

ANALISIS POTENSI PENERAPAN TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH PADA CV C-MAXI ALLOYCAST, YOGYAKARTA

POTENTIAL ANALYSIS OF APPLICATION OF CLEAN PRODUCTION TECHNOLOGY AT CV C-MAXI ALLOYCAST, YOGYAKARTA

Dewi Masri*, Wagiman, dan Bertha Maya Sopha
Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Gadjah Mada

Submitted:27-07-2021; Revised:25-10-2021; Accepted:31-01-2022

ABSTRACT

CVC-Maxi Alloycast is an industry engaged in the manufacture of household appliances (pans) made of aluminum which is located in Yogyakarta. The aim of the study was to identify the potential application of clean production principles in CVC-Maxi Alloycast. The methods used were production process mapping, waste analysis through liquid waste testing and potential analysis of clean production principles. The results obtained for the production process were smelting aluminum and scrap, pouring molten metal into molds, lifting molds and providing coolant, lifting castings, turning, filing, quality control, storage and distribution. Based on the laboratory test, the characteristics of the liquid waste produced by the CVC-Maxi Alloycast were pH 8.9; COD 52.1 mg/L; BOD 21.4 mg/L; TSS 6660 mg/L; Fe 4,2440 mg/L; Cu 0.0130 mg/L; and Zn 0.0893 mg/L. All parameters indicate that the value meets the quality standard, but the TSS content did not meet the NAB (Threshold Value) which refers to the Regulation of the Minister of the Environment of the Republic of Indonesia No. 5 of 2014 and the Regulation of the Special Region of Yogyakarta (DIY) No. 7 of 2016. Clean production opportunities were: good housekeeping, application of 3R (Reduce, Reuse, Recycle) on solid waste, construction of B3 Waste TPS and capacity building of human resources. Environmental performance had increased based on the Green Industry Standard (SIH) from level 1 to level 2 with a value of 53% to 65% with the implementation of clean production. The economic performance of implementing clean production gains a profit of Rp. 77,412,000,-/year, then the secondary revenue, namely recycling aluminum scrap is a economical alternative to clean technology with a 5-year NPV value of Rp. 37,853,056,558,-. Implementing clean production can have a positive impact on the environment and the economy.

Keywords: Clean Production; CV C-Maxi Alloycast; Reduce; Reuse; Recycle; Aluminum.

ABSTRAK

CVC-Maxi Alloycast merupakan industri yang bergerak di bidang pembuatan alat rumah tangga (wajan) berbahan aluminium yang terletak di Yogyakarta. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi potensi penerapan prinsip produksi bersih di CVC-Maxi Alloycast. Metode yang digunakan adalah pemetaan proses produksi, analisis limbah melalui pengujian limbah cair dan analisis potensi prinsip-prinsip produksi bersih. Hasil yang diperoleh untuk proses produksi meliputi peleburan aluminium dan scrap, pengecoran logam cair ke cetakan, pengangkatan cetakan dan pemindahan air yang diinginkan, pengangkatan hasil coran, pembubutan, pengikiran, quality control, penyimpanan dan distribusi. Berdasarkan uji laboratorium karakteristik limbah cair yang dihasilkan oleh CVC-Maxi Alloycast yaitu pH 8,9; COD 52,1 mg/L; BOD 21,4 mg/L; TSS 6660 mg/L; Fe 4,2440

*Corresponding author: dewimasri@mail.ugm.ac.id

Copyright ©2022 THE AUTHOR(S). This article is distributed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license. Jurnal Teknosains is published by the Graduate School of Universitas Gadjah Mada.

mg/L; Cu 0,0130 mg/L; dan Zn 0,0893 mg/L. Semua parameter menunjukkan nilai memenuhi baku mutu, akan tetapi untuk kadar TSS tidak memenuhi NAB (Nilai Ambang Batas) yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 dan Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) No. 7 Tahun 2016. Peluang produksi bersih antara lain: *good housekeeping*, penerapan 3R pada limbah padat, pembangunan TPS Limbah B3 dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Kinerja lingkungan mengalami peningkatan berdasarkan Standar Industri Hijau (SIH) dari level 1 ke level 2 dengan nilai 53% menjadi 65% dengan penerapan produksi bersih. Kinerja ekonomi dari penerapan produksi bersih memperoleh keuntungan sebesar Rp. 77.412.000,-/tahun, kemudian alternatif ke 2 yaitu daur ulang scrap aluminium merupakan alternatif teknologi bersih yang ekonomis dengan nilai NPV selama 5 tahun yaitu Rp 37.853.056.558,-. Menerapkan produksi bersih dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan dan perekonomian.

Kata Kunci: Produksi Bersih; CV C-Maxi Alloycast; Reduce; Reuse; Recycle; Aluminium.

PENGANTAR

CV C-Maxi Alloycast adalah sebuah industri pengecoran yang bergerak di bidang pembuatan produk peralatan rumah tangga berbahan baku aluminium. Pembangunan industri pengecoran berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun ekonomi industri. Industri pengecoran aluminium menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi masing-masing logam yaitu Fe sebesar 5,937 mg kg⁻¹ dan Zn sebesar 18,2 mg kg⁻¹ (Alves dkk., 2014). Teknologi pengecoran telah membawa tekanan yang besar pada lingkungan karena konsumsi sumber daya alam dan pembuangan limbah (Zheng dkk., 2018). Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu melakukan penerapan produksi bersih sebagai langkah bersifat pro aktif, antisipatif, dan preventif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi penerapan prinsip produksi bersih di CV C-Maxi Alloycast, Yogyakarta.

Produksi bersih adalah penerapan strategi lingkungan yang terintegrasi untuk proses dan produk dalam meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku, air dan energi dengan mencegah, meminimalisir,

dan mendaur ulang limbah (Nobrega dkk., 2019). Produksi bersih dapat berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan (Acharya dkk., 2015). Beberapa penerapan produksi bersih dengan mengurangi cacat (Sithole, 2019); daur ulang (Generous dan Rodesri, 2005); serta mencegah kebocoran dengan penerapan *good housekeeping* (Moertinah, 2008). Penerapan produksi bersih di industri logam terjadi penghematan sebesar Rp60.076.800,-/tahun (Sirait, dkk 2018). Kinerja lingkungan akibat limbah cair menimbulkan diperlukan biaya eksternalitas sebesar Rp5.484.600,- per tahun. Dengan demikian, manfaat penerapan produksi bersih dapat menghindari kerugian ekonomi dan meningkatkan kinerja lingkungan industri (Nurdalia, 2006). Peningkatan kinerja lingkungan dan ekonomi untuk menuju Standar Industri Hijau (SIH) yang dikeluarkan oleh kementerian Perindustrian. Industri hijau adalah industri dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup dan memberikan manfaat kepada masyarakat.

Kementerian Lingkungan Hidup (2002), prinsip-prinsip dalam produksi bersih dikenal dengan 3R, antara lain: *Reuse* atau penggunaan kembali adalah suatu teknologi yang memungkinkan limbah dapat digunakan kembali tanpa mengalami perlakuan secara fisik/kimia/biologi; *Reduce* atau pengurangan limbah pada sumbernya. Misalnya mengurangi penggunaan bahan B3; dan *Recycle* atau daur ulang adalah memproses limbah dengan perlakuan agar kembali seperti proses semula. Misalnya sampah plastik yang dibuat biji plastik yang bertujuan sebagai bahan baku produk lainnya.

Penerapan produksi bersih dapat meningkatkan efisiensi proses dengan modifikasi peralatan dan peningkatan *good housekeeping* untuk mencegah kontaminasi serta meminimalisir terbentuknya limbah cair (Sirait dkk., 2018); meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan mengurangi produk sampingan (Chaudhari dan Kalathia, 2014); meningkatkan produktivitas serta hasil produk,

meningkatkan profitabilitas dan kualitas produk serta mengurangi risiko kecelakaan lingkungan (Masike dan Chimbadzwa, 2013); mengurangi emisi karbon dengan adanya efisiensi energi (Thollander *dkk.*, 2005); perusahaan dapat memenuhi persyaratan lingkungan, melakukan daur ulang serta dapat mengurangi biaya (Da Silva *dkk.*, 2019). Permasalahan yang diteliti dirumuskan yaitu bagaimana tahapan proses produksi untuk melihat limbah cair yang dihasilkan industri; bagaimana peluang penerapan produksi bersih; bagaimana keuntungan penerapan produksi bersih di industri terhadap ekonomi dan lingkungan.

METODE

Penelitian ini berlokasi di CV *C-Maxi Alloycast*, yang terletak di Jalan Ki Guno Mrico 414 Giwangan, Yogyakarta pada bulan 20 Januari - 20 Maret 2021. Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer di antaranya: pemetaan proses produksi; karakteristik limbah cair, pengambilan limbah cair dilakukan dibagian effluent satu kali menggunakan 2 botol jeriken dengan dua (duplo) pengujian; jenis limbah dan jenis bahan baku, data diambil dengan melakukan pengamatan langsung dan wawancara kepada manajemen dan Koordinator Produksi. Data sekunder diperoleh dari catatan inventaris dan jurnal. Skema metode dalam penelitian yaitu Melakukan pengamatan terhadap proses produksi, meliputi: bahan baku, peleburan, proses pendinginan, pembubutan dan pengikiran, *quality control* dan distribusi; Melakukan pencatatan, meliputi: produksi, penggunaan air, energi, bahan baku dan bahan tambahan; Melakukan tabulasi dan

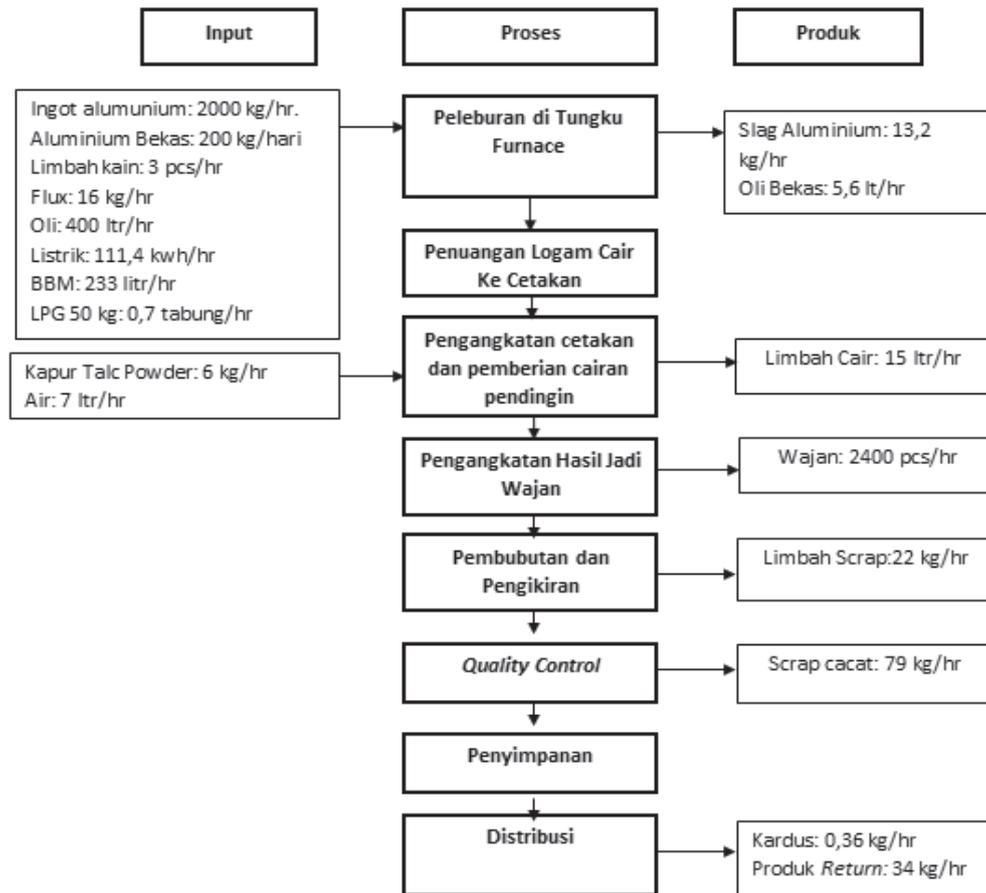
pengolahan data awal; Melakukan identifikasi ketidakefektifan; Melakukan Identifikasi peluang produksi Bersih; dan Melakukan analisis kinerja lingkungan dan ekonomi, meliputi pH, COD, BOD, TSS, Fe, Cu, Zn yang mengacupada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah, analisis form *self-assessment* Standar Industri Hijau (SIH) yang dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian, dan NPV (Net Present Value).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Proses Produksi di CV *C-Maxi Alloycast*

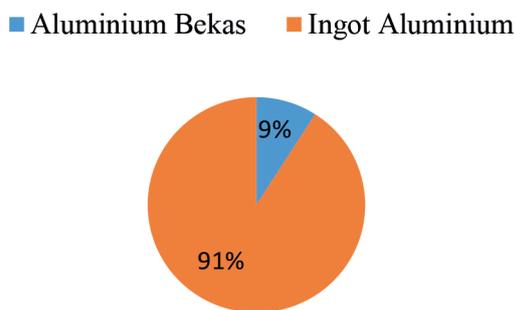
Proses produksi pembuatan peralatan rumah tangga (wajan) di CV *C-Maxi Alloycast* terdiri dari beberapa tahapan yaitu penyiapan bahan baku, peleburan logam di tungku furnace, penuangan logam cair ke cetakan yang berbentuk wajan, pengangkat cetakan dan pemberian cairan pendingin dengan kapur *talc powder*, pengangkatan hasil jadi coran, pembubutan dan pengikiran, *quality control*, penyimpanan barang di gudang, dan distribusi. Kebutuhan pada proses pengecoran terdapat ingot aluminium, aluminium bekas, limbah kain, flux, oli, kebutuhan bahan bakar seperti BBM dan LPG, kapur *talc powder*, air. Kemudian untuk limbah yang dihasilkan yaitu slag aluminium, limbah cair, limbah scrap dari pembubutan maupun cacat serta limbah kardus. Untuk memudahkan pemahaman alur proses dapat dilihat pada gambar 4.2 disajikan Blok Diagram Proses Produksi Pengecoran di CV *C-Maxi Alloycast*.

DEWI MASRI, WAGIMAN, DAN BERTHA MAYA SOPHA ❖ ANALISIS POTENSI PENERAPAN TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH PADA CV C-MAXI ALLOYCAST, YOGYAKARTA



Gambar 1. Blok Diagram Proses Produksi di CV C-Maxi Alloycast
 Sumber: Hasil Observasi dan Wawancara (2021)

Identifikasi didapatkan bahwa CV C-Maxi Alloycast dalam proses produksinya menggunakan ingot aluminium dan aluminium bekas rumah tangga, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2. Penggunaan Bahan Baku di CV C-Maxi Alloycast
 Sumber: Hasil Observasi dan Wawancara (2021)

Pada Proses produksi, penggunaan ingot aluminium masih sangat tinggi yaitu 2000 kg/hari (91%), sedangkan penggunaan bekas aluminium rumah tangga sebanyak 200 kg/hari (9%). Dengan demikian, harus ada tindakan produksi bersih dengan mengoptimalkan daur ulang scrap yang dihasilkan oleh industri. Penggunaan aluminium bekas sebagai bahan baku merupakan usaha yang cukup menjanjikan dan energi yang dihabiskan cukup kecil yaitu 5% - 10% dari energi yang diperlukan untuk menghasilkan paduan aluminium dari alam (Guley dkk, 2010). Kemudian proses produksi menghasilkan limbah cair di effluent dan oli. Limbah cair dari proses pendinginan pada produksi yaitu 375 liter/bulan dan limbah oli 140 liter/bulan. Selain itu, terdapat limbah padat dari proses peleburan yaitu slag aluminium, scrap dari

pembubutan, pengikiran, cacat dan *return*, kardus dari proses distribusi, dan APD dari produksi. Limbah Scrap aluminium sangat potensial untuk digunakan kembali sebagai bahan baku. Selain itu, daur ulang scrap merupakan sebuah perilaku ramah lingkungan dan juga memberikan keuntungan secara ekonomis perusahaan. Limbah arungtangan (*safe ty glove s*) bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar pemancing untuk menghidupkan api di tungku furnace. Hasil temuan di ruang produksi di CV *C-Maxi Alloycast* di dalamnya terdapat drum-drum oli dalam keadaan tidak tertutup yang memungkinkan untuk terjadinya ceceran oli ke lantai yang dapat mengganggu proses produksi serta menyebabkan kecelakaan kerja karena licin. Pada proses pembubutan

dan pengikiran menggunakan alat mesin dalam kondisi sangat bising sehingga APD (Alat Pelindung Diri) *safe ty ear* menjadi sangat penting, akan tetapi masih terdapat karyawan yang bekerja tidak menggunakan APD.

Pengukuran Pencemaran Limbah Cair Industri

CV *C-Maxi Alloycast* adalah industri yang bergerak di bidang pengecoran dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan berwarna keruh seperti susu, karena limbah tersebut adalah campuran antara air dan kapur/ *talc powde r* yang digunakan untuk mendinginkan coran. Karakteristik limbah cair di CV *C-Maxi Alloycast* dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1
Karakteristik Limbah Cair di CV *C-Maxi Alloycast*

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	NAB (Nilai Ambang Batas)
pH	-	8,9	SNI 06-6989.11-2019	6,0-9,0
COD	mg/L	52,1	SNI 6989.2-2019	100-125 mg/L
BOD	mg/L	21,4	SNI 6989.72-2009	50 mg/L
TSS	mg/L	6660	In House Methode	200 mg/L
Besi (Fe)	mg/L	4,2440	SNI 6989.4-2009	5 mg/L
Tembaga (Cu)	mg/L	0,0130	SNI 6989.6-2009	2 mg/L
Seng (Zn)	mg/L	0,0893	SNI 6989.7-2009	5 mg/L

Sumber: Hasil Uji Laboratorium di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (2021)

Keterangan:

*) parameter terakreditasi dan contoh uji tidak diawetkan.

Hasil uji laboratorium dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 dan Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Karakteristik limbah cair dan kadar pada masing-masing parameter yang dihasilkan dari proses produksi di CV *C-Maxi Alloycast* Yogyakarta, yaitu pH sebesar 8,9; COD sebesar 52,1 mg/L; BOD sebesar 21,4 mg/L; TSS sebesar 6660 mg/L; Fe sebesar 4,2440 mg/L; Cu sebesar 0,0130 mg/L; Zn sebesar 0,0893 mg/L. Semua parameter menunjukkan nilai di bawah baku mutu, akan tetapi untuk kadar TSS tidak memenuhi NAB (Nilai Ambang Batas).

Hal yang sama terjadi, untuk kadar TSS pada limbah cair tapioka 6600 mg/L, limbah cair tahu 4250 mg/L (Simanjuntak, 2019). Kadar TSS tinggi dapat menurunkan aktifitas sintesa dan mempengaruhi kejernihan air, sinar matahari sulit masuk serta sedimentasi (Effendi, 2003; Murphy, 2007).

Analisis Potensi Penerapan Produksi Bersih

Produksi bersih adalah salah satu strategi untuk mengefektifkan industri dengan meminimisasi limbah yang bersifat preventif, terpadu, dan diterapkan secara kontinyu

pada proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan eko-efisiensi (Curran, 2013).

Alternatif 1: *Good Housekeeping*

Good Housekeeping dilakukan untuk meningkatkan produktifitas kerja dan mengurangi kecelakaan kerja di industri. Dalam penerapan *Good housekeeping* membutuhkan peralatan untuk menunjang teknologi produksi bersih dengan biaya sebesar Rp 1.496.000,-/tahun. Dengan adanya penambahan biaya dari penerapan produksi bersih *goodhousekeeping* nilai NPV dalam waktu 5 tahun yaitu Rp 37.502.206.545,-. Artinya nilai tersebut positif dan proyek tetap layak dijalankan. Pada semua kegiatan di CV C-Maxi Alloycast, terdapat tingkat risiko dengan persentase *low* 6%; *medium* 45%; dan *high* 49% (Masri, 2014). Beberapa hal yang bisa dilakukan sebagai berikut: Pertama, Pengecekan Kabel dan LPG, Pengecekan kabel perlu dilakukan karena potensi bahaya yang terjadi pada kabel yaitu kabel terkelupas yang memiliki risiko kebakaran/terhentinya proses produksi. Pengecekan LPG dilakukan untuk memastikan tidak terjadinya kobocoran LPG yang kemudian mengakibatkan terjadinya peledakan. Pengendalian yang dilakukan yaitu: mengganti instalasi listrik setiap 20 tahun pemakaian; pemasangan perlindungan kabel dan penutup stop kontak; Melakukan pengecekan secara rutin kondisi APAR; Memasang LockOut TagOut; Membuat sistem keadaan darurat seperti pemasangan fire alarm dan pemasangan emergency shutdown gedung; Melakukan program pemeliharaan dan pengecekan secara rutin kondisi tabung LPG. Kedua, Penanganan oli, perlu diperhatikan karena potensi bahaya dari pendistribusian oli yaitu terjadinya pipa bocor. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu: Pengecekan pipa; penggunaan pipa besi atau pipa yang sesuai dengan standar berlaku; Memberikan rambu peringatan K3 jika lantai sedang licin; dan Menyediakan ambal yang bisa menyerap oli yang tumpah. Ketiga, Penggunaan air kamar mandi, penggunaan air kamar mandi memiliki potensi kerusakan, maka harus ada langkah *goodhousekeeping* yaitu membuat tiker penghematan air dan menegur karyawan yang

ceroboh. Menurut Indriyati (2008), pelaksanaan tata kelola lingkungan yang apik memerlukan komunikasi internal, menetapkan tanggung jawab yang jelas dan motivasi karyawan.

Alternatif 2: Daur Ulang Limbah Aluminium

Limbah scrap aluminium dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku di CV C-Maxi Alloycast. Total limbah aluminium yang dihasilkan industri yaitu 40.500 kg/tahun. Sedangkan dalam proses industri membutuhkan bekas aluminium sebanyak 60.000 kg/tahun. Dengan demikian pembelian bahan baku bekas aluminium dapat dikurangi. Industri hanya membeli bahan baku bekas aluminium sebanyak 19.500 kg/tahun. Berdasarkan perhitungan nilai NPV dalam waktu 5 tahun yaitu Rp 37.853.056.558,-. Dengan demikian, nilai NPV naik dengan adanya penerapan produksi bersih daur ulang scrap aluminium dan bernilai positif, proyek layak dijalankan. Penelitian yang dilakukan oleh Choate dan Green (2004) bahwa daur ulang scrap aluminium membutuhkan energi yang lebih rendah yaitu sebesar 2,8 Kwh/kg aluminium, sedangkan produksi aluminium primer dari bijih bauksit membutuhkan 45 kWh/kg aluminium. Daur ulang scrap memberikan banyak kelebihan yaitu Mengurangi Penggunaan SDA, dapat berkontribusi terhadap lingkungan; Mengurangi polusi; dan Penghematan secara ekonomi.

Alternatif 3: Penggunaan Ulang (Reuse) Oli

Oli yang dihasilkan dari pembubutan sebanyak 1.680 liter/tahun. Harga oli bekas yaitu Rp 1000,-/liter (motorplus-online.com, 2021). Keuntungan yang didapatkan dari penggunaan ulang oli bekas yaitu Rp 1.680.000,-/tahun. Proses penggunaan kembali oli dapat mengurangi biaya pembelian oli untuk kebutuhan produksi. Berdasarkan perhitungan dengan penerapan produksi bersih *reuse* oli mendapatkan nilai NPV sebesar Rp 37.746.947.018,-. Dengan demikian layak dilakukan secara finansial. Limbah oli

yang dihasilkan dapat digunakan langsung dan tidak memerlukan pengolahan. Oli bekas merupakan kategori limbah berbahaya dan beracun (B3). Oli bekas merupakan salah satu sumber polutan yang dapat mengontaminasi air tanah dan dapat membunuh mikroorganisme (Asidu dkk, 2016). Penggunaan oli bekas sebagai *fire starter* langkah yang baik untuk mengurangi limbah tersebut dan bermanfaat untuk keberlangsungan industri. Untuk nilai ekonomis dalam peleburan aluminium, oli bekas lebih murah daripada gas elpiji (Pratama dkk, 2020). Hal yang sama disampaikan oleh Hidayat (2020) bahwa cara pengolahan yang paling menguntungkan secara ekonomis dan aman secara lingkungan dan handal secara teknis dilakukan dalam mengubah oli bakar menjadi minyak bakar. Selain itu, Oli bekas industri relatif bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana (Raharjo, 2007).

Alternatif 4: Penggunaan Ulang (Reuse) APD

Limbah APD sarung tangan yang dihasilkan dari aktifitas industri yaitu sebanyak 3000 pcs per tahun. Harga sarung tangan bekas yaitu Rp 6000,-/kg (Shopee.co.id, 2021). Keuntungan yang didapatkan dengan *reuse* APD menjadi *fire starter* sebesar Rp 1.512.000,-/tahun. NPV dengan penerapan produksi bersih *reuse* limbah APD sebagai *fire starter* sebesar Rp 37.525.885.478,-. Dengan demikian layak dijalankan. Proses peleburan di tungku furnace diawali dengan memberikan bahan bakar pemancing seperti kain atau kayu. Sarung tangan kain bekas dapat dijadikan sebagai biomassa dan memberikan alternatif yang efektif dibuang dengan cara dibakar. Emisi yang dihasilkan dari adanya pembakaran kain yaitu 3,91 mg/g (Zhu dkk., 2018). Sedangkan, emisi dari pembakaran kayu yaitu 722 µg/m³ (Haryanto, 2012 dan emisi CO₂ 1560-1620 g/kg (Bhattacharya, 2002). Dampak buruk eksploitasi kayu bakar terhadap lingkungan yaitu penebangan pohon, kurangnya penyerapan air dalam tanah, perubahan iklim, dan merugikan ekonomi dalam jangka waktu panjang (Musa, 2016). Dengan demikian,

alternatif bahan bakar pemantik api di tungku furnace dapat menggunakan limbah kain.

Alternatif 5: Kardus Bekas

Limbah kardus dari kegiatan internal dan proses produksi yaitu 110 kg/bulan. Harga limbah kardus yaitu Rp 1.000,-/kg (bukalapak.com). Keuntungan yang didapatkan dari limbah kardus sebesar Rp 110.000,-/bulan atau Rp 1.320.000,-/tahun. Dengan demikian, perusahaan mendapatkan nilai tambah secara finansial. Berdasarkan perhitungan NPV bernilai positif didapatkan sebesar Rp 37.509.715.563,-. Dengan demikian layak secara finansial. Kardus merupakan bahan yang ramah lingkungan karena mudah didaur ulang dan mudah terurai di lingkungan, namun ada beberapa *treatment* yang harus dilakukan. Oleh karena itu, limbah kardus sebaiknya dibawa ke industri yang bisa mengolahnya, sehingga selain dapat mengurangi timbulan sampah, kemudian daur ulang kardus dapat meminimalisir penebangan pohon yang biasa digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kardus. Limbah kardus yang dihasilkan oleh CV C-Maxi Alloy cast dijual dan diolah oleh UD. Sregep berlokasi di Karanglo, Kec. Melati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk didaur ulang.

Alternatif 6: Penyuluhan K3L

Penyuluhan K3L (K3 Lingkungan) dilakukan pada semua karyawan untuk memberikan pengetahuan pentingnya penerapan K3 untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang kemudian merugikan secara ekonomi. Selain itu, penyuluhan untuk memperkenalkan pentingnya bekerja memperhatikan aspek lingkungan dengan melakukan penghematan sumber daya air, energi di industri, pentingnya mendaur ulang maupun *reuse* limbah untuk mengurangi timbulan sampah dan mencegah terjadinya pencemaran di lingkungan. Penyuluhan dilakukan dalam periode per tahun dengan harga Rp 2.500.000/tahun. Berdasarkan perhitungan nilai NPV dalam waktu 5 tahun bernilai positif yaitu Rp 37.497.471.701,-, sehingga proyek layak dilakukan. Beberapa

pentingnya penyuluhan K3 terhadap seluruh karyawan yaitu: Tanggung jawab sosial perusahaan, karena jika terjadi kecelakaan kerja yang fatal, maka perusahaan mendapatkan dampak buruk atas kecelakaan tersebut seperti menurunkan kepercayaan dari konsumen dan menurunkan performa perusahaan; Menjaga Asset, karyawan, gedung, dan fasilitas industri adalah asset perusahaan yang harus dijaga. Asset tersebut harus dipastikan berfungsi hingga waktu panjang/ *sustainability*; Meningkatkan produktifitas dan citra perusahaan, karena dapat melindungi pekerja dari bahaya maupun risiko di dalam ruang kerja.

Alternatif 7: Sertifikasi K3 BNSP

Sertifikasi K3 BNSP dilakukan untuk meningkatkan kompetensi karyawan di industri dibagian Top Management atau *Safety Officer*. Selain itu, untuk mempersiapkan Ahli K3 di perusahaan, sehingga dapat membantu mengembangkan K3 di tempat kerja. Dana yang dibutuhkan untuk sertifikasi BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) sebesar Rp 2.800.000,-/orang, sehingga untuk 2 karyawan sebesar Rp 5.600.000,-. Penerapan alternatif sertifikasi K3 BNSP mendapatkan nilai NPV

positif yaitu Rp 37.482.852.165,-. Dengan demikian proyek layak dilaksanakan. Beberapa keuntungan dari perusahaan memiliki karyawan yang tersertifikasi K3, sebagai berikut: Ahli K3 paham kerangka berfikir *Loss Causation Models* sebagai penyebab dasar; Mampu melakukan investigasi mencari bukti-bukti di lokasi kejadian; Mampu melakukan analisis penyebab dasar insiden dan membuat rekomendasi tindakan perbaikan serta peningkatan kinerja.

Alternatif 8: Pembangunan TPS LB3

Pembangunan TPS LB3 merupakan investasi modal tetap. Ukuran TPS adalah 4 x 5 m, maka luasnya adalah 20 m². TPS Limbah B3 adalah tempat pembuangan limbah bahan berbahaya dan beracun sementara di industri sebelum di serahkan kepada pihak ke-3 atau lembaga yang menangani limbah B3 sesuai dengan peraturan yang berlaku. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan TPS LB3 yaitu Rp 4.683.500,-. NPV dalam 5 tahun sebesar Rp 37.487.174.360,-. Dengan demikian, penerapan produksi bersih dengan melakukan pembangunan TPS LB3 di industri tetap layak di jalankan. Dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2
Pembangunan TPS LB3

No	Jenis Bahan Baku	Kebutuhan (per tahun)		Harga (/unit)	Total harga (Rp/tahun)
		Jumlah	Unit		
1	Pasir	1.15	m3	Rp 290,000	Rp 333,500
2	Semen	6	sak	Rp 50,000	Rp 300,000
3	Batu Bata	8100	batang	Rp 500	Rp 4,050,000
4	Tenaga Kerja	2	orang	Rp 450,000	Rp 900,000
Total					Rp 4,683,500

Sumber: Hasil Pengolahan (2021)

CVC-Maxi Alloycast menghasilkan limbah B3 yaitu slag aluminium sebanyak 330kg/bulan. Menurut Peraturan Pemerintah 101 Tahun 2014 "Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya". Oleh karena itu, pelaku usaha harus memiliki unit ruangan yang selanjutnya digunakan untuk menyimpan sementara

limbah B3/slag aluminium sebelum diambil oleh pihak ketiga yang sudah memiliki izin. Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, Bidang Penataan dan Pengendalian Dampak Lingkungan, melakukan verifikasi terhadap permohonan izin tempat penyimpanan sementara limbah B3 sesuai dengan petunjuk teknis dalam Perwal No.57 Tahun 2010.

Dengan demikian, penerapan produksi bersih dengan membangun TPS LB3 dapat memenuhi peraturan lingkungan yang berlaku di Indonesia dalam rangka untuk melakukan perlindungan terhadap lingkungan.

Perbandingan Alternatif Produksi Bersih

Perbandingan alternatif digunakan untuk membandingkan alternatif-alternatif yang telah dibuat untuk penerapan produksi bersih di CV

C-Maxi Alloy cast, melihat alternatif mana yang paling baik secara finansial maupun lingkungan yang bisa diterapkan di industri. Alternatif Produksi Bersih diantaranya Alternatif 1: Pembelian peralatan *good housekeeping*; Alternatif 2: Daur ulang aluminium; Alternatif 3: Reuse Oli; Alternatif 4: Reuse APD; Alternatif 5: Penjualan Kardus; Alternatif 6: Penyuluhan K3; Alternatif 7: Sertifikasi AK3U; dan Alternatif 8: Pembangunan TPA.

Tabel 3
NPV Perbandingan Alternatif Produksi Bersih

Pembanding	NPV selama 5 tahun	Keuntungan finansial	Kerugian finansial
Tanpa TB	Rp 37,509,261,650		
Alternatif 1	Rp 37,502,206,545		Rp7,055,105
Alternatif 2	Rp 37,853,056,558	Rp343,794,908	
Alternatif 3	Rp 37,746,947,018	Rp237,685,368	
Alternatif 4	Rp 37,525,885,478	Rp16,623,828	
Alternatif 5	Rp 37,509,715,563	Rp453,913	
Alternatif 6	Rp 37,497,471,701		Rp11,789,949
Alternatif 7	Rp 37,482,852,165		Rp26,409,485
Alternatif 8	Rp 37,487,174,360		Rp22,087,290
Keseluruhan alternatif	Rp 37,667,815,240	Rp158,553,590	
Total		Rp 598,558,017	(Rp67,341,830)

Sumber: Hasil Pengolahan (2021)

Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa Alternatif 2 yaitu daur ulang aluminium, merupakan alternatif teknologi produksi bersih yang ekonomis jika dilihat dari keuntungan yang berpatokan pada NPV selama 5 tahun dan memiliki manfaat yang baik terhadap lingkungan dibandingkan dengan yang lainnya. Kemudian alternatif ke 7 yaitu sertifikasi BNSP, memiliki kerugian secara finansial paling besar dibandingkan alternatif teknologi produksi bersih lainnya. Namun sertifikasi BNSP memiliki benefit untuk jangka waktu panjang bagi industri yaitu menyediakan personil berkompeten dibidang keselamatan dan kesehatan kerja agar dapat memaksimalkan kinerja lebih baik, mengurangi kecelakaan kerja dan hal yang tidak diinginkan selama industri beroperasi.

Kinerja Lingkungan Standar Industri Hijau (SIH)

Standar Industri Hijau (SIH) adalah industri dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyesuaikan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup dan memberikan manfaat kepada masyarakat (UU No.3 Tahun 2014). Berdasarkan perhitungan dari Standar Industri Bersih (SIH) didapatkan hasil bahwa level penilaian CV *C-Maxi Alloy cast* berada pada level 1 dengan skor 53%. Kemudian kondisi industri dengan penerapan produksi bersih kinerja lingkungan naik menjadi level 2 dengan skor 65% dengan peningkatan pada aspek di antaranya: program efisiensi produksi dalam kebijakan

perusahaan; substitusi material input; efisiensi energi dengan mematikan lampu jika tidak diperlukan; penerapan 3R (*reduce, reuse, dan recycle*), penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) proses produksi; peningkatan kapasitas SDM; dan penyediaan sarana *good housekeeping*.

Dampak Sosial Produksi Bersih

Penerapan produksi bersih merupakan sebuah usaha berkelanjutan dan mendukung program SDGs (*Sustainable Development Goals*), terdapat pada tujuan 12 TPB yaitu menjamin pola produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab. Dalam penerapan produksi bersih memiliki dampak positif terhadap sosial karena dalam penerapannya diperlukan stimulus dan integrasi antara karyawan satu dengan yang lainnya sebagai basis pengembangan kultur pelaku dalam hal ini diperlukan kelembagaan. Dengan adanya produksi bersih terdapat sosialisasi dan edukasi kepada seluruh karyawan di industri sehingga dapat memberikan kesadaran kepada karyawan akan pentingnya produksi bersih di mana orientasi dalam bekerja dan berbisnis mempertimbangkan faktor lingkungan.

SIMPULAN

Karakteristik limbah cair dan kadar pada masing-masing parameter yang dihasilkan dari proses produksi di CV C-Maxi Alloycast Yogyakarta, yaitu pH sebesar 8,9; COD sebesar 52,1 mg/L; BOD sebesar 21,4 mg/L; TSS sebesar 6660 mg/L; Fe sebesar 4,2440 mg/L; Cu sebesar 0,0130 mg/L; Zn sebesar 0,0893 mg/L. Semua parameter menunjukkan nilai dibawah baku mutu, akan tetapi untuk kadar TSS tidak memenuhi NAB (Nilai Ambang Batas) yang mengacu pada Permen LH No. 5 Tahun 2014 dan Peraturan DIY No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Peningkatan kinerja lingkungan dari penerapan produksi bersih berdasarkan Standar Industri Hijau (SIH) dari level 1 menjadi level 2 dengan nilai 53% menjadi 65% dengan melakukan penerapan 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*), manajemen air, peningkatan kapasitas SDM, peningkatan

penggunaan bahan baku ramah lingkungan, dan mengurangi timbulan sampah yang masuk ke TPA Yogyakarta. Kinerja ekonomi dari penerapan produksi bersih memperoleh keuntungan sebesar Rp. 77.412.000,-/tahun. Dengan demikian, penerapan produksi bersih dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan dan perekonomian. Beberapa rekomendasi yang bisa dilakukan yaitu melakukan identifikasi dan pengelolaan terhadap limbah slag aluminium dari hasil peleburan untuk dilakukan tindakan lanjutan; peningkatan *goodhousekeeping* didalam ruang produksi dan mencegah kebocoran pada pipa oli; meningkatkan otomatisasi teknologi pada proses produksi guna meningkatkan produktifitas; dan perusahaan mengalokasikan secara finansial untuk pengolahan limbah cair *grey water* untuk bisa dimanfaatkan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, Barbara., Dungan. R.S., Carnin, R.L., Pinto, Carvalho., dan Galves, Rosa. (2014) 'Metals in Waste Foundry Sands and an Evaluation of Their Leaching and Transport to Groundwater', *Water Air Soil Pollution*, 225(5):1-11.
- Acharya, S.G., Kikani, P., dan Acharya, G.D. (2015) 'Greening of Foundry Industries for Cleaner Production', *International Journal of Emerging Technologies and Applications in Engineering*, ISSN: 0974-3588: 78-81.
- Asidu, L.A.D., Hasbi, M., dan Aksar, P. (2016) 'Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Pencampuran Minyak Pirolisis', *Enthalpy-Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(2): 1-7.
- Bhattacharya, S.C., Albina, D.O., dan Salam, P.A. (2002) 'Emission Factors of Wood and Charcoal-Fired Cook oves', *Biomass and Bioenergy*, 23(6):453-469.
- Curran, M.A. (2013) 'Life Cycle Assessment: A Review of The Methodology and Its Application to Sustainability', *Current*

- Opinion In Chemical Engineering*, 2(3): 273-277.
- E endi, H. (2003) 'Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan', Kanisius Press, Yogyakarta.
- Generous di, Rodesri M. (2005) 'Penerapan Teknologi Produksi Bersih pada Indu ri Elektroplating', *Jurnal Teknik Mesin*, 2 (1): 11-18.
- Haryanto, Agus., dan Triyono, Sugeng. (2012) 'Studi Emisi Masak Rumah Tangga', *Agritech*, 32 (4): 425-431.
- Hidayat, A.R., dan Basyiron. (2020) 'Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompor Pengecoran Logam terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran', *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5 (2): 103-108.
- Indriyati. (2008) 'Strategi Teknologi Produksi Bersih Tata Kelola Yang Apik (GHK)', ISSN 1441-318X: 15-19.
- Kemenperin. (2016) 'Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 18/M-IND/PER/3/2016 tentang Penghargaan Indu ri Hijau'.
- KemenLH (2002) 'Prinsip-prinsip dalam Produksi Bersih'.
- KemenLH RI. (2014) 'Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair Indu ri'.
- Masri, Dewi. (2018) 'Identifikasi Potensi Bahaya, Analisis Risiko dan Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di C-Maxi Alloyca', Skripsi, Universitas Islam Indonesia.
- Musa, D.M., Ujih, U.O., dan Azare, I.M. (2016) 'Effect Fuel Wood Exploitation on The Environment: A Case Study of Nasarawa Local Government Area, Nasarawa State, Nigeria', *Dutse Journal of Pure and Applied Science*, 2(1): 195-201.
- Moertinah S. (2008) 'Peluang-Peluang Produksi Bersih pada Indu ri Tek il Finishing Bleaching (Studi Kasus Pabrik Tek il Finishing Bleaching PT.Damaitek Semarang)', Tesis, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Murphy, Sheila. (2007) 'General Information on Solids', USGS Water Monitoring, <http://bcn.boulder.co.us/basin/data/BACT/info/TSS.html>. 15J uni 2021 (12.30).
- Nobrega, J.H.C., Pio, P.G.C., Fernandes, G.L., Botelho, S.T., Araujo, T.C., Anholon, R., Ordonez, R.E.C., Rampasso, I.S., Leal Filho, W. dan Quelhas, O.L.G. (2019) 'Sustainability in Manufacturing Processes: Practices Performed in Metal Forming, Ca ing, Heat Treatment, Welding and Electro atic Painting', *The International Journal Of Sustainable Development and World Ecology*, 26(8): 684-697.
- Nurdalia, Ida. (2006) 'Kajian dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih pada Usaha Kecil Batik Cap (Studi kasus pada tiga usaha indud ri kecil batik cap di Pekalongan)', Tesis, Universitas Diponegoro.
- Perda DIY. (2016) 'Peraturan Daerah I imewa Yogyakarta No.7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Pratama, Annasrudin., Basyiron., Atmojo, Y.W., Ramadhan, G.W., dan Hidayat, A.R. (2020) 'Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas', *Mekanika*, 19 (2): 1-9.
- Raharjo, W.P. (2007) 'Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Salah Satu Alternatif Solusi Untuk Mengurangi Kebutuhan Minyak Bakar', *Jurnal Mekanika*, 3(1): 23-25.
- Simanjuntak, D.S. (2019) 'Penurunan Kadar TSS pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Rumput Vetiver (*Vetiveria Zizanioides L*), *Regional Development Industry & Health*

DEWI MASRI, WAGIMAN, DAN BERTHA MAYA SOPHA ❖ ANALISIS POTENSI PENERAPAN TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH PADA CV C-MAXI ALLOYCAST, YOGYAKARTA

- Sciences', Technology and Art of Life*, 2(1): 70-73.
- Sirait, A.T., Noon, Erliza., dan Ismayana, Andes. (2018) 'Penerapan Produksi Bersih untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pelapisan Logam', *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(3):700-709.
- Sithole, Cindy., Nyembwe, Kasongo., dan Olubambi, Peter. (2019) 'Process Knowledge for Improving Quality in Sand Casting Foundries: A Literature Review', *Elsevier*. 356-360.
- Zheng, Jun., Huang, Binbin., dan Zhou, Xingjian. (2018) 'A Low Carbon Process Design Method of Sand Casting Based on Process Design Parameters', *Journal of Cleaner Production*, 197(1): 1408-1422.
- Zhu, F., Yan, F., Wang, Y., Zhang, Z., Li C., dan Dong Y. (2018) 'Inhibition of PM_{2.5} Emission from Combustion of Waste Materials', *American Chemical Society*, 32(10): 1-3.