

## PENGENDALIAN EMISI DAN LIMBAH DARI INDUSTRI PENYEWAAN ALAT BERAT UNTUK INDUSTRI TAMBANG BATUBARA

Pavita Khansa<sup>1</sup>, Ni Kadek Dian Utami Kartini<sup>2</sup>, Leonardus Alvin Widi Vembrio<sup>3</sup>, Adela Savira Maharani<sup>4</sup>, Sinthia Apriani<sup>5</sup>, I Wayan Koko Suryawan<sup>6\*</sup>, Nurulbaiti Listyendah Zahra<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina  
\*email: i.suryawan@universitaspertamina.ac.id

### Abstract

*The increasing number of waste-producing industries has led to the emergence of the application of the concept of industrial waste management, including in the heavy equipment rental industry which generates waste in every process of its activity. Not only does it reduce the potential for environmental pollution, this concept can also benefit from a fulfillment of obligations and cost savings. In order to support the achievement of this concept, field studies were carried out to determine the characteristics of the waste produced, as well as literature studies to determine the appropriate measures. After the analysis is carried out, the waste produced is solid waste in the form of used spare parts from the checking and replacement of spare parts, liquid waste in the form of sludge containing detergent, oil and water from the washing process, and CO2 emissions from energy use. Waste minimization is the main effort in industrial waste management and can be achieved by reducing CO2 emissions and applying technology in the form of a gravity separator for wastewater treatment. Processed liquid waste can be reused as clean water so that it can reduce usage and costs for clean water.*

**Keywords:** Liquid Waste, Solid Waste, CO2 Emissions

### 1. Pendahuluan

Pada tahun 2014, Indonesia memiliki jumlah industri dengan skala sedang dan besar sebanyak 23.941 perusahaan industri (Kemertian Perindustrian, 2014) dan terus meningkat hingga sekarang. Dengan jumlah industri yang terus meningkat, maka kuantitas limbah yang dibuang ke lingkungan juga akan meningkat. Hal ini akan menyebabkan kondisi lingkungan semakin memburuk. Sehingga setiap industri diwajibkan untuk melakukan pengolahan limbahnya sendiri. Pengolahan yang paling umum digunakan adalah pengolahan secara *end of pipe*, yaitu limbah dikumpulkan dan diolah di akhir proses. Namun, semakin lama proses ini perlahan ditinggalkan karena memerlukan biaya yang cukup besar bagi perusahaan. Sehingga muncul konsep pengelolaan limbah industri dengan penggunaan kembali atau proaktif (Suryawan dkk., 2020).

Pengelolaan limbah industri tidak hanya berfokus pada pengolahan limbah di akhir proses, namun juga mencari solusi untuk meminimasi limbah dari setiap proses. Pengelolaan limbah industri dapat berupa penerapan sistem 3R (reduce, reuse, dan recycle), substitusi bahan menjadi bahan yang lebih ramah lingkungan, penerapan produksi bersih, pembaharuan

teknologi, dan lain sebagainya. Dengan adanya pengelolaan limbah industri ini perusahaan akan mendapat keuntungan berupa penghematan biaya produksi dan biaya pengolahan limbah, menjaga kualitas lingkungan sebagai salah satu pemenuhan regulasi dari Pemerintah Indonesia yang dinilai dalam bentuk Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan (PROPER), serta menjaga nama baik perusahaan yang dapat berdampak pada peningkatan kepercayaan konsumen.

Salah satu industri yang menghasilkan limbah di Indonesia adalah industri yang bergerak di bidang penyewaan alat berat untuk pekerjaan tambang batubara. Proses kegiatan yang dilakukan di Industri konstruksi adalah penyewaan alat berat dan pemeliharaan alat. Kegiatan pemeliharaan ini berupa pencucian, dan penggantian suku cadang. Limbah yang dihasilkan oleh Industri konstruksi adalah berupa limbah cair hasil pencucian alat, limbah padat dari penggantian suku cadang dan emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan energi listrik. Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan sektor transportasi dan industri pada jenis kendaraan alat berat menepati di posisi kedua (Kadmaerubu dan Hermana, 2014).

Penelitian ini berfokus pada pengelolaan limbah cair dan emisi CO<sub>2</sub> yang ada di Industri

penyewaan alat berat. Pengelolaan limbah industri ini bertujuan untuk menganalisa emisi dan limbah yang ditimbulkan oleh industri penyewaan alat berat untuk pekerjaan tambang batubara.

## 2. Landasan Teori

Alat berat biasanya menggunakan bahan bakar fosil (solar) dan melepaskan emisi yang membentuk efek gas rumah kaca (Al Hakim dkk., 2014; Saksono dan Utomo, 2018). Namun, limbah yang paling banyak dihasilkan dari proses industri ini adalah limbah cair dari hasil pencucian. Limbah dari kendaraan biasanya memiliki konsentrasi minyak dengan kisaran antara 86 -159 mg/L (Priyanti, 2012). Penelitian lain menyebutkan konsentrasi minyak dan lemak antara 10 – 386 mg/L (Lahti, 2000; Rubí-Juárez dkk., 2015). Minyak dalam air limbah jika diemisikan ke lingkungan dapat mencemari tanah dan perairan hingga ke daerah sub-surface dan lapisan aquifer air tanah (Yudono dkk., 2010). Selain minyak dan lemak kadar surfaktan sebagai *methylene blue active substances* (MBAS) biasanya juga memiliki konsentrasi yang tinggi didalam air limbah hasil cucian. Air limbah cucian kendaraan biasanya mengandung 3 sampai 68 mg/L konsentrasi surfaktan (Lahti, 2000; Fall dkk., 2007; Rubí-Juárez dkk., 2015). Air limbah harus diolah agar tidak menyebabkan dampak buruk terhadap lingkungan (Apritama dkk., 2020; Suryawan dan Sofiyah, 2020; Fadhilah et al., 2020).

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu industri di Kota Balikpapan yang bergerak pada bidang penyewaan dan pencucian alat berat untuk pekerjaan tambang batubara. Identifikasi timbulan emisi dan limbah dilakukan pada setiap proses kegiatan pencucian alat berat yang dilakukan oleh industri tersebut. Identifikasi dilakukan dengan melakukan studi lapangan dan wawancara. Penelitian ini dilakukan dengan observasi proses kegiatan dan melakukan studi literatur mengenai pencegahan pencemaran yang dapat dilakukan. Teknologi yang disarankan didasarkan pada hasil studi penelitian terdahulu dan kesesuaian terhadap karakteristik limbah yang dihasilkan.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Identifikasi Timbulan Emisi dan Limbah

Industri penyewaan alat berat ini menyediakan alat-alat berat yang digunakan dalam proses pertambangan. Alat-alat berat yang digunakan dalam proses pertambangan. Alat-alat berat yang telah disewa kemudian akan dikembalikan ke industri. Alat-alat berat hasil proses pertambangan

kotor dengan tanah dan lumpur kemudian dibersihkan untuk menjaga kinerja alat agar tetap maksimal. Adapun diagram proses kegiatan industri terhadap alat-alat berat pertambangan tertera pada Gambar 1.

Alat-alat berat digunakan untuk proses pertambangan. Setelah selesai digunakan, alat-alat tersebut akan dikembalikan ke kantor. Alat-alat berat akan diparkirkan, sebelum dilakukan pelepasan material. Setelah material-material alat berat dilepas, kemudian dilakukan proses pencucian dan pengeringan menggunakan *blower*. Setelah itu, pengecekan dilakukan untuk mengetahui kondisi dan kualitas material-material yang telah digunakan untuk proses pertambangan. Jika material masih berfungsi dengan baik dan masih layak untuk digunakan, maka material akan dilakukan perakitan kembali ke alat-alat berat. Namun jika material tidak berfungsi dengan baik atau rusak, maka akan dilakukan pergantian suku cadang sebelum material dirakit kembali ke alat berat. Alat-alat berat yang materialnya telah dirakit dapat digunakan kembali untuk kegiatan pertambangan.

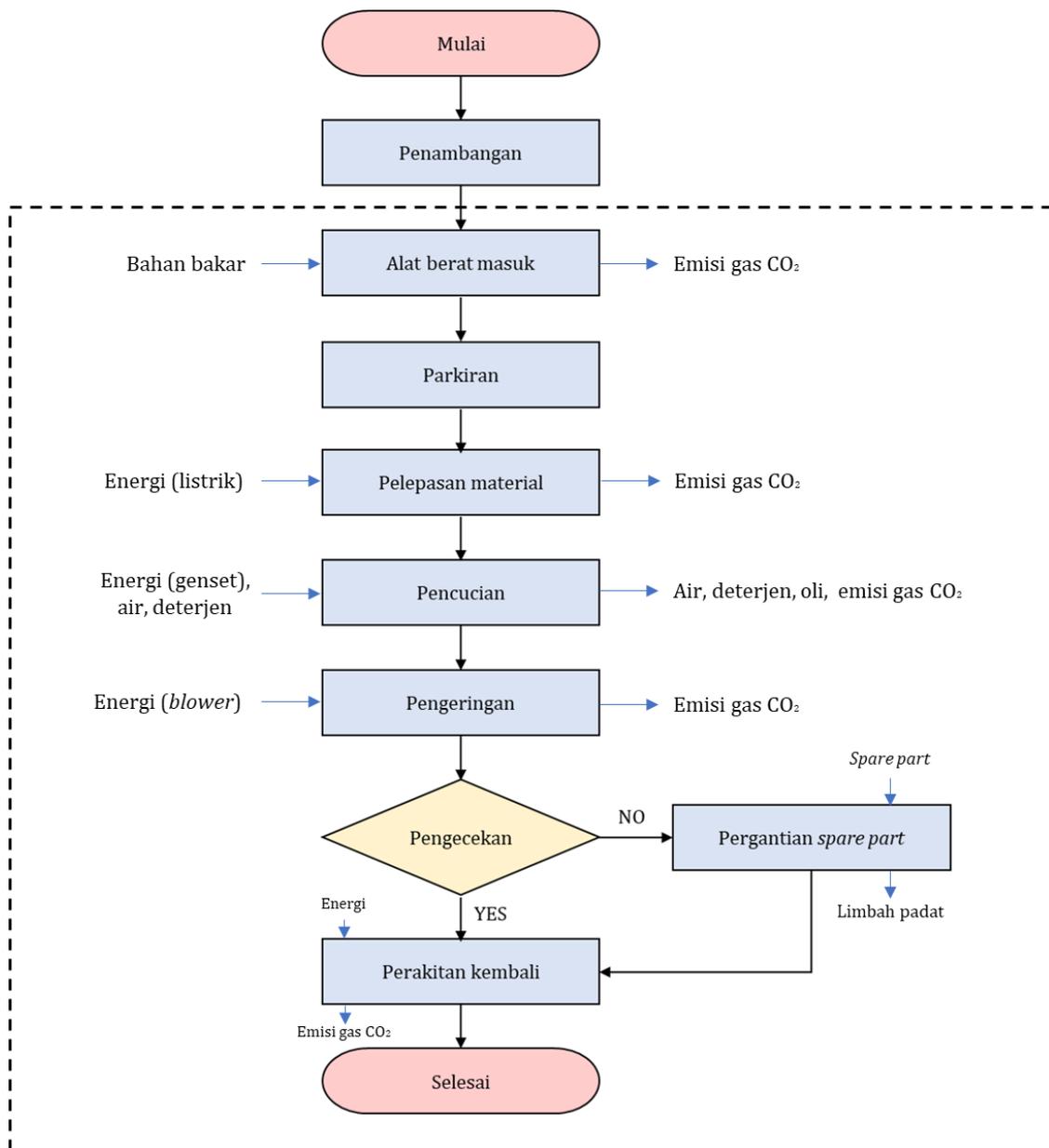
Pada proses masuknya alat berat, bahan bakar digunakan dan menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub>. Kegiatan memarkirkan alat-alat berat tidak menghasilkan emisi karena alat berat berada dalam keadaan mati. Setelah itu, energi listrik digunakan dalam proses pelepasan material. Tahap ini menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub>. Pada tahap pencucian, air, deterjen, dan energi dari genset dibutuhkan, dan menghasilkan *output* berupa air, deterjen, oli, dan emisi gas CO<sub>2</sub>. Energi dari *blower* dibutuhkan dalam proses pengeringan. Proses ini menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub>. Setelah dilakukan pengeringan, pengecekan pada alat dilakukan untuk memastikan kondisikan alat. Pergantian suku cadang dibutuhkan jika terdapat bagian-bagian yang rusak atau tidak sesuai dengan standar yang berlaku. Pada proses ini, dibutuhkan suku cadang dan *output* berupa limbah padat dari bagian-bagian yang rusak. Jika pada proses pengecekan tidak diperlukan pergantian suku cadang, maka alat-alat akan dirakit kembali. Pada tahap ini, dibutuhkan energi dan *output* yang dihasilkan berupa emisi gas CO<sub>2</sub>.

### 4.2. Studi Pencegahan Pencemaran dan Minimasi Limbah

Reduksi limbah atau minimasi limbah harus menjadi prioritas utama (Bishop, 2000). Aktivitas yang dapat mereduksi limbah lebih diutamakan bila dibandingkan dengan aktivitas daur ulang limbah dalam pengelolaan limbah, karena dapat mungkin dilakukan dan dapat menghemat biaya. Sedangkan pemanfaatan limbah melalui daur ulang dan perolehan kembali menjadi alternatif

yang dapat dilakukan untuk mengelola sisa limbah setelah metode reduksi pada sumber telah dilakukan. Limbah yang dihasilkan Industri penyewaan alat berat berupa limbah cair berupa *sludge* hasil proses pencucian alat berat maupun material. Limbah cair tersebut mengandung bahan berbahaya seperti oli. Industri penyewaan alat berat telah melakukan upaya dalam menangani limbah cair tersebut dengan membangun *Water Treatment Plant*. Industri penyewaan alat berat mempunyai komitmen seperti mengurangi timbulan bahan berbahaya yang dihasilkan dari

setiap kegiatan. Sehingga perusahaan tersebut melakukan pencegahan atau minimasi limbah yang dihasilkan dari kegiatan pencucian alat berat ataupun material. Rencana minimasi limbah yang akan diterapkan seperti *recycle* limbah cair tersebut agar dapat di daur ulang sehingga limbah menjadi tidak berbahaya dan dapat digunakan kembali untuk pencucian alat, dan perusahaan akan mengganti atau mengurangi bahan berbahaya seperti oli agar limbah yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan.



Gambar 1. Identifikasi Timbulan Limbah Industri Penyewaan Alat Berat

#### 4.3. Studi Pencegahan Pencemaran dan Minimasi Limbah

Reduksi limbah atau minimasi limbah harus menjadi prioritas utama (Bishop, 2000). Aktivitas

yang dapat mereduksi limbah lebih diutamakan bila dibandingkan dengan aktivitas daur ulang limbah dalam pengelolaan limbah, karena dapat mungkin dilakukan dan dapat menghemat biaya.

Sedangkan pemanfaatan limbah melalui daur ulang dan perolehan kembali menjadi alternatif yang dapat dilakukan untuk mengelola sisa limbah setelah metode reduksi pada sumber telah dilakukan. Limbah yang dihasilkan Industri penyewaan alat berat berupa limbah cair berupa *sludge* hasil proses pencucian alat berat maupun material. Limbah cair tersebut mengandung bahan berbahaya seperti oli. Industri penyewaan alat berat telah melakukan upaya dalam menangani limbah cair tersebut dengan membangun *Water Treatment Plant*. Industri penyewaan alat berat mempunyai komitmen seperti mengurangi timbulan bahan berbahaya yang dihasilkan dari setiap kegiatan. Sehingga perusahaan tersebut melakukan pencegahan atau minimasi limbah yang dihasilkan dari kegiatan pencucian alat berat ataupun material. Rencana minimasi limbah yang akan diterapkan seperti *recycle* limbah cair tersebut agar dapat di daur ulang sehingga limbah menjadi tidak berbahaya dan dapat digunakan kembali untuk pencucian alat, dan perusahaan akan mengganti atau mengurangi bahan berbahaya seperti oli agar limbah yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan.

Emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan industri alat berat adalah mobilisasi alat berat yang terjadi di dalam area pencucian. Mengacu pada Kadmaerubu dan Hermana, 2014 rencana pengurangan emisi dari mobilisasi transportasi alat berat dan penggunaan energi di Industri adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penghematan energi bahan bakar dan energi listrik
2. Penggunaan bahan bakar ramah lingkungan (*fuel switching*)
3. Penggunaan teknologi bersih dalam pembangkit listrik dan mobilisasi transportasi

#### 4.4. Pemilihan Teknologi Pengolahan

Penentuan teknologi yang diprioritaskan adalah teknologi pengolahan air limbah dalam menyisihkan kandungan minyak dan lemak serta MBAS/surfaktan, adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan yaitu *Gravity Separator*, flotasi, dan koagulasi elektrokimia.

##### 1. *Gravity Separator*

Pengolahan air limbah yang mengandung minyak dengan metode ini. Penelitian Pratiwi dan Hermana, 2014 menunjukkan efisiensi penyisihan *Gravity Separator* untuk minyak pelumas 71,33% sampai 84,93%. Pemisahan minyak dan lemak dapat berlangsung jika bilangan Reynolds masuk dalam aliran laminar (Arifiani dan Hadiwidodo, 2007). *Gravity Separator* dapat digabungkan dengan teknologi karbon aktif dimana menghasilkan penyisihan COD hingga 96,20% dan

menyisihkan minyak sebesar 93,10% (Priyanti dan Karnaningroem, 2012).

##### 2. Flotasi

*Dissolved air flotation* (DAF) dapat menurunkan kandungan minyak sebesar dari limbah oli bengkel dengan rata-rata 86,65%, 76,64% dan 82,39 % untuk waktu tinggal 30 menit, 60 menit, dan 90 menit (Irfa'i, 2007). Selain penggunaan DAF, flotasi juga dapat dikonfigurasi sebagai *electrocoagulation* dan *flotation* (ECF). Teknologi ECF dapat menyisihkan air pencucian kendaraan dengan efisiensi penyisihan COD, turbidity dan MBAS sebesar 94.5%, 95% dan 95.2% (Emamjomeh dkk, 2019).

##### 3. Koagulasi Elektrokimia

Penelitian menunjukkan penggunaan koagulasi elektrokimia hanyam mampu menyisihkan konsentrasi COD adalah 29,83%, dan belum memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industry minyak yaitu 160 mg/L (Prabowo dkk., 2012). Berbanding terbalik pengolahan dengan elektroda alumunium menghasilkan penyisihan lebih besar yaitu COD 92.68%, deterjen 99.29 %, minyak dan lemak 94.55% (Iswanto dkk, 2010).

Adapun kriteria pengolahan air limbah yang ditentukan adalah:

1. Mampu meningkatkan kualitas air menjadi sebuah keharusan dalam rancangan alternatif ini, karena tujuan yang ingin dicapai yaitu menghilangkan kandungan minyak di dalam air dan mampu meningkatkan kualitas air sebelumnya. Air yang telah diolah direncanakan akan di *recycle* dan dipergunakan kembali dalam proses pencucian.
2. Tidak membutuhkan lahan tambahan. Teknologi yang dipilih diharuskan untuk tidak membutuhkan lahan yang baru, karena lahan yang telah ada harus dipergunakan secara efektif dan efisien. Jika membuka lahan baru ataupun tambahan akan mengakibatkan perubahan tata letak fasilitas pengolahan yang telah ada sebelumnya.

Teknologi pengolahan yang dipilih sebaiknya memiliki efektivitas yang tinggi untuk menunjukkan keberhasilan dalam menyelesaikan permasalahan dan mudah dioperasikan agar tidak memerlukan tenaga ahli sehingga dapat mengurangi pengeluaran biaya perusahaan dalam merekrut pekerja baru. Teknologi yang membutuhkan energi listrik yang kecil dianggap perlu, karena jika membutuhkan penggunaan listrik yang besar akan mengeluarkan biaya operasional yang tinggi dan lamanya teknologi tersebut beroperasi akan mempengaruhi kebutuhan listrik yang akan digunakan. Berdasarkan kriteria

dan penjelasan di atas, maka *gravity separator* dinilai merupakan teknologi yang paling tepat dalam pengolahan limbah cair Industri penyewaan dan pencucian alat berat.

## 5. Kesimpulan

Proses pencucian alat berat pada Industri penyewaan dan pencucian alat berat meliputi proses masuknya alat berat yang dilanjutkan dengan memakirkan alat berat, pencopotan material, pencucian, pengeringan, pengecekan, penggantian suku cadang, dan perakitan kembali. Limbah cair berupa sludge yang mengandung air, deterjen, dan oli dihasilkan pada proses pencucian. Proses pengecekan dan penggantian suku cadang akan menghasilkan limbah pada bila terdapat material yang tidak lagi dalam keadaan baik dan memenuhi standar. Sementara itu, emisi CO<sub>2</sub> dihasilkan dari penggunaan energi pada semua proses terkecuali proses memakirkan alat berat. Pencegahan dan minimasi limbah merupakan prioritas utama dalam pengelolaan limbah industri dan dapat dicapai dengan adanya penerapan teknologi pengolahan berupa *gravity separator* sehingga air hasil pengolahan dapat digunakan kembali sebagai air bersih dan biaya yang dikeluarkan untuk air bersih dapat diminimalisasi. Upaya lain yang dapat diterapkan adalah minimasi emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan.

## Daftar Referensi

- Al Hakim, H. M., Supartono, W., & Suryandono, A. (2014). Life Cycle assessment pada pembibitan kelapa sawit untuk menghitung emisi gas rumah kaca. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(2), 72-80.
- Apritama, M. R., Suryawan, I. W. K., Afifah, A. S., and Septiariva, I. Y., (2020). Phytoremediation of effluent textile WWTP for NH<sub>3</sub>-N and Cu reduction using pistia stratiotes, *Plant Archives*, 20, pp. 2384-2388.
- Arifiani, N. F., & Hadiwidodo, M. (2007). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Jurnal Presipitasi*, 3(2), 78-85.
- Bishop, Paul, L. 2000. *Pollution Prevention: Fundamental and Practice*. US: The McGraw-Hill.
- Emamjomeh, M. M., Jamali, H. A., Naghdali, Z., & Mousazadeh, M. (2019). Carwash wastewater treatment by the application of an environmentally friendly hybrid system: an experimental design approach. *Desalin. Water Treat*, 160, 171-177.
- Fadhilah, N., Vembrio, L. A. W., Safira, R. H., Amiruddin, A., Sofiyah, E. S., & Suryawan, I. W. K. (2020). Modifikasi Unit Proses dalam Peningkatan Efisiensi Penyisihan Amonium. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 1-10.
- Fall, C., López-Vázquez, C. M., Jiménez-Moleon, M. C., Bâ, K. M., Díaz-Delgado, C., García-Pulido, D., & Lucero-Chavez, M. (2007). Carwash wastewaters: characteristics, volumes, and treatability by gravity oil separation. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(2), 175-184.
- Irfai, M. (2007). Efisiensi Pengolahan Limbah Oli Bengkel Menggunakan Reaktor Dissolved Air Flotation Pada Skala Laboratorium. *Jurnal Purifikasi*, 8(1), 61-66
- Iswanto, B., Silalahi, M. D., & Purnama, F. D. (2010). Pengolahan Air Limbah Emulsi Minyak-Deterjen dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(2), 55-61.
- Kadmaerubun, C. M., & Hermana, J. (2014). Kajian Tentang Kontribusi Jawa Timur Terhadap Emisi CO<sub>2</sub> Melalui Transportasi dan Penggunaan Energi. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), F251-F255.
- Lahti WJ (2000) U.S. Patent No. 6,042,730. U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC
- Prabowo, A., Basrori, G. H., & Purwanto, P. (2012). Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 352-355.
- Pratiwi, K. D. S., & Hermana, J. J. (2014). Efisiensi pengolahan limbah cair mengandung minyak pelumas pada oil separator dengan menggunakan plate settler. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D5-D9.
- Priyanti, P. A. R., & Karnaningroem, N. (2012). Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil Dengan Reaktor Pemisah Minyak dan Karbon Aktif.
- Rubí-Juárez, H., Barrera-Díaz, C., Linares-Hernández, I., Fall, C., & Bilyeu, B. (2015). A combined electrocoagulation-electrooxidation process for carwash wastewater reclamation. *Int J Electrochem Sci*, 10(8), 6754-6767.
- Saksono, P., & Utomo, P. P. (2018). Analisis Pengaruh Pembebanan Engine Terhadap Emisi Gas Buang Dan Fuel Consumption Menggunakan Bahan Bakar Solar Dan Biodiesel B10 Pada Engine Cummins QSK 45 C. *POROS*, 15(2), 136-141.

- Suryawan, I. W. K., Helmy, Q., & Notodarmojo, S. (2020, January). Laboratory scale ozone-based post-treatment from textile wastewater treatment plant effluent for water reuse. *In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1456, No. 1, p. 012002)*. IOP Publishing.
- Suryawan, I. W. K., & Sofiyah, E. S. (2020). Cultivation of Chlorella Sp. and Algae Mix for NH<sub>3</sub>-N and PO<sub>4</sub>-P Domestic Wastewater Removal. *Civil and Environmental Science Journal*, 3(1).
- Yudono, B., Said, M., NAPOLEON, A., & UTAMI, M. B. (2010). Kinetics of petroleum-contaminated soil biodegraded by an indigenous bacteria *Bacillus megaterium*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 17(4), 155-160.