

USULAN PENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN DENGAN METODE *GREEN PRODUCTIVITY* PADA WASTE WATER TREATMENT (Studi Kasus PT. Petrokimia Gresik)

Sudirman⁽¹⁾, Pregiwati Pusporini⁽²⁾, Elly Ismiyah⁽³⁾

¹Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

^{2,3}Dosen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik Jl. Sumatera

No. 101 GKB – Gresik 61121

e-mail: mansudir31@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan limbah cair di Departemen III B PT Petrokimia Gresik bertugas melakukan pengolahan limbah cair hasil dari semua pabrik yang ada di pabrik III B, adanya ketidaksesuaian proses pengolahan mengakibatkan hasil olahan dibawah standar BAPEDAL. Produktivitas selama bulan januari - juni 2018 sebesar 17,17% dan indeks EPI -8.282,1 yang menunjukkan kinerja lingkungan buruk. Penelitian ini mengaplikasikan konsep *Green Productivity* dengan harapan bisa meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan serta memberikan keuntungan bagi perusahaan. Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan cara *Getting started* mengumpulkan berbagai informasi yang dibutuhkan, memahami diagram alir proses pengolahan limbah, *planning* mengukur tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan saat ini, mencari akar penyebab permasalahan melalui *brainstorming*. *Generation and evaluation* menyusun alternatif perbaikan. Menghitung estimasi kontribusi terhadap produktivitas, kinerja lingkungan dan aspek finansial. Rancangan perbaikan yang dihasilkan terdiri dari dua alternatif yaitu alternatif 2 dengan cara peningkatan kapasitas *cushion pond* dari $\pm 1.680 \text{ m}^3$ menjadi $\pm 4.480 \text{ m}^3$ dan peningkatan dilakukan setiap 3 bulan sekali dengan biaya sebesar Rp. 16.767.500, sedangkan untuk alternatif 1 dengan cara penambahan tangki air 200 m^3 seharga Rp. 498.288.000 dengan biaya operasional sebesar Rp. 6.000.000 perbulan. Pembuatan jadwal pembersihan pH detector dan pelatihan pemahaman proses koagulasi wajib di aplikasikan karena tidak memiliki biaya. Diharapkan dari perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan produktivitas menjadi 45,47%. Sedangkan dari segi analisis finansial nilai NPV 20 tahun alternatif 1 sebesar Rp. 46.025.564.000 dan alternatif 2 sebesar Rp. 46.581.076.420.

Kata Kunci : *Green Productivity, Produktivitas, Indeks EPI, Brainstorming, NPV.*

1. Pendahuluan

Perkembangan Industri yang semakin maju akan diikuti dengan jumlah limbah yang terus meningkat, limbah ini menjadi sesuatu yang tidak bisa dihindari dari setiap proses industri. Pada pendahuluan ini akan diuraikan mengenai beberapa hal yang melatarbelakangi penelitian, permasalahan, tujuan serta manfaat dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Konsep produktivitas dapat digunakan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi produksi suatu perusahaan. Efektivitas merupakan suatu ukuran yang memberikan gambaran seberapa jauh target yang dicapai baik kuantitas maupun kualitas. Sedangkan efisiensi merupakan ukuran perbandingan penggunaan masukan (input) yang direncanakan dengan masukan yang sebenarnya dipakai untuk menghasilkan keluaran / output.

PT. Petrokimia Gresik pada departemen III B memproduksi Asam Sulfat, Asam Phospat, dan Puryfied

Gypsum, yang di dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair, gas, dan padatan. Permasalahan yang terjadi ada pada limbah cair, dimana data rata – rata 6 bulan terakhir, pH yang dihasilkan adalah sebesar 4.0 dari standar yang ditentukan yaitu 6 – 9. Begitu juga kadar TSS yang menunjukkan hasil rata – rata sebesar 2312.7 dari standar yang ditentukan yaitu ≤ 200 . Kemudian kadar Fluor dimana rata – rata yang dihasilkan adalah sebesar 291.6 dari standar yang ditentukan adalah ≤ 50 . Dan selanjutnya ketidaksesuaian adalah pada kadar PO4 dimana rata – rata yang dihasilkan adalah sebesar 2665.1 dari standar yang ditentukan adalah ≤ 200 .

1.2 Rumusan Masalah

- a) Bagaimana mengidentifikasi proses pengolahan limbah yang menyebabkan hasil limbah tidak sesuai standard BAPEDAL ?
- b) Bagaimana mengetahui Produktivitas pengolahan limbah cair dan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*)

untuk mengetahui kinerja lingkungan perusahaan ?

- c) Bagaimana usulan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus kinerja lingkungan dengan pendekatan *Green Productivity* ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan – tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

- Mengidentifikasi proses pengolahan limbah yang menyebabkan limbah tidak sesuai standard BAPEDAL.
- Mengukur produktivitas pengolahan limbah cair dan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) untuk mengetahui produktivitas dan kinerja lingkungan perusahaan.
- Mengidentifikasi dan menentukan alternatif usulan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan perusahaan dengan pendekatan *Green Productivity*.

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan akan diperoleh manfaat sebagai berikut:

- Mengetahui permasalahan pada proses pengolahan limbah yang tidak sesuai standard BAPEDAL.
- Mengetahui hasil data produktivitas limbah cair dan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) untuk mengetahui kinerja lingkungan perusahaan.
- Mengetahui solusi usulan perbaikan kepada perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan perusahaan.

1.5 Batasan

Batasan yang digunakan untuk memfokuskan penelitian ini ialah:

- Penelitian hanya dilakukan sampai pada tahap pemberian alternatif usulan perbaikan.
- Penelitian fokus pada limbah cair di pabrik III B.
- Penelitian ini hanya dilingkup pabrik III B PT. Petrokimia Gresik.
- Data yang digunakan adalah selama bulan Januari – Juni 2018.

- e) Responden berjumlah 10 orang dari ahli lingkungan dan laboratorium.

1.6 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini ialah:

- Pada saat pengambilan data tidak adanya perubahan bahan baku, bahan kimia, bahan bakar, listrik dsb.
- Aktivitas dan proses pengolahan limbah tidak mengalami perubahan selama penelitian berlangsung.
- Kompetensi Responden ditentukan dari lama kerja minimal 5 tahun dan jabatan minimal staff madya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Eco-efficiency dan Sustainable Development*

Hentschel (1993) menggagas konsep “*eco manufacturing*” mendasar pada system produksi yang berkelanjutan (*sustainable production system*) untuk menghasilkan sebuah produk. Produk industri hasil proses *Manufacturing* tersebut didesain, diproduksi, didistribusikan, dimanfaatkan dan kemudian dibuang sebagai sampah yang dapat meminimalkan dampak kerusakan terhadap lingkungan dan kesehatan serta dengan mengkonsumsi sumber daya alam seminimal mungkin. Dalam system *manufacturing* semacam ini akan diperoleh *performance* industri yang “*eco-efficiency*”, *eco* dapat diartikan sebagai *ecological resources* dan *economic resources*. *Efficiency* berarti harus menggunakan kedua *resources* tersebut secara optimal. Bisa juga diartikan secara ekologis aman dan secara ekonomis efisien (DeSimone dan Popoff, 1997).

Sustainable development didefinisikan sebagai pembangunan yang dapat menjawab kebutuhan dari generasi masa kini tanpa mengorbankan kemampuan dari organisasi berikutnya untuk memenuhinya (APO, 2001). Definisi ini mencakup penggunaan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dasar dan meningkatkan kualitas hidup. Keseluruhan siklus hidup dari produk dan jasa tersebut harus berdasarkan pada minimalisasi penggunaan sumberdaya alam dan bahan – bahan berbahaya yang dapat menyebabkan emisi.

2.2 Baku mutu Air Bersih

Pada suatu buangan industri berfasa (berwujud) apapun dalam pembuangannya juga mempunyai aturan tertentu mengenai batasan maksimum impurities yang terkandung dan mengkontaminasi effluent hasil pengolahan limbah cair tersebut, hal tersebut diatur sesuai dengan peraturan perundang-undangan yakni diatur dalam Kep.04/Bapedal/IX/1995 tentang baku mutu sludge bagi kawasan industri.

2.3 Definisi Umum Produktivitas

Produktivitas secara sederhana didefinisikan sebagai perbandingan rasio antara output dengan input-nya. Dengan kata lain, produktivitas adalah output yang dihasilkan per satuan input.

2.4 Green Productivity

Green Productivity adalah suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas bisnis dan kinerja lingkungan pada saat yang bersamaan dalam pengembangan sosial ekonomi secara keseluruhan. Metode ini mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau ramah lingkungan (APO, 2003).

2.5 Kinerja Lingkungan

Kinerja lingkungan adalah hasil dapat diukur dari sistem manajemen lingkungan, yang terkait dengan kontrol aspek – aspek lingkungannya. Pengkajian kinerja lingkungan didasarkan pada kebijakan lingkungan, sasaran lingkungan dan target lingkungan (ISO 14004, dari ISO 14001 oleh Sturm, 1998). Kinerja lingkungan kauntitatif adalah hasil dapat diukur dari sistem manajemen lingkungan yang terkait control aspek lingkungan fisiknya. (Yanuar, 2014)

2.6 Environmental Performance Indicator

EPI menggambarkan efisiensi lingkungan dari jumlah proses produksi dengan melibatkan jumlah input dan output ;

Dalam EPI adalah $\sum_{i=1}^k W_i \cdot P_i$ kriteria adalah jumlah kriteria limbah¹ yang diajukan, W_i adalah bobt (*weight*) dari masing – masing kriteria. Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar BAPEDAL dengan hasil analisa, dihitung dengan rumus:

3. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif yaitu penelitian yang menggambarkan sejumlah data untuk kemudian dianalisis berdasarkan penjelasan objektif, kenyataan yang ada, komparasi dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang.

Pada tahap awal dalam penelitian menggunakan *Green Productivity* merupakan proses pengumpulan berbagai informasi dasar dan proses identifikasi ruang lingkup permasalahan yaitu dengan melakukan *Walk Trough Survey* dan pengukuran produktivitas perusahaan saat ini, untuk mengumpulkan informasi mengenai proses pengolahan limbah cair.

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam mengetahui dan memahami suatu persoalan agar dapat diberikan solusi pada permasalahan tersebut. Informasi yang diperoleh pada *walk through survey*, digunakan untuk mengidentifikasi aspek yang berkaitan dengan produktivitas dan dampak yang ditimbulkan oleh proses tersebut terhadap lingkungan beserta penyebabnya.

3.2 Perumusan Masalah

No	Parameter	r hitung	Hasil Validasi
1	Ph	0,843	0,6319
2	Fluor	0,841	0,6319
3	TSS	0,736	0,6319
4	PO ₄	0,662	0,6319
5	Suhu	0,843	0,6319

Setelah mengidentifikasi permasalahan, dilanjutkan dengan, merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan permasalahan di lapangan, yaitu mengetahui bagaimana mengidentifikasi penyebab ketidaksesuain pengolahan limbah di *Waste water treatment* Pabrik III B PT Petrokimia Gresik.

3.3 Menentukan Tujuan Penelitian

Setelah akar masalah dan penyebab diketahui, maka langkah berikutnya pada tahap planing adalah menentukan tujuan. Tujuan penelitian perlu ditetapkan agar penulisan skripsi dapat dilakukan sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas.

3.4 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang nantinya akan digunakan dalam melakukan pengolahan data. Data tersebut diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi, sudah dikumpulkan dan diolah atau disebut data sekunder. Pengumpulan data adalah pencatatan hal/informasi sebagian atau seluruh elemen yang menunjang dan mendukung penelitian.

3.5 Pembobotan Dengan Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan nilai bobot (*weigh*) tingkat bahaya dari masing-masing zat kimia yang terkandung dalam limbah cair, yang berhubungan dengan kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan, indikatornya berupa Ph, Suhu, Fluor, TSS, dan PO4 kepada 5 orang ahli lingkungan dan 5 orang analis laboratorium, total responden berjumlah 10 orang. Kompetensi Responden ditentukan dari lama kerja minimal 5 tahun dan jabatan minimal staff madya.

3.6 Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas ini dilakukan menggunakan software SPSS 24.0. Dengan menetapkan nilai $\alpha = 5\%$ dengan jumlah responden (n) = 10 maka diperoleh nilai $df = n - 2 = 8$. Dari tabel r diperoleh bahwa suatu variabel yang diajukan akan dinyatakan valid apabila nilai total korelasinya $> 0,6319$. Syarat minimum untuk dianggap *valid* adalah nilai r hitung $>$ dari nilai r tabel.

Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil Uji Validitas untuk semua parameter dinyatakan Valid.

Berdasarkan hasil pengujian reliabilitas. Diketahui angka *cronbach alpha* adalah sebesar 0,842. Jadi angka 0,842 lebih besar dari nilai minimal *cronbach alpha* 0,6. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur variabel dapat dikatakan valid dan reliabel.

4. Pengolahan Data

4.1 Pengukuran Produktivitas

Dari hasil perhitungan total *input* adalah seluruh limbah yang masuk ke *waste water treatment* pada periode Januari – Juni 2018, sedangkan total *ouput* yang dihasilkan adalah hasil olahan limbah

dalam bentuk cair dan *ouput* yang memenuhi standar untuk proses pencucian di bagian *Puryfiedgypsum*, sisa input yang tidak ada dalam total ouput adalah bentuk slurry atau sludge. Dengan menggunakan rumus perhitungan produktivitas, maka didapatkan rata – rata nilai produktivitas selama 6 bulan dari bulan Januari – Juni 2018 sebesar 17,17 %.

4.2 Perhitungan Indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai EPI yang sesuai yaitu hanya parameter Suhu sebesar 42,7 dan nilai EPI yang paling rendah adalah parameter TSS sebesar -2.429,7. Berdasarkan perhitungan Indeks EPI tersebut, dapat dinyatakan bahwa pengolahan limbah Departemen III B buruk dengan indeks EPI memiliki nilai yang sangat rendah yaitu total -8.282,1. Nilai minus pada hasil perhitungan EPI dinyatakan kurang sesuai.

4.3 Identifikasi Masalah dan Penyebabnya

Dari faktor lingkungan akar masalah yang terjadi adalah karena tidak memiliki penyimpanan sementara hasil olahan limbah, hasil olahan limbah yang langsung dibuang ke lingkungan sangat berbahaya karena kualitas hasil olahan limbah tidak selalu baik. Hasil olahan limbah yang langsung dibuang ke lingkungan juga tidak bisa dimanfaatkan kembali, yang apabila dapat dimanfaatkan akan memberi nilai tambah atau keuntungan bagi perusahaan. Dari faktor material akar masalah yang terjadi adalah kapasitas *Cushion pond* yang tidak seimbang dengan jumlah limbah yang dihasilkan, yaitu sebesar $\pm 2.100 \text{ m}^3$ perhari, data ini didapatkan dari bagian pengolahan limbah departemen III B apabila semua pabrik di Departemen III B beroperasi secara normal, hal ini mengakibatkan sering terjadi *overload* di *cushion pond* yang saat ini memiliki kapasitas sebesar $\pm 1.680 \text{ m}^3$.

4.4 Menyusun Alternatif Solusi

Alternatif pertama adalah penambahan tanki air untuk menampung hasil olahan limbah cair, dengan adanya tanki penampungan hasil olahan limbah cair, akan memberikan nilai tambah atau keuntungan bagi perusahaan karena air hasil olahan yang tidak sesuai standar bisa

di *reprocess* sehingga dapat meningkatkan kinerja lingkungan sedangkan untuk hasil olahan yang baik bisa digunakan untuk kegiatan operasional. Usulan perbaikan yaitu dengan membeli tanki air dengan kapasitas 200 m³, penentuan kapasitas tanki air yang dibeli berdasarkan rata-rata hasil *oulet* pengolahan limbah cair selama bulan Januari – Juni 2018 yaitu sebesar ±203,9 m³ per shift.

Alternatif kedua adalah Peningkatan kapasitas *Cushion pond*, Selama ini kapasitas dari *cushion pond* sendiri adalah ±1.680 m³ panjang 40 meter lebar 14 meter dan kedalam 3 meter yang dimana jumlah ini akan terus berkurang karena kolam akan mengalami pendangkalan yang di akibatkan oleh slurry. Sedangkan limbah yang masuk ke unit *waste water treatment* bisa mencapai ±60.000 m³ setiap bulanya dan ±2.000 tiap harinya jumlah ini bisa bertambah karena beberapa limbah ada yang masuk ke *cushion pond* terlebih dahulu. Usulan perbaikan adalah dengan menambah panjang sebanyak 5 meter karena masih ada lahan yang cukup dan kedalam di tambah 5 meter sehingga menjadi 40x14x8 menjadi ±4.480 m³.

4.5 Analisis Alternatif Solusi

a) Biaya Investasi awal alternatif 1

Biaya yang dikeluarkan untuk membeli tanki air 200 m³ atau 200.000 liter dengan ukuran panjang 10 m lebar 5 m dan tinggi 4m dengan kualitas pondasi bawah dari baja dan dinding fiber glass kekuatan berstandar nasional harga yang dikeluarkan sebesar Rp. 476.000.000

Perhitungan :

$$NPV = \text{Rp. } 47.291.616.000 - (\text{Rp. } 498.288.000 + \text{Rp. } 767.768.000) = \text{Rp. } 46.025.564.000$$

Keuntungan yang didapatkan perusahaan dalam kurun waktu 20 tahun apabila mengaplikasikan alternatif 1 sebesar Rp.46.025.564.000.

b) Biaya investasi awal alternatif 2

Biaya yang dikeluarkan untuk meningkatkan kapasitas *cushion pond* ini tidak termasuk peralatan seperti alat berat *truck* dan *excavator* karena PT Petrokimia Gresik sudah memilikinya, perhitungan dilakukan pada biaya bahan bakar, energi dan tenaga kerja. Berdasarkan hasil dari brainstorming peningkatan *cushion pond* dilakukan tiap 3 bulan sekali.

Perhitungan :

$$NPV = \text{Rp. } 47.291.616.000 - \text{Rp. } 710.539.580 = \text{Rp. } 46.581.076.420$$

Keuntungan yang didapatkan perusahaan dalam kurun waktu 20 tahun apabila mengaplikasikan alternatif 2 sebesar Rp. 46.581.076.420.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dan saran dari keseluruhan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyebab proses pengolahan limbah tidak sesuai adalah karena faktor tidak ada jadwal pembersihan pH detector, pemahaman operator tentang visual proses coagulasi yang kurang, tidak memiliki penyimpanan hasil pengolahan limbah yang juga berfungsi sebagai reproses, dan kapasitas *cushion pond* yang tidak sesuai, sering terjadi overload di proses No. 1 pH adjusting tank dan *cushion pond*.
2. Hasil pengukuran dari Produktivitas saat ini yaitu sebesar 17,17 % dan apabila usulan perbaikan aternati 1 aatau 2 di aplikasikan di estimasikan produktivitasnya sebesar 45,47 %. Sedangkan untuk kinerja lingkungan yang dilihat dari nilai EPI saat ini yaitu sebesar – 8.282,1 dan usulan perbaikan alternatif 1 atau 2 apabila di aplikasikan di estimasikan nilai EPI bisa lebih baik dari sebelumnya.
3. Usulan perbaikan diprioritaskan alternatif ke 2 yaitu dengan meningkatkan kapasitas *cushion pond* yang diikuti dengan melakukan penjadwalan pembersihan pH meter dan Sharing knowledge tentang proses coagulasi, alternatif 2 dengan cara memperdalam kolam sedalam 5 meter dari kedalam semula 3 meter, sehingga kedalam menjadi 8 meter dengan luas sebelum perbaikan sebesar ±1.680 m³ menjadi ±4.480 m³. Keuntungan yang diperoleh dari usulan alternatif 2 apabila di aplikasikan dalam 20 tahun keuntungan perusahaan sebesar Rp. 46.025.564.000.

Usulan perbaikan selanjutnya yaitu alternatif 1, apabila hasil perbaikan dari alternatif 2 belum mencapai target maka alternatif 1 bisa di aplikasikan, dengan cara penambahan tanki air ukuran 200 m³. Keuntungan yang diperoleh dari usulan alternatif 1 apabila di

aplikasikan dalam 20 tahun keuntungan perusahaan sebesar Rp. 46.581.076.420.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyeni, Endang. 2012. "Model Prediksi Financial Distress Perusahaan". Polibisnis. Vol. 4, No. 2, ISSN: 1858-3717. Hlm. 1-10.
- Anonim, 2005, Material Safety Data Sheet n-Hexane, ScienceLab, <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927187>.
- Asian Productivity Organization. 2003. A Measurement Guide to Green Productivity .Tokyo :APO.
- Asian Productivity Organization. 2001. Concept of Green Productivity. Tokyo : APO.
- Asian Productivity Organization. 2001. Green Productivity Methodology. Tokyo : APO.
- BAPEDAL Propinsi Jatim. 1995. Kep.04/Bapedal/IX/1995 tentang baku mutu sludge bagi kawasan industri. Surabaya : BAPEDAL Jatim.
- Haryo Santoso, dan Puji Nugrahaeni. 2015. Penerapan *Green Productivity* untuk peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan di Pabrik gula sragi. Seminar Nasional IENACO. Jurnal Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Hentschel, C. 1993. "The Greening of Products and Production : A New Challenge for Enginers". To be presented at International Conference on Advances in Production managements Systemes.
- Ishikawa, Kaoru. 1989. Teknik Penuntun Pengendalian Mutu. PT. Gramedia. Jakarta.
- Jonas Rutkauskas, dan Elmen Paulavicien. 2005. Concept of Productivity in Service Sector. Engineering Economy, No 3 (43).
- KEMENLH Indonesia. 1995. Kep.51/MENLH/X/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri industri. Indonesia : MENLH Indonesia.
- Marimin, Muhammad Arif, Rum Puspita Widhiarti, Yuliana Kaneu Teniwut. 2018. Green Productivity Improvement and Sustainability Assessment of the Motorcycle Tire Production Process: A case study. Journal of Cleaner Production, Bogor Agricultural University.
- Moses L Singgih, Mokh. Suef, Chandra Adi Putra. 2010. Pengurangan limbah dengan pendekatan *Green Productivity* untuk Meningkatkan Produktivitas Di PT Indopherin Jaya. Jurnal Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Moses L Singgih. 2012. *Green Productivity*, Konsep dan Aplikasi. ITS Press, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nachlia N Indriati, Arif Rahman, dan Ceria Farela Mada Tantrika. 2014. Analisis produktivitas dan *environmental performance indicator* (EPI) pada produk SKM dengan metode *green productivity* Perusahaan rokok Adi Bungsu Malang. Jurnal Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- PT. Petrokimia Gresik. Departemen Lingkungan Kesehatan dan Keselamatan Kerja. 2018. Laporan hasil analisa limbah cair 2018. Gresik.
- Pujawan, I Nyoman. 2003. Ekonomi Teknik edisi pertama, cetakan ketiga. Unit penerbit dan percetakan AMP YKPN, Yogyakarta
- Sekaran, Uma. 2014. Metodologi Penelitian untuk Bisnis (Research Methods for Business). Buku 1 Edisi 4. Jakrta: Salemba Empat.
- Summanth, David J., 1985. *Productivity Engineering and Management*. Mc Graw Hill Book Cmpany.