



PETUNJUK TEKNIS

Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Bengkel

2019

Dinas Lingkungan Hidup

KOTA SURABAYA

Kata Pengantar

Kegiatan bengkel kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Ini bisa dilihat berdasarkan peningkatan jumlah kendaraan bermotor di jalan-jalan di Indonesia. Hal ini terjadi bukan hanya di kota besar saja akan tetapi juga sampai ke pelosok wilayah pedesaan. Terlebih lagi sampai ke area penduduk yang terpencilpun kendaraan bermotor sudah dijadikan sebagai alat transportasinya.

Kegiatan bengkel menghasilkan air limbah yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan jika tidak diolah sebelum dibuang ke badan air atau lingkungan. Setiap kegiatan bengkel baik yang masih skala kecil atau rumah tangga maupun yang berskala besar, semuanya menghasilkan air limbah dengan karakteristik dan beban yang berbeda tergantung dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan. Pencemar pada air limbah akibat dari kegiatan air limbah bengkel akan terakumulasi pada badan air dan dapat menyebabkan kemampuan *self-purification* badan air terlampaui sehingga menimbulkan pencemaran pada badan air tersebut. Pencemaran air bukan hanya membawa dampak negatif pada badan air dan bahkan pada kesehatan manusia, akan tetapi juga menyebabkan kualitas badan air semakin memburuk dan akhirnya sulit memperoleh kualitas yang memenuhi klas air pada badan air yang dipersyaratkan atau yang biasa disebut dengan kelangkaan sumber air atau krisis air.

Buku ini disusun sebagai panduan dan referensi bagi pelaku usaha bengkel dalam mengelola air limbah yang dihasilkan dari kegiatan usahanya dari penentuan teknologi pengelolaan, perencanaan, konstruksi, hingga *operational and maintenance*. Pemilihan alternatif teknologi pengolahan air limbah dan pengoperasian IPAL yang tepat akan menjamin terolahnya air limbah hingga memenuhi baku mutu effluent yang ditetapkan. Diharapkan, dengan dikelolanya air limbah sesuai dengan peraturan

yang berlaku, peningkatan kegiatan bengkel tidak menambah beban pencemaran badan air dan menimbulkan masalah terhadap lingkungan.

Semoga buku ini dapat menjadi acuan pengelolaan air limbah kegiatan bengkel yang aplikatif dan bermanfaat. Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menampung setiap kritik dan saran untuk penyempurnaan buku ini.

Surabaya, Mei 2019
Dinas Lingkungan Hidup

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kegiatan Bengkel.....	4
1.3 Klasifikasi Bengkel.....	6
2 Air Limbah Bengkel Kendaraan Bermotor	11
2.1 Karakteristik Air Limbah Bengkel	11
2.2 Air Limbah B3 Bengkel Kendaraan Bermotor	14
2.3 Baku Mutu Air Limbah.....	14
2.4 Parameter Kualitas Air Limbah Bengkel	17
2.5 Minyak Pelumas (Oli).....	20
2.6 Karakteristik Oli Bekas.....	23
2.7 Karakteristik Air Limbah Berbahaya dan Beracun (B3).....	26
3 Unit Pengolahan Air Limbah Bengkel	28
3.1 Kegiatan Bengkel Repair dan Service	28
3.2 Pengolahan Air Limbah Oli Bengkel	31
3.3 Pengolahan Air Limbah Domestik Bengkel.....	35
3.4 Skema Pengolahan.....	35
4 Perencanaan IPAL	37
4.1 Contoh Perhitungan Air Limbah Bengkel	37
4.2 Perhitungan Dimensi IPAL.....	39
4.2.1 Bak Pemisah Minyak	40
4.2.2 Bak Ekualisasi.....	41
4.2.3 <i>Anaerobic Filter</i>	41
4.2.4 <i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	43
4.3 Pengolahan Limbah Aki Bengkel	46
4.4 Contoh Perhitungan Air Limbah Domestik	47
4.5 Persyaratan Teknis Perencanaan Tangki Septik dengan - Sistem Resapan	51

4.6	Sistem Sanitasi Taman (Sanita)	56
5	Operasi dan Perawatan	60
5.1	<i>Grease Trap</i>	60
5.2	Bak Ekualisasi	60
5.3	<i>Anaerobic Baffle Reactor</i> dan <i>Anaerobic Filter</i>	61
6	Teknologi Bersih pada Kegiatan Bengkel Kendaraan – Bermotor	62
6.1	Pendahuluan.....	62
6.2	Contoh Kegiatan Produksi Bersih Pada Kegiatan Bengkel Kendaraan Bermotor.....	75
6.3	Pengelolaan Air Limbah Dari Usaha Perbengkelan.....	82
6.4	Proses Pengolahan Limbah Padat	83
6.5	Pengolahan Limbah Cair Cuci Tangan Bengkel	86

DAFTAR PUSTAKA

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Semakin hari populasi kendaraan bermotor semakin meningkat, bahkan hampir setiap orang punya dan membutuhkan kendaraan bermotor. Kepadatan aktivitas di jalan menuntut kenyamanan, oleh karena itu kendaraan yang dipakai harus selalu siap dalam keadaan baik. Agar kendaraan selalu dalam keadaan baik dan siap dipakai maka diperlukan perawatan, service berkala dan perbaikan-perbaikan pada bagian yang rusak dari kendaraan. Bengkel kendaraan bermotor yang kegiatannya melakukan perawatan, service dan perbaikan terhadap kendaraan bermotor amat sangat dibutuhkan oleh masyarakat.

Perawatan dan perbaikan kendaraan bukanlah merupakan pekerjaan yang mudah, karena memerlukan pengetahuan yang spesifik. Dan dengan perkembangan industri bengkel kendaraan bermotor sebagai salah satu pendukung industri otomotif seperti pelayanan purna jual, baik sebagai authorized maupun bengkel umum. Jumlah bengkel menjadi semakin banyak dan semakin diminati oleh banyak pengusaha untuk mendirikan bengkel baru yang dapat memberikan layanan jasa terbaik bagi para pemilik kendaraan bermotor. Oleh sebab itu tidaklah mengherankan, dengan bertambahnya jumlah bengkel bertambah pula jenis dan ragamnya, khususnya di kota-kota besar di Indonesia. Jumlah ini terus semakin bertambah, terlebih pada tahun 2003 di Indonesia setelah dibentuknya AFTA (Asean Free Trade Area) pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ASEAN ke IV tahun 1992 di Singapura, yang mana merupakan kesepakatan yang dibentuk oleh negara-negara ASEAN untuk menciptakan suatu zona perdagangan bebas. AFTA inilah memberikan pengaruh signifikan pada peningkatan jumlah bengkel di Indonesia terutama bengkel asing dengan modal yang kuat dan teknologi yang jauh lebih maju dari pada bengkel lokal, dengan variasi bentuk dan jenis usahanya.

Dengan bertambahnya jumlah bengkel, baik bengkel yang berskala kecil atau *home industry* dan besar, kegiatan kegiatannya akan dapat menghasilkan limbah yang dapat menyebabkan timbulnya permasalahan atau dampak yang serius terhadap lingkungan. Limbah yang dibuang ke lingkungan baik yang berupa limbah padat, cair dan gas semakin bertambah. Limbah dari kegiatan perbengkelan yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor juga merupakan factor penyebab pencemaran udara. Komponen utama bahan bakar fosil pada kendaraan berbahan bakar mesin ini adalah Hidrogen (H) dan Karbon (C). yang pembakarannya dapat menghasilkan senyawa Hidro Karbon (HC), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂) serta Nitrogen Oksida (Nox). Sedangkan pada kendaraan berbahan bakar solar, gas buangnya mengandung sedikit HC dan CO tetapi lebih banyak SO_x-nya. Dari senyawa-senyawa itu, HC dan CO paling berbahaya bagi kesehatan manusia. Menurut Sarona (2001) berbagai zat pencemar yang beterbangan di udara tersebut akan menyebabkan kerugian dan berdampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungannya. Akibat ini secara nyata sudah dirasakan oleh masyarakat, sebagai contoh, efek toksik pada timbel dapat mengganggu fungsi ginjal, saluran pencernaan, dan sistem saraf. Menurut Setiyono (2002) salah satu penyebab timbulnya polusi udara dari kendaraan akibat kondisi penyetelan kendaraan yang kurang tepat. Hal ini dapat diupayakan salah satunya dengan melakukan service atau penyetelan rutin kendaraan bermotor di bengkel atau dengan kata lain pencemaran udara yang timbul akibat penyetelan yang kurang tepat dapat ditekan.

Menurut Setiyono (2002) limbah padat dari perbengkelan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu: limbah padat Logam dan non logam. Limbah padat non logam dapat berupa ban bekas/karet, busa, kulit sintesis, kain lap bekas atau majun yang telah terkontaminasi oleh oli/pelarat, cat kering, dll. Limbah logam terdiri dari berbagai potongan potongan logam mur/skrup, bekas cereran pengelasan dan lain-lain. Pengelolaan limbah padat usaha perbengkelan pada umumnya berupa limbah non organik yang dapat

dimanfaatkan kembali atau untuk daur ulang. Agar usaha daur ulang ini dapat dilakukan dengan baik, maka diperlukan pengelolaan dan kerja sama dengan pihak lain pemanfaat barang bekas. Upaya ini dapat menjadi upaya dalam mereduksi jumlah timbulan sampah dan juga yang tidak kalah pentingnya adalah dapat menghemat sumber daya yang ada.

Air limbah dari usaha perbengkelan dapat berupa oli bekas, bahan ceceran, pelarut/pembersih, dan air limbah dari toilet serta cuci tangan. Bahan pelarut/pembersih pada umumnya merupakan yang mudah sekali menguap, sehingga keberadaannya dapat menimbulkan pencemaran terhadap udara. Terhirupnya bahan pelarut juga dapat menimbulkan gangguan terhadap pernafasan para pekerja. Bahan bakar yang merupakan cairan yang mudah terbakar oleh nyala api, dan juga merupakan bahan yang mudah sekali terbawa oleh aliran air, seperti bensin mudah sekali menguap dan terhirup oleh pekerja. Menurut Setiyono (2002) air limbah dari usaha perbengkelan banyak tercampur oleh oli (minyak pelumas), gemuk dan bahan bakar. Air yang sudah tercampur tersebut akan mengalir ke dalam saluran yang ada di sekitarnya dan dengan mudah sekali untuk menyebarkan mengikuti aliran airnya. Oli bekas jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan kesan kotor dan sulit dalam pembersihannya, disamping itu oli bekas dapat membuat kondisi lantai licin yang dapat berakibat mudahnya terjadi kecelakaan kerja. Jumlah air limbah yang dibuang ke badan air penerima seperti sungai inilah yang merupakan salah satu jenis limbah yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran badan air atau sungai. Pencemaran akibat air limbah dari aktivitas bengkel, pada umumnya selain mengandung organik tinggi juga mengandung bahan anorganik dan bahkan mengandung oli, B3 dan deterjen. Air limbah tersebut diantaranya berasal dari hasil aktivitas kegiatan pencucian kendaraan bermotor yang dibuang ke lingkungan perairan atau badan air sungai tanpa dikelola secara baik. Air limbah tersebut diantaranya berasal dari hasil aktivitas kegiatan pencucian kendaraan bermotor yang dibuang ke lingkungan perairan atau badan air sungai tanpa dikelola secara

baik. Oleh karena itu air limbah dari kegiatan bengkel yang perlu dikelola secara baik dengan menggunakan teknologi yang sesuai dengan jenis air limbah dan sumbernya, seperti contohnya teknologi pengolahan dari air limbah yang tercampur dengan oli bekas dan air limbah dari toilet dengan sumber yang berbeda akan memerlukan teknologi yang berbeda.

Berdasarkan pada uraian diatas, maka diperlukan uraian dan penjelasan yang terkait dengan pengelolaan kegiatan bengkel kendaraan bermotor. Hal ini dikarenakan oleh kegiatan bengkel yang semakin meningkat seiring dengan jumlah kendaraan yang menggunakan mesin dan bahan bakar dari fosil juga semakin meningkat. Dampak limbah yang dihasilkan dan harus ditangani atau dikelola bengkel juga meningkat.

1.2 Kegiatan Bengkel

Bengkel adalah tempat memperbaiki mobil dan sepeda motor, kendaraan bermotor merupakan kendaraan darat yang digerakkan oleh tenaga mesin yang ada padanya, beroda dua atau empat atau lebih (selalu genap) yang biasanya menggunakan bahan bakar minyak (bensin) untuk menghidupkan mesinnya. Bengkel adalah bangunan yang termasuk dalam kategori fasilitas jasa dalam bidang otomotif yang mewadahi kegiatan perbengkelan dan fasilitas penunjang kegiatan. Bengkel adalah tempat memperbaiki mobil dan sepeda motor, kendaraan bermotor merupakan kendaraan darat yang digerakkan oleh tenaga mesin yang ada padanya, beroda dua atau empat atau lebih (selalu genap) yang biasanya menggunakan bahan bakar minyak (bensin) untuk menghidupkan mesinnya.

Kendaraan bermotor harus selalu dalam keadaan baik dan siap dipakai jika digunakan dijalanan atau dikendarai, sehingga diperlukan perawatan terhadap mesin kendaraan yang atau berarti kendaraan bermotor memerlukan service berkala, penggantian oli mesin, pencucian dan perbaikan-perbaikan pada bagian yang rusak dan kegiatan lain dari kendaraan tersebut. Bengkel kendaraan

bermotor dengan aktifitas perawatan berguna dalam menjaga keawetan mobil dan memperbaiki segala sesuatu yang rusak pada kendaraan bermotor, sehingga kondisi kendaraan bermotor kembali baik dan sempurna. Selain dari pada itu bengkel juga berfungsi sebagai tempat modifikasi bagi kendaraan bermotor dimana kendaraan tersebut dapat diubah dan ditingkatkan baik penampilan, performa, hingga fungsinya. Bengkel kendaraan bermotor dengan aktifitas perawatan berguna dalam menjaga keawetan mobil dan memperbaiki segala sesuatu yang rusak pada kendaraan bermotor, sehingga kondisi kendaraan bermotor kembali baik dan sempurna.

Bengkel kendaraan bermotor beraktifitas juga sebagai tempat menggantikan oli kendaraan bermotor sehingga dari kegiatan tersebut menghasilkan air limbah yang bersifat seperti B3 dan toksik terhadap lingkungan, dan juga melaksanakan pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan deterjen sehingga bengkel juga sebagai tempat penghasil air limbah bekas cucian mobil yang mengandung oil dan deterjen. Bengkel juga melakukan aktivitas pembersihan terhadap fasilitas yang banguanan bengkel seperti pembersihan lantai bengkel, pembersihan ceceran oli, majun dan lain lain yang mana menggunakan juga bahan kimia pembersih lantai yang dapat melarutkan kotoran kotoran tersebut, yang berarti termasuk didalamnya limbah yang mengandung B3 (Bahan Buangan Berbahaya) dan toksik. Selanjutnya bengkel kendaraan bermotor, terutama bengkel bengkel skala besar) juga melengkapi bengkel dengan fasilitas penunjang seperti ruang tunggu pelanggan, penyediaan fasilitas toilet dan kantin, yang mana fasilitas fasilitas tersebut juga menghasilkan limbah domestik seperti sampah padat dan air limbah yang termasuk dalam katagori limbah domestik. Oleh karena itu penanganan limbah bengkel sangatlah kompleks, karena meliputi limbah padat, cair dan gas yang bersifat toksik dan non toksik terhadap lingkungan. Pengelolaannya juga kompleks karena meliputi pengelolaan limbah padat, cair dan gas, akan tetapi fokus dalam pembahasan yang ada di dalam buku ini adalah pengelolaan air limbah dari kegiatan bengkel kendaraan bermotor.

1.3 Klasifikasi Bengkel

Berdasar pada Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 191/Mpp/Kep/6/2001 tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 551/Mpp/Kep/10/1999; tentang Bengkel Umum Kendaraan Bermotor pada pasal 1, menyebutkan bahwa:

“Bengkel Umum Kendaraan Bermotor adalah bengkel umum kendaraan bermotor yang berfungsi untuk membetulkan, memperbaiki, dan merawat kendaraan bermotor agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan, yang selanjutnya dalam keputusan ini disebut bengkel, kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu, jenis pekerjaan adalah jenis-jenis pekerjaan perawatan dan perbaikan yang dapat dilakukan oleh bengkel terhadap bagian kendaraan bermotor dan klasifikasi adalah penetapan kelas bengkel dan tipe bengkel bahwa bengkel telah diklasifikasi sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan untuk kelas yang bersangkutan.”

Berdasarkan pada pasal 1 tersebut diatas, maka pada pasal 2 ditetapkan klasifikasi dari bengkel yaitu :

- a. Bengkel kelas I tipe A; B; dan C
- b. Bengkel kelas II tipe A; B; dan C
- c. Bengkel kelas III tipe A; B; dan C

Klasifikasi bengkel yang dimaksud didasarkan atas tingkat pemenuhan terhadap persyaratan sistem mutu, mekanik, fasilitas dan peralatan, serta manajemen informasi sesuai dengan penilaian masing-masing kelas bengkel. Sedangkan untuk Tipe bengkel yang didasarkan atas jenis pekerjaan yang mampu dilakukan, yaitu :

- a. Bengkel tipe A
merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil, perbaikan besar, perbaikan chassis dan body.

- b. Bengkel tipe B
merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil dan perbaikan besar, atau jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil serta perbaikan chassis dan body.
- c. Bengkel tipe C
merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil

Tabel 1.1 Persyaratan Sistem Mutu Bengkel

No.	Persyaratan Sistem Mutu	Kelas I	Kelas II	Kelas III
1.	Persyaratan Umum			
2.	Pedoman bengkel: a. Tanggung jawab manajemen b. Perencanaan sistem mutu c. Prosedur mutu - Proses penerimaan order - Proses pengerjaan perawatan dan perbaikan - Proses inspeksi/pemeriksaan dan pengendalian hasil perawatan/perbaikan - Proses penyerahan - Suku cadang - Standar biaya/standar jam kerja - Keselamatan kerja - Keselamatan kerja - Pelatihan - Penanganan limbah	Mencapai nilai >80 dalam system penilaian	Mencapai nilai 60 s/d 80 dalam system penilaian	Mencapai nilai <60 dalam system penilaian
3.	Pengendalian atas peralatan bengkel			
4.	Personil bengkel kendaraan bermotor			
5.	Identifikasi dan mampu telusur hasil perawatan dan perbaikan			

Klasifikasi bengkel terdiri atas bengkel kelas I sampai bengkel kelas III yang masing-masing terbagi pula atas tiga tipe, yakni tipe A, B, dan tipe C. Klasifikasi tersebut berdasarkan tingkat pemenuhan persyaratan sistem mutu, mekanik, fasilitas dan peralatan serta manajemen informasi. Sedangkan tipe bengkel (A, B,C) dinilai pula berdasarkan jenis kemampuan yang bisa dikerjakan. Pelaksanaan klasifikasi bengkel bersangkutan akan dilakukan secara bertahap dengan penetapannya oleh Keputusan Dirjen Industri Logam Mesin Elektronika dan Aneka (ILMEA) Departemen Perindustrian dan Perdagangan.

Berdasarkan fasilitas pelayanan, bengkel mobil dapat dibedakan menjadi empat, yaitu bengkel dealer, pelayanan umum, pelayanan khusus dan bengkel unit keliling.

- **Bengkel dealer**, adalah merupakan bagian dari suatu dealer otomotif yang memberikan layanan purna jual kepada konsumen. Bengkel jenis ini biasanya hanya melayani kendaraan dengan merek tertentu yang dijual di dealer tersebut. Pelayanan yang ditawarkan oleh bengkel dealer meliputi perawatan rutin hingga perbaikan yang memerlukan penggantian suku cadang. Bengkel jenis ini biasanya terdiri dari beberapa bagian khusus yang memberikan pelayanan perawatan atau perbaikan tertentu pada komponen mobil (mesin, balancing, perbaikan bodi dsb). Oleh karena itu, teknisi yang bekerja pada bengkel ini juga memiliki spesialisasi tertentu dan dilengkapi peralatan yang mendukung pekerjaannya.
- **Bengkel pelayanan umum**, merupakan bengkel independen yang mampu melakukan perawatan dan perbaikan beberapa komponen pada sebuah mobil. Bengkel semacam ini dapat dipandang sebagai beberapa buah bengkel khusus yang menggabungkan diri menjadi sebuah bengkel yang lebih besar. Berbeda dengan bengkel dealer, bengkel ini bukan merupakan bagian dari sebuah dealer otomotif, oleh karena itu pelayanan yang diberikan bengkel ini tidak ditujukan untuk pelayanan purna jual sebuah produk otomotif. Selain itu, bengkel pelayanan

umum biasanya memberikan pelayanan perawatan dan perbaikan untuk berbagai merek kendaraan.

- **Bengkel pelayanan khusus**, adalah bengkel otomotif yang memiliki spesialisasi dalam hal perawatan dan perbaikan salah satu elemen pada sebuah mobil. Sebagai contoh, bengkel reparasi bodi, radiator, AC, spoorring dan balancing dan sebagainya. Spesialisasi yang diberikan pada bengkel-bengkel tersebut menuntut peralatan khusus sesuai dengan jenis operasi yang akan dilakukan. Paling penting dari bengkel pelayanan khusus spesialisasi keahlian tenaga kerja sesuai dengan kualifikasi pekerjaan yang akan dilakukan.
- **Bengkel unit keliling**, merupakan bengkel yang memberikan pelayanan berupa perbaikan yang dilakukan di lokasi mobil milik konsumen. Bengkel jenis ini terdiri dari beberapa buah mobil van dan derek yang secara periodik berpatroli di daerah tertentu, atau kadang menerima panggilan untuk memberikan pelayanan kepada konsumen. Biasanya bengkel tersebut dioperasikan oleh dealer atau produsen merek mobil tertentu, hal ini dilakukan sebagai salah satu bentuk pelayanan purna jual bagi konsumen.. Bengkel jenis ini terdiri dari beberapa buah mobil van dan derek yang secara periodik berpatroli di daerah tertentu, atau kadang menerima panggilan untuk memberikan pelayanan kepada konsumen. Biasanya bengkel tersebut dioperasikan oleh dealer atau produsen merek mobil tertentu, hal ini dilakukan sebagai salah satu bentuk pelayanan purna jual bagi konsumen.

Bengkel kendaraan bermotor selain diklasifikasi berdasarkan pada Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan No. 191/Mpp/Kep/6/2001 Tentang “Perubahan Atas Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Nomor 551/Mpp/Kep/10/1999“, Tentang Bengkel Umum Kendaraan Bermotor pada pasal 1 dan 2, serta fasilitas pelayanan fasilitas pelayanannya, secara umum berdasarkan kegiatan dan pelayanan serta fasilitas pendukung yang ada dapat diklasifikasikan menjadi Bengkel yang berskala besar dan kecil. Bengkel yang dikategorikan berskala kecil biasanya adalah

bengkel yang kegiatannya tidak lengkap seperti tidak menyediakan fasilitas penunjang dan kegiatannya spesifik atau bengkel rakyat atau identik dengan *home industry*. Sedangkan bengkel besar biasanya kegiatannya lengkap meskipun hanya kegiatan spesifik yang dilakukannya seperti bengkel pencucian mobil dan ganti oli, akan tetapi dilakukan dalam skala besar.

2 Air Limbah Bengkel Kendaraan Bermotor

2.1 Karakteristik Air Limbah Bengkel

Hasil produksi limbah berbentuk cair adalah bahan-bahan pencemar dalam bentuk cairan. Hasil jenis ini mengakibatkan lingkungan menjadi kotor dan senyawa-senyawa pencemar yang terkandung di dalamnya membahayakan kerusakan. Selain itu, perubahan air menjadi kotor karena dilapisi bahan berminyak dan penutupan permukaan air. Hasil ini berupa oli, solar, gemuk, thinner, deterjen (shampo), bensin, air aki (accu) dan sebagainya

Apabila limbah minyak pelumas/cair tumpah di tanah dapat memberikan pengaruh bair tanah dan berbahaya atau berdampak bagi lingkungan. Karena itu harus benar-benar diperhatikan terutama dalam hal pewardahnya atau hal tersebut menjadi sangat penting. Untuk mencegah terjadinya hal-hal tersebut, bengkel-bengkel harus mampu mengelola limbah minyak pelumas tersebut untuk dimanfaatkan kembali atau didaur ulang dengan menggunakan teknologi tepat guna, jika bengkel tidak bisa menangani sebaiknya disalurkan kepada usaha yang mampu dalam menanganinya (Nugroho, 2008).

Air Limbah dari usaha perbengkelan juga dapat berupa oli bekas, bahan ceceran, pelarut atau pembersih, dan air. Bahan pelarut atau pembersih pada umumnya mudah sekali menguap, sehingga keberadaannya dapat menimbulkan pencemaran terhadap udara. Terhirupnya bahan pelarut juga dapat menimbulkan gangguan terhadap pernapasan para pekerja. Bahan bakar yang merupakan cairan yang mudah terbakar oleh nyala api, juga merupakan bahan yang mudah sekali terbawa oleh aliran air. Bahan bakar bensin mudah sekali menguap dan terhirup oleh para pekerja. Air limbah dari usaha perbengkelan banyak terkontaminasi oleh oli (minyak pelumas), gemuk dan bahan bakar. Air yang sudah

terkontaminasi mengalir mengikuti saluran yang ada, sehingga air ini mudah sekali untuk menyebarkan bahan-bahan kontaminan yang terbawa olehnya.

Oli bekas jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan kesan kotor dan sulit dalam pembersihannya, disamping itu oli bekas dapat membuat kondisi lantai licin yang dapat berakibat mudahnya terjadi kecelakaan kerja. Apabila limbah minyak pelumas/cair tumpah di tanah dapat mempengaruhi air tanah maka akan berbahaya bagi lingkungan, untuk itu harus benar-benar diperhatikan dalam pewadahnya hal tersebut sangat penting. Untuk mencegah terjadinya hal-hal tersebut bila perlu bengkel-bengkel mampu dalam mengelola limbah minyak pelumas tersebut untuk dimanfaatkan kembali atau didaur ulang dengan menggunakan teknologi tepat guna, jika bengkel tidak bisa menangani sebaiknya disalurkan kepada usaha yang mampu dalam menanganinya (Nugroho, 2008).

Berdasar pada uraian tersebut, air limbah dari aktivitas bengkel kendaraan bermotor, pada umumnya selain mengandung organik tinggi juga mengandung bahan anorganik dan bahkan mengandung oli, B3, minyak dan lemak, deterjen dan bahan yang mudah menguap akibat dari minyak pelumas dan bensin atau bahan bakar didalamnya. Untuk limbah berbahaya dan beracun (B3) yang berasal dari sisa suatu usaha kegiatan bengkel kendaraan bermotor yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat atau konsentrasinya. Limbah tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup, serta dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya (PP No. 101 Tahun 2014). Limbah B3 tidak saja dihasilkan oleh kegiatan industri tetapi juga dari berbagai aktifitas manusia lainnya misalnya diantaranya dari kegiatan perbengkelan, rumah tangga dan lain lainnya. Air limbah bengkel kendaraan bermotor termasuk kedalam karakteristik limbah B3, contohnya dalam air buangan bengkel yang telah tercampur dengan tumpahan oli bekas, air sisa tambal ban, dan limbah dari aktifitas cuci kendaraan bermotor mengandung zat-zat berbahaya yang dapat merusak lingkungan hidup. Sedangkan air

limbah dari pencucian kendaraan bermotor mengandung oli atau minyak dan lemak yang terbawa ke dalam air detergen dan surfaktan lainnya, dan selain itu limbah kegiatan bengkel kendaraan bermotor juga berupa oli bekas yang mengandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik (Bawamenewi, 2015).

Selain limbah dari kegiatan yang dilakukan dalam bengkel yang termasuk pencucian kendaraan bermotor, juga limbah yang dihasilkan dapat berasal dari fasilitas penunjang bengkel seperti fasilitas toilet dan kantin (umumnya untuk bengkel besar) yang termasuk dalam limbah domestik. Air limbah domestik yang dibuang harus memenuhi standart baku mutu Kepmen LH No 68 Tahun 2016. Jadi air limbah dari kegiatan bengkel selain air limbah yng bersifat B3 dan toksik juga air limbah yang karakteristiknya seperti air limbah domestik.

Dari uraian tersebut, berarti beberapa masalah atau pencemaran dapat ditimbulkan air limbah bengkel kendaraan bermotor apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengelolaan dapat berakibat :

1. Merusak lingkungan.
2. Merusak dan membunuh kehidupan di perairan.
3. Membahayakan kesehatan.
4. Merusak keindahan dan estetika karena pemandangan menjadi tidak sedap dan berbau busuk.

Air limbah bengkel kendaran bermotor dibuang ke sungai akan mempengaruhi air, tanah, udara, estetika dan berbahaya bagi lingkungan serta kesehatan. Untuk itulah perlu dikelola secara benar sehingga tidak mencemari dan mengganggu kesehatan manusia serta estetika. Menanggulangi pencemaran terhadap lingkungan dan kesehatan, sebaiknya pengelolaan air limbah kegiatan bengkel kendaraan bermotor dilakukan mulai dari sumbernya sampai pada syarat batas sebelum dilepas ke lingkungan (badan air penerima) dengan syarat memenuhi batasan maksimum yang diperbolehkan, seperti pada Kepmen Lingkungan Hidup dan Peraturan Gubernur.

2.2 Air Limbah B3 Bengkel Kendaraan Bermotor

Kegiatan perbaikan dan perawatan kendaraan bermotor telah menimbulkan potensi dampak negatif pada lingkungan sekitarnya terutama akibat yang ditimbulkan oleh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan bengkel berupa pencemaran air, iritasi dan gangguan kulit terhadap masyarakat. Salah satu air limbah bengkel yang dihasilkan yaitu oli bekas, pencucian kendaraan, bensin sisa cucispare part, serta bekas cuci tangan montir. Limbah bengkel hasil cucian kendaraan tergolong kedalam limbah industri dimana limbah bengkel hasil cucian tangan ini memiliki kandungan COD, logam timbal (Pb), fosfat (PO_4) dan oil grease (OG) (Arini, 2015), sehingga apabila limbah tersebut dibuang ke badan perairan dapat merusak dan mencemari badan perairan. Air limbah yang dibuang dari kegiatan pencucian di bengkel tersebut ke badan air, harus memenuhi baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang “Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Perbengkelan” yaitu konsentrasi COD maksimum sebesar 100 mg/l, kadar maksimum logam timbal yang diizinkan sebesar 0,1 mg/l, kadar maksimum fosfat (PO_4) yang diizinkan sebesar 2 mg/l, konsentrasi Oil Grease (OG) sebesar 10 mg/l.

2.3 Baku Mutu Air Limbah

Keluaran atau efluen pengolahan IPAL yang dibuang ke badan air harus memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Efluen pengolahan IPAL yang dibuang ke badan air harus memenuhi standar kualitas air baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (Lihat Tabel 2.1.) Sedangkan baku mutu air limbah bengkel kendaraan bermotor dari air limbah kegiatan pencucian dapat dilihat dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya Gubernur Jawa Timur pada Tabel 2.2. Air limbah Bengkel kendaraan bermotor berdasar pada besar kecilnya skala bengkel yang juga memberikan kontribusi sebagai sumber pencemaran lingkungan dapat diperoleh pada Tabel 2.3. dengan berdasarkan pada Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Nomor 69 Tahun 2013, tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan dan/atau usaha, pada kegiatan bengkel dan industri komponen kendaraan.

Baku mutu air limbah bengkel kendaraan bermotor berdasarkan pada besar kecilnya skala bengkel tidak diambil dari Kepmen LH atau Peraturan Gubernur Jawa Timur melainkan dari Peraturan Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta karena didalam Kepmen atau Peraturan Gubernur tidak tertera yang ada hanya untuk kegiatan pencucian mobil saja. Sedangkan untuk acuan baku mutu air limbah B3 diambil dari standart baku mutu air limbah B3 yang dari Peraturan Gubernur Jawa Timur yang berlaku.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Untuk Pencucian Kendaraan Bermotor

Volume Air Limbah Maksimum per Satuan Produk 1,5 m ³ per kendaraan besar 0,5 m ³ per kendaraan kecil 0,1 m ³ per sepeda motor	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P ₂ O ₄)	10
pH	6 – 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013

Keterangan:

Kendaraan besar adalah jenis truk, trailer, dsb.

Kendaraan kecil adalah jenis seda, mini bus, pickup, dsb.

Sepeda motor adalah jenis sepeda motor dan skuter

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Bengkel

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	
	Bengkel Skala Kecil	Bengkel Skala Besar
pH	6 – 9	6 – 9
TSS	100	100
Minyak dan Lemak	10	5
Zat Organik (KMnO ₄)	-	85
BOD ₅	-	75
COD	-	150

Sumber: Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No. 69 Tahun 2013

2.4 Parameter Kualitas Air Limbah Bengkel

Timbal (Pb)

Timbal atau dikenal dengan timah atau Plumbum, termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik. Timbal mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2. Logam Pb merupakan logam lunak berwarna abu-abu atau putih kebiruan seperti perak, sangat berkilat jika baru dipotong dan jika terkena udara akan menjadi kusam. Unsur Pb masuk ke dalam lingkungan tidak langsung membahayakan kehidupan makhluk hidup, akan tetapi logam tersebut membahayakan metabolisme makhluk jika berada dalam batas melebihi ambangnya.

Derajat Keasamaan (pH)

Derajat keasamaan atau pH merupakan parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam perairan. Konsentrasi ion hydrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan. Larutan dengan pH rendah dinamakan asam, sedangkan harga pH yang tinggi dinamakan basa. Skala pH terentang dari 0 (asamkuat) sampai 14 (basakuat) dengan 7 adalah harga tengah (netral) mewakili air murni (Setyowati,2009). Derajat keasamaan atau pH merupakan parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen di perairan. Konsentrasi ion hydrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan. Larutan dengan harga pH rendah dinamakan asam, sedangkan harga pH yang tinggi dinamakan basa. Skala pH terentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basakuat) dengan7 adalah harga tengah (netral) mewakili air murni (Setyowati,2009).

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi material karbon (bahan organik). Jika tersedia cukup oksigen, dekomposisi biologis bahan organik secara serobik dapat berlangsung hingga semua bahan organik terdegradasi (*Tchobanoglous et al., 2014*). BOD digunakan

sebagai indikator terjadinya pencemaran dalam suatu perairan. Nilai BOD yang tinggi (melebihi baku mutu) mengindikasikan bahwa perairan tersebut sudah tercemar (Agustina, 2013).

Chemical Oxygen Demand (COD)

COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik bahan organik *biodegradable* maupun *non-biodegradable*. Nilai COD selalu lebih besar dari BOD karena COD menggambarkan jumlah total bahan organik dalam air (Agustiningsih, dkk., 2012). Tipikal rasio BOD/COD untuk air limbah domestik yang belum diolah adalah 0,3 hingga 0,8. Jika rasio di bawah 0,3, berarti air limbah tersebut mengandung komponen toksik atau dibutuhkan aklimatisasi mikroorganisme untuk stabilisasi air limbah sebelum diolah (Tchobanoglou *et al.*, 2014).

Total Suspended Solid (TSS)

Merupakan jumlah padatan yang tidak terlarut dalam air (padatan tersuspensi). TSS dapat menimbulkan endapan lumpu dan kondisi anaerobik pada perairan jika air limbah langsung dibuang ke badan air (Tchobanoglou *et al.*, 2014). Selain itu, TSS juga menyatakan jumlah bahan organik (BOD, COD, TOC, dll) maupun anorganik. Kandungan TSS memiliki hubungan erat dengan kecerahan perairan. Kederadaan padatan tersuspensi dapat menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan (Gazali dkk., 2013).

Minyak dan Lemak

Berdasarkan sifat fisiknya, minyak dan lemak merupakan senyawa yang tidak larut dalam air namun dapat larut dalam pelarut yang kepolarannya lemah atau pelarut non-polar (Ngili, 2009). Minyak mempunyai berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen dalam air karena fiksasi oksigen bebas terhambat (Hardiana dan Mukimin, 2014). Minyak dan lemak

harus dipisahkan dari air limbah sebelum memasuki unit pengolahan karena dapat mengganggu proses pengolahan biologis dan menyumbat pipa atau media filter yang digunakan.

Amoniak

Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang berubah menjadi ion NH_4 pada pH rendah. Amoniak berasal dari air limbah domestik dan pakan ikan. Amoniak juga berasal dari proses denitrifikasi pada dekomposisi air limbah oleh mikroba pada kondisi anerobik (Sastrawijaya, 2000). Nitrogen merupakan komponen penting dalam sintesis protein, data konsentrasi nitrogen dibutuhkan untuk mengevaluasi kemungkinan pengolahan air limbah dengan proses biologis. Apabila nitrogen tidak cukup, maka diperlukan penambahan nitrogen agar air limbah dapat diolah. Namun, untuk mengontrol pertumbuhan alga pada badan air, dibutuhkan penyisihan nitrogen pada efluen pengolahan sebelum dibuang (Tchobanoglous *et al.*, 2014).

MBAS (Deterjen)

MBAS atau Deterjen anionik adalah kelompok yang paling banyak digunakan dimasyarakat khususnya untuk proses pencucian baju rumah tangga maupun industri laundry. Deterjen anionik ini mempunyai daya pembersih yang kuat, murah dan mudah diperoleh di masyarakat. Surfaktan anionik yang berasal dari sulfat adalah hasil reaksi antara alkohol rantai panjang dengan asam sulfat yang akan menghasilkan sulfat alcohol yang mempunyai sifat aktif permukaan (surface active agent: Surfactan). Jenis surfaktan anionik yang banyak digunakan sebagai deterjen antara lain alkil benzen sulfonat. Namun, saat ini alkil benzen sulfonat sudah banyak digantikan dengan alkil linear benzen sulfonat maupun natirum lauril sulfat yang dianggap lebih mudah terdegradasi yang mempunyai sifat aktif permukaan (surface active agent: Surfactan). Jenis surfaktan anionik yang banyak digunakan sebagai deterjen antara lain alkil benzen sulfonat. Namun, saat ini alkil benzen sulfonat sudah banyak digantikan dengan alkil linear benzen sulfonat

maupun natrium lauril sulfat yang dianggap lebih mudah terdegradasi yang mempunyai sifat aktif permukaan (surface active agent: Surfactant).

Fosfat

Fosfat dalam air limbah cukup berbahaya bagi lingkungan. Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air. Fosfat terlarut adalah salah satu bahan nutrisi yang menstimulasi pertumbuhan yang sangat luar biasa pada alga dan rumput-rumputan dalam danau, estuaria, dan sungai berair tenang. Oleh karena itu, batas konsentrasi fosfat terlarut yang diijinkan adalah 10 mg/L.

2.5 Minyak Pelumas (Oli)

Pelumas adalah zat kimia, yang umumnya cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celcius. Pelumas merupakan bahan penting bagi kendaraan bermotor. Pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, dan pembersih bagi bagian dalam mesin. Kode pengenalan Oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari Society of Automotive Engineers. Selanjutnya angka yang mengikuti dibelakangnya, menunjukkan tingkat kekentalan oli tersebut. SAE 40 atau SAE 15W-50, semakin besar angka yang mengikuti Kode oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut. Sedangkan huruf W yang terdapat dibelakang angka awal, merupakan singkatan dari Winter. SAE 15W-50, berarti oli tersebut memiliki tingkat kekentalan SAE 10 untuk kondisi suhu dingin dan SAE 50 pada kondisi suhu panas. Dengan kondisi seperti ini, oli akan memberikan perlindungan optimal saat mesin start pada kondisi ekstrim sekalipun. Sementara itu dalam kondisi panas normal, idealnya oli akan bekerja pada

kisaran angka kekentalan 40-50 menurut standar SAE (suryamasgemilang.com, 2017)

Fungsi Pelumas Semua jenis oli pada dasarnya sama. Yakni sebagai bahan pelumas agar mesin berjalan mulus dan bebas gangguan. Sekaligus berfungsi sebagai pendingin dan penyekat. Oli mengandung lapisan-lapisan halus, berfungsi mencegah terjadinya benturan antar logam dengan logam komponen mesin seminimal mungkin, mencegah goresan atau keausan. Untuk beberapa keperluan tertentu, aplikasi khusus pada fungsi tertentu, oli dituntut memiliki sejumlah fungsi-fungsi tambahan. Mesin diesel misalnya, secara normal beroperasi pada kecepatan rendah tetapi memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin bensin.

Spesifikasi Pelumas Tingkat kekentalan pelumas yang juga disebut “VISCOSITY-GRADE” adalah ukuran kekentalan dan kemampuan pelumas untuk mengalir pada temperatur tertentu menjadi prioritas terpenting dalam memilih pelumas. Mutu dari pelumas sendiri ditunjukkan oleh kode API (American Petroleum Institute) dengan diikuti oleh tingkatan huruf dibelakangnya. API: SL, kode S (Spark) menandakan pelumas mesin untuk bensin. Kode huruf kedua menunjukkan nilai mutu pelumas, semakin mendekati huruf Z mutu oli semakin baik dalam melapisi komponen dengan lapisan film dan semakin sesuai dengan kebutuhan mesin modern sebagai berikut (suryamasgemilang.com, 2017):

- a. SF/SG/SH – untuk jenis mesin kendaraan produksi (1980-1996)
- b. SJ – untuk jenis mesin kendaraan produksi (1996 – 2001)
- c. SL – untuk jenis mesin kendaraan produksi (2001 – 2004)

Sedangkan sifat-sifat oli mesin pada kegiatan bengkel kendaraan bermotor yaitu :

- a. *Lubricant Oil* mesin bertugas melumasi permukaan logam yang saling bergesekan satu sama lain dalam blok silinder. Caranya dengan membentuk semacam lapisan film yang mencegah permukaan logam saling bergesekan atau kontak secara langsung. Pelumas adalah zat kimia, yang umumnya

cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celcius. Pelumas merupakan bahan penting bagi kendaraan bermotor. Pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, dan pembersih bagi bagian dalam mesin. Kode pengenalan Oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari *Society of Automotive Engineers*.

- b. Coolant pembakaran pada bagian kepala silinder dan blok mesin menimbulkan suhu tinggi dan menyebabkan komponen menjadi sangat panas. Jika dibiarkan terus maka komponen mesin dapat lebih cepat mengalami keausan. Oli mesin yang bersirkulasi di sekitar komponen mesin dapat menurunkan suhu logam dan menyerap panas serta memindahkannya ke tempat lain.
- c. Sealant oli mesin akan membentuk sejenis lapisan film di antara piston dan dinding silinder. Karena itu oli mesin berfungsi sebagai perapat untuk mencegah kemungkinan kehilangan tenaga. Sebab jika celah antara piston dan dinding silinder semakin membesar maka dapat terjadi kebocoran kompresi.
- d. Detergent kotoran atau lumpur hasil pembakaran akan tertinggal dalam komponen mesin. Dampak buruk 'peninggalan' ini adalah menambah hambatan gesekan pada logam sekaligus menyumbat saluran oli. Tugas oli mesin adalah melakukan pencucian terhadap kotoran yang masih 'menginap'.
- e. Pressure absorbtion oli mesin meredam dan menahan tekanan mekanikal setempat yang terjadi dan bereaksi pada komponen mesin yang dilumasi.

2.6 Karakteristik Oli Bekas

Pengertian limbah B3 Berdasarkan Peraturan Pemerintah no.18 tahun 1999 dijelaskan bahwa limbah bahan beracun dan berbahaya (limbah B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat, konsentrasinya, atau jumlahnya yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan hidup dan membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup yang lain.

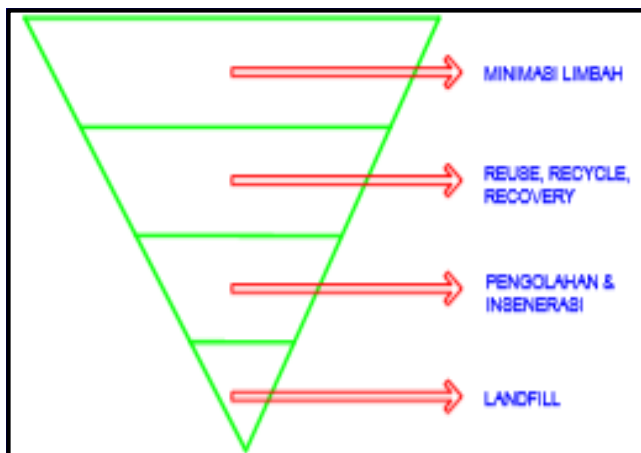
Menurut Watts (1997) limbah B3 didefinisikan sebagai limbah padat atau kombinasi dari limbah padat yang karena jumlah, konsentrasinya, sifat fisik, kimia maupun yang bersifat infeksi yang dapat menyebabkan kematian dan penyakit yang tidak dapat pulih, yang substansinya dapat membahayakan bagi kesehatan manusia atau lingkungan dikarenakan pengelolaan yang tidak tepat, baik itu penyimpanan, tansport, ataupun dalam pembuangannya.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah untuk kasus oli bekas masih ditangani oleh pemerintah pusat, sedangkan pemerintah provinsi, kabupaten/kota hanya diberi tugas sebagai pelapor jika terjadi kasus mengenai oli bekas (Silaban, 2008). Sehingga dari kebijakan tersebut bengkel – bengkel baik itu yang besar maupun yang kecil yang menghasilkan limbah B3 harus memiliki ijin dari Kementerian Lingkungan Hidup. Selain itu untuk peraturan tentang limbah B3 terutama oli bekas tersebut masih belum begitu terinci terutama untuk masalah pengelolaan di sumber, pengangkutan maupun rute pengangkutan. Peraturan yang ada hanyalah peraturan mengenai pengelolaan limbah B3 yang ada pada PP 18 tahun 1999 yang bersifat umum. Sehingga dari permasalahan tersebut perlu dilakukan pengelolaan yang ada di sumber hingga ke sistem pengangkutan dari limbah bengkel tersebut. Dari penelitian ini juga akan dihitung jumlah timbulan dan komposisi yang dihasilkan dari setiap bengkel sehingga dapat diketahui bagaimana pengelolaan dari limbah bengkel tersebut.

Prinsip-Prinsip Dasar Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), yang diterapkan di Indonesia, meliputi :

- a. Minimasi Limbah
- b. Polluters Pays Principle
- c. Pengolahan dan Penimbunan Limbah B3 di Dekat Sumber
- d. Pembangunan Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan
- e. Konsep “Cradle to Grave” dan “Cradle to Cradle”

Konsep “*Cradle To Grave*” ialah upaya pengelolaan limbah B3 secara sistematis yang mengatur, mengontrol, dan memonitor perjalanan limbah dari mulai terbentuknya limbah sampai terkubur pada penanganan akhir. Sedangkan Konsep “*Cradle To Cradle*” adalah konsep baru didalam suatu produksi industri yang berwawasan lingkungan. Pengertian dari konsep ini adalah suatu model dari sistem industri di mana material/bahan mengalir sesuai dengan siklus biologi. Adapun hirarki pengelolaan limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.1. berikut ini.



Gambar 2.1 Hirarki Pengelolaan Limbah B3

Pengolahan Limbah B3 Wentz (1995) dan Freeman (1998) menyebutkan bahwa pengolahan limbah B-3 adalah proses untuk mengubah karakteristik dan komposisi limbah B-3 untuk menghilangkan dan atau mengurangi sifat bahaya dan/atau sifat

racun. Proses pengubahan karakteristik dan komposisi limbah B-3 dilakukan agar limbah tersebut tidak berbahaya dan beracun. Insinerasi adalah proses terkontrol untuk perubahan limbah padat teroksidasi, air limbah, atau limbah gas mudah terbakar (combustible) yang menghasilkan karbon dioksida, air dan abu. Insinerasi sering dipilih sebagai metode pembuangan akhir pada industri. Insinerator yang bagus dapat mengurangi berat dan volume limbah sekitar 95%, tetapi hal ini tergantung jumlah abu. Insinerator tidak diciptakan untuk membakar gelas dan logam (material anorganik), tetapi dirancang untuk membakar material organik yang mengandung karbon, hidrogen dan oksigen (Conway et al., 1980).

Karakteristik Oli Bekas Oli bekas seringkali diabaikan penanganannya setelah tidak bisa digunakan kembali. Padahal, jika asal dibuang dapat menambah pencemaran di bumi kita yang sudah banyak tercemar. Jumlah oli bekas yang dihasilkan pastinya sangat besar. Bahaya dari pembuangan oli bekas sembarangan memiliki efek yang lebih buruk daripada efek tumpahan minyak mentah biasa. Ditinjau dari komposisi kimianya sendiri, oli adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas lebih dari itu, dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam dan korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik.

Perhitungan timbulan limbah oli bekas dilakukan dengan 2 cara, yaitu perhitungan pada bengkel resmi dan tidak resmi yang dilakukan selama beberapa hari dengan cara mengambil sampel pada setiap bengkel sebagai sumber limbah oli yang dapat digunakan untuk mewakili keseluruhan timbulan limbah oli bekas.

1. Perhitungan Timbulan Limbah Oli Bengkel Resmi

$$\Sigma X = (Y \times Z_A) + (Y \times Z_B)$$

$$\Sigma X = X_A + X_B$$

$$X_A = X - X_B$$

Dimana:

X = Jumlah Limbah Oli/Hari

Y = Jumlah Motor/Hari

Z_A = Kapasitas Mesin Oli (0,8 L)

Z_B = Kapasitas Mesin Oli (1 L)

X_A = Jumlah Limbah Tertampung

X_B = Jumlah Limbah Tercecer

X_B di dapatkan dengan cara pengambilan oli yang tercecer pada lantai bikelift dengan menggunakan pipet tetes kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur dan di hitung.

2. Perhitungan Timbulan Limbah Oli Bengkel Tidak Resmi

$$\Sigma X = (Y \times Z_A) + (Y \times Z_B)$$

$$\Sigma X = X_A + X_B$$

$$X_B = X - X_A$$

$$X_B = X_{B1} + X_{B2}$$

Dimana:

ΣX = Jumlah Limbah Oli

Y = Jumlah Motor

Z_A = Kapasitas Mesin Oli (0,8 L)

Z_B = Kapasitas Mesin Oli (1 L)

X_A = Jumlah Limbah Tertampung

X_B = Jumlah Limbah Tercecer

X_{B1} = Oli Bekas yang Masuk ke Dalam Saluran Drainase

X_{B2} = Oli Bekas yang Merembers Masuk ke Dalam Tanah

2.7 Karakteristik Air Limbah Berbahaya dan Beracun (B3)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 85 tahun 1999 yang menyebutkan tentang kriteria/karakteristik limbah B3, terdapat beberapa limbah kegiatan bengkel yang dapat dikategorikan sebagai limbah B3, yaitu pelumas atau oli bekas, serta aki bekas.

Pengelolaan pelumas bekas dilakukan pengolahan melalui proses daur ulang. Pelumas/oli bekas akan mengalami pemurnian sedemikian rupa hingga akhirnya menghasilkan produk bernama pelumas dasar. Pelumas dasar ini merupakan salah satu bahan baku utama dalam pembuatan pelumas atau oli. Dilakukan pengolahan melalui proses daur ulang. Pelumas/oli bekas akan mengalami pemurnian sedemikian rupa hingga akhirnya

menghasilkan produk bernama pelumas dasar. Pelumas dasar ini merupakan salah satu bahan baku utama dalam pembuatan pelumas atau oli.

Pengelolaan Aki Bekas dilakukan pengolahan melalui proses daur ulang. Aki bekas akan mengalami pemotongan dan pemisahan komponen-komponen di dalamnya. Komponen tersebut akan mengalami proses daur ulang yang berbeda-beda.

Pengelolaan limbah B3 meliputi reduksi, pewadahan, penyimpanan, pengangkutan, pemanfaatan, dan pengolahan. Sebagian besar bengkel masih belum melakukan upaya reduksi untuk mengurangi jumlah limbah B3 yang dihasilkan. Sebagian bengkel lagi memiliki sistem pewadahan oli bekas yang sama yaitu dengan menggunakan drum bervolume 200 L dan kotak IBC dengan volume 1000 L.

3 Unit Pengolahan Air Limbah Bengkel

Air limbah usaha perbengkelan dapat berupa oli bekas, bahan ceceran, pelarut/pembersih, air dan lain lain. Bahan pelarut/pembersih pada umumnya mudah sekali menguap, sehingga keberadaannya dapat menimbulkan pencemaran terhadap udara. Terhirupnya bahan pelarut juga dapat menimbulkan gangguan terhadap pernafasan para pekerja. Bahan bakar merupakan bahan yang mudah sekali menguap dan terhirup oleh para pekerja. Bahan bakar merupakan cairan yang mudah terbakar oleh nyala api, dan juga merupakan bahan yang mudah sekali terbawa oleh aliran air. Bahan bakar bensin mudah sekali menguap dan terhirup oleh pekerja. Menurut Setiyono (2002) air limbah dari usaha perbengkelan banyak terkontaminasi oleh oli (minyak pelumas), gemuk dan bahan bakar. Air yang sudah terkontaminasi mengalir mengikuti saluran yang ada, sehingga mudah sekali untuk menyebarkan bahan-bahan kontaminan yang terbawa olehnya. Oli bekas jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan kesan kotor dan sulit dalam pembersihannya, disamping itu oli bekas dapat membuat kondisi lantai licin yang dapat berakibat mudahnya terjadi kecelakaan kerja.

3.1 Kegiatan Bengkel Repair dan Service

Bengkel kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperbaiki dan merawat kendaraan agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan. Service kendaraan dari oli asli yang bening berubah menjadi keruh atau legam setelah menjadi oli bekas (Lihat Gambar 3.1.), yang mana hal ini terjadi akibat sejenis aditif dispersant dan deterjen. Kedua zat aditif tersebut digunakan untuk membersihkan bagian dalam dari mesin. Zat aditif tersebut

juga mengandung *sulfonate* yang berfungsi untuk melarutkan atau mencuci kotoran hasil oksidasi karbon.



Gambar 3.1 Oli Baru dan Asli dengan Oli Bekas

Perubahan warna dari oli tersebut karena oli dapat melarutkan kotoran atau kerak sisa pembakaran dalam mesin. Selain campuran oli dengan kerak atau kotoran, serbuk besi hasil dari gesekan juga ikut keluar bersamanya. Warna oli yang keruh dan kehitaman tersebut dikarenakan kotoran tersebut melayang atau tidak mengendap, sedangkan warna yang mengkilap adalah butiran dari serbuk besi akibat gesekan mesin. Dan apabila oli yang kotor dan mengkilap tersebut tidak segera diganti, maka akan mengendap menjadi lumpur (*sludge*) dan sulit untuk dibersihkan.

Air limbah dari bengkel dapat berupa bahan pelarut/ pembersih, bahan bakar, oli bekas dan air bekas cucian. Teknologi pengolahan air limbah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- **Pengolahan Oli Bekas Kegiatan Bengkel**

Dilakukan daur ulang untuk digunakan kembali, untuk melindungi serta menjaga lingkungan dari limbah minyak tersebut serta dapat menghemat penggunaan oli setiap harinya. Dan diperkirakan untuk 1 galon oli bekas berpotensi untuk mengkontaminasi 1 juta galon air minum. Akibat dari oli bekas yang dibuang ke lingkungan seperti badan air sungai dapat menyebabkan kematian *aquatic life*.

Daur ulang oli bekas dilakukan oleh industri pengolah pelumas bekas yaitu industri yang kegiatannya memproses pelumas bekas dengan menggunakan teknologi untuk menghasilkan pelumas dasar. Minyak pelumas dasar merupakan salah satu bahan utama yang digunakan untuk bahan proses pelumas (blending) dalam pembuatan pelumas. Selanjutnya pelumas dasar dicampur dengan bahan tambahan aditif untuk menghasilkan pelumas yang baru.

Oli bekas ditampung dengan menggunakan alat penampungan khusus harus terbebas dari kotoran yang lain karena oli bekas ini yang akan didaur ulang dan apabila tercampur dengan kotoran lain akan menghasilkan kualitas oli yang rendah dan untuk memurnikannya diperlukan biaya yang lebih tinggi. Alat penampungan oli harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap karat dan tertutup rapat, bersih, dan diberi label “OLI BEKAS” Jauhkan dari anak-anak, binatang peliharaan, dan nyala api.

- **Pengolahan dengan Meminimasi Air Limbah Bengkel**

Air limbah usaha bengkel sangat mudah terkontaminasi dengan kontaminan seperti minyak, oli, gemuk, bahan bakar dan lain-lainnya. Oleh karena itu untuk mengelola air limbah tersebut, pertama harus dilakukan dengan cara meminimisasi air limbah dan melakukan pencegahan terjadinya proses kontaminasi dengan kontaminan tersebut.

Bagaimana upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan pencegahan pada slang air dan efisiensi pemakaian air dengan cara menggunakan kran yang mudah ditutup dan penempatannya pun mudah dijangkau. Upaya lainnya yaitu dengan mencegah masuknya air hujan ke dalam lingkungan kerja yang telah tercemar kontaminan karena kontaminan akan larut dan terbawa aliran air hujan tersebut, sehingga pencemaran akan tersebar mengikuti arah aliran air tersebut.

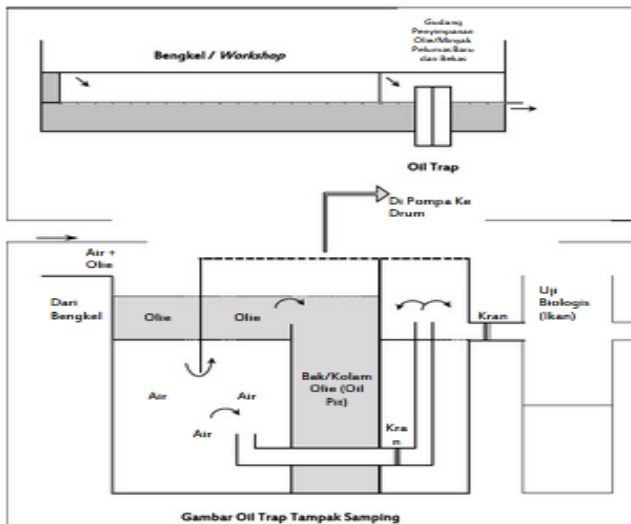
- **Pengolahan Kegiatan Bengkel dengan Pencucian Kendaraan**

Untuk bengkel yang melayani cucian kendaraan terhindar dari kontaminan bekas cucian seperti minyak atau oli, sebaiknya

menempatkan tempat cuciannya dekat dengan saluran pembuangan air limbah dan terhindar dari kegiatan bongkar mesin atau kegiatan ganti oli. Dan apabila upaya diatas dilakukan, air limbah sedikit kemungkinan terkontaminasi, sehingga unit pengolahan air limbah yang diperlukan tidak terlalu rumit dan lebih murah. Unit pengolahan yang diperlukan hanya berupa unit untuk memisahkan kotoran padatan yaitu dengan proses pengendapan dan unit pemisah minyak atau separator (oil Catcher).

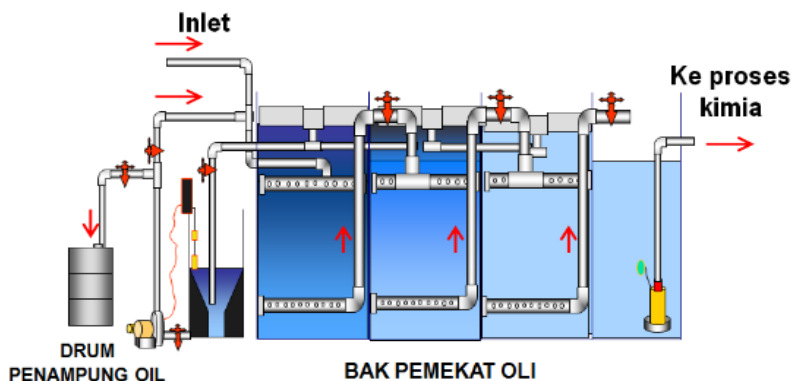
3.2 Pengolahan Air Limbah Oli Bengkel

Pengolahan air limbah cuci tangan bengkel kendaraan bermotor menggunakan tiga tahap pengolahan dapat menurunkan konsentrasi COD, timbal (Pb), oil grease (OG) dan total fosfat. Pengolahan dengan air limbah dari kegiatan cuci tangan kegiatan bengkel kendaraan bermotor dapat dilihat pada Gambar 3.2, 3.3., dan 3.4. berikut.



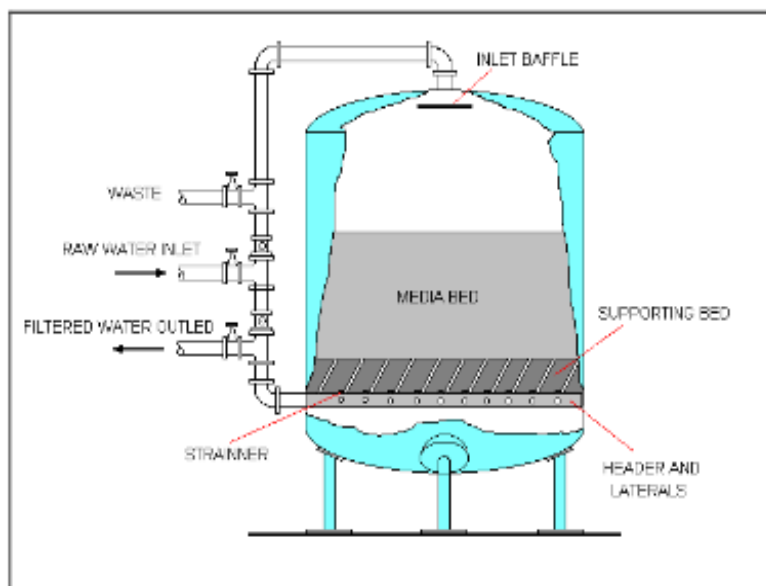
Gambar 3.2 Bak Penampung Oli (Oil Trap) Bengkel

Sumber: PT. Berkah Bhumi Abadi



Gambar 3.3 Oil Trap

Sumber: PT. United Tractors, Tbk.

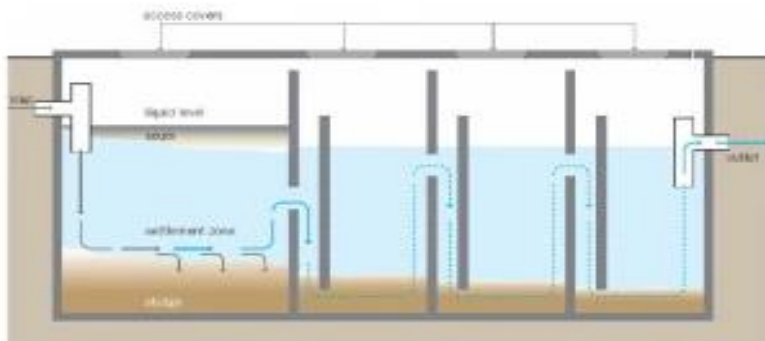


Gambar 3.4 Konstruksi Filter Pasir Bertekanan

Sumber: PT. Kawazaki Motor Indonesia

Anaerobic Baffle Reactor

Pengertian Anaerobic Baffle Reactor (ABR) adalah Tangki septik yang lebih baik, terdiri dari beberapa seri dinding antar/sekat yang menyebabkan air limbah yang datang tertekan untuk mengalir. Kontak waktu yang lama dengan biomassa/lumpur aktif menghasilkan pengolahan yang lebih baik.



Gambar 3.5 Anaerobic Baffle Reactor

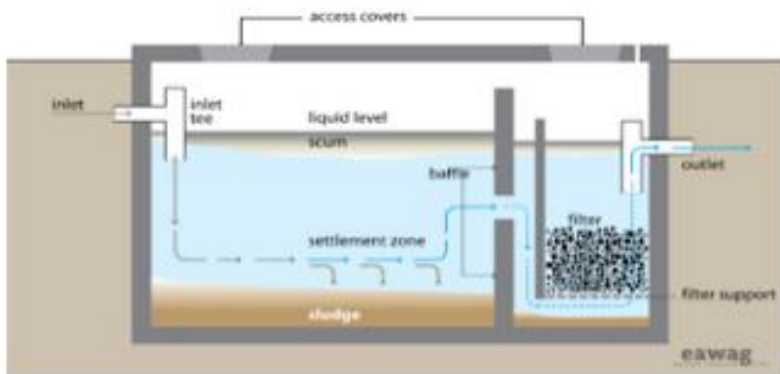
Anaerobic Filter

Anaerobic Filter adalah sebuah *fixed-bed biological* reaktor yang biasanya digunakan sebagai *secondary treatment* yang mana didalamnya terdapat media sebagai tempat perlekatan bakteri yang berfungsi untuk mensuspensi TSS yang terdapat pada air limbah atau dengan kata lain membentuk biofilm. Biasanya media yang digunakan adalah batu, plastik raschig ring, flexi ring, plastic ball, cross flow dan tubular media, kayu, bambu atau yang lainnya untuk perlekatan bakteri. Media biasanya dipasang secara random atau acak dengan tiga mode operasi *upflow*, *downflow* dan *fluidized bed*.

Anaerobic Filter didasarkan pada kombinasi pengolahan physical dan biologi. Dimana didalamnya terdapat area yang kedap air yang terdiri dari beberapa lapis media yang berfungsi sebagai tempat bakteri mendegradasi padatan yang terdapat pada air buangan. Anaerobic Filter sangat cocok digunakan untuk mengolah

air limbah yang memiliki persentase padatan tersuspensi yang rendah.

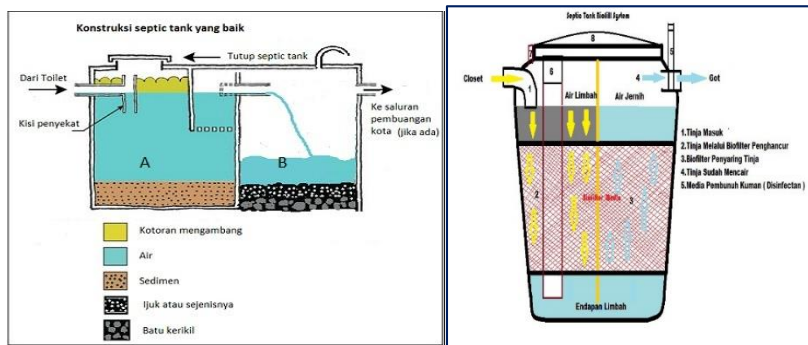
Untuk memungkinkan pembentukan biofilm yang diperlukan untuk pengolahan aerob, maka perlu pembibitan pada awal proses pengolahan seperti pada septic tank dan anaerobic *Baffle reactors*. Pembibitan dapat dilakukan dengan penyemprotan lumpur aktif (misalnya dari sebuah tangki septik) pada bahan saringan sebelum memulai operasi kontinyu. Selanjutnya, ketika efisiensi pada anaerobic filter menurun, filter yang digunakan harus dibersihkan dengan pembilasan kembali dari air limbah atau dengan menghapus massa filter untuk membersihkan diluar reaktor. Seperti dengan tangki septik, penyedotan dari ruang pengolahan utama harus dilakukan secara berkala. Kedua, penyedotan dan pembersihan bahan filter dapat membahayakan kesehatan manusia karena anaerobic filter menghasilkan biogas sehingga perlu adanya tindakan pencegahan keselamatan yang tepat. Gambar Anerobic Filter dapat dilihat pada Gambar 3.6. berikut.



Gambar 3.6 Aenerobic Filter

3.3 Pengolahan Air Limbah Domestik Bengkel

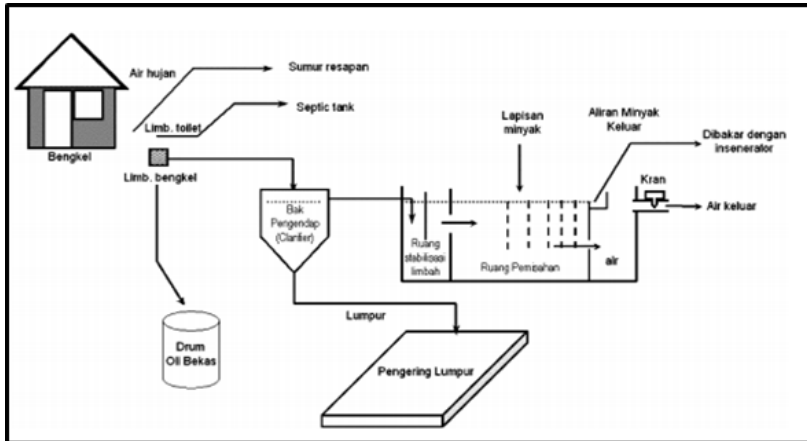
Air limbah domestik dari dari kegiatan di bengkel yang berasal dari toilet karyawan dan pengunjung, kantin atau restoran yang ada dalam kegiatan bengkel serta kegiatan bengkel pencucian kendaraan bermotor dapat memfasilitasi dengan *septic tank* (Gambar 3.7), dan apabila bengkel termasuk skala bengkel kecil dan untuk skala menengah dan besar dapat difasilitasi dengan menggunakan urutan sebagai berikut ini.



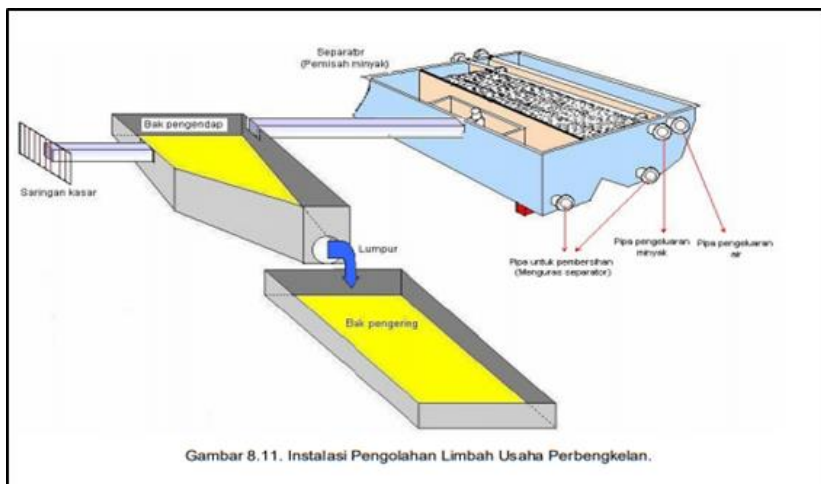
Gambar 3.7 Pengolahan Air Limbah Domestik Bengkel dengan *Septic Tank*

3.4 Skema Pengolahan

Skema pengolahan air limbah bengkel kendaraan bermotor disusun dari mulai sumber air limbah, unit pengolahan, hingga pembuangan ke selokan/saluran/badan air. Akan tetapi sebelum dibuang ke badan air, harus ada bak kontrol efluen IPAL tersebut. Bak kontrol berfungsi sebagai lokasi pengambilan sampel efluen IPAL sebagai upaya monitoring kinerja IPAL. Skema pengolahan yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan 3.9 berikut.



Gambar 3.8 Diagram Alir Sistem Pengolahan Air Limbah Usaha Perbengkelan



Gambar 3.9 Instalasi Pengolahan Air Limbah Usaha Perbengkelan

4 Perencanaan IPAL

4.1 Contoh Perhitungan Air Limbah Bengkel

Bengkel untuk perawatan dan pemeliharaan kendaraan adalah bengkel yang menghasilkan limbah oli yang bercampur dengan air hasil pencucian dan perawatan kendaraan. Air Limbah yang tercampur oli jika langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Limbah oli termasuk kategori limbah B3. Satu liter dalam limbah oli bekas dapat merusak jutaan liter air bersih dan sumber air tanah termasuk air sungai, dan sangat berbahaya bagi lingkungan (Fitriawan,2010). Oleh karena itu, air limbah tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Air limbah yang telah diolah dan bila dilepas ke badan air sudah sesuai atau memenuhi baku mutu air limbah dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan cuci kendaraan bermotor air.

Debit yang akan diolah adalah debit air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian kendaraan bermotor sebesar 25 m³/hari. Sedangkan IPAL yang direncanakan terdiri atas :

- Pengolahan fisik (unit pemisah lemak dan bak ekualisasi)
- Pengolahan biologis

Anaerobic Filter(AF)dan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) merupakan unit pengolahan air limbah yang biasa digunakan untuk mengolah limbah domestik maupun limbah industri. Kedua unit pengolahan air limbah tersebut memiliki keunggulan, yang mana kedua unit ini memiliki efisiensi pengolahan yang tinggi, tidak membutuhkan energi yang besar dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan *aerob*, pengolahannya mudah. Dintinjau dari segi konstruksi kedua unit ini tidak membutuhkan lahan yang luas dan dapat dibangun dibawah maupun diatas permukaan tanah. Berdasarkan keunggulan diatas,

dipilih alternatif pengolahan *Anaerobic Filter* dan *Anaerobic Baffle Reactor*.

Pertimbangan pemilihan unit pengolahan didasarkan atas beberapa hal yaitu :

1. Pengolahan fisik pada air limbah yang dihasilkan yang mengandung minyak atau oli, harus dipisahkan terlebih dahulu sebelum diolah dengan unit yang direncanakan pada IPAL. Selanjutnya direncanakan adanya bak ekualisasi untuk mengontrol dan menstabilkan debit yang masuk yang akan diolah.
2. Pengolahan biologis, terlebih dahulu harus dilakukan pengecekan pada rasio antara BOD/COD dari uji karakteristik air limbah. Dari hasil uji laboratorium didapatkan rasio BOD/COD sebesar 0,51. Menurut Metcalf (2014), dengan rasio BOD/COD yang lebih dari 0,5, berarti air limbah tidak toksik sehingga pengolahannya menggunakan pengolahan biologis tidak menggunakan pengolahan kimiawi.

Debit Air Limbah

Debit air limbah yang dihasilkan bengkel sebesar 25 m³/hari. Debit rata-rata air limbah dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q &= 25 \text{ m}^3/\text{hari} \times \text{hari}/24 \text{ jam} \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karakteristik Air Limbah

Data hasil uji laboratorium sampel influen IPAL diperoleh dari hasil kegiatan bengkel X . Hasil uji karakteristik air limbah tersebut akan dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan cuci kendaraan bermotor. Hasil uji karakteristik air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Air Limbah Bengkel X

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
pH	-	6,74	6 – 9
BOD	mg/L	420	100
COD	mg/L	818,95	250
TSS	mg/L	52	100
Minyak & Lemak	mg/L	14	10
Detergent	mg/L	1,87	10
Phosphat (P_2O_4)	mg/L	0,147	10

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2018

Berdasarkan hasil uji laboratorium tersebut, menunjukkan bahwa parameter BOD, COD dan minyak lemak masih melebihi baku mutu, sehingga dibutuhkan pengolahan yang dapat mengolah parameter parameter tersebut sehingga sesuai dengan baku mutu dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013.

Efisiensi removal tiap parameter pada unit *Anaerobic filter* dan *Anaerobic baffle reactor* dipengaruhi oleh beberapa hal seperti, waktu detensi, kualitas air limbah, luas spesifik media, suhu dan kompartemen. Selanjutnya dilakukan perhitungan penyisihan removal rencana yang bersumber pada rumus teks book *Decentralised Waste Water Treatment in Developing Countries* oleh Sasse didapatkan hasil perhitungan yang tertera pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Efisiensi Removal pada Unit *Anaerobic Filter* dan *Anaerobic Baffle Reactor*

Alternatif	Efisiensi Penyisihan		
	BOD	COD	TSS
Anaerobic Filter	86,63%	82,5%	70,35%
Anaerobic Baffle Reactor	80,27%	74,97%	70,35%

4.2 Perhitungan Dimensi IPAL

Perhitungan dimensi IPAL mengacu pada beberapa literatur meliputi teks book *Decentralised Waste Water Treatment in*

Developing Countries oleh Sasse, Wastewater Engineering Treatment and Reuse Fourth Edition oleh Metcalf and Eddy baik dalam memperoleh kriteria desain dan perhitungan dimensi.

4.2.1 Bak Pemisah Minyak

Bak pemisah minyak merupakan unit pengolahan air limbah untuk memisahkan minyak sebelum diolah ke unit selanjutnya.

Kriteria Desain:

Waktu tinggal (td)	= 24 menit – 2,5 jam
Panjang dan Lebar	= (2–3) : 1
Tinggi ruang bebas	= 0,2 m – 0,4 m

Direncanakan:

Waktu tinggal (td)	= 1 jam
Kedalaman (H air)	= 1 m
Rasio P:L	= 2 : 1
Tinggi ruang bebas	= 0,2 m

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Volume bak (V)} &= Q \times \text{td} \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} \\ &= 1,042 \text{ m}^3 \\ \text{Luas permukaan (A)} &= V / H \text{ air} \\ &= 1,042 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\ &= 1,042 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= P \times L \\ A &= 2L \times L \\ 1,042 \text{ m}^2 &= 2L^2 \\ L^2 &= 0,521 \\ L &= 0,72 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m} \\ P &= 2L \\ &= 2 \times 0,75 \text{ m} \\ &= 1,5 \text{ m}\end{aligned}$$

Dimensi bak pemisah lemak berdasarkan perhitungan di atas adalah $0,75 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$.

4.2.2 Bak Ekualisasi

Direncanakan:

Jumlah bak	= 1 bak
Q	= $25 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}$
H air	= 1,7 m
Freeboard (fb)	= 0,3 m
td	= 4 jam
Lebar (L)	= 2 m

Perhitungan:

Volume bak	= $Q \times td$ = $1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam}$ = $4,168 \text{ m}^3$
A	= $\text{Volume bak} / H \text{ air}$ = $4,168 \text{ m}^3 / 1,7 \text{ m}$ = $2,452 \text{ m}^2$
Panjang (P)	= A / L = $2,452 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}$ = $1,226 \text{ m} \approx 1,3 \text{ m}$
Cek td	= $(H \text{ air} \times L \times P) / Q$ = $(1,7 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) / 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}$ = 5,1 jam (memenuhi)

Dimensi bak ekualisasi berdasarkan perhitungan adalah $1,3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

4.2.3 Anaerobic Filter

Kriteria Desain:

<i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT)	= 24 – 48 jam
<i>Up-flow Velocity</i> (V_{up})	< 2 m/jam
<i>Organic Loading Rate</i> (OLR)	< 4 – 5 kgCOD/ m^3 .hari

Direncanakan:

Debit air limbah (Q)	= 25 m ³ /hari
Waktu pengaliran	= 24 jam
HRT tiap bak	= 35 jam
Jumlah kompartmen	= 4
Interval pengurasan	= 12 bulan
Lebar bak	= 2,5 m
Porositas media	= 98%

Perhitungan

$$Q = 25 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam} \\ = 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Kedalaman air (H air)} = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi air di atas media} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Jarak di bawah media} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Tebal plat penyangga} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard (Fb)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi bak (H bak)} &= H \text{ air} + Fb \\ &= 2,2 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \\ &= 2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ filter} &= H \text{ bak} - 0,4 \text{ m} - 0,6 \text{ m} - 0,05 \text{ m} \\ &= 1,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= Q / (HRT/24) \\ &= 25 \text{ m}^3/\text{jam} / (35 \text{ jam} / 24 \text{ jam}) \\ &= 17,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang kompartmen} &= \left(\frac{V \text{ bak}}{\frac{(H \text{ air} \times 0,25) + (L \text{ bak} \times H \text{ air} \times H \text{ filter} (1 - P_m))}{4}} \right) \\ &= \left(\frac{17,12}{\frac{(2,2 \times 0,25) + (2,5 \times 2,2 \times 1,45 (1 - 0,98))}{4}} \right) \\ &= 0,71 \text{ m} \end{aligned}$$

Cek Kriteria Desain:

$$\begin{aligned} HRT &= (H \text{ air} - H \text{ filter} \times (1 - P_m) \times P \text{ komp.} \times L \text{ bak} \times n) / Q \\ &= 2,2 - 1,45 \times (1 - 0,98) \times 0,71 \times 2,5 \times 4 / 1,042 \\ &= 14,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Karena HRT jauh di bawah HRT yang direncanakan, maka panjang kompartemen diperpanjang menjadi 1,7 m.

$$\begin{aligned} \text{HRT} &= (H_{\text{air}} - H_{\text{filter}} \times (1 - P_m) \times P_{\text{komp.}} \times L_{\text{bak}} \times n) / Q \\ &= 2,2 - 1,45 \times (1 - 0,98) \times 1,7 \times 2,5 \times 4) / 1,042 \\ &= 35,4 \text{ jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{up}} &= Q / (P_{\text{komp.}} \times L_{\text{bak}} \times P_m) \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} / (1,7 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,98) \\ &= 0,24 \text{ m/jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= \text{Massa COD in} / (H_{\text{filter}} \times P_{\text{komp.}} \times L_{\text{bak}} \times n \times P_m) \\ &= 20,48 / (1,45 \times 1,7 \times 2,5 \times 4 \times 0,98) \\ &= 0,84 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{hari (memenuhi)} \end{aligned}$$

Dimensi tiap kompartemen bak anaerob yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 1,7 m × 2,5 m × 2,5 m.

4.2.4 Anaerobic Baffle Reactor

Kriteria Desain:

$$\text{Organic Loading Rate (OLR)} < 3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

$$\text{Up-flow Velocity (V}_{\text{up}}) \leq 1,1 \text{ m/jam}$$

$$\text{Hydraulic Retention Time (HRT)} \geq 12 \text{ jam}$$

$$\text{Kedalaman outlet maksimum} = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah kompartemen} = 4 - 6$$

Direncanakan:

$$\text{Debit air limbah (Q)} = 25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu Pengaliran} = 24 \text{ jam}$$

$$\text{HRT tiap bak} = 16 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah kompartemen} = 4 \text{ kompartemen}$$

$$\text{Hair} = 1,5$$

$$\text{Up-flow Velocity (V}_{\text{up}}) = 1 \text{ m/jam}$$

Perhitungan:

$$Q = 25 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam}$$

$$= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit per unit} &= Q / \text{jumlah unit} \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} / 1 \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{P komp.} &= H \text{ air} \times 0,4 \\ &= 1,5 \text{ m} \times 0,4 \\ &= 0,6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar bak} &= Q / V \text{ up} / \text{P komp.} \\ &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} / 1 \text{ m}^3/\text{jam} / 0,6 \text{ m} \\ &= 1,74 \text{ m} \\ &= 1,8 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume aktual ABR} &= 0,6 \times 1,8 \times 1,5 \times 4 \\ &= 6,48 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sludge Volume} &= 5 \% \times \text{Volume aktual ABR} \\ &= 0,324 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= 6,48 \text{ m}^3 - 0,324 \text{ m}^3 \\ &= 6,156 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Cek Kriteria Desain:

$$\begin{aligned}\text{Cek HRT} &= \text{Volume air} / Q \\ &= 6,156 \text{ m}^3 / 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 5,9 \text{ jam (tidak sesuai direncanakan)}\end{aligned}$$

Direncanakan HRT 35 jam, maka volume air harus lebih dari 33,6 m³.

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \text{HRT} / Q \\ &= 35 \text{ jam} / 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 33,6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Panjang kompartemen diperpanjang menjadi 3,6 m.

$$\begin{aligned}\text{Volume actual ABR} &= 3,5 \times 1,8 \times 1,5 \times 4 \\ &= 38,88 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sludge Volume} &= 5 \% \times \text{Volume aktual ABR} \\ &= 1,94 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= 38,88 \text{ m}^3 - 0,324 \text{ m}^3 \\ &= 36,94 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cek HRT} &= \text{Volume air} / Q \\ &= 36,94 \text{ m}^3 / 1,042 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

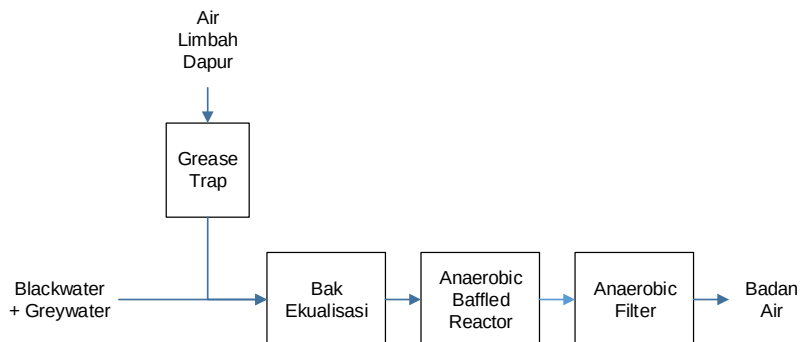
$$\begin{aligned}
 &= 35,45 \text{ jam (sesuai)} \\
 \text{Cek V up} &= Q / (P \text{ komp.} \times L \text{ bak}) \\
 &= 1,042 \text{ m}^3/\text{jam} / (3,6 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}) \\
 &= 0,2 \text{ m/jam (memenuhi)} \\
 \text{Cek OLR} &= \text{Massa COD in} / (H \text{ air} \times P \text{ komp.} \times L \text{ bak} \times n) \\
 &= \text{Massa COD in} / (1,5 \times 3,6 \times 1,8 \times 4) \\
 &= 0,53 \text{ kg COD/m}^3.\text{hari}
 \end{aligned}$$

Dimensi tiap kompartemen bak anaerob yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 3,6 m x 1,8 m x 1,5m. Dimensi unit IPAL dari hasil perhitungan rencana selanjutnya ditabelkan seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Dimensi Unit IPAL Rencana

Parameter	Bak Pemisah Lemak	Bak Ekualisasi	Bak AF	Bak ABR
Panjang	0,75 m	1,5 m	6,8 m	14,4 m
Lebar	1,5 m	2 m	2,5 m	1,8 m
Tinggi	1,2 m	2 m	2,5 m	1,5 m

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air Limbah Oli di Bengkel

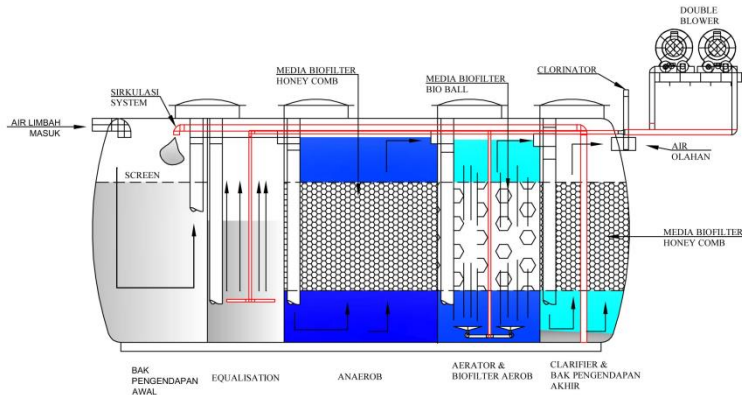
4.3 Pengolahan Limbah Aki Bengkel

Sumber Limbah Accumulator (aki) bekas merupakan salah satu limbah berbahaya yang bersumber dari banyak sumber, sumber yang terbesar salah satunya adalah akibat dari penggunaan aki sebagai tenaga listrik utama pada kendaraan. Penggunaan yang terbatas pada kemampuan dan umur di setiap aki membuat aki – aki yang sudah tidak layak pakai hanya menjadi limbah yang akan berpengaruh langsung pada lingkungan dan apa yang ada didalamnya. Bentuk Limbah Limbah aki ini menghasilkan beberapa bentuk. Untuk mengetahui limbah yang dihasilkan dapat dipahami melalui proses yang dipergunakan, berikut beberapa bentuk limbah yang terdapat pada aki yaitu; a. Asam sulfat (cair), b. Kotak plastik (padat) c. Sel aki (padat).

Limbah aki harus didaur ulang adalah karena di dalam aki tersebut mengandung bahan kimia yang berbahaya, misal asam sulfat yang dapat menyebabkan kulit dan mata teriritasi dan terbakar serta juga dapat menyebabkan ledakan pada beberapa kasus. Sedangkan bahaya aki/baterai bekas pada lingkungan akan mencemari perairan dengan kadar timbal yang tinggi. Perairan yang tercampur dengan timbal dapat menyebabkan didalam darah warga yang menggunakan air tersebut yang mengandung akan membahayakan kesehatan. Untuk itu diperlukan penanganan khusus ketika aki/baterai sudah tidak dipakai lagi.

Cara Pengendalian Limbah Cara pengendalian limbah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

1. Pengolahan daur ulang
2. Penambahan cairan untuk memperpanjang masa pakai aki.



Gambar 4.2 Pengolahan Air Limbah Accu Dengan Biofilter Anaerobic-Aerobic

4.4 Contoh Perhitungan Air Limbah Domestik

Salah satu cara pengolahan air limbah domestik yang berasal dari toilet atau dari restoran atau kantin serta ruang tunggu di bengkel yaitu dengan menggunakan tangki septik. Cara pengolahan air limbah domestik dengan tangki septik yang menggunakan proses pengolahan secara anaerobik. Proses ini dapat memisahkan padatan dan cairan di dalam air limbah. Padatan dan cairan memerlukan dan harus diolah lebih lanjut karena banyak mengandung bibit penyakit atau bakteri patogen yang berasal dari kotoran (feces) manusia. Jika tidak diolah, maka air limbah dapat menularkan penyakit kepada manusia terutama melalui air (*waterborne disease*). Persyaratan tangki septik dapat dilihat pada berikut:

1. Tanki septik ber-SNI 03-2398-2002
2. Tanki Septik harus dijamin kedap air
3. Efisiensi pengolahan berkisar 60-70%

Adapun zona zona pada septik tank adalah sebagai berikut (Lihat Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Zona Zona Pada Septik Tank

Sumber: Tilley et.al., 2008

Perlu diingat bahwa tangki septik harus dibuat kedap agar air yang berasal dari lumpur tinja tidak merembes keluar dari tangki sehingga berpotensi mencemari tanah dan air tanah di sekitarnya. Sedangkan persyaratan dari tangki septik adalah sebagai berikut :

- Kapasitas perkolasi tanah berkisar antara (0,5-24) menit/cm dan optimum 8 menit/cm.
- Ketinggian muka air tanah minimum 0,60 m di bawah dasar rencana saluran peresap atau (1-1,5) m di bawah muka tanah,
- Jarak horizontal dari sumber air (seperti sumur) tidak boleh kurang dari 10m
- Ukuran efektif butiran tanah maksimum 0,13 mm

Macam macam dari tangki septik ada yang tercampur dan ada yang terpisah yang uraiannya dapat dilihat pada Tabel 4.4. dimensi tangki septik terpisah dan Tabel 4.5. dimensi tangki septik tercampur berikut ini.

Tabel 4.4 Dimensi Tangki Septik Terpisah

N o.	Jumla h Pema kai (KK)	Zon a Bas ah (m ³)	Zona Lump ur (m ³)	Zona Amba ng Bebas (m ³)	Panja ng Tangk i (m)	Leba r Tang ki (m)	Ting gi Tang ki (m)	Volu me Total (m ³)
1.	2	0,4	0,9	0,3	1,0	0,8	1,3	1,6
2.	3	0,6	1,35	0,5	1,8	1,0	1,4	2,45
3.	4	0,8	1,8	0,6	2,1	1,0	1,5	3,2
4.	5	1,0	2,6	0,9	2,4	1,2	1,6	4,5
5.	10	2,0	5,25	1,5	3,2	1,6	1,7	8,7

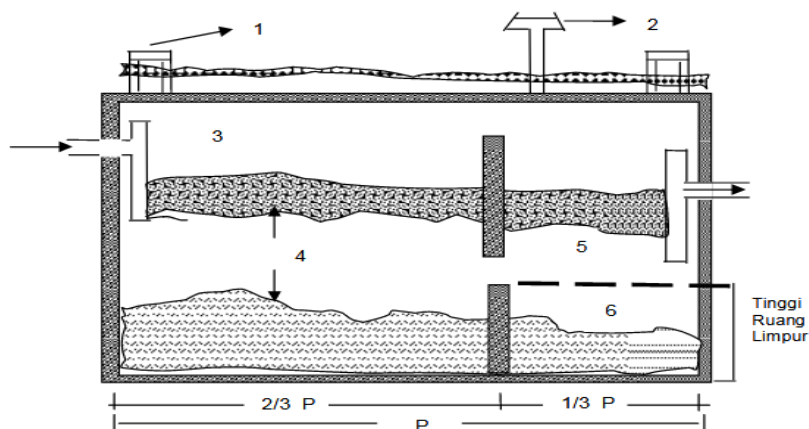
Sumber: SNI 03-2398-2002

Tabel 4.5 Dimensi Tangki Septik Tercampur

N o.	Jumla h Pema kai (KK)	Zon a Bas ah (m ³)	Zona Lump ur (m ³)	Zona Amba ng Bebas (m ³)	Panja ng Tangk i (m)	Leba r Tang ki (m)	Ting gi Tang ki (m)	Volu me Total (m ³)
1.	1	1,2	0,45	0,4	1,6	0,8	1,6	2,1
2.	2	2,4	0,9	0,6	2,1	1,0	1,8	3,9
3.	3	3,6	1,35	0,9	2,5	1,3	1,8	5,8
4.	4	4,8	1,8	1,2	2,8	1,4	2,0	7,8
5.	5	6,0	2,25	1,4	3,2	1,5	2,0	9,6
6.	10	12,0	4,5	2,9	4,4	2,2	2,0	19,4

Sumber: SNI 03-2398-2002

Pendimensian Tangki Septik Berdasarkan pada SNI 03-2398-2002 untuk Tangki septik konvensional dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tangki Septik Konvensional

Keterangan Gambar:

1. Lubang pemeriksaan
2. Pipa udara.
3. Ruang bebas air
4. Ruang jernih.
5. Kerak
6. Lumpur

Perhitungan dimensi septic tank dapat menggunakan rumus berikut.

$$Q = q \times p / 1000$$

Dimana :

Q = debit yang akan diolah septic tank (m³/hari)–

q = laju timbunan air limbah (l/or/hari), 5 –40 l/or/hari (sistem terpisah), 45 –300/or/hari (sistem tercampur)–

p = jumlah pemakai (or)

Waktu detensi ≥ 5 hari (sistem terpisah), 2 ≥ tercampur

4.5 Persyaratan Teknis Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan

Bahan bangunan harus kuat, tahan terhadap asam dan kedap air; bahan bangunan yang dapat dipilih untuk bangunan dasar, penutup dan pipa penyalur air limbah adalah batu kali, bata merah, batako, beton biasa, beton bertulang, asbes semen, PVC, keramik dan plat besi. Bentuk empat persegi panjang (2 : 1 s/d 3 : 1), lebar tangki minimal 0,75 m dan panjang minimal 1,50 m, tinggi tangki minimal 1-5 m termasuk ambang batas 0,3 m. Tangki septik ukuran kecil yang hanya melayani satu kegiatan atau identik dengan satu keluarga, dapat berbentuk bulat dengan diameter minima 1,2 m dan tinggi minimal 1,5 m termasuk ambang batas.

Perlu diingat bahwa tangki septik harus dibuat kedap agar air yang berasal dari lumpur tinja tidak merembes keluar dari tangki sehingga berpotensi mencemari tanah dan air tanah di sekitarnya. Sedangkan persyaratan dari tangki septik adalah sebagai berikut :

- kapasitas perkolasi tanah berkisar antara (0,5-24) menit/cm dan optimum 8 menit/cm.
- ketinggian muka air tanah minimum 0,60 m di bawah dasar rencana saluran peresap atau (1-1,5) m di bawah muka tanah,
- jarak horizontal dari sumber air (seperti sumur) tidak boleh kurang dari 10 m.
- ukuran efektif butiran tanah maksimum 0,13 mm.
- Diperlukan sumur peresap bila bagian permukaan tanah kedap air sedangkan bagian tengahnya porous.
- Diperlukan sumur peresap bila bagian permukaan tanah kedap air sedangkan bagian tengahnya porous.

Untuk membuat tangki septik ada beberapa persyaratan teknis yang harus dipenuhi, diantaranya:

- bahan bangunan harus kuat.
- tahan terhadap asam dan kedap air.

- bahan penutup dan pipa penyalur air limbah adalah batu kali, bata merah, batako, beton bertulang, beton tanpa tulang, PVC, keramik, plat besi, plastik dan besi.
- pipa penyalur air limbah dari PVC, keramik atau beton yang berada diluar bangunan harus kedap air, kemiringan minimum 2 %, belokan yang lebih besar dari 45 % dipasang *clean out* atau pengontrol pipa. Hindari belokan 90 %, yaitu dengan dua kali belokan atau memakai bak kontrol (cara untuk menghitung kemiringan, misal panjang saluran 4m, maka sudut kemiringan saluran, $4\text{m} \times 2\% = 0,08\text{ m}$ atau 8 cm).
- bentuk dan ukuran tangki septik disesuaikan dengan jumlah pemakai (Q) serta waktu pengurasan
- dilengkapi dengan pipa aliran masuk dan keluar, pipa aliran masuk dan keluar dapat berupa sambungan T atau sekat.
- adanya pipa ventilasi udara dengan diameter 50 mm (2") dan tinggi minimal 25 cm dari permukaan tanah.
- tersedianya lubang pemeriksa untuk keperluan pengurasan dan keperluan lainnya.
- tangki dapat dibuat dengan dua ruang dengan panjang tangki ruang pertama 2/3 bagian dan ruang kedua 1/3 bagian.
- jarak tangki septik dan bidang resapan ke bangunan = 1,5 m, ke sumur air bersih = 10 m dan sumur resapan air hujan 5 m.
- tangki dengan bidang resapan lebih dari 1 jalur, perlu dilengkapi dengan kotak distribusi
- pipa aliran keluar harus ditekan (5 – 10) cm lebih rendah dari pipa aliran masuk ,kemudian di salurkan ke suatu bidang resapan.

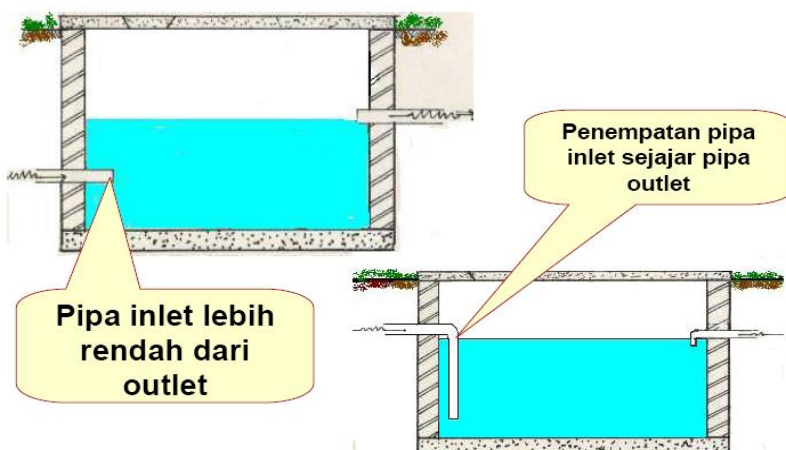
Agar buangan (kotoran) yang dialirkan mengalami proses *demineralisasi*, proses penguraian suatu senyawa organik sehingga hasil penguraiannya tidak lagi menimbulkan efek yang merugikan, terutama bagi lingkungan secara baik, maka tangki septic perlu dilengkapi dengan sumur resapan. Pada Tabel 4.6 berikut akan dijelaskan jarak tangki septic serta bidang/sumur resapan dengan suatu unit tertentu.

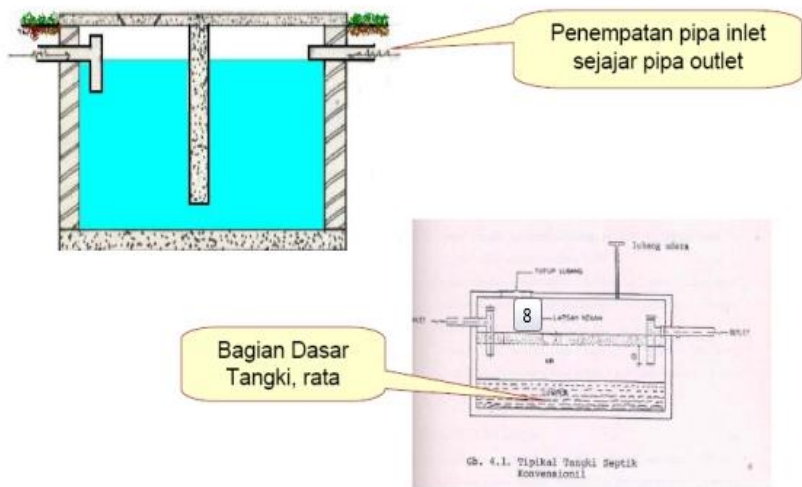
Tabel 4.6 Jarak Tangki Septik dan Bidang/Sumur Resapan

Jarak Dari	Tangki Septik	Bidang Resapan
Bangunan	1,5 m	1,5 m
Sumur	10 m	10 m
Pipa Air Bersih	3 m	3 m

Seringkali tangki septic tidak bisa berfungsi secara maksimal karena ada beberapa kekeliruan pada saat proses perancangan dan pembuatan. Berikut beberapa kekeliruan yang sering terjadi dalam perancangan tangki septic dan perlu mendapatkan perhatian, yaitu:

- penempatan pipa inlet sejajar dengan pipa outlet
- bagian dasar tangki rata
- pipa inlet lebih rendah dari pipa outlet





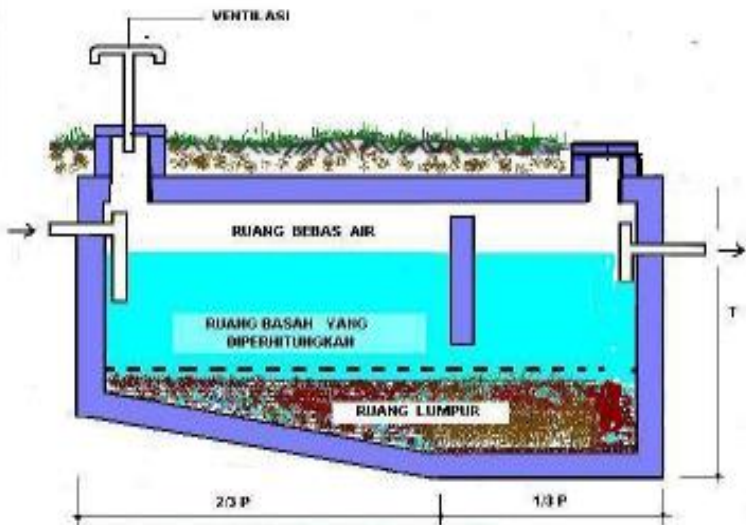
Gambar 4.5 Penempatan Pipa pada Tangki Septik

Berdasarkan sumber dari Balai Lingkungan Permukiman direncanakan tangki septik konvensional dimodifikasi seperti pada Gambar modifikasi dari tangki septik dapat dilihat pada Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 berikut ini. Dalam merancang tangki septic tentu perlu untuk mengetahui dimensi tangki septik yang akan dibuat. Berikut Tabel 4.7 yang bisa dijadikan acuan.

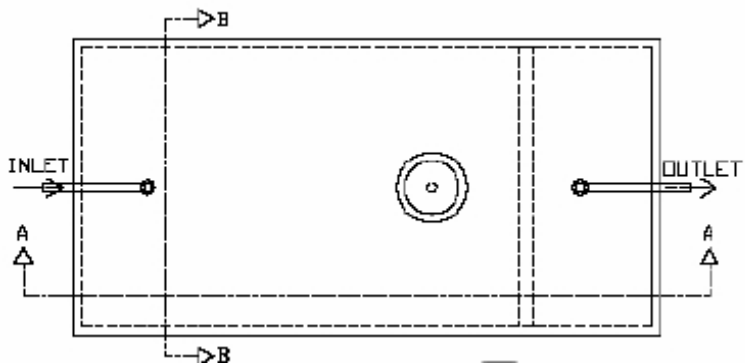
Tabel 4.7 Acuan Dimensi Tangki Septik

No.	Jumlah Pemakai (Jiwa)	Kebutuhan Ruang Lumpur (m³)		Kebutuhan Ruang Basah (m³)	Ruang Bebas Air (m³)	Volume Total (m³)		Ukuran (m)					
		2 thn	3 thn			2 thn	3 thn	2 thn			3 thn		
								P	L	T	P	L	T
1.	5	0,4	0,6	1	0,25	1,65	1,85	1,6	0,8	1,3	1,7	0,85	1,3
2.	10	0,8	1,2	2	0,5	3,3	3,7	2,2	1,1	1,4	2,3	1,15	1,4
3.	15	1,2	1,8	3	0,75	4,95	5,55	2,6	1,3	1,5	2,75	1,35	1,5
4.	20	1,6	2,4	4	1	6,6	7,4	3	1,5	1,5	3,2	1,55	1,5
5.	25	2	3	5	1,25	8,25	9,25	3,25	1,6	1,6	3,4	1,7	1,6

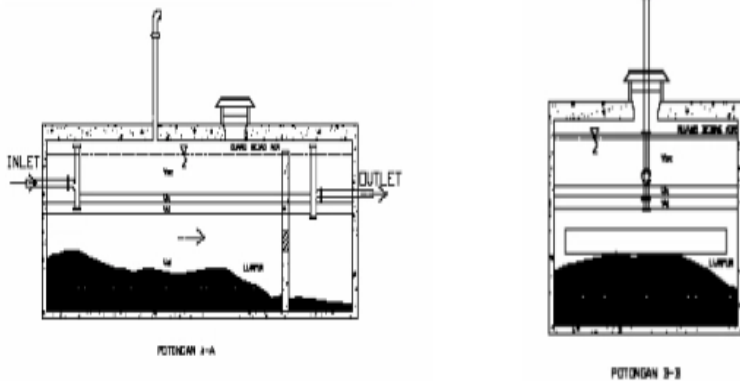
Keterangan: 2 dan 3 tahun adalah waktu pengurasan tangka



Gambar 4.6 Modifikasi Tangki Septik
Sumber: Balai Lingkungan Permukiman



Gambar 4.7 Denah Tangki Septik
Sumber: Balai Lingkungan Permukiman



Gambar 4.8 Potongan Tangki Septik

Sumber: Balai Lingkungan Permukiman

Seringkali pengolahan air limbah dengan tangki septic dan bidang/sumur resapan konvensional dianggap belum cukup mampu untuk mengurai senyawa organik, dimana sisa hasil buangnya dianggap masih agak membahayakan lingkungan sehingga diperlukan cara lain yang lebih ramah lingkungan. Ada beberapa metode agar pengolahan air limbah lebih aman terhadap lingkungan sekitarnya.

4.6 Sistem Sanitasi Taman (Sanita)

Sanitasi Taman (Sanita) adalah sistem pengolahan lanjutan air limbah domestik dari tangki septic dengan memanfaatkan kapasitas tumbuh-tumbuhan untuk mereduksi sisa bahan pencemar. Tujuan dibuatnya Sanita adalah mengendalikan air limbah tersebut agar tidak mencemari badan air atau lingkungan serta memperbaiki kualitas air tanah, air permukaan, dan kesuburan tanah melalui alternatif pengolahan sistem ekosan.

Kolam sanita terdiri dari pipa inlet, pipa outlet, kerikil, tanaman air minimal 11 macam dalam satu kolam, dengan sumber air limbah dari tangki septic tersebut. Tanaman-tanaman yang bisa digunakan antara lain, *Jaringao*, *Pontederia Cordata* (Bunga Ungu), Lindi Air,

Futoy Ruas, *Typha Angustifolia* (Bunga Coklat), Melati Air, dan Lili Air. (Lihat Gambar 4.9.)



Gambar 4.9 Sistem Sanitasi Taman (Sanita)

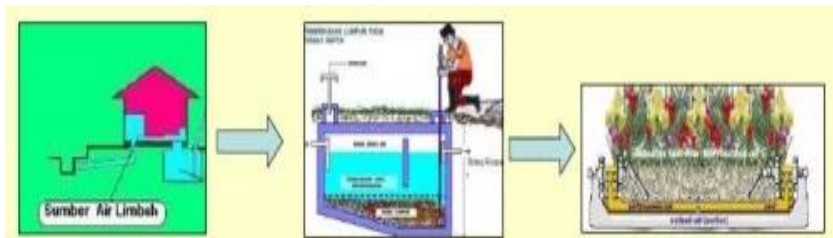
Beberapa manfaat dari sistem Sanita adalah :

- Mencegah pencemaran air tanah, badan air dan lingkungan,
- Menciptakan keasrian lingkungan permukiman,
- Membantu upaya pelestarian lingkungan

Kelebihan sistem Sanita adalah :

- Mampu mereduksi zat organik (BOD-Biochemical Oxygen Demand, suatu ukuran standar kekuatan air limbah yang menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi dalam suatu periode waktu, umumnya lima hari pada suhu 20° C) hingga 97,7%
- Mereduksi Fecal Coliform bacteria hingga 99,98 %
- Mereduksi total Nitrogen dan Phospat hingga 75%

Sistem pengolahan air limbah domestik dengan Sanita dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Skema Pengolahan Air Limbah Tangki Septik dengan Sanita

Biofilter

Biofilter adalah instalasi pengolahan air limbah rumah tangga dengan menggunakan media kontaktor. Gambar biofilter dapat dilihat pada Gambar 4.11. dan 4.12. dibawah ini.



Gambar 4.11 Tampak Atas Biofilter



Gambar Detail Biofilter

Gambar 4.12 Detail Biofilter

Proses pemasangan Biofilter melalui beberapa tahap diantaranya :

1. Menggali tanah yang akan menjadi tempat peletakkan biofilter dan memberinya pasir sebagai landasan
2. Letakkan biofilter ke dalam galian
3. Menyambungkan pipa saluran inlet serta outlet-nya
4. Mengisi $\frac{1}{4}$ biofilter dengan air serta menimbun $\frac{1}{4}$ bagian galian di sekitarnya dengan tanah
5. Pengisian $\frac{1}{2}$ biofilter dengan air dan penimbunan $\frac{1}{2}$ galian dengan tanah
6. Mengisi biofilter dengan air hingga keluar dari pipa outlet
7. Memasang pipa ventilasi.
8. Jika permukaan bagian atas biofilter akan diberi tambahan beban (misal untuk garasi dan sebagainya) buatlah cor beton bertulang dan letakkan di atasnya untuk melindungi biofilter yang dipasang di bawahnya.

Perancangan system pembuangan air limbah domestik memerlukan ketelitian tersendiri agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan disekitarnya. Proses dan tahapan pemasangan biofilter bisa dilihat pada Gambar 4.13. di bawah ini :



Gambar 4.13 Proses Dan Tahapan Pemasangan Biofilter

5 Operasi dan Perawatan

Standard Operation Procedure (SOP) diperlukan agar operator IPAL mengetahui apa saja yang harus dilakukan untuk pengoperasian dan perawatan IPAL. Dibutuhkan operator yang memahami proses pengolahan air limbah di setiap unit pengolahan agar efisiensi pengolahan sesuai dengan perhitungan perencanaan. Secara keseluruhan, agar IPAL beroperasi sesuai yang direncanakan, perlu dilakukan hal berikut.

1. Menyusun SOP sesuai dengan peruntukan masing-masing unit pengolahan.
2. Melakukan monitoring debit influen dan efluen IPAL setiap hari.
3. Melakukan monitoring kualitas influen dan efluen IPAL setiap bulan.
4. Melakukan evaluasi kesesuaian kondisi eksisting IPAL dengan kriteria desain.

5.1 Grease Trap

- *Grease trap* harus dipasang di bawah tempat pencucian di dapur, sebelum air limbah masuk ke pipa pembuangan menuju IPAL.
- Sesuai dengan perencanaan, minyak dan lemak pada *grease trap* harus dibersihkan rutin setiap minggu.
- Hasil pembersihan ditempatkan dalam plastik dan dibuang ke tempat sampah.

5.2 Bak Ekualisasi

- Dapat digunakan langsung; tidak membutuhkan perlakuan khusus sebelum penggunaannya.
- Bak ini fungsinya untuk merata aliran yang akan masuk ke pengolahan biologis dan waktu detensinya tidak boleh terlalu lama karena pengendapan tidak boleh terjadi di bak tersebut

5.3 Anaerobic Baffle Reactor dan Anaerobic Filter

- Dibutuhkan *start-up* menggunakan lumpur aktif (misalnya dari tangki septik) yang disebarakan pada permukaan media filter.
- Jika dimungkinkan, *start-up* dilakukan dengan hanya seperempat debit air limbah, dan dinaikkan perlahan hingga tiga bulan.
- Jika metode *start up* sebelumnya tidak dapat dilakukan, unit pengolahan baru bisa digunakan pada kapasitas penuh setelah enam hingga 9 bulan.
- Pengurasan lumpur harus dilakukan secara teratur (seperti 6 bulan sekali) dengan melakukan pembersihan pada separuh dari media filter. Hal ini untuk mempertahankan mikroorganisme aktif pada sebagian media, sehingga proses pengolahan setelah pembersihan tidak terganggu.
- Lumpur yang dikuras harus dibuang sembarangan karena ditakutkan masih ada sisa oli maka harus diwadahi sesuai dengan aturan pada B3.

6 Teknologi Bersih Pada Kegiatan Bengkel Kendaraan Bermotor

6.1 Pendahuluan

Strategi pembangunan Nasional di Indonesia yang berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup serta perlindungan lingkungan, dengan cara menjaga sumber alam dan kualitas lingkungan. Prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan, yaitu mempertimbangkan aspek lingkungan sedini mungkin pada proses pembangunan, pencegahan terhadap dampak lebih baik dari pengendalian, dengan memperhatikan aspek lingkungan pada setiap tahap pembangunan, penerapan prinsip efisiensi dan konservasi terhadap penggunaan sumber alam, mengurangi biaya-biaya lingkungan, pengurangan limbah dan energi.

Pada awalnya konsep pengelolaan lingkungan didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*Carrying Capacity Approach*) akibat terbatasnya daya dukung alamiah untuk menetralsir pencemaran yang semakin meningkat. Kemudian upaya dalam mengatasi masalah pencemaran berubah menjadi paradigma pendekatan pengolahan limbah yang terbentuk (*End Of Pipe Treatment*). Akan tetapi pada kenyataannya paradigma tersebut, tidak memecahkan permasalahan yang ada dan dalam prakteknya pendekatan pengolahan limbah mengalami berbagai kendala. Kendala tersebut akibat dari : rendahnya pentaatan dan penegakan hukum dan peraturan, lemahnya perangkat, peraturan yang tersedia, rendahnya tingkat kesadaran, sifatnya reaktif atau bereaksi dan setelah limbah itu terbentuk, memerlukan biaya investasi, operasi dan pemeliharaan relatif tinggi. Hal tersebut akhirnya dijadikan sebagai salah satu alasan mengapa kalangan

industri tidak atau belum dapat melaksanakan pengelolaan lingkungan secara optimal.

Pengendalian pencemaran dengan penerapan teknologi yang umum dilaksanakan pada saat ini adalah 'teknologi perlakuan akhir' atau '*end-of-pipe treatment technology*'. Konsep ini merupakan konsep perintah dan pengendalian [*command and control*] yang hanya meninjau pembebanan pada salah satu media udara, air, atau tanah dan menyelesaikan satu salah satu media udara, air, atau tanah dan menyelesaikan satu masalah yang tertuju pada suatu kegiatan. Pemikiran yang parsial ini sering menimbulkan masalah, karena penanganan hanya berdasarkan pada pengelolaan yang paling mudah.

Pada awalnya konsep pengelolaan lingkungan didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*Carrying Capacity Approach*) akibat terbatasnya daya dukung alamiah untuk menetralsir pencemaran yang semakin meningkat. Kemudian upaya dalam mengatasi masalah pencemaran berubah menjadi paradigma pendekatan pengolahan limbah yang terbentuk (*End Of Pipe Treatment*). Akan tetapi pada kenyataannya paradigma tersebut, tidak memecahkan permasalahan yang ada dan dalam prakteknya pendekatan pengolahan limbah mengalami berbagai kendala. Kendala tersebut akibat dari: rendahnya pentaatan dan penegakan hukum dan peraturan, lemahnya perangkat, peraturan yang tersedia, rendahnya tingkat kesadaran, sifatnya reaktif atau bereaksi dan setelah limbah itu terbentuk, memerlukan biaya investasi, operasi dan pemeliharaan relatif tinggi. Hal tersebut akhirnya dijadikan sebagai salah satu alasan mengapa kalangan industri tidak atau belum dapat melaksanakan pengelolaan lingkungan secara optimal.

Pengendalian pencemaran dengan penerapan teknologi yang umum dilaksanakan pada saat ini adalah 'teknologi perlakuan akhir' atau '*end-of-pipe treatment technology*'. Konsep ini merupakan konsep perintah dan pengendalian (*command and control*) hanya meninjau pembebanan pada salah satu media udara, air, atau tanah dan menyelesaikan satu salah satu media udara, air, atau tanah dan menyelesaikan satu masalah yang tertuju pada suatu kegiatan.

Berikut pemikirannya juga masih parsial yang sering menimbulkan masalah, karena penanganan hanya berdasarkan pada pengelolaan yang paling mudah. Selain daripada itu, implementasi kebijakan nasional untuk pengelolaan lingkungan hidup juga masih berfokus pada peraturan-peraturan lingkungan hidup yaitu dengan pengelolaan secara tepat bahan-bahan pencemar, yang ditekankan pada aspek pengendalian dampak daripada pengendalian sumber, seperti dalam pendekatan perintah dan pengendalian (*command and control*).

Segi positif implementasi dari pengembangan konsep '*end-of-pipe treatment technology*' adalah dalam bentuk kepedulian terhadap isu-isu lingkungan meningkat adalah /memacu pertumbuhan konsultan teknik dan pembuat peralatan yang berkaitan dengan unit pengolahan baik limbah fasa gas atau limbah cair. Hal ini menggembirakan, karena jarang didukung oleh kemampuan analisis yang memadai dari konsultan untuk menyelesaikan analisis yang memadai dari konsultan untuk menyelesaikan masalah pada kegagalan operasi, karena seringkali konsultan teknik ini hanya sebagai penjual teknologi atau peralatan saja. Sebagai akibatnya, sasaran pengelolaan lingkungan dengan pengendalian pencemaran ini tidak dapat dicapai secara menyeluruh. Akan tetapi segi negatifnya adalah kesulitan dalam penegakan hukum dan program penataan peraturan serta penyebab lainnya seperti kegagalan sistem cost accounting yang mana belum dapatnya menilai biaya kerugian lingkungan. Akibat inilah pengusaha, pemilik, dan pengelola industri berpendapat bahwa biaya pembangunan dan pelaksanaan suatu pengolahan limbah merupakan biaya tambahan (*external cost*). Akibat dari kendala kendala yang ada maka dalam pengelolaan lingkungan diperlukan (dipikirkan) konsep "**Produksi Bersih**"

Dasar – dasar dari konsep produksi bersih yang terkait dengan pengelolaan lingkungan meliputi 4 (empat) prinsip dasar, yaitu :

1. Prinsip kehati-hatian (*precautionary*): tanggung jawab yang utuh dari produsen agar tidak menimbulkan dampak yang merugikan sekecil apapun.
2. Prinsip Pencegahan (*preventive*): penting untuk memahami siklus hidup produk (*product life cycle*) dari mulai pemilihan bahan baku hingga terbentuknya limbah.
3. Prinsip demokrasi: komitmen dan keterlibatan semua pihak dalam rantai produksi dan konsumsi.
4. Prinsip *holistik*: pentingnya keterpaduan dalam pemanfaatan sumber daya lingkungan dan konsumsi sebagai satu daur yang tidak dapat dipisah-pisahkan

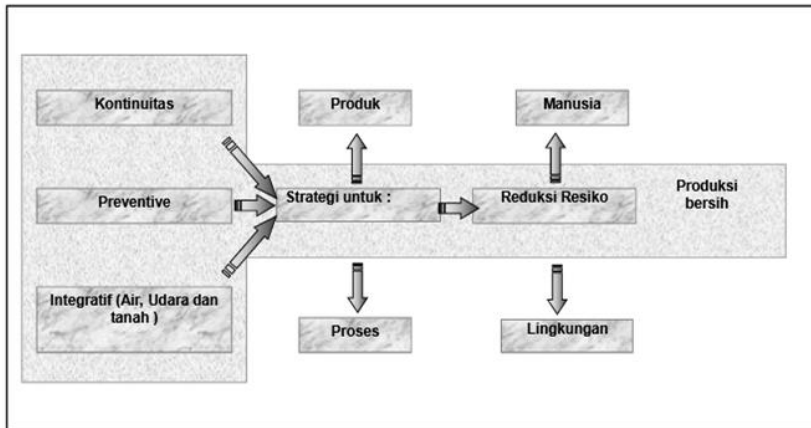
Dari uraian konsep dasar produksi bersih diatas, maka definisi produksi bersih adalah sebagai berikut :

- Segala upaya yang dapat mengurangi jumlah bahan berbahaya, polutan atau kontaminan yang terbuang melalui saluran pembuangan limbah atau terlepas kelingkungan (termasuk emisi-emisi yang cepat menguap di udara) sebelum didaur ulang, diolah atau dibuang (**ICIP**).
- Suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang perlu diterapkan secara terus-menerus pada proses produksi dan daur hidup produk dengan tujuan untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan (**BAPEDAL 1996**).
- Suatu konsep *holistik* bagaimana suatu produk dirancang dan dikonsumsi secara benar tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan (**Thorpe, 1999**)

Selanjutnya element esensi dasar dari produksi bersih yang digambarkan seperti pada Gambar 6.1. *Element Esensial* dari Strategi Produksi Bersih, adalah sebagai berikut

- Pencegahan, pengurangan dan penghilangan limbah dari sumbernya.
- Perubahan mendasar pada sikap manajemen dan diperlukan komitmen.

- Pencegahan polusi harus dilaksanakan sedini mungkin, pada setiap tahapan kegiatan yaitu pada pembuatan peraturan, kebijakan, implementasi proyek, proses produksi dan desain produk.
- Program harus dilaksanakan secara kontinyu dan selaras dengan perkembangan sains dan teknologi.
- Penerapan strategi yang komprehensif dan terpadu, agar produk dapat bersaing di pasar lokal maupun internasional.
- Produksi bersih hendaknya melibatkan pertimbangan daur hidup suatu produk.
- Program multi media dan multi disiplin.
- Diterapkan di seluruh sektor : industri, pemerintah, pertanian, energi, transportasi, para konsumen



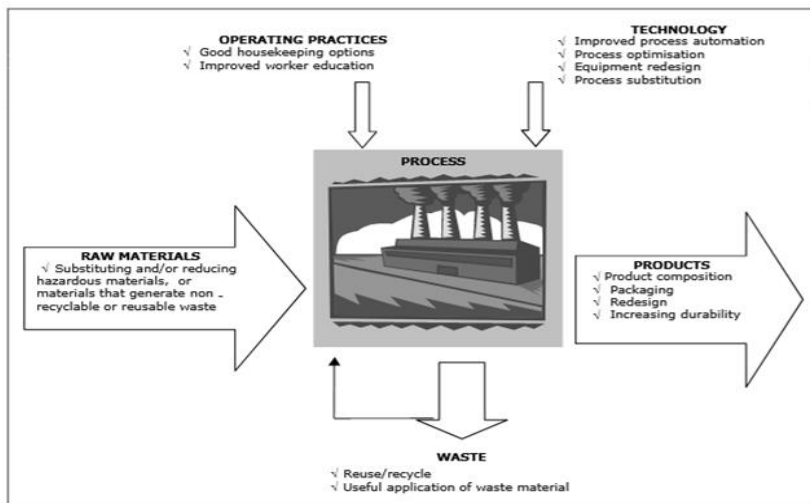
Gambar 6.1 *Element Esensial* Dari Strategi Produksi Bersih

Berdasarkan pada konsep produksi bersih, maka diperlukan teknologi bersih yang didefinisikan sebagai berikut :

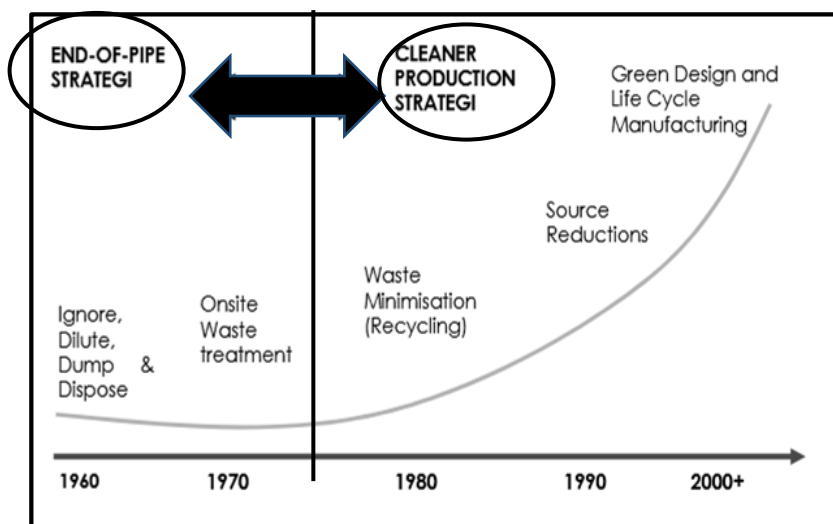
“Strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses produksi, produk dan jasa sehingga meningkatkan eko-efisiensi dan mengurangi terjadinya resiko terhadap manusia dan lingkungan (UNEP)”.

Berdasar pada uraian awal bahwa pengelolaan lingkungan yang didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*Carrying Capacity Approach*) akibat terbatasnya daya dukung alamiah untuk menetralsisir pencemaran yang semakin meningkat atau upaya dalam mengatasi masalah pencemaran berubah dari paradigma pendekatan pengolahan limbah yang terbentuk (*End Of Pipe Treatment*) menjadi pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab dengan penilaian pilihan teknologi bersih yang selanjutnya dikenal dengan produksi bersih (*Cleaneer Production*). Untuk Pilihan Teknologi Bersih dapat dilihat pada Gambar 6.2.

Konsep ini memiliki *hierarchy* di mana *recycle* harus dilakukan langsung (*in-pipe recycle*). Jadi penyelesaian masalah lingkungan ditekankan pada sumber pencemaran bukan pada akhir proses seperti pada *end-of-pipe treatment technology* (Lihat Gambar 6.3.). Konsep dengan menggunakan teknologi bersih ini meliputi pemanfaatan sumber alam secara efisien yang bermakna pula bagi penyusutan limbah yang dihasilkan, pencemaran, dan penyusutan risiko bagi kesehatan dan keselamatan manusia. Konsep ini tidak selalu membutuhkan kegiatan yang mahal atau teknologi canggih tetapi sering kali menghasilkan penghematan yang potensial sehingga meningkatkan daya saing di pasar. Selanjutnya konsep ini membutuhkan perubahan sikap, pengelolaan lingkungan yang bertanggung-jawab dan penilaian pilihan teknologi yang disusun dengan strategi produksi bersih yang sederhana bertahap dari mulai *waste minimization (recycling)*, *source reduction*, dan *greendesain* dan *life cycle manufacturing* serta diterapkan dengan *good housekeeping*.



Gambar 6.2 Pilihan Teknologi Bersih



Gambar 6.3 Strategi Produksi Bersih

Selanjutnya upaya pelaksanaan produksi bersih dalam pengelolaan lingkungan adalah meliputi :

1. *Substitusi Bahan Baku dan Bahan Pembantu*

Substitusi bahan baku dan bahan pembantu dalam sebuah kegiatan dapat dilakukan dengan :

- Mengganti bahan baku yang mengandung bahan berbahaya dengan bahan yang tidak atau lebih sedikit mengandung bahan berbahaya dan beracun (B-3)
- Mengganti bahan pelarut dan bahan pembersih yang mengandung bahan berbahaya.

2. *Memperbaiki Sistem Tata Rumah Tangga*

Upaya memperbaiki sistem tata rumah tangga dalam sebuah kegiatan dapat dilakukan dengan :

- Mengurangi kehilangan bahan baku, produk dan energi sebagai akibat adanya kebocoran, dan tumpahan.
- Mengurangi kehilangan bahan baku, produk dan energi sebagai akibat adanya kebocoran, dan tumpahan.
- Menempatkan peralatan dengan baik untuk menghindari terjadinya tumpahan dan menghindari terjadinya tumpahan dan kontaminasi.
- Menyediakan dan menggunakan penampung tetesan, tumpahan dan kebocoran. Mencegah tercampurnya aliran limbah dari sumber yang berbeda.

3. *Modifikasi Produk*

Modifikasi terhadap produk yang dihasilkan dari suatu kegiatan produksi dilakukan dengan :

- Memformulasikan kembali rancangan produk untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan setelah produk tersebut dipakai.
- Menghilangkan kemasan yang berlebihan dan tidak perlu.
- Meningkatkan masa pakai produk (*product life time*).
- Mendisain produk sehingga produk tersebut dapat didaur ulang.

4. *Modifikasi Proses*

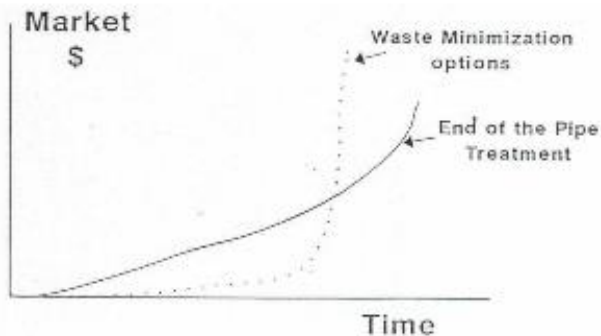
Modifikasi terhadap proses pengolahan dari suatu kegiatan produksi dilakukan dengan :

- Mengganti peralatan yang rusak dan perbaikan tata letaknya untuk mengoptimalkan aliran bahan dan efisiensi produk.
- Memperbaiki kondisi proses seperti kecepatan aliran, temperatur, tekanan dan waktu aliran, temperatur, tekanan dan waktu penyimpanan, untuk memperbaiki kualitas produk akhir dan mengurangi terbentuknya limbah.

Dalam implementasi produksi bersih terdapat keuntungan dan kerugian yang terjadi yaitu :

- *Keuntungan Dalam Penerapan Teknologi Bersih*
 1. Meningkatkan efisiensi.
 2. Mengurangi Biaya Pengolahan Limbah.
 3. Konsevasi Bahan Baku dan Energi.
 4. Membantu Akses Kepada Lembaga Finansial.
 5. Membantu Akses Kepada Lembaga Finansial.
 6. Memenuhi Permintaan Pasar.
 7. Memperbaiki Kualitas Lingkungan.
 8. Memenuhi Peraturan Lingkungan.
 9. Memperbaiki Lingkungan Kerja.
 10. Meningkatkan Persepsi Masyarakat
- *Kerugian Dalam Penerapan Teknologi Bersih*
 1. *Longer time scala needed highrisk*
 2. Prosedurnya lebih kompleks
 3. *Unfamiliar to regulators*

Jadi dari kedua konsep pengelolaan lingkungan masing masing memiliki keuntungan dan kerugian. Untuk memperjelas perbedaan keuntungan dan kerugian dalam pengelolaan lingkungan dengan *end of pipe* dan produksi bersih dapat dilihat pada Gambar 6.4. berikut.



	keuntungan	kerugian
Produksi bersih	Long term solution Energy/materials savings Waste disposal savings Improved worker protection	Longer timescale needed High risk More complex procedures Unfamiliar to regulators
End of Pipe	Meets short timescales Straightforward procedures Low risk Understood by regulators	Short term solution Transfers problem to other media Reactive

Gambar 6.4 Diagram Keuntungan & Kerugian Produksi Bersih & *End Of Pipe Treatment*

Selanjutnya dalam mengimplementasikan produksi bersih juga ditetapkan prioritas dalam penanganan masalah limbah, sebagai berikut :

1. Menghilangkan atau mengurangi timbulan limbah di sumbernya (di hulu proses industri) baik *in-process* maupun daur ulang *closed-loop*.
2. Mendaur ulang limbah : di industri/ pabrik itu sendiri, atau di tempat lain.
3. Menggunakan teknologi pengolahan limbah yang aman guna mengurangi toksisitas, mobilitas atau mengurangi volume limbah.

4. Menyingkirkan (dispose) limbah ke lingkungan dengan menggunakan metode rekayasa yang baik dan aman.
5. *Recovery* tanah dan air tanah yang tercemar (remediasi).

Dalam pengelolaan limbah timbul suatu pertanyaan apakah limbah merupakan masalah lingkungan atau masalah ekonomi ?

Limbah merupakan kehilangan karena merupakan bahan baku hilang menjadi limbah, memerlukan biaya buruh hilang percuma dan memerlukan penanganan limbah mahal. Biaya penanganan limbah sering melebihi biaya upah buruh. Jadi, limbah adalah masalah ekonomi karenanya reduksi limbah memberikan keuntungan yang kompetitif.

Sedangkan pada proses dalam teknologi bersih lebih efisien dalam menggunakan sumber daya dan penggunaan bahan. Teknologi bersih juga dapat mengurangi rusaknya material, dan untuk *recovery* serta *reuse* umumnya berasal dari material *recycle* limbah yang terbentuk. Oleh karena itu dalam implementasi produksi bersih diperlukan strategi teknologi bersih karena :

- Sumber daya alam yang semakin langka, terlebih lebih sumber daya alam yang tak terbaharukan;
- Strategi yang dilakukan perubahan input bahan baku ke sistem untuk mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia toksik (beracun);
- Mereduksi limbah dengan efisiensi konversi bahan baku menjadi produk dan produk samping (*by-product*) yang bermanfaat;
- Merubah rancangan, komposisi atau pengemasan produk.

Sedangkan fokus dari teknik produksi bersih

- Pengurangan limbah dari sumbernya
- Prosedur : *Refine, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery, Rethink* (6R)

Implementasi produksi bersih pada produk, meliputi :

- Mengurangi bahan-bahan yang masuk,
- Memilih material alternatif yang berdampak paling kecil terhadap lingkungan dalam daur hidupnya
- Menjadikan lebih berguna
- Meningkatkan efisiensi dalam proses operasi
- Meningkatkan produk untuk agar mudah untuk dilakukan *recycle*
- Mengurangi atau mencari alternatif kemasan
- Efisiensi dalam distribusi dan penyaluran

Implementasi pada pemisahan limbah disumber, yaitu :

- Hindari campuran limbah B3 dengan non B3
- Limbah yang berbentuk padatan : tidak dilembabkan
- Pemberian label, tanda pada tumpukan atau kontainer limbah B3

Implementasi pada penggunaan raw material, yaitu:

- Meminimalkan penggunaan raw material yang diekstraksi atau dipurifikasi
- Menghasilkan residu dalam jumlah besar atau purifikasinya menghasilkan residu dalam jumlah besar.

Perubahan dalam bahan baku, peralatan, prosedur operasi, cara penyimpanan bahan, misalnya penggantian pelarut organik dengan pelarut lain (air), penggantian bahan baku kualitas lebih tinggi, sehingga limbah berbahaya dapat dihindari.

Prinsip Reduksi Limbah

Reduce : gunakan lebih sedikit bahan

Reuse : di lain *batch* untuk produk yang sama

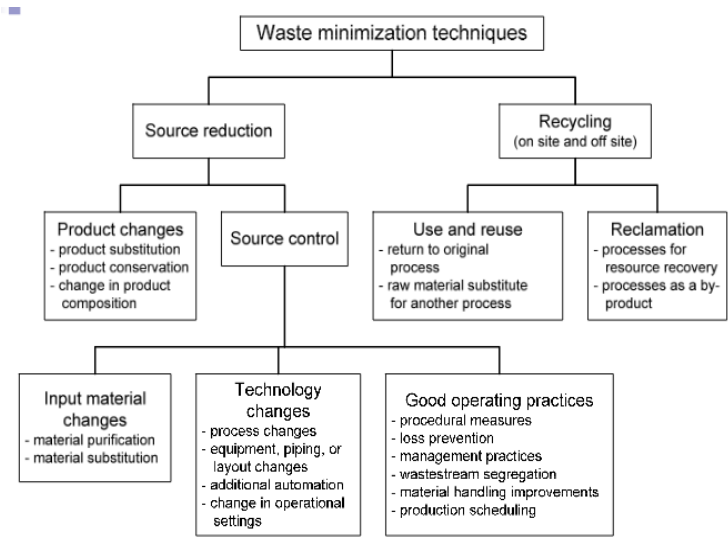
Remake : bila tidak *reuse*, *rework* ke dalam produk yang lebih murah

Recycle : *reintroduce* bahan bekas bersama bahan baku baru walaupun tidak selalu ekonomis, namun berwawasan lingkungan.

Implementasi produksi bersih dengan reduksi limbah dan *waste minimization techniques* sebetulnya tidak mahal dan tidak membutuhkan modal yang besar. Dan yang dibutuhkan adalah merubah perilaku dalam berusaha. Berikut Gambar 6.5. *pollution prevention hierarchy* dan Gambar 6.6. *Waste Minimization Techniques*.



Gambar 6.5 *Pollution Prevention Hierarchy*



Gambar 6.6 *Waste Minimization Techniques*

6.2 Contoh Kegiatan Produksi Bersih Pada Kegiatan Bengkel Kendaraan Bermotor

Bengkel adalah tempat di mana seseorang mekanik melakukan pekerjaannya melayani jasa perbaikan dan perawatan kendaraan. Bengkel umum kendaraan bermotor adalah bengkel umum yang berfungsi untuk membetulkan, memperbaiki, dan merawat kendaraan bermotor agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan. Kendaraan bermotor yang dimaksud dalam pengertian tersebut adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu.

Macam-macam kendaraan bermotor antara lain sepeda motor, mobil penumpang, bus, dan mobil barang. Bengkel-bengkel otomotif (mobil dan sepeda motor) memiliki beberapa potensi limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah B3 adalah limbah yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, beracun, menyebabkan infeksi dan bersifat iritan. Aktivitas kerja di bengkel otomotif melibatkan banyak bahan yang mengandung potensi ini. Salah satu bahan yang termasuk kategori ini adalah oli. Oli yang digunakan dalam pengoperasian kendaraan, perawatan dan dalam bentuk proses perbaikan akan menghasilkan limbah yang sering disebut oli bekas.

Limbah minyak pelumas mengandung sejumlah zat yang bisa mengotori udara, tanah, dan air. Limbah minyak pelumas kemungkinan mengandung logam, larutan klorin, dan zat-zat pencemar lainnya. Satu liter limbah minyak pelumas dapat merusak jutaan liter air dari sumber air dalam tanah. Apabila limbah minyak pelumas tumpah di tanah akan mempengaruhi air tanah dan akan berbahaya bagi lingkungan. Hal ini karenan limbah minyak pelumas dapat menyebabkan tanah kehilangan unsur hara. Pada Gambar 6.7 berikut ini, merupakan salah satu kegiatan pencemaran oli bekas yang dibuang ke lingkungan.



Gambar 6.7 Oli Bekas Dibuang Ke Lingkungan
(Sumber :Gatut Rubiono dan Ratna Mustika Yasi, 2017)

Ada beberapa langkah pengelolaan atau aplikasi yang dapat dilakukan bengkel otomotif untuk mengurangi limbah bengkel dan oli bekas, yaitu :

- a. Sistem drainase bengkel.
- b. Bak penampung oli.
- c. Menjaga kenyamanan bengkel.
- d. Pengumpulan limbah.
- e. Pembuangan dan penjualan limbah dan oli bekas.

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat begitu saja ditimbun, dibakar atau dibuang ke lingkungan, karena mengandung bahan yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lain. Limbah ini memerlukan cara penanganan yang lebih khusus dibanding limbah yang bukan B3. Limbah B3 perlu diolah, baik secara fisik, biologi, maupun kimia sehingga menjadi tidak berbahaya atau berkurang daya racunnya. Setelah diolah limbah B3 masih memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk mencegah resiko terjadi pencemaran .

Oli bekas yang terkumpul masih memiliki nilai ekonomis dengan menjualnya pada pengepul oli bekas. Salah satu

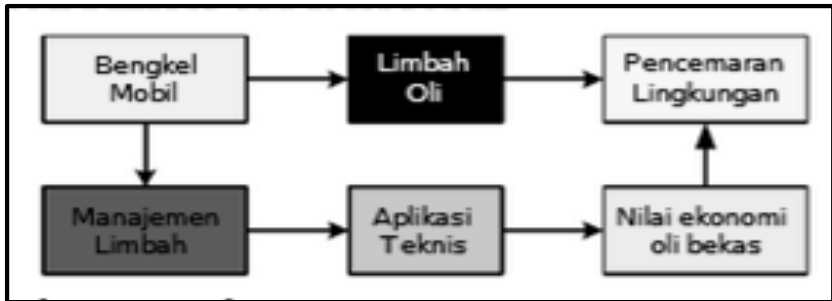
penggunaan oli bekas adalah untuk didaur ulang menjadi oli baru. Proses ini membutuhkan oli bekas yang memenuhi persyaratan tertentu. Penanganan atau manajemen limbah oli bekas yang baik akan dapat memberikan keuntungan bagi pengelolanya. Selain itu, hal ini berarti pengurangan biaya produksi bagi industri yang memanfaatkan karena oli bekas masih bisa dimanfaatkan lagi dengan proses daur ulang yang tepat.

Penanganan oli bekas sebagai limbah sangat dianjurkan karena masalah dampak lingkungan. Satu pint (setara 0,586 liter) dapat mengakibatkan lapisan tipis sebesar 35 parts per million pada permukaan air seluas satu acre (setara 0,4646 ha). Ketika oli dibuang ke air, oli bekas meningkatkan kebutuhan oksigen makhluk hidup karena terjadi proses dekomposisi hidrokarbon. Proses ini melepaskan kandungan oksigen yang dibutuhkan makhluk hidup.

Bertitik tolak dari latar belakang di atas maka diperlukan konsep manajemen limbah bengkel maka diharapkan dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan. Konsep dasar manajemen limbah oli di bengkel skala kecil atau UKM misalnya, manajemen limbah pada bengkel hanya memerlukan biaya yang relatif rendah serta mudah dalam pelaksanaannya. Sebagai salah satu motivasi bagi bengkel diharapkan bahwa dengan pelaksanaan konsep sistem manajemen limbah oli yang baik yang dapat memberikan keuntungan finansial yang menguntungkan bengkel.

Analisis Kegiatan

Berikut Gambar 6.8 skema diagram alir keonsep kegiatan yang dilakukan pada bengkel kendaraan bermotor



Gambar 6.8 Skema Diagram Alir Kegiatan Bengkel Kendaraan Bermotor

(Sumber : Gatut Rubiono dan Ratna Mustika Yasi, 2017)

Pengetahuan manajemen limbah bengkel kendaraan bermotor akan dapat mendatangkan keuntungan finansial untuk dapat membiayai aplikasi teknis yang dilakukan bengkel. Jadi, pengetahuan manajemen limbah dapat menjadi acuan implementasi pengelolaan limbah bengkel kendaraan bermotor terutama untuk limbah bengkel yang berupa limbah oli yang memiliki potensi dapat mencemari lingkungan.

Aplikasi Teknik

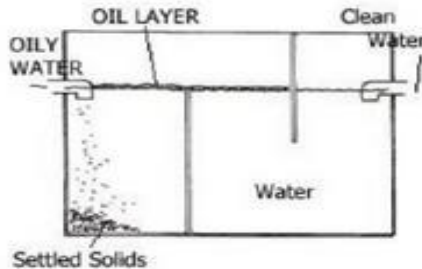
Limbah oli di Lokasi bengkel kendaraan bermotor biasanya tercecer ke lantai, dibuang ke saluran sekitarnya yang selanjutnya akan terbawa aliran air akan terbuang ke saluran drainase yang dapat mengakibatkan pencemaran pada air yang ada didalamnya. Oleh karena itu diperlukan rencana teknik pengolahan dari limbah oli yang bercampur dengan air (air limbah oli) tersebut.

Aplikasi teknik yang digunakan pada pengolahan air limbah oli dapat dilihat pada uraian berikut ini.:

a. Separator Oli Air

Separator adalah alat yang digunakan untuk memisahkan oli atau minyak dari air. Alat ini didesain karena pemisahan oli dengan cara pengendapan membutuhkan waktu yang lama. Separator paling sederhana adalah jenis gravitasi karena tidak

membutuhkan komponen seperti pompa dan lain-lain. Berikut Gambar 6.9. sketsa dari separator oli air



Gambar 6.9 Sketsa Separator oli air

b. Penampung/ Peniris Oli

Oli yang tumpah dapat menjadi masalah yang serius. Selain masalah kebersihan dan pencemaran, lantai tempat kerja dapat menjadi licin. Beberapa hal kecil di bengkel banyak mengandung hal ini, misalnya filter oli bekas, kaleng oli dan lain-lain. Metode yang dapat dilakukan adalah metode sederhana berupa pengeringan. Hal ini dapat dilakukan dengan membalik posisi lubang oli ke arah bawah dan menampung oli yang turun dengan sendirinya..

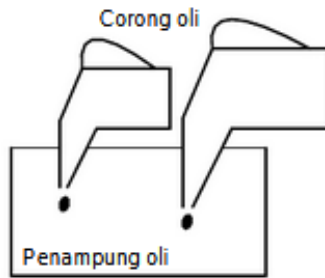


Gambar 6.10 Penampung/Peniris Oli

c. Tempat Corong Oli

Bengkel mobil biasanya dilengkapi pelayanan ganti oli yang dijual per liter dan disimpan dalam drum. Pengambilan oli ini dilakukan

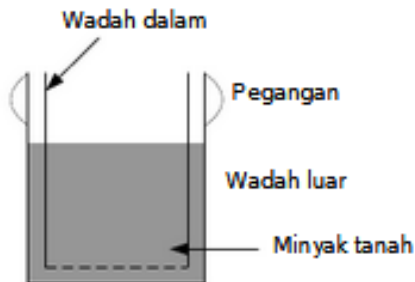
dengan pompa minyak, sedangkan penuangannya dilakukan dengan corong khusus sesuai volume yang diinginkan. Penyimpanan corong ini umumnya diletakkan begitu saja di atas drum sehingga tetesannya dapat menyebabkan resiko di sekitarnya. Aplikasi sederhana dapat dilakukan dengan membuat tempat corong seperti rak telur. Oli yang tertampung adalah oli yang relatif masih baru. Oli ini masih dapat dimanfaatkan sebagai pelumas pada saat penyetelan mesin misalnya. Berikut Gambat 6.11 merupakan gambar corong oli di bengkel kendaraan bermotor.



Gambar 6.11 Gambar Corong Oli

d. Alat cuci komponen berukuran kecil

Wadah luar diisi bensin atau cairan pembersih secukupnya. Komponen-komponen berukuran kecil dimasukkan di wadah dalam yang dilengkapi kawat ram di bagian dasar sehingga minyak tanah dapat masuk. Pencucian komponen dilakukan dengan mengocok/ menggoyang peralatan. Setelah dirasa cukup bersih maka wadah luar dapat diangkat untuk dikeringkan. Berikut Gambat 6.12. merupakan gambar alat cuci komponen berukuran kecil di bengkel kendaraan bermotor.



Gambar 6.12 Alat Cuci Komponen Berukuran Kecil di Bengkel Kendaraan Bermotor.

Tumpahan oli berakibat lantai bengkel licin sehingga berbahaya dan beresiko terjadinya kecelakaan, tumpahan oli di bengkel juga memberikan kesan kotor karena oli cenderung berwarna gelap. Hal ini menyebabkan tempat kerja terkesan kotor bahkan terkesan kumuh. Kondisi ini dikawatirkan akan menurunkan tingkat kepercayaan para pelanggan dan merasa tidak nyaman dengan kondisi tempat kerja. Karena itu, aplikasi yang dapat segera dilakukan adalah aplikasi penampung/peniris oli, tempat corong oli dan alat cuci komponen. Aplikasi-aplikasi ini dinilai mudah pembuatannya, relatif murah dan sangat mudah pengoperasiannya. Sedangkan untuk pembuatan separator, perlu didesain yang lebih baik dan menyangkut perencanaan teknis yang harus disesuaikan dengan saluran air limbah di bengkel dan kondisi saluran umum di sekitar.

Penampung/peniris oli dapat dibuat dari kaleng kemasan cat berukuran besar atau drum bekas. Barang ini sangat mudah didapat di pengepul atau penjual barang bekas. Sedangkan kawat ram dapat diperoleh di toko material setempat. Dan untuk pembuatan penampung dapat dilakukan di bengkel las di sekitar bengkel dengan biaya yang relatif murah. Penampung ini juga dapat dilengkapi dengan kran sehingga memudahkan pengosongan jika penampung sudah terisi penuh.

Tempat corong oli dapat dibuat dengan memodifikasi bahan kaleng cat yang sama. Pembuatannya juga dapat dilakukan di bengkel las di sekitar bengkel. Tempat corong oli ini rencananya akan diletakkan di sekitar drum oli baru literan atau diletakkan di atas drum tersebut. Dengan aplikasi ini, diharapkan drum oli akan menjadi relatif kering dan bersih dari tumpahan oli. Alat cuci komponen dapat dibuat dari kaleng-kaleng bekas berukuran sedang dan kecil yang dimiliki bengkel. Sisa bensin yang sudah dipakai mencuci atau sudah sangat kotor dapat dicampurkan ke penampungan oli bekas atau dapat digunakan untuk membakar sampah.

Pembuatan separator juga sangat perlu dilakukan, karena resiko pencemaran lingkungan sekitar. Selain itu, pihak bengkel juga harus mempertimbangkan untuk mengelola penyimpanan barang bekas yang meliputi komponen mesin bekas, kaleng bekas, kardus dan lain-lain. Barang-barang ini dapat mendatangkan pemasukan keuangan tambahan.

Jadi sosialisasi manajemen limbah bengkel, khususnya limbah oli diperlukan dengan mengaplikasikan dengan beberapa aplikasi teknik yang meliputi separator air oli, penampung/peniris oli, tempat corong oli dan alat cuci komponen.

6.3 Pengelolaan Air Limbah Dari Usaha Perbengkelan

Air limbah bengkel kendaraan bermotor mudah sekali terkontaminasi dengan berbagai kotoran seperti minyak, oli, gemuk, bahan bakar dan lain-lain. Untuk mengelola air limbah ini, upaya pertama yang harus dilakukan adalah dengan melakukan minimalisasi limbah dan pencegahan terjadinya kontaminasi air dengan bahan lain seperti oli, bahan bakar, gemuk dan lain-lain

Upaya ini dapat dilakukan dengan menghindari terjadinya kebocoran di selang air dan efisiensi pemakaian air dengan penggunaan kran yang mudah ditutup seperti kran model tembak atau penempatan kran yang mudah dijangkau. Langkah lainnya yang dapat ditempuh adalah dengan menghindari masuknya air hujan ke dalam lingkungan kerja yang mengandung ceceran oli/minyak atau bahan bakar lainnya. Jika air hujan ini masuk ke

dalam lingkungan kerja yang kotor, maka kotoran yang ada di lantai akan terlarut dan terbawa aliran air. Dengan demikian pencemaran akan menyebar mengikuti arah aliran yang ada.

Tata letak setiap unit kerja di bengkel sangat mempengaruhi kualitas air limbah buangnya. Tata letak yang baik tidak hanya akan memberikan kesan bengkel terlihat bersih dan rapi saja, tetapi juga akan menekan jumlah limbah yang dihasilkannya. Untuk bengkel yang juga melayani cucian mobil, seharusnya menempatkan tempat/ruang cucian dekat dengan saluran pembuangan air dan terhindar dari kegiatan bongkar mesin ataupun penggantian oli. Dengan pemisahan ruangan tersebut, maka air bekas cucian tidak akan terkontaminasi oleh berbagai minyak/ oli maupun kotoran lainnya. Jika berbagai upaya pengelolaan lingkungan seperti tersebut di atas telah dilakukan oleh bengkel, maka air limbah yang dihasilkan tidak banyak mengandung kontaminan. Kontaminan yang biasanya masih ada berupa padatan (kotoran) dan sedikit minyak, dengan demikian maka unit pengolahan air limbah yang diperlukan juga sederhana (tidak terlalu rumit dan mahal). Unit pengolahan yang diperlukan terutama adalah unit pengendapan untuk pemisahan kotoran dan unit pemisahan minyak berupa fat-pit (separator).

Mengingat usaha perbengkelan pada umumnya yang berupa usaha kecil dan menengah dan tingkat pencemaran air limbah bengkel yang telah mengikuti program pengelolaan lingkungan tidak terlalu berat maka disini akan diberikan contoh unit pengolahan limbah yang sederhana, sehingga sangat memungkinkan sekali untuk dibangun dan dioperasikan oleh semua bengkel yang ada.

6.4 Proses Pengolahan Limbah Padat

Pengelolaan limbah cair perbengkelan dimulai dari sumbernya, yang mana limbah yang mempunyai karakteristik berlainan dipisahkan. Disini dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kelompok air hujan, limbah septic tank, dan limbah kegiatan bengkel.

Air hujan tidak memerlukan pengolahan, tetapi perlu dimasukan ke sumur resapan. Fungsi dari sumur resapan ini adalah dapat untuk memperbaiki kualitas dan kuantitas air tanah. Jika setiap bangunan yang ada selalu menyediakan fasilitas sumur resapan,

maka terjadinya krisis air (terutama di musim kemarau) dapat dihindarkan.

Limbah dari toilet perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. Kandungan utama limbah toilet adalah bahan organik yang mudah didegradasi, oleh karena itu limbah toilet dapat diolah dengan sistem biologi. Secara sederhana limbah toilet dapat diolah dengan menggunakan sistem septic tank, seperti yang telah banyak diterapkan pada rumah tangga. Yang perlu diperhatikan hanya pada konstruksi septic tank tersebut, yang mana septic tank tidak boleh bocor. Kebocoran septic tank akan membuat berbagai bakteri patogen masuk ke dalam tanah dan mencemari air tanah di sekitarnya. Limbah dari toilet perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. Kandungan utama limbah toilet adalah bahan organik yang mudah didegradasi, oleh karena itu limbah toilet dapat diolah dengan sistem biologi. Secara sederhana limbah toilet dapat diolah dengan menggunakan sistem septic tank, seperti yang telah banyak diterapkan pada rumah tangga. Yang perlu diperhatikan hanya pada konstruksi septic tank tersebut, yang mana septic tank tidak boleh bocor. Kebocoran septic tank akan membuat berbagai bakteri patogen masuk ke dalam tanah dan mencemari air tanah di sekitarnya.

Air limbah dari kegiatan perbengkelan perlu dipisahkan dari berbagai cairan lainnya, seperti oli, bahan bakar, gemuk dll. Air limbah ini yang mengandung padatan dan oli diendapkan terlebih dahulu dalam bak pengendapan (klarifier). Di bak pengendap ini kotoran akan mengendap sehingga akan terpisahkan dari air. Endapan yang terbentuk dapat diambil/diangkan secara periodik. Padatan tersebut kemudian dikeringkan dalam bak pengering, yang selanjutnya dapat dibakar dengan insenerator. Aliran bagian atas berupa air yang masih mengandung sedikit minyak. Air limbah dari kegiatan perbengkelan perlu dipisahkan dari berbagai cairan lainnya, seperti oli, bahan bakar, gemuk dll. Air limbah ini yang mengandung padatan dan oli diendapkan terlebih dahulu dalam bak pengendapan (klarifier). Di bak pengendap ini kotoran akan

mengendap sehingga akan terpisahkan dari air. Endapan yang terbentuk dapat diambil/diangkan secara periodik. Padatan tersebut kemudian dikeringkan dalam bak pengering, yang selanjutnya dapat dibakar dengan insenerator. Aliran bagian atas berupa air yang masih mengandung sedikit minyak.

Air yang mengandung minyak tersebut dialirkan melalui suatu fat-pit (separator) untuk memisahkan minyaknya. Dengan mengalirkan limbah di separataor secara perlahan (flow rate rendah), maka minyak akan mengapung pada bagian atas, kemudian minyak ini dapat dipisahkan dari air dengan cara di secrap atau dialirkan dan ditampung. Minyak yang telah terpisahkan ini dapat dikumpulkan dengan menggunakan wadah untuk selanjutnya dapat dibakar dengan menggunakan insenerator. Pembakaran minyak dengan insenerator dapat dilakukan bersama limbah padat yang ada dengan cara dikirim ke perusahaan atau rumah sakit yang telah memiliki insenerator Air yang mengandung minyak tersebut dialirkan melalui suatu fat-pit (separator) untuk memisahkan minyaknya. Dengan mengalirkan limbah di separataor secara perlahan (flow rate rendah), maka minyak akan mengapung pada bagian atas, kemudian minyak ini dapat dipisahkan dari air dengan cara di secrap atau dialirkan dan ditampung. Minyak yang telah terpisahkan ini dapat dikumpulkan dengan menggunakan wadah untuk selanjutnya dapat dibakar dengan menggunakan insenerator. Pembakaran minyak dengan insenerator dapat dilakukan bersama limbah padat yang ada dengan cara dikirim ke perusahaan atau rumah sakit yang telah memiliki insenerator

Di separator air akan berada di bagian bawah, kemudian air tersebut dialirkan ke bagian akhir separator melalui lubang pada bagian tengah. Air yang sudah tidak mengandung minyak ini dapat dialirkan ke saluran pembuangan umum yang berada di bagian akhir proses.

Pada bagian bawah separator dilengkapi dengan pipa-pipa pembuangan air, yang berfungsi untuk pembersihan. Jika suatu saat diperlukan perbaikan dari alat (unit separator) maka air yang berada di dalam separator tersebut dapat dibuang melalui saluran ini.

Unit pengolahan limbah yang disajikan ini merupakan unit pengolahan yang sederhana, dengan tujuan agar biaya pembangunan dan operasionalnya murah sehingga semua bengkel dapat mengolah limbahnya tanpa merasa dibebani biaya yang berarti. Untuk bengkel yang besar dan berstandar internasional diharapkan dapat menambah unit pengolahan dengan sistem lumpur aktif di akhir proses. Untuk pengelolaan lainnya prosesnya sama dengan unit yang disajikan ini, namun dapat menggunakan design yang lebih modern lagi.

Untuk bengkel yang bertaraf internasional, tentunya akan menggunakan teknologi perlindungan lingkungan yang lebih canggih. Dengan telah tersedianya teknologi perlindungan lingkungan yang canggih pada bengkel tersebut, diharapkan terwujudnya lingkungan yang bersih dan sehat.

6.5 Pengolahan Limbah Cair Cuci Tangan Bengkel Rancangan

Perancangan alat pengolahan limbah cair cuci tangan bengkel dengan menggunakan proses penangkap minyak (*oil catcher*) yang dapat menurunkan kadar oil grease (OG) sebesar 97,1 % (Mardianto, 2014), serta filter dari karbon aktif yang efektif dapat menurunkan kadar timbal sebesar 51,41 % dengan kadar konsentrasi 49,358 mg/L (Aziz, 2016), konsentrasitotal fosfat sebesar 51,03 % dengan kadar 35,21 mg/L menjadi 17,24 mg/L (Anis, 2016) dan proses fitoremediasi dari 10 batang tanaman eceng gondok yang juga efektif dalam menurunkan konsentrasi COD sebesar 77,56% dengan kadar COD 172,48 mg/L menjadi 38,69 mg/L (Aulia, 2013). Jenis penelitian ini berupa studi eksperimental. Pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling yaitu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu dari peneliti. Sampel limbah yang digunakan sebanyak 50 liter dengan menggunakan tiga proses tahapan, sistem aliran semi kontinu yang dilakukan secara duplo untuk mengantisipasi dan meminimalisir kemungkinan error yang dapat terjadi selama proses berlangsung.

Pengolahan Tahap ke I (Oil Catcher)

Proses pertama perangkap minyak (oil catcher) pada proses ini air limbah sebanyak 25 liter dimasukkan ke dalam ember penampung kapasitas 30 liter kemudian air dialirkan kedalam bak pengolahan limbah cair bengkel motor dibuat dengan drum yang mempunyai panjang 43 cm dan lebar 31 cm dengan debit aliran 2,7 liter/menit drum tersebut dibagi menjadi tiga sekat (*baffle*), waktu pengaliran air pada bak oil catcher selama 9 menit, jarak tiap sekat 12 cm dengan tujuan agar aliran menjadi turben sehingga dapat memisahkan antara oli dan air, baffle berfungsi untuk menjerat atau memperangkap oli pada limbah cair bengkel, apabila proses perangkap minyak telah selesai maka dapat dilanjutkan pada proses kedua dengan membuka stop keran padaujung drum dan air limbah dapat dialirkan ke proses filtrasi dengan debit aliran sebesar 0,06 liter/menit, dalam proses oil catcher terjadi pemisahan antara oli dan air sehingga limbah cair bengkel tersebut dapat diminimalisir kadar oil grease (OG) Proses pertama perangkap minyak (oil catcher) pada proses ini air limbah sebanyak 25 liter dimasukkan ke dalam ember penampung kapasitas 30 liter kemudian air dialirkan ke dalam bak pengolahan limbah cair bengkel motor dibuat dengan drum yang mempunyai panjang 43 cm dan lebar 31 cm dengan debit aliran 2,7 liter/menit drum tersebut dibagi menjadi tiga sekat (*baffle*), waktu pengaliran air pada bak oil catcher selama 9 menit, jarak tiap sekat 12 cm dengan tujuan agar aliran menjadi turben sehingga dapat memisahkan antara oli dan air, baffle berfungsi untuk menjerat atau memperangkap oli pada limbah cair bengkel, apabila proses perangkap minyak telah selesai maka dapat dilanjutkan pada proses kedua dengan membuka stop keran padaujung drum dan air limbah dapat dialirkan ke proses filtrasi dengan debit aliran sebesar 0,06 liter/menit, dalam proses oil catcher terjadi pemisahan antara oli dan air sehingga limbah cair bengkel tersebut dapat diminimalisir kadar oil grease (OG).

Pengolahan Tahap ke II (Filtrasi Karbon Aktif)

Proses kedua yaitu proses fisika berupa filtrasi dari karbon aktif dimana pada proses filtrasi ini pengolahan limbah cair bengkel motor dibuat dengan menggunakan pipa PVC3 inci sepanjang 50 cm yang diisi dengan karbon aktif yang sudah diaktivasi setinggi 35cm (650 gram) lama waktu kontak limbah terhadap karbon aktif selama 3 menit, dengan arah aliran down flow (ke bawah) serta sistem pengaliran secara gravitasi dengan debit aliran sebesar 0,06 liter/detik. Air limbah cair bengkel akan melalui tabung berisikan karbon aktif berbentuk granular, dimana penggunaan karbon aktif sebagai adsorben telah diketahui bahwa karbon aktif mampu menurunkan fosfat dan menyerap logam berat yaitu logam timbal (Pb) apabila pada proses kedua telah selesai air limbah bengkel tersebut dapat dialir pada proses ketiga

Pengolahan Tahap ke III (Fitoremediasi Eceng Gondok)

Proses ketiga yaitu pengolahan limbah cair bengkel hasil cucian tangan menggunakan proses fitoremediasi dari tanaman eceng gondok. Air limbah dari tahap kedua dialirkan dan ditampung di dalam drum tahap ketiga yang berukuran panjang 43 cm dan lebar 31cm, pada proses sebelumnya tanaman eceng gondok sebanyak 10 batang di aklimatisasi, pengambilan tanaman eceng gondok berdasarkan warna dan panjang tanaman.

Proses Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok

Tanaman yang dipilih memiliki warna hijau guna memastikan tanaman dalam kondisi yang baik dengan jumlah daun eceng gondok sebanyak 3-6 lembar, daun yang masih segar dan tidak menguning, panjang daun 3-6 cm, tinggi tanaman eceng gondok 10-14cm dan berat basah sekitar 15-20 gram (Hartanti, 2000). Tanaman eceng gondok selanjutnya dibersihkan dengan air bersih guna menghilangkan lumpur dan tanah yang masih melekat pada tanaman, selanjutnya dilakukan proses aklimatisasi tanaman kedalam 10 liter air bersih selama 7 hari, dengan menambahkan 10 ml air limbah yang diteliti secara kontinyu untuk memastikan

tanaman dapat beradaptasi kedalam lingkungan berbeda dengan kerapatan tanaman eceng gondok sebesar 8 cm (Intansari dan Mangkoediharjo, 2014). Proses aklimatisasi digunakan dengan menumbuhkan tanaman eceng gondok kedalam air bersih. Berikut merupakan prosedur tahapan aklimatisasi:

1. Disiapkan wadah besar yang kemudian diisi dengan air bersih.
2. Panjang tanaman eceng gondok yang digunakan ukuran 10 cm.
3. Ditumbuhkan tanaman eceng gondok kedalam wadah selama 7 hari. kedalam 10 liter air bersih selama 7 hari, dengan menambahkan 10 ml air limbah yang diteliti secara kontinyu untuk memastikan tanaman dapat beradaptasi kedalam lingkungan berbeda dengan kerapatan tanaman eceng gondok sebesar 8 cm (Intansari dan Mangkoediharjo, 2014).

Proses Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok Proses selanjutnya tanaman eceng gondok tersebut sebanyak 10 batang di masukkan kedalam wadah dengan ukuran panjang 43 cm dan lebar 31 cm kemudian dидiamkan selama 7 hari dengan pertimbangan dalam jangka waktu 7 hari eceng gondok tersebut dapat menurunkan kadar timbal (Pb), fosfat (PO₄) dan COD pada limbah cair bengkel dengan melakukan penyerapan dari akar tanaman eceng gondok, selanjutnya menganalisa parameter timbal (Pb), fosfat (PO₄) dan COD pada sampel limbah cair bengkel berdasarkan proses fitoremediasi, total proses tahapan fitoremediasi ini selama 14 hari terhitung dari awal aklimatisasi tanaman eceng gondok. Proses selanjutnya tanaman eceng gondok tersebut sebanyak 10 batang di masukkan kedalam wadah dengan ukuran panjang 43 cm dan lebar 31 cm kemudian dидiamkan selama 7 hari dengan pertimbangan dalam jangka waktu 7 hari eceng gondok tersebut dapat menurunkan kadar timbal (Pb), fosfat (PO₄) dan COD pada air limbah bengkel dengan melakukan penyerapan dari akar tanaman eceng gondok, selanjutnya menganalisa parameter timbal (Pb), fosfat (PO₄) dan COD pada sampel air limbah bengkel berdasarkan proses fitoremediasi, total proses tahapan fitoremediasi ini selama 14 hari terhitung dari awal aklimatisasi tanaman eceng gondok.

Daftar Pustaka

- Agustiningsih, D., Sasongko, S.B., dan Sudarno. 2012. *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal*. Jurnal Presipitasi, 9(2), 54-71
- Agustira, R., Lubis, K. S., dan Jamilah. 2013. *Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air, dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka*. Jurnal Online Agroekoteknologi, 1(3)
- Fatemeh, D., Reza, Z. M., Mohammad, A., Salomeh, K., Reza, A., Hossein, S., Maryam, S., Azam, A., Mana, S., Negin, N., Saeed, K.A. 2014. *Rapid Detection of Coliforms in Drinking Water of Arak City Using Multiplex PCR Method in Comparison with the Standard Method of Culture* (Most Probability Number). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4(5), 404-409
- Gazali, I., Widiatmono, R. B., dan Wirosoedarmo, R. 2013. *Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klintar Kabupaten Nganjuk*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biositem, 1, 1-8
- Hardiana, S. dan Mukimin, A. 2014. *Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak dan Lemak pada Contoh Uji Air*. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
- Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 191/Mpp/Kep/6/2001 tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 551/Mpp/Kep/10/1999; tentang Bengkel Umum Kendaraan Bermotor
- Mara, Duncan. 2004. *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. United Kingdom: Earthscan

- Natalia, L. A., Bintari, S. H., Mustikaningtyas, D. 2014. *Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora*. Unnes Journal of Life Science, 3(1)
- Ngili, Y. 2009. *Biokimia Struktur dan Fungsi Biomolekul*. 1st Edition. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Nomor 69 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan dan/atau Usaha
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya Gubernur Jawa Timur
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Sastrawijaya, A.T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., and Stendel, H.D. 2004. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill Education
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., and Stendel, H.D. 2014. *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*. 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., Zurburgg, C. 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2nd Revised Edition. The Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA) and the International Water Association (IWA)