

Kajian Pengelolaan Limbah B3 Bengkel Otomotif di Kawasan Kampus ITS

Muhammad Hamzafidz Javier dan Yulinah Trihadiningrum
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: yulinah_t@enviro.its.ac.id

Abstrak—Bengkel kendaraan bermotor merupakan salah satu sektor usaha yang menghasilkan limbah B3. Limbah tersebut umumnya berasal dari kegiatan reparasi ataupun sisa produk penunjang kendaraan bermotor. Limbah B3 apabila tidak dikelola dengan baik dan benar maka dapat berdampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan. Pemerintah sudah mengatur pengelolaan limbah B3 bagi setiap sektor usaha yang menghasilkannya melalui PP 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penelitian dilakukan di tiga lokasi yaitu Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin ITS (LBMM ITS), Pusat Otomotif dan Forensik STP ITS, dan Bengkel D3 Mesin ITS. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis dan laju timbulan limbah B3, menganalisis skema pengelolaan limbah B3, dan mengkaji kesesuaian pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan oleh bengkel otomotif di kawasan kampus ITS. Penelitian diawali dengan observasi serta pengumpulan data yang dibutuhkan pada lokasi yang diteliti. Observasi dilakukan terhadap kegiatan reparasi kendaraan di lokasi penelitian, sumber limbah B3, dan pengelolaan limbah B3. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan sampling selama 8 hari terhadap laju timbulan serta menentukan jenis limbah B3 yang dihasilkan. Jenis limbah B3 yang dihasilkan di ketiga lokasi bengkel antara lain limbah oli bekas, kain majun, kemasan bekas B3, serta komponen elektronik seperti baterai dan kabel. Rata-rata laju timbulan limbah B3 per harinya di LBMM ITS sebesar 2,08 kg/hari, sedangkan Bengkel DTMI menghasilkan limbah B3 0,94 kg/hari dan STP ITS sebesar 0,89 kg/hari. Ketiga bengkel masih belum melakukan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan peraturan yang berlaku, sehingga disusun rekomendasi yang dapat digunakan oleh bengkel yang diteliti.

Kata Kunci—Bengkel Otomotif, Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, Pengelolaan Limbah B3, Peraturan Limbah B3.

I. PENDAHULUAN

DALAM perkembangan industri otomotif pada saat ini, berbagai macam sektor otomotif terus meningkatkan kapasitas produksi ataupun inovasi. Hal ini tentu berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan dari adanya kegiatan tersebut. Salah satu limbah yang dihasilkan dari adanya kegiatan pada suatu industri otomotif adalah limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Siddik & Wardhani, 2020) [1]. Dimana dalam hal ini kegiatan produksi ataupun reparasi kendaraan yang menggunakan bahan B3 maka berpotensi menimbulkan limbah B3, menurut PP 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup [2] yang dimaksud limbah B3 adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang mengandung B3. Selanjutnya limbah B3 merupakan limbah yang berbahaya, hal ini dikarenakan konsentrasinya, sifat fisik atau kimianya ataupun jumlahnya dapat berpotensi menimbulkan penyakit bagi manusia (Utami & Syafrudin, 2018) [3]. Kegiatan yang ada pada suatu bengkel atau *workshop* otomotif pada saat ini sangat berpotensi menghasilkan limbah B3. Dengan meningkatnya jumlah

Tabel 1.
Metode pengumpulan data

Parameter	Metode pengumpulan data	Sumber
Jenis dan laju timbulan limbah B3	Observasi dan pengukuran berat limbah B3 per harinya	- Lampiran IX, PP 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup - SNI 19-3964-1994
Luas area	Pengukuran langsung dan wawancara	Responden
Gambaran kegiatan utama di lokasi penelitian	Observasi dan wawancara	Responden

kegiatan yang dilakukan oleh suatu bengkel otomotif maka jumlah limbah B3 yang dihasilkan juga berpotensi meningkat. Bengkel otomotif sendiri jumlahnya pada saat ini terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Menurut Priyambodo (2018) [4], jumlah kendaraan bermotor di Jawa Timur memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar 5 – 10% tiap tahunnya. Hal tersebut tentu juga berdampak pada peningkatan pemakaian produk penunjang kendaraan seperti minyak pelumas dan lainnya. Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan pengelolaan limbah B3 yang baik pada bengkel otomotif.

Di kawasan lingkungan institusi pendidikan ITS terdapat beberapa bengkel otomotif yang beroperasi. Penelitian ini dilakukan terhadap beberapa bengkel otomotif yang berada di kawasan ITS meliputi Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin ITS (LBMM ITS), Pusat Otomotif dan Forensik STP ITS, dan Bengkel DTMI ITS. LBMM ITS dan Bengkel DTMI ITS merupakan bengkel akademis yang berfokus pada kegiatan penelitian ataupun reparasi kendaraan bermotor yang juga berpotensi menghasilkan limbah B3. Adapun Pusat Otomotif dan Forensik STP ITS merupakan pusat penelitian yang berkaitan dengan industri otomotif yang juga berpotensi menghasilkan limbah B3. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jenis dan laju timbulan limbah B3, menganalisis skema pengelolaan limbah B3, dan mengkaji kesesuaian pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan oleh bengkel otomotif di kawasan kampus ITS. Dalam penelitian ini dilakukan observasi dan juga pengambilan data jenis maupun timbulan limbah B3 pada bengkel otomotif. Hal tersebut bertujuan untuk menyusun sistem pengelolaan limbah B3 yang baik berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku. Penelitian ini dilakukan dengan landasan peraturan

Tabel 2.
Jenis dan rata-rata laju timbulan limbah B3 tiga bengkel di Kawasan Kampus ITS

Jenis limbah B3	LBMM ITS (kg/hari)	Bengkel DTMI (kg/hari)	STP ITS (kg/hari)
Oli bekas	1,29	0,27	-
Kain majun bekas	0,24	0,21	-
Limbah terkontaminasi B3	0,16	0,13	-
Kemasan bekas B3	0,29	0,16	0,09
Kabel	0,02	0,11	0,07
Kampas rem	-	0,06	-
Lampu	-	0,01	-
Pelat galvanis	-	-	0,21
Sludge logam	-	-	0,31
Print circuit board (PCB)	-	-	0,10
Baterai kering	-	-	0,09
Total	2,00	0,94	0,89



Gambar 1. Contoh jenis limbah B3 yang ditemukan di lokasi

perundangan terbaru yang berlaku, salah satunya yaitu PP 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Permen LHK No.6 tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun [5], serta peraturan perundangan lainnya.

II. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data tersebut diperoleh dari hasil pengamatan serta mengukur laju timbulan dan komposisi limbah B3 secara langsung di lokasi penelitian.

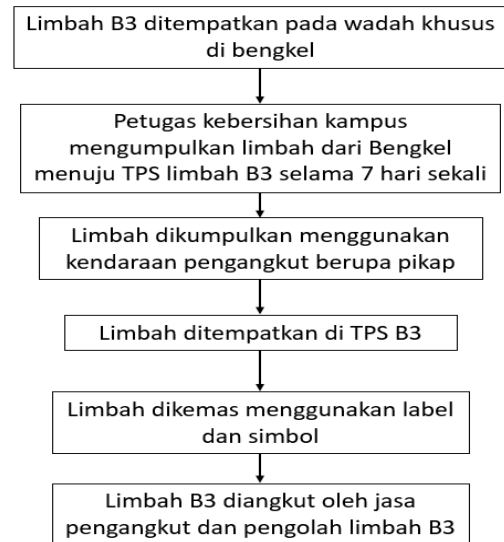
A. Observasi

Observasi dilakukan pada kegiatan utama di lokasi penelitian, hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kegiatan atau proses apa saja yang ada di lokasi. Selain itu observasi dilakukan dengan tujuan untuk menentukan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Adapun hal yang disurvei di lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan di lokasi penelitian.
2. Sumber limbah B3.
3. Pengelolaan limbah B3 di lokasi penelitian.

B. Pengambilan data

Setelah dilakukan observasi di lokasi penelitian, dilakukan pengumpulan data kegiatan, luas area, serta jenis dan laju timbulan limbah B3. Adapun metode pengumpulan



Gambar3. Diagram alir rekomendasi pengelolaan limbah B3 untuk bengkel di kawasan kampus ITS.



Gambar 4. Contoh wadah drum 40 L.

data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Responden untuk wawancara merupakan pihak pengelola bengkel di lokasi penelitian.

C. Analisis data

Hasil data yang didapat diolah serta dikaji guna menentukan kesesuaian sistem pengelolaan limbah B3 yang ada dengan peraturan yang berlaku. Adapun langkah pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi pengelolaan limbah B3 yang ada di lokasi penelitian meliputi;(a)Identifikasi sumber limbah B3 yang dihasilkan;(b)Analisis skema pengelolaan limbah B3 di lokasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengelolaan limbah B3 di lokasi penelitian sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Mengkaji kesesuaian sistem pengelolaan limbah B3 yang ada dengan peraturan yang berlaku (PP 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Hal tersebut dilakukan agar di lokasi penelitian dapat melakukan pengelolaan limbah B3 sisa produksi dengan baik dan benar.
3. Menyusun rekomendasi pengelolaan limbah B3.

D. Kesimpulan dan saran

Dari pembahasan tersebut dihasilkan kesimpulan dan saran yang nantinya bisa dimanfaatkan oleh pihak bengkel ataupun

Tabel 3.
Kesesuaian pengelolaan limbah B3 di lokasi penelitian dengan peraturan yang berlaku

Syarat ketentuan (PP 22 Tahun 2021 & Permen LHK No.6 Tahun 2021)	LBMM ITS	Bengkel DTMI	STP ITS
Pengemasan limbah B3 padat berdasarkan jenis dan karakteristik limbah. Pengemasan menggunakan kemasan drum berpenutup atau <i>jumbo bag</i>	Tidak sesuai (Limbah B3 padat langsung ditempatkan pada wadah sampah yang tercampur dengan limbah non B3)	Tidak sesuai (Limbah B3 padat ditempatkan pada wadah sampah yang tercampur dengan limbah non B3)	Tidak sesuai (Limbah B3 padat ditempatkan pada wadah sampah bengkel, serta bercampur dengan limbah non B3)
Pengemasan limbah B3 cair berdasarkan jenis dan karakteristik limbah. Pengemasan menggunakan kemasan drum 200 L atau tangki IBC Kemasan dalam kondisi layak (tidak rusak, tidak bocor, tidak berkarat)	Sesuai (Limbah B3 cair yaitu oli bekas ditempatkan pada drum berukuran 200 L) Sesuai (Drum oli bekas dalam keadaan baik, tidak bocor, dan tidak berkarat)	Sesuai (Limbah B3 cair oli bekas ditempatkan pada drum berukuran 200 L) Tidak sesuai (Drum oli bekas dalam keadaan berkarat dan penyok)	- (Tidak ada limbah B3 cair di STP ITS) Tidak sesuai (Tidak ada pengemasan khusus limbah B3 di STP ITS)
Ditandai dengan simbol dan label	Tidak sesuai (Tidak ada label atau simbol pada kemasan limbah B3 khususnya drum oli bekas)	Tidak sesuai (Tidak ada label atau simbol pada kemasan limbah B3 khususnya drum oli bekas)	- (Tidak ada kemasan limbah B3 di STP ITS)
Syarat ketentuan (PP 22 Tahun 2021 & Permen LHK No.6 Tahun 2021)	LBMM ITS	Bengkel DTMI	STP ITS
Selalu dalam keadaan tertutup rapat dan hanya dibuka jika akan dilakukan penambahan atau pengambilan limbah B3 dari dalamnya	Tidak sesuai (Kemasan drum oli bekas dalam keadaan terbuka)	Tidak sesuai (Kemasan drum oli bekas dalam keadaan terbuka)	- (Tidak ada kemasan limbah B3 di STP ITS)
Kemasan yang telah dikosongkan apabila akan digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 lain dengan karakteristik yang sama, harus disimpan di fasilitas penyimpanan limbah B3 dengan memasang label “KOSONG”	Tidak sesuai (Kemasan drum oli bekas tidak diberi label “KOSONG” pada saat kosong)	Tidak sesuai (Kemasan drum oli bekas tidak diberi label “KOSONG” pada saat kosong)	- (Tidak ada kemasan limbah B3 di STP ITS)
Penyimpanan paling lama 180 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg per hari untuk Limbah B3 kategori 1.	Tidak sesuai (Tidak dilakukan penyimpanan untuk limbah kategori 1, limbah langsung ditempatkan pada wadah sampah tercampur dengan limbah non B3)	Tidak sesuai (Tidak dilakukan penyimpanan untuk limbah kategori 1, limbah langsung ditempatkan pada wadah sampah tercampur dengan limbah non B3)	Tidak sesuai (Limbah langsung ditempatkan pada wadah sampah tercampur dengan limbah non B3)
Penyimpanan paling lama 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg per hari, kategori 2 dari sumber tidak spesifik dan sumber spesifik umum	Tidak sesuai (Penyimpanan limbah B3 kategori 2 hanya dilakukan pada limbah oli bekas yang disimpan hingga drum oli penuh. Sedangkan limbah B3 kategori 2 lainnya ditempatkan pada wadah sampah tercampur)	Tidak sesuai (Penyimpanan limbah B3 kategori 2 hanya dilakukan pada limbah oli bekas yang disimpan hingga drum oli penuh. Limbah B3 kategori 2 lainnya ditempatkan pada wadah sampah tercampur)	Tidak sesuai (Limbah langsung ditempatkan pada wadah sampah tercampur)
Fasilitas Penyimpanan berupa bangunan.	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas penyimpanan limbah B3)	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas penyimpanan limbah B3)	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas penyimpanan limbah B3)
Rancang bangun sesuai dengan jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang disimpan.	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas bangunan penyimpanan limbah B3)	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas bangunan penyimpanan limbah B3)	Tidak sesuai (Tidak ada fasilitas bangunan penyimpanan limbah B3)
Syarat ketentuan (PP 22 Tahun 2021 & Permen LHK No.6 Tahun 2021)	LBMM ITS	Bengkel DTMI	STP ITS
Pengangkutan wajib dilakukan oleh pengangkut yang memiliki perizinan berusaha di bidang pengangkutan Limbah B3	Tidak sesuai (Limbah oli diangkut oleh pengepul yang belum memiliki izin, sedangkan limbah B3 padat diangkut oleh petugas kebersihan kampus)	Tidak sesuai (Limbah oli diangkut oleh pihak yang belum memiliki izin, sedangkan limbah B3 padat diangkut oleh petugas kebersihan kampus)	Tidak sesuai (Limbah diangkut oleh petugas kebersihan kampus)
Pengangkutan wajib memenuhi ketentuan: 1. Alat angkut: dapat berupa kendaraan roda 4 berupa pikap dengan penutup 2. Rekomendasi pengangkutan: persetujuan KLHK 3. Festronik pengangkutan	Tidak sesuai (Pengangkutan tidak dilakukan oleh pihak yang memiliki perizinan pengangkutan limbah B3)	Tidak sesuai (Pengangkutan tidak dilakukan oleh pihak yang memiliki perizinan pengangkutan limbah B3)	Tidak sesuai (Pengangkutan tidak dilakukan oleh pihak yang memiliki perizinan pengangkutan limbah B3)

Tabel 4.
Kebutuhan wadah limbah B3 di ketiga bengkel

Lokasi	Jenis limbah	Nomor wadah	Rata-rata laju timbulan (L/hari)	Kebutuhan wadah
LBMM ITS	Kemasan bekas B3	I	5,6	1 drum 40 L
	Kain majun bekas	IV	3,4	1 drum 40 L
	Limbah terkontaminasi B3	II	0,4	1 kontainer 15 L
	Kabel	III	0,3	1 kontainer 15 L
Bengkel DTMI	Kemasan bekas B3	I	2,8	1 drum 40 L
	Kain majun bekas	IV	4,2	1 drum 40 L
	Limbah terkontaminasi B3	II	0,4	1 kontainer 15 L
	Lampu	III	0,1	1 kontainer 15 L
	Kabel	III	1,9	15 L
	Kampas rem	VI	0,3	1 kontainer 15 L
STP ITS	Pelat galvanis	VI	0,7	1 kontainer 15 L
	Sludge logam	VI	0,5	15 L
	Kemasan bekas B3	I	3,1	1 drum 40 L
	Baterai	III	1,1	1 drum 40 L
	Kabel	III	1,4	L
	PCB	III	0,2	L

dipihak lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jenis dan laju timbulan limbah B3

Berdasarkan sampling yang telah dilakukan terhadap jenis dan laju timbulan limbah B3 yang ada di lokasi penelitian didapat data yang dibutuhkan. Kode limbah serta kategori didapat berdasarkan Lampiran IX PP 22 tahun 2021, sedangkan fase limbah berdasarkan hasil pengamatan. Adapun penentuan karakteristik limbah B3 berdasarkan Lampiran X PP 22 tahun 2021 beserta literatur yang digunakan. Jenis dan rata-rata laju timbulan limbah B3 tiga bengkel di Kawasan Kapus ITS dapat dilihat pada Tabel 2. Contoh jenis limbah B3 yang ditemukan di lokasi penelitian (kemasan bekas B3 dan betrai bekas) dapat dilihat pada Gambar 1.

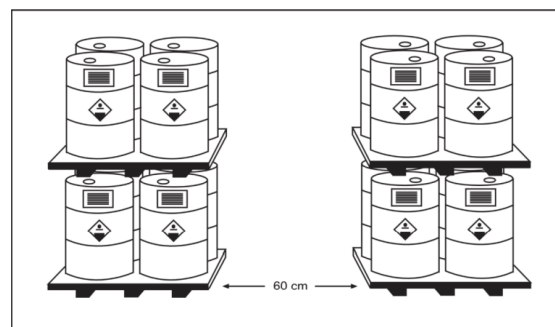
Berdasarkan hasil sampling jenis serta laju timbulan limbah B3 yang ada di ketiga lokasi penelitian, maka didapat beberapa perbandingan sebagai berikut:

1. LBMM ITS menghasilkan limbah B3 dengan rata-rata timbulan terbesar per harinya yaitu 2,00 (kg/hari).
2. STP ITS menghasilkan limbah B3 dengan rata-rata timbulan terkecil per harinya yaitu 0,89 (kg/hari).
3. Limbah B3 yang dihasilkan di LBMM ITS dan Bengkel DTMI didominasi oleh limbah B3 cair yaitu limbah oli bekas.
4. Limbah B3 yang dihasilkan di STP ITS hanya limbah B3 fase padat

Kondisi di atas dikarenakan adanya perbedaan variasi kegiatan pada ketiga lokasi bengkel. LBMM ITS dan Bengkel DTMI lebih berfokus pada kegiatan pelayanan reparasi kendaraan bermotor, sedangkan STP ITS berfokus pada kegiatan manufaktur kendaraan listrik. Selain itu jam

Tabel 5.
Kebutuhan wadah drum 60 L untuk pengumpulan limbah B3

Jenis limbah B3	Nomor wadah	Total timbulan tiga bengkel selama 7 hari (L)	Kebutuhan drum 60 L
Kemasan bekas B3	I	80,5	2
Kain majun bekas	II	53,2	1
Limbah terkontaminasi B3 (baut, mur, dan rantai motor)	III	5,6	1
Lampu Baterai Kabel PCB	IV	35	1
Pelat galvanis Sludge logam	V	10,5	1
Kampas rem Oli bekas	VI	12,8	1
Kemasan bekas B3	I	80,5	2



Gambar 5. Contoh cara penyimpanan drum menggunakan palet

operasional yang berbeda juga berpengaruh terhadap laju timbulan limbah B3 yang dihasilkan. Luas area bengkel tidak berpengaruh terhadap tinggi atau rendahnya laju timbulan limbah B3 yang dihasilkan. Laju timbulan sebagian besar dipengaruhi oleh jenis kegiatan serta jam operasional bengkel.

B. Kesesuaian pengelolaan limbah B3 dengan peraturan yang berlaku

Berdasarkan Tabel 3 terdapat 12 poin penilaian dalam mengkaji kesesuaian pengelolaan limbah B3 di ketiga lokasi bengkel. Dari 12 poin penilaian dalam mengkaji kesesuaian pengelolaan limbah B3 di ketiga lokasi bengkel. Dari 12 poin tersebut hanya terdapat 2 poin saja dari pengelolaan limbah B3 di lokasi penelitian yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. LBMM ITS dan Bengkel DTMI melakukan pengemasan limbah B3 menggunakan drum 200 L, hal tersebut sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku. Namun drum yang digunakan pada kedua bengkel tersebut hanya drum oli di LBMM ITS saja yang dalam kondisi baik, sedangkan drum oli di Bengkel DTMI dalam kondisi tidak layak. Pengelolaan limbah B3 di STP ITS seluruhnya belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kondisi eksisting penyimpanan limbah oli bekas di LBMM ITS dapat dilihat pada Gambar 2.

C. Rekomendasi pengelolaan limbah B3

Rekomendasi pengelolaan limbah B3 diperlukan dengan

Tabel 6.
Kebutuhan wadah limbah B3 di ketiga bengkel

Blok	Nomor wadah	Jenis limbah B3	Total laju timbunan tiga bengkel (L/hari)	Durasi Penyimpanan (hari)	Kebutuhan wadah drum 200 L	Jumlah blok palet (maksimal 3 tumpukan)
A	I	Kemasan bekas B3	11,5	365	20	3
	II	Limbah terkontaminasi B3 (baut, mur, dan rantai motor)	0,8	365	1	
	III	Lampu Baterai Kabel PCB	5,0	365	9	
B	IV	Kain majun bekas	7,6	365	1	1
C	V	Pelat galvanis <i>Sludge</i> logam Kampas rem	1,5	180	5	1
D	VI	Oli bekas	1,8	365	3	1

tujuan bengkel yang diteliti dapat memahami peraturan pengelolaan limbah B3 serta memperbaiki pengelolaannya. Rekomendasi terhadap kegiatan pengelolaan limbah B3 yang dilakukan ketiga bengkel pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut.

1. Limbah kain majun yang sebelumnya dilakukan pencucian di Bengkel DTMI akan ditempatkan pada wadah terpisah seluruhnya, sehingga tidak ada lagi pencucian limbah kain majun.
2. Pengumpulan limbah *sludge* logam di STP ITS yang sebelumnya debu sisa potongan pelat galvanis dibiarkan jatuh ke dasar lantai dan dikumpulkan dengan disapu. Selanjutnya direkomendasikan untuk menggunakan wadah yang diletakkan di bawah alat pemotong sehingga debu sisa potongan pelat dapat terwadahi dengan baik.

Selanjutnya direkomendasikan pengelolaan limbah B3 dari ketiga bengkel yang diteliti secara terintegrasi. Hal tersebut dikarenakan ketiga Bengkel masih berada dalam satu kawasan yang memungkinkan dilakukannya pengelolaan limbah B3 secara terintegrasi meliputi pengangkutan dan penyimpanan. Penyusunan rekomendasi juga didasari hasil diskusi dengan pihak *Smart Eco Campus* ITS terkait rencana pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan di kawasan ITS. Selain ketiga bengkel yang diteliti, terdapat beberapa lokasi di kawasan kampus ITS yang juga berpotensi menghasilkan limbah B3 dari sisa kegiatan perawatan kendaraan bermotor seperti Molina ITS dan juga bengkel sarana dan prasarana ITS (Sarpras ITS). Diagram alir rekomendasi pengelolaan limbah B3 untuk Bengkel di kawasan ITS dapat dilihat pada Gambar 3.

Selanjutnya didapat kebutuhan jumlah dan volume wadah untuk limbah B3 yang dihasilkan di ketiga bengkel berdasarkan nilai laju timbunan limbah B3 yang dihasilkan. Berdasarkan PP 22 Tahun 2021, limbah oli merupakan limbah kategori 2 dari sumber tidak spesifik yang dapat dilakukan penyimpanan paling lama 365 hari untuk limbah yang dihasilkan < 50 kg per harinya. Limbah B3 padat yang dihasilkan dari ketiga bengkel tersebut hampir seluruhnya memiliki karakteristik beracun. Limbah B3 tersebut jika mengacu pada kaidah komparabilitas karakteristik limbah B3 dimana limbah B3 dengan karakteristik beracun dapat diletakkan bersama dengan limbah B3 beracun lainnya. Adapun pewadahan di bengkel dilakukan sesuai dengan jenis, komparabilitas, dan potensi daur ulang limbah dengan

menggunakan wadah yang telah diberi label informasi dan nomor. Nomor wadah beserta jenis limbahnya sebagai berikut.

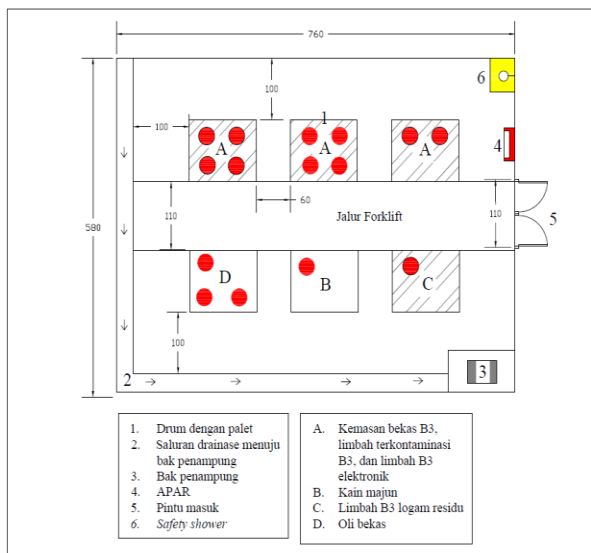
- a. Wadah I = Kemasan bekas B3
- b. Wadah II = Limbah terkontaminasi B3 (baut, mur, dan rantai motor)
- c. Wadah III = Limbah B3 elektronik (lampu, baterai, kabel, dan PCB)
- d. Wadah IV = Kain majun bekas
- e. Wadah V = Oli bekas
- f. Wadah VI = Limbah B3 logam (pelat galvanis, *sludge* logam, dan kampas rem)

Kebutuhan wadah untuk limbah B3 berdasarkan tiap jenis limbah di seluruh bengkel dapat dilihat pada Tabel 4. Wadah yang digunakan merupakan drum plastik berukuran 40 L dengan penutup dengan tinggi 55 cm dan diameter 30 cm (Gambar 4). Adapun untuk limbah dengan laju timbunan yang relatif kecil menggunakan wadah kontainer berukuran 15 L dengan panjang 37 cm dan lebar 25 cm. Pada wadah yang digunakan terdapat simbol karakteristik limbah B3 dan label informasi limbah berdasarkan Permen LHK No.6 tahun 2021. Label informasi limbah berisikan alamat dan kontak penghasil limbah, jenis limbah, tanggal pengemasan, jumlah limbah, kode limbah, dan sifat limbah.

Selanjutnya petugas kebersihan kampus akan mengumpulkan limbah B3 dengan memindahkan limbah pada wadah di bengkel ke dalam wadah drum 60 L yang ada pada kendaraan pengangkut sesuai dengan nomor wadah. Kebutuhan wadah drum untuk pengumpulan berdasarkan nomor wadah dengan frekuensi waktu pengumpulan 7 hari sekali. Rute pengumpulan limbah dari TPS B3 menuju ketiga Bengkel memiliki jarak tempuh sejauh ± 5 Km serta waktu tempuh ± 17 menit.

Berdasarkan Tabel 5 didapat kebutuhan drum 60 L untuk pengumpulan limbah B3 dari ketiga bengkel sejumlah 7 drum. Direncanakan pengumpulan limbah B3 menggunakan kendaraan pengumpul berupa mobil boks tertutup dengan dimensi bak pengangkut 2,3 x 1,5 m. Kendaraan pengumpul memiliki beberapa ketentuan berdasarkan Permen LHK No.6 tahun 2021 meliputi: dalam kondisi tertutup, terdapat label informasi dan kontak penghasil limbah, terdapat simbol jenis limbah B3 yang diangkut, serta memiliki manifest.

Rekomendasi penyimpanan limbah B3 yang ada di ketiga bengkel didasari oleh laju timbunan yang dihasilkan per



Gambar 6. Layout TPS limbah B3 untuk bengkel di kawasan kampus

harinya. Adapun rekomendasi durasi penyimpanan limbah B3 serta kebutuhan jumlah wadah dapat dilihat pada Tabel 6. Pada penelitian ini direkomendasikan durasi penyimpanan limbah B3 berdasarkan peraturan yang berlaku. Adapun wadah yang digunakan untuk menyimpan limbah di TPS merupakan drum berukuran 200 L yang diberi label dan simbol. Kemudian untuk meminimalkan kebutuhan luas TPS maka dalam penyimpanan limbah B3 kemasan drum akan disusun menggunakan palet. Wadah drum diletakkan pada palet berukuran 1,0 x 1,4 x 0,1 m, serta disusun dengan jumlah maksimal 3 lapis tumpukan per blok (Gambar 5).

Selanjutnya dibutuhkan TPS B3 untuk penyimpanan sementara limbah B3 yang dihasilkan oleh ketiga bengkel. TPS B3 tersebut harus dalam kondisi tertutup serta terlindung dari hujan maupun sinar matahari. TPS B3 yang direncanakan berdasarkan Permen LHK no.6 tahun 2021 dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Rancang bangun sesuai dengan jenis, karakteristik, dan jumlah Limbah B3 yang disimpan.
2. Luas ruang penyimpanan sesuai dengan jumlah limbah B3 yang disimpan.
3. Desain dan konstruksi yang mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan tertutup, tahan dari api dan memiliki sistem ventilasi udara.
4. Lantai bagian dalam dibuat melandai turun ke arah bak penampung tumpahan dengan kemiringan paling tinggi 1% (satu persen).
5. Lantai bagian luar bangunan dibuat agar air hujan tidak masuk ke dalam bangunan tempat penyimpanan limbah B3.
6. Dilengkapi dengan simbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
7. Bak penampung tumpahan untuk menampung cairan, tumpahan Limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cairan atau tumpahan Limbah B3.
8. Terdapat saluran drainase cairan, tumpahan limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cairan atau tumpahan limbah B3.
9. Jarak antara tumpukan kemasan dengan atap paling rendah 1 m.
10. Lebar gang antar blok minimal 60 cm dan lebar gang utama 1,1 m untuk jalur forklif.

Tabel 7. Daftar rekomendasi jasa pengumpul limbah B3 di sekitar Kota Surabaya

Pengumpul limbah B3	Alamat	Kontak
PT Surabaya Jadi Jaya	Jl. Tambak Sawah Industri, JJ Jabon II Blok D1-D2 Sidoarjo, Jawa Timur 61256	0821-6808-0876
PT Putra Restu Ibu Abadi	Jl. Griya Kebraon Tengah J/15 Surabaya – Jawa Timur	031-767-2803
PT Arah Environmental Indonesia	Jl. Rungkut Madya Ruko Grand City Regency A 15	031-872-2981

11. Tiap blok palet maksimal memiliki tiga tumpukan kemasan drum.
12. Terdapat peralatan pemadam kebakaran.

Rekomendasi luas gudang penyimpanan ini berdasarkan jumlah kemasan limbah B3, jarak blok serta jarak dengan dinding. Di kawasan kampus ITS sendiri belum memiliki TPS B3, sehingga berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *smart eco campus* ITS direncanakan TPS B3 terpusat di ITS yang berlokasi di belakang gedung NASDEC. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan ketersediaan lahan yang ada, selain itu terdapat juga potensi pengembangan kawasan STP ITS. Dengan adanya ketersediaan lahan tersebut maka berdasarkan rekomendasi TPS B3 yang direncanakan, nantinya TPS B3 tersebut masih dapat dikembangkan dengan menyesuaikan laju timbulan limbah B3 yang dihasilkan di kawasan kampus ITS. Adapun rencana layout TPS limbah B3 terpusat untuk bengkel di kawasan kampus ITS dapat dilihat pada Gambar 6.

TPS limbah B3 tersebut harus memiliki izin dari Pemerintah setempat (Pemkot, DLH, atau KLHK) serta nantinya memiliki manifes pengelolaan limbah B3. TPS B3 juga terdapat forklif untuk mempermudah pemindahan kemasan limbah B3. Adapun direncanakan forklif yang akan digunakan memiliki *load capacity* sebesar 1,5-ton serta dimensi panjang dan lebar 1,06 x 2,08 m. Limbah B3 yang telah disimpan di TPS B3 selanjutnya akan diangkat menuju tempat pengolahan limbah B3. Namun kampus ITS dapat menggunakan pihak ketiga dalam kegiatan pengangkutan limbah B3. Dalam hal ini pihak kampus dapat menggunakan jasa pengumpul limbah B3 yang telah memiliki izin operasional dari pihak yang berwenang. Selanjutnya pihak ketiga tersebut dapat melakukan pengangkutan limbah B3 dari TPS B3 dengan periode waktu yang telah ditentukan serta melakukan pengangkutan sesuai dengan karakteristik limbah B3. Pengangkutan limbah B3 juga harus disertai dengan manifes yang dimiliki oleh penghasil limbah B3, pengangkut limbah B3, hingga pengolah limbah B3 tersebut. Alat angkut atau kendaraan pengangkut limbah B3 dapat menggunakan kendaraan berupa *pick up* tertutup yang bertujuan untuk menghindari terjadinya tumpahan ke jalan pada saat pengangkutan. Kemudian kendaraan *pick up* tersebut juga dilengkapi dengan APAR, plakat, serta identitas pengangkut pada kendaraan. Beberapa rekomendasi pengumpul limbah B3 di sekitar Kota Surabaya yang telah memiliki izin dapat dilihat pada Tabel 7.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Laju timbulan terbesar dari ketiga lokasi penelitian adalah LBMM ITS dengan laju timbulan 2,08 kg/hari. Penghasil limbah B3 terbesar kedua adalah Bengkel DTMI (0,94 kg/hari) dan yang terendah STP ITS (0,89 kg/hari). Pada kondisi saat ini limbah B3 di ketiga lokasi bengkel masih tercampur dengan limbah non B3 dalam pengelolaannya. Pengelolaan limbah B3 di ketiga bengkel masih belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Rekomendasi pengelolaan limbah B3 yang disarankan meliputi penyusunan SOP serta penyimpanan limbah B3 secara terpusat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Savira Siddik and E. Wardhani, "Pengelolaan limbah B3 di Rrumah sakit x Kota Batam," *Serambi Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 760–767, 2020.
- [2] Presiden Pemerintah Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. LN.2021/No.32, TLN No.6634, jdih.setkab.go.id : 374 hlm. Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia. 2021.
- [3] K. Tri Utami, "Pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (b3) studi kasus PT Holcim Indonesia, TBK Narogong Plant," *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [4] P. Priyambodo, "Analisis korelasi jumlah kendaraan dan pengaruhnya terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur," *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 30, no. 1, p. 59, Jul. 2018, doi: 10.25104/warlit.v30i1.634.
- [5] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. BN. 2021 No. 294, jdih.menlhk.go.id. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutan , 2021.