andi Offset, Yogyakarta.

Wesley, L.D. 1977. Mekanika Tanah Cetakan IV. Badan Penerbit Pekerjaan.

Wilbraham, A. C., & Matta, M. S. (1992). *Pengantar kimia organik dan hayati*. Penerbit ITB.

William S.D., Ladd D.E., Farmer J.J. 2005. Fate and Transport of Petroleum Hydrocarbons in Soil and Ground Water at Big South Fork National River and Recreation Area, Tennessee and Kentucky, 2002–2003. U.S Geological Survey, Reston, Virginina.

Winarmadani, S. (2019). *ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb, Cd, Cu, Fe) PADA TANAH DI RAWAPENING KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).

Y. Pratiwi, "Pengolahan minyak pelumas bekas menggunakan metode acid clay treatment," J. Tek. Sipil, vol. 13, no. 1, 2013.

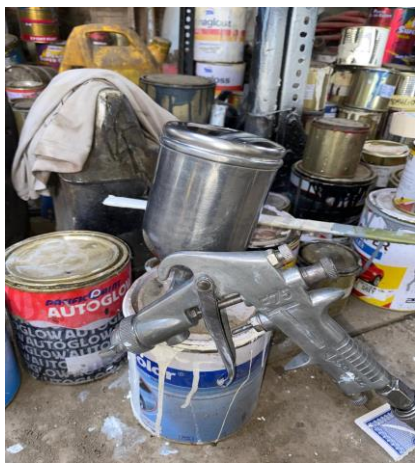
Yulipriyanto, H. 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya. Yogyakarta: Graha ilmu.

Yuvia Rafi Kusuma DAN Ika Yanti (2021). Pengaruh KADAR AIR DALAM TANAH TERHADAP KADAR C-ORGANIK DAN KEASAMAN (Ph) Tanah.

Zulaihah, L. (2015). Analisa Kandungan Poliaromatik Hidrocarbon Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Diesel, Air Laut Dan Sedimen Yang Terkontaminasi Tumpahan Minyak. *Bina Teknika*, *11*(2), 131-138.

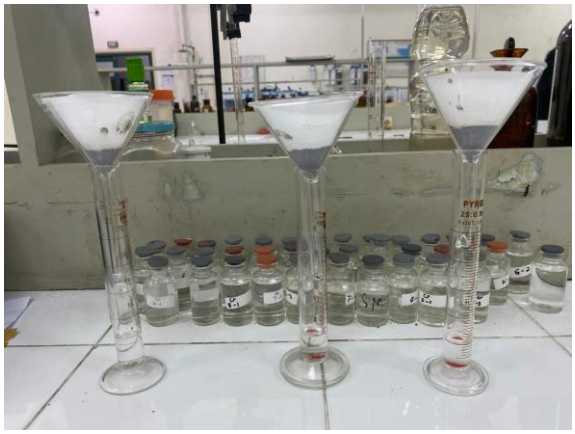
LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi bengkel cat mobil X



Lampiran 2. Pengambilan sampel

Lampiran 3. Uji TPH :



CAT. 3
TPH
CAT. 4
TPH
CAT. 5
TPH

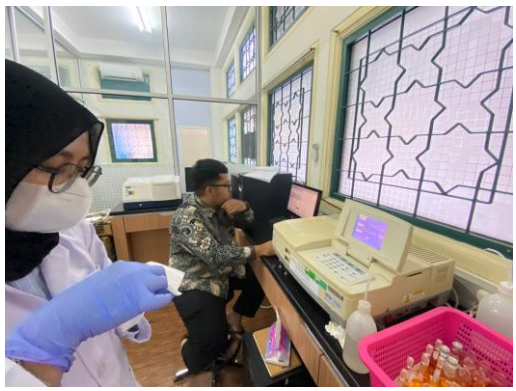
Lampiran 4. Uji Kadar Air

Lampiran 5. Uji pH

Lampiran 6. Uji TOC

A&D
00509
g

H_2O_2 30%



Lampiran 7. Hasil dan Perhitungan TPH

Contoh perhitungan TPH pada sampel titik 1 yaitu sebagai berikut :

$$\%TPH = \frac{(e-a)}{5\ gram\ tanah}\ x\ 100\%$$

$$\%TPH = \frac{(18{,}09-17{,}29)}{5}\ x\ 100\%$$

%TPH = 16%

Bengkel Cat Mobil X					
Titik	**a (gr)**	**b (gr)**	**e gr**	**TPH (mg/g)**	**TPH (%)**
1	17.29	5.00	18.09	160.00	16.00
2	17.38	5.00	18.12	146.98	14.70
3	17.61	5.00	17.85	47.32	4.73
4	18.17	5.00	18.56	76.30	7.63
5	17.53	5.00	19.56	405.96	40.60
6	17.15	5.00	18.49	267.44	26.74
7	16.62	5.00	17.25	125.78	12.58
8	27.99	5.00	28.47	96.58	9.66
9	17.52	5.00	18.18	131.32	13.13
10	27.82	5.00	28.05	46.84	4.68
Soil Control					
Titik	a (gr)	b (gr)	e (gr)	TPH (mg/g)	TPH (%)
1	17.51	5.00	17,95	88.92	8.82
2	16.51	5.00	17.05	108.34	10.83
3	28.38	5.00	29.00	123.70	12.37

Lampiran 8. Hasil dan Perhitungan Kadar Air

Kadar air diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{Massa\ tanah\ sebelum\ Oven\ (g)\ x\ Massa\ tanah\ setelah\ oven\ (g)}{Massa\ tanah\ sebelum\ oven\ (g)}\ x\ 100\%$$

Berikut merupakan contoh perhitungan kadar air pada sampel tanah di titik 1 :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(34{,}4003\ -29{,}4481)\ \text{x}\ (34{,}1118-29{,}4481)}{(34{,}4003-29{,}4481)}\ \text{x}\ 100\%$$

Kadar Air (%) = 4,7 %

DATA			
CAT			
Titik	**a**	**b**	**c**
1	29.45	34.40	34.11
2	29.45	34.44	34.14
3	29.45	34.41	33.98
4	29.45	34.45	33.74
5	29.45	34.41	34.19
6	29.45	34.45	33.95
7	29.45	34.43	34.14
8	29.45	34.44	34.16
9	29.45	34.43	33.92
10	28.45	34.44	33.50
SOIL CONTROL			
Titik	**a**	**b**	**c**
1	29.61	34.58	33.92
2	25.63	30.61	29.79
3	29.45	34.43	33.68

HASIL PERHITUNGAN			
CAT			
Titik	**Massa tanah sebelum di oven (g)**	**Massa tanah sesudah di oven (g)**	**Kadar air (%)**
1	4.95	4.66	5.83
2	4.99	4.69	6.04
3	4.96	4.53	8.69
4	4.99	4.28	14.22
5	4.96	4.75	4.34
6	4.99	4.50	9.87
7	4.99	4.69	5.95
8	4.99	4.71	5.68
9	4.98	4.47	10.27
10	5.98	5.05	15.64
SOIL CONTROL			
Titik	**Massa tanah sebelum di oven (g)**	**Massa tanah sesudah di oven (g)**	**Kadar air (%)**
1	4.96	4.31	13.18
2	4.97	4.15	16.50
3	4.98	4.23	15.08

Rata - rata	14.92

Lampiran 9. Perhitungan TOC

Contoh perhitungan % TOC (*Total Organik Carbon*) sampel tanah bengkel cat mobil X pada titik 1 :

- Perhitungan Konsentrasi sampel

  y = ax + b

  Keterangan :

  - x = Konsentrasi Sampel (mg/l)
  - y = Nilai Absorbansi
  - a = Slope
  - b = Intercept

Berikut merupakan contoh perhitungan pada titik 1 :

y = ax + b

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

x = $\frac{0,008-0,001988476}{-0,006255063}$ = 7,169 mg/L

- Faktor koreksi

  fk = $\frac{100}{(100 - \%Kadar\ air)}$

  fk = $\frac{100}{(100 - 4,,7)}$

  fk = 1,0489 %

- %TOC

  %TOC = Konsentrasi TOC x $\left(\frac{ml\ ekstraks}{1000}\right) x \left(\frac{100}{mg\ sampel}\right) x\ Faktor\ Koreksi$

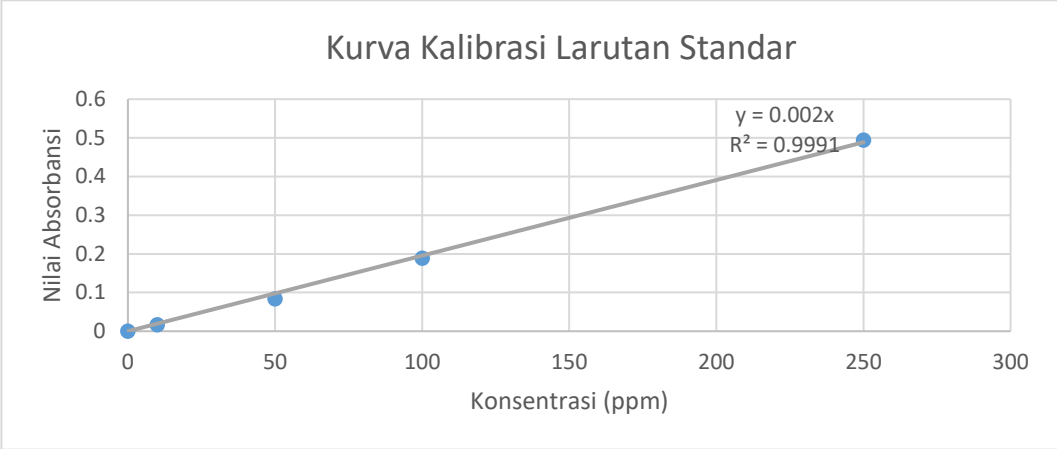
  %TOC = 7,169 x $\left(\frac{10}{1000}\right) x \left(\frac{100}{50}\right) x$ 1,0489%

  %TOC = 0,1504 %

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
10	0.017
50	0.084
100	0.189

250	0.494

Slope (a)	0.001988476
Intercept (b)	-0.006255063
R	0.999520836
R^2	0.999041902



Perhitungan konsentrasi TOC pada tiap sampel, menggunakan nilai absorbansi masing-masing sampel menggunakan persamaan regresi y = 0,002x + 0,9991. Berikut merupakan hasil perhitungan TOC pada sampel tanah bengkel cat mobil X :

Bengkel Cat Mobil X							
Titik	**Abs**	**Konsentrasi Sampel mg/L**	**ml Ekstrak**	**mg Sampel**	**Kadar Air (%)**	**Faktor Koreksi (fk)**	**%TOC**
Blanko	0.003	4.65	10	50	14.9	1.18	0.11
1	0.008	7.17			5.8	1.06	0.15
2	0.008	7.17			6.0	1.06	0.15
3	-0.001	2.64			8.7	1.10	0.06
4	-0.004	1.13			9.8	1.11	0.03
5	0.005	5.66			4.3	1.05	0.12
6	0.011	8.68			14.5	1.17	0.20
7	0.004	5.16			6.0	1.06	0.11
8	0.000	3.15			5.7	1.06	0.07
9	0.021	13.71			10.3	1.11	0.31
10	-0.004	1.13			15.6	1.19	0.03

Lampiran 10. Berita Acara Seminar Hasil

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Berita Acara
Seminar Proposal / Hasil Tugas Akhir

Periode : 3
Hari, Tanggal : Jumat , 13 September 2024
Nama/NIM Mhs : Kelvin Al-maghfirah . T . DP / 20513192
Judul Proposal : Identifikasi pencemaran hidrokarbon pada tanah di sekitar bengkel dan mobil x

Berdasarkan penilain Dosen Pembimbing dan Pengarah, maka Proposal/ Hasil Tugas Akhir Mahasiswa tersebut diatas: ditolak/diterima/diterima* dengan syarat dan revisi:

1. Dampak yang dialami oleh manusia akibat TPH, Hubungan TPH terhadap sifat fisik, kimia, dan faktor dari sumber, fate dan transport pencemar ke lingkungan, ~~kandungan~~
2. Kandungan rantai karbon yang terdapat pada cat/thinner, Skala prioritas dan banyaknya penggunaan cat/thinner saat proses pengecatan.
3. penjelasan tanah regosol terhadap penyebaran TPH, Hubungan sifat fisik & kimia serta jarak terhadap pencemaran TPH, Korelasi jarak & sumber pencemar terhadap penyebaran TPH
4. Korelasi TPH dengan parameter pendukung, perbandingan Soil Control dengan hasil diluar dalam 1 grafik, Saran Remediasi Lingkungan dan penggunaan APD pada pekerja bengkel.

Dosen Pengarah dan Pembimbing:

Dosen I ( )

Dosen II ( )

Dosen III (Dhandhun Waranda .)

*Coret yang tidak perlu

Lampiran 11. Daftar Hadir Seminar Hasil

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Daftar Hadir Mahasiswa
Seminar Proposal / Hasil/ Tugas Akhir/ KP

Periode : 3
Hari, Tanggal : Jumat, 13 September 2024
Nama/NIM Mhs : Kessya Al-maghfirah fatmawati Djadid Putri / 20513192
Judul Proposal : Identifikasi pencemaran Hidrokarbon pada tanah di sekitar Bengkel Cat Mobil x

No.	Nama	NIM	Tanda Tangan
1	Nadhifah khairunnisa	20513221	
2	Dwita Sari	20513025	
3	Tasya Amalia	20513057	
4	Selma Yovita Belajr	20513222	
5	Nadhifah Wafir Zahrah	20513046	
6.	Khoiria Atica	20513490	
7.	Putri pegima	20513285	
8	Abdullah R.A.	20513177	
9.	Dewi Fadhlurahman	20513157	
10.	Farah Himmatul U	20513176	
11.	Kurnissa Wulan Wangi	20513178	
12.	Kamilla Gurnia Ayunnissa	20513051	

Dosen Pengarah
( )