

**Pengolahan Limbah Praktikum
Menggunakan Alat Penyulingan Sebagai Bahan Pengujian
Kelarutan Aspal dengan *Tetra Chore Ethelyn (TCE)***

Sukamto Hadi Mulyono¹

¹Lab. Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, 911002132@uii.ac.id

Submisi: 26 September 2023; Penerimaan: 30 November 2023

Abstrak

Sampah adalah bahan yang dihasilkan dari suatu kegiatan atau proses yang tidak dapat digunakan lagi dan dapat menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah yang dihasilkan di Lab, dari kegiatan praktikum, penelitian mahasiswa dan dosen berupa limbah cair dan limbah padat.

Tujuan Penelitian ini untuk mencari bahan baku alternative kebutuhan Supplies Praktikum Bahan Perkerasan, dan sebagai sarana untuk mengembangkan penelitian PLP, limbah cair tersebut berasal dari uji kelarutan aspal terhadap Tetra Chore Ethelyn (TCE) dan limbah uji ekstraksi pelarutnya adalah Pertamina. Limbah ini berpotensi untuk dimanfaatkan kembali yaitu dengan cara pemurnian kembali dengan proses penyulingan menggunakan alat yang dirancang khusus.

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa limbah hasil kegiatan praktikum dan penelitian masih layak untuk digunakan atau digunakan kembali dengan menunjukkan nilai kelarutan yang tidak terlalu dominan yaitu hanya memiliki selisih sebesar 0,01% yaitu kelarutan aspal dalam TCE limbah sebesar 99,63% sedangkan TCE murni memiliki nilai kelarutan sebesar 99,64%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah ini masih dapat digunakan untuk kegiatan praktikum dan penelitian selanjutnya tanpa harus menggunakan TCE yang baru.

Kata kunci : Limbah cair, Tetra Chore Ethelyn, TCE, bahan baku, praktikum

PENDAHULUAN

Pengertian limbah merujuk pada bahan hasil suatu kegiatan atau proses yang tidak akan digunakan lagi, umumnya tidak terpakai dan dibuang begitu saja, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Menurut Sugiharto (1987), air limbah, atau wastewater, mencakup kotoran yang berasal dari masyarakat, rumah tangga, industri, air tanah, air permukaan, dan sumber buangan lainnya. Limbah cair dapat dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain limbah cair organik, limbah cair anorganik, dan gas.

Keputusan Kementerian Perindustrian dan Perdagangan RI No.

231/MPP/Kep/7/1997 (Kemenperindag, 1997) Pasal I menyebutkan bahwa limbah merupakan barang atau bahan sisa dan bekas dari kegiatan atau proses produksi yang telah mengalami perubahan fungsi. Selain itu, Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo.PP 85/1999 (PP, 1999) mendefinisikan limbah sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia. Dengan kata lain, limbah adalah barang sisa dari suatu kegiatan yang telah kehilangan nilai ekonomis. Berikut beberapa penjelasan detail mengenai ruang lingkup limbah:

Karakteristik Limbah

Limbah memiliki beberapa karakteristik umum, seperti ukuran mikro, sifat dinamis, penyebarannya yang

berdampak luas, dan efek jangka panjang. Jenis karakteristik limbah dibagi menjadi tiga kategori: fisik, kimia, dan biologi. Karakteristik fisik melibatkan zat padat, bau, suhu, dan warna kekeruhan. Sementara karakteristik kimia mencakup bahan organik, Biological Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD), Puissance d'Hydrogen Scale (pH), dan logam berat (Khumaisah dkk., 2010).

Jenis-Jenis Limbah

Jenis limbah dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya dan jenis senyawanya. Limbah domestik berasal dari kegiatan rumah tangga dan usaha seperti pasar, restoran, dan gedung perkantoran. Limbah industri merupakan hasil sisa atau buangan dari proses industri. Limbah pertanian berasal dari kegiatan pertanian dan perkebunan. Limbah pertambangan timbul dari kegiatan pertambangan dengan hasil berupa material tambang seperti logam dan batuan. Limbah wisata melibatkan sarana transportasi, tumpahan minyak, dan oli di kawasan wisata bahari. Limbah kesehatan, atau limbah medis, mirip dengan sampah domestik pada umumnya.



Limbah padat dari Uji Marshal

Limbah padat dari Uji Marshal

Gambar 1. Limbah padat,

Limbah yang dihasilkan di Lab Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil melibatkan kegiatan praktikum, penelitian mahasiswa, dan dosen, termasuk limbah cair dan limbah padat. Limbah cair berasal dari pengujian

kelarutan aspal terhadap Tetra Chore Ethelyn (TCE) dan limbah pengujian ekstraksi menggunakan pelarut Pertamina, sesuai dengan Modul Praktikum Bahan Perkerasan yang menggunakan Tetra Chore Ethelyn (TCE) sebagai pelarut (Jurusan Teknik Sipil, 2022; Bina Marga, 2010).

Dengan adanya limbah tersebut, penelitian atau percobaan perlu dilakukan untuk memanfaatkan limbah yang ada. Salah satu fokus penelitian adalah penggunaan limbah cair kelarutan aspal terhadap Tetra Chore Ethelyn (TCE) sebagai bahan baku praktikum kelarutan aspal terhadap Tetra Chore Ethelyn (TCE).



Limbah cair Uji Ekstraksi (Pertamax)

Limbah cair Uji Kelarutan Aspal (TCE)

Gambar 2. limbah cair di Lab. Jalan Raya

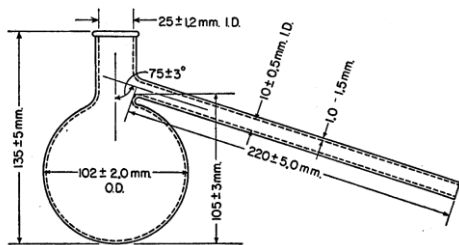
METODOLOGI

Alat dan Bahan

Metodologi pengujian penyulingan limbah cair melibatkan penggunaan berbagai alat dan bahan yang esensial. Alat yang digunakan antara lain labu suling berkapasitas 500 mL sesuai dengan Gambar 3, kondensor dengan panjang pelindung 200 mm sampai dengan 300 mm dan panjang tabung 450 mm (± 10 mm) seperti yang terlihat pada Gambar 2. Selain itu, diperlukan tabung pengarah (adaptor) dengan tebal 1 mm yang ujungnya bengkok dengan sudut 105° , pemanas yang umumnya terbuat dari logam dilapisi dengan asbestos 3 mm, dan pelindung yang terdiri dari dua lempeng asbestos dengan tebal 6,4 mm.

Metode Pengujian Penyulingan Limbah Cair Lab Jalan Raya

Langkah-langkah pengujian dimulai dengan meletakkan labu yang berisi benda uji dalam pelindung pada dua lembar kasa di atas penyangga kaki tiga. Selanjutnya, kondensor dihubungkan dengan labu, dan tabung pendingin dijepit sehingga labu berada dalam posisi tegak. Tabung pengarah diatur sedemikian rupa sehingga jarak dari leher labu sampai ujung pengeluaran tabung pengarah adalah 650 mm ± 50 mm, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Labu Destilasi

Sampel limbah TCE sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam labu, dan tabung sample ditutup. Termometer dimasukkan melalui gabus penutup leher labu suling sehingga jarak ujung labu suling berada 6,4 mm dari dasar labu. Pemanas dinyalakan, dan sampel

dipanaskan pada suhu 87°C. Pastikan semua peralatan bersih dan kering sebelum memulai penyulingan. Pompa air diaktifkan untuk mengalirkan air dingin melalui kondensor. Hasil pengujian penyulingan limbah TCE dihitung setelah distilasi, menghasilkan sebanyak 367 ml. Pengujian ini diulangi sebanyak 3 kali dengan harapan hasil yang diperoleh tetap konsisten. Setelah selesai, seluruh peralatan yang digunakan dibersihkan untuk persiapan pengujian selanjutnya (Hidayat, 2016; Anwar dkk. 2017; Aryani, 2020).

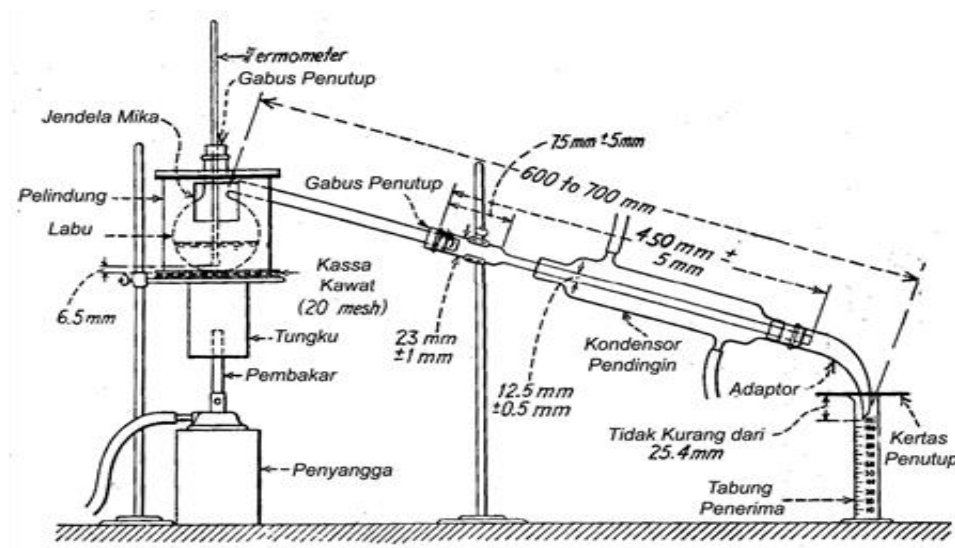
Analisis Statistika

Dalam melakukan uji T-Test untuk makalah jurnal ini, kami menggunakan perangkat lunak Excel sebagai alat bantu untuk menjalankan analisis statistik. Fokus utama analisis adalah pada dua perbandingan kritis.

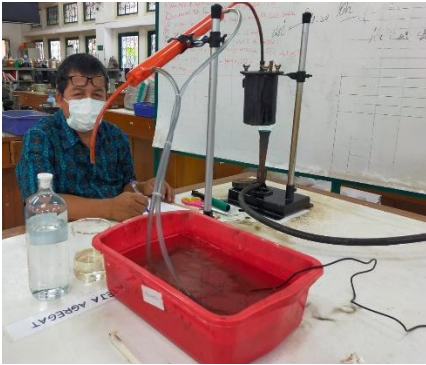
Perbandingan Volume TCE Sebelum dan Sesudah Disuling:

H0: Tidak ada perbedaan signifikan antara volume TCE sebelum dan sesudah disuling.

H1: Terdapat perbedaan signifikan antara volume TCE sebelum dan sesudah disuling.



Gambar 4. Rangkaian Alat Penyulingan



Gambar 5. Proses penyulingan limbah praktikum kelarutan aspal + TCE

Kami menggunakan rumus T-Test pada Excel untuk membandingkan dua kelompok data ini, dengan memasukkan data volume TCE sebelum dan sesudah disuling ke dalam kolom Excel yang sesuai.

Perbandingan Antara TCE Limbah dan TCE Murni:

H₀: Tidak ada perbedaan signifikan antara kandungan TCE dalam limbah dan TCE murni.

H₁: Terdapat perbedaan signifikan antara kandungan TCE dalam limbah dan TCE murni.

Kami juga menggunakan rumus T-Test pada Excel untuk membandingkan dua kelompok data ini, yaitu kandungan TCE dalam limbah dan TCE murni.

Dengan menggunakan Excel, kami dapat menghitung nilai t-statistik dan p-value untuk masing-masing uji, serta memeriksa apakah nilai p-value lebih kecil dari tingkat signifikansi yang telah ditentukan (biasanya 0,05). Jika p-value kurang dari tingkat signifikansi, hipotesis nol akan ditolak.

Hasil dari analisis ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang signifikansi statistik dari perbedaan yang diamati, dan menjadi dasar untuk interpretasi hasil secara keseluruhan dalam konteks manajemen limbah dan efisiensi proses penyulingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penyulingan Limbah Kelarutan Aspal.

Hasil destilasi limbah Tetra Chore Ethelyn (TCE) terdokumentasi dalam Tabel 1. Dari hasil pengujian penyulingan limbah praktikum banper dengan volume pengujian 500 ml limbah, dihasilkan limbah TCE sebanyak 367,00 ml, atau sebanyak 73.4%. Limbah TCE ini kemudian diuji untuk kelarutan aspal, menghasilkan hasil yang tercantum pada Tabel 3. Melalui hasil uji T-Test, terlihat bahwa perbandingan volume TCE sebelum dan sesudah disuling menandakan adanya perbedaan yang signifikan.

Terdapat perubahan warna yang signifikan pada limbah praktikum kelarutan aspal dengan TCE. Gambar 6 memberikan visualisasi yang menggambarkan perbedaan tersebut. Meskipun kelarutan aspal dengan TCE menunjukkan tingkat kekeruhan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan TCE murni, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk memahami faktor-faktor penyebab perbedaan ini.



Gambar 6. 1) Hasil penyulingan limbah TCE praktikum kelarutan aspal dengan TCE, 2) Limbah praktikum kelarutan aspal dengan TCE, dan 3) TCE Murni (asli) yang belum tercampur dengan aspal.

Tabel 1. hasil penyulingan limbah kelarutan aspal

No	Keterangan	V0 (ml)	V1 (ml)
1	Pengujian 1	500	366
2	Pengujian 2	500	368
3	Pengujian 3	500	367
	Rata - rata	500	367

Keterangan: V0 = volume limbah sebelum disuling, V1= volume limbah setelah disuling

Hasil Pengujian Kelarutan Aspal pada Limbah TCE Praktikum dan TCE Murni:

Gambar 6 juga menjadi referensi visual yang berguna untuk memahami hasil kelarutan aspal pada limbah TCE praktikum dan TCE murni. Meskipun perubahan visual terlihat, analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kelarutan aspal dalam konteks limbah TCE. Tabel 3 mencatat hasil uji kelarutan aspal dengan menggunakan bahan

pelarut TCE hasil limbah dan TCE murni. Hasil uji T-Test perbandingan antara TCE Limbah dan TCE Murni menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan secara statistik.

Tabel 2. hasil perhitungan T-Test menggunakan excel

	V0	V1
Mean	500	367
Variance	0	1
Observation	3	3
Pooled variance	0,5	
Hypothesized mean difference	0	
df	4	
T Stat	230,36	
P(T<=t) one tail	0,0	
t Critical one tail	2,130	
P(T<=t) two tail	0,00	
t Critical two tail	2,78	

Keterangan: V0 = volume limbah sebelum disuling, V1= volume limbah setelah disuling

Tabel 3. Hasil Pengujian Kelarutan Aspal, Limbah TCE Praktikum dan TCE Murni

No	Keterangan	TCE hasil Limbah	TCE hasil Murni
1	Penimbangan 28°C	Jam 11.05 Wib	Jam 11.05 Wib
2	Pelarutan 28°C	Jam 11.11 s/d 11.17	Jam 11.11 s/d 11.17
3	Penyaringan 28°C	Jam 11.20 s/d 11.23	Jam 11.20 s/d 11.23
4	Filter dioven 110°C	Jam 11.24 s/d 11.40	Jam 11.24 s/d 11.40
Proses Pengujian Kelarutan Aspal, Limbah TCE Praktikum dan TCE Asli			
5	Berat Erlen Meyer kosong gr	56,23	54,43
6	Berat Erlen Meyer kosong + Aspal gr	58,91	57,17
7	Berat Aspal (6-5) gr	2,68	2,74
8	Berat kertas saring bersih gr	0,65	0,64
9	Berat kertas saring bersih + Endapan	0,66	0,65
10	Berat Endapan gr	0,01	0,01
11	Prosentasi Endapan (10/7x100) gr	0,37	0,36
12	Aspal yang terlarut (100% - 11) gr	99,63	99,64

Tabel 4. Hasil perhitungan T-Test menggunakan excel

Keterangan	TCE Limbah	TCE Murni
Mean	99,627	99,637
Variance	0,000	0,000
Observations	3,000	3,000
Pooled Variance	0,000	
Hypothesized Mean Difference	0,000	
df	4,000	
t Stat	-2,121	
P(T<=t) one-tail	0,051	
t Critical one-tail	2,132	
P(T<=t) two-tail	0,101	
t Critical two-tail	2,776	

KESIMPULAN

Dari hasil penyulingan limbah kelarutan aspal dengan Tetra Chloro Ethylene (TCE), terlihat perubahan signifikan pada warna limbah praktikum dan tingkat kekeruhan kelarutan aspal dengan TCE dibandingkan TCE murni. Volume limbah TCE setelah penyulingan menunjukkan penurunan yang signifikan, diindikasikan oleh hasil uji T-Test. Meskipun demikian, kelarutan aspal pada limbah TCE praktikum dan TCE murni menunjukkan kesamaan yang signifikan secara statistik.

SARAN

Setelah menyelesaikan penelitian penyulingan limbah cair di Lab Jalan Raya untuk praktikum kelarutan aspal dalam TCE, peneliti merekomendasikan pemanfaatan limbah cair dari pengujian ekstraksi untuk penelitian selanjutnya, dengan peringatan khusus terkait kehati-hatian dalam penggunaan pelarut seperti pertamax. Selain itu, limbah padat yang dihasilkan juga dapat menjadi fokus penelitian berikutnya, membuka peluang untuk eksplorasi karakteristik limbah padat yang belum diteliti sebelumnya. Terakhir, peneliti menekankan pentingnya kepatuhan terhadap standar keselamatan dan K3 di laboratorium guna mencegah potensi risiko kebakaran atau kecelakaan kerja

DAFTAR PUSTAKA

Kemenperindag, Kementerian Perindustrian dan Perdagangan. 1997. No. 231/MPP/Kep/7/1997 Pasal I tentang Prosedur Impor Limbah. Kementerian Perindustrian dan Perdagangan : Jakarta

Hidayat, Nur. 2016. Bioproses Limbah Cair. Penerbit Andi : Yogyakarta

PP, Peraturan Pemerintah. 1999. No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan

Beracun. Penerbit: Pemerintah Republik Indonesia : Jakarta

BSN, Badan Standarisasi Nasional. 1994. SNI 03-3642-1994 Metode Pengujian Kadar Residu Aspal Emulsi dengan Penyulingan PU. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta

Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII. 2022. Materi/Modul Praktikum Mata Kuliah Bahan Perkerasan. Yogyakarta

BSN, Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 2488: 2011 Cara Uji Penyulingan Aspal Cair. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta

Anwar, A., Nugraha, N., Nasution, A., & Amaranti, R. (2017). Teknologi Penyulingan Minyak Sereh Wangi Skala Kecil Dan Menengah Di Jawa Barat. *Teknoin*, 22(9). <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss9.art4>

Bina Marga. 2010. Diklat Penggunaan Bahan & Alat Untuk Pekerjaan Jalan & Jembatan. Modul Bahan Aspal Untuk Perkerasan Lentur. Jakarta

Khumaisah, L. L., Asep Kadarohman, Ratnaningsih Eko. 2010. Efektivitas Biolavasida Ekstrak Etanol Limbah Penyulingan Minyak Akar Wangi (*Vetiveria zizanoides*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*, *Culex sp.*, dan *Anopheles sundaicus*. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, Vol 1, No.1. Bandung. Hal 59-65

Ma'mun. 2015. Petunjuk Teknis Penanganan Bahan Dan Penyulingan Minyak Atsiri. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Sirkuler

Aryani, F. 2020. Penyulingan Minyak Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) dengan Suhu yang Berbeda. *Buletin Loupe*, 16(02).

Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press. Jakarta.